

23. Гайворон Т.Д. Стадии овражно-балочных форм и их связь с этапами земледельческого освоения // Геоморфология. 1985. № 4. С. 66–71.
24. Скоморохов А.И. Флювиальный процесс и динамика балочных систем // Геоморфология. 1991. № 2. С. 16–24.
25. Сычева С.А. Эволюционный анализ плейстоценовых погребенных малых эрозионных форм // Геоморфология. 1996. № 3. С. 31–38.
26. Сычева С.А. Эволюция балочной системы в климатическом ритме "оледенение – межледниковье – оледенение" // Геоморфология. 1997. № 2. С. 41–49.
27. Антонов С.И., Болысов С.И., Мысливец В.И. Криогенные реликты в рельефе и рыхлых отложениях бассейна средней Протвы // Геоморфология. 1992. № 1. С. 41–49.

Музей землеведения МГУ

Поступила в редакцию
14.01.98

MORPHOGENETIC CLASSIFICATION OF GULLY-BALKA SYSTEMS

V.P. BONDAREV

S u m m a r y

Simple classification of elements of gully-balka (dry valley) systems is put forth. The classification combines ranked nomenclature with morphometric and dynamic characteristics. Six types of elements were distinguished; they are considered as generic. These elements may be separated by the morphology of their longitudinal and transverse sections. The scheme of gully-balka lithogenesis was compiled; it shows the trend in the development of gully-balka systems as well as acceleration and deceleration of this development.

УДК 551.435.11

© 1999 г. О.В. ВИНОГРАДОВА, Н.Н. ВИНОГРАДОВА, Н.В. ХМЕЛЕВА

К ВОПРОСУ О ДЕФОРМАЦИЯХ РУСЛОВЫХ ФОРМ ГОРНЫХ И ПОЛУГОРНЫХ РЕК

Вопрос о деформациях русловых форм и транспорте наносов в горных и полугорных реках с валунно-галечным аллювием пока еще слабо изучен. Как известно, специфическими особенностями режима горных и полугорных рек являются большие скорости течения и высокая степень кинетичности потока, обуславливающие интенсивный транспорт наносов. В паводки и половодья по ним происходит массовое смещение валунно-галечного материала. Казалось бы, что в этом случае должны интенсивно перемещаться и создаваемые потоком русловые формы. В то же время рядом исследователей [1, 2] отмечается, что русловые формы, образованные в реках этого типа, в отличие от равнинных рек, характеризуются незначительными горизонтальными деформациями и практически не смещаются вниз по течению. Таким образом, возникает противоречие: с одной стороны – интенсивный транзит наносов, с другой – стабильность сложенных ими русловых форм. Исследования, проведенные авторами на горных и полугорных реках Сибири и Западного Кавказа, позволили выявить некоторые закономерности механизма транспорта наносов и деформаций русловых форм, объясняющие это противоречие.

При исследовании поставленной проблемы мы пошли по пути синтеза результатов многолетних работ, проведенных по двум направлениям – изучению механизма формирования россыпей в горных и полугорных реках Сибири и стационарным наблюдениям за динамикой русловых форм, проведенных на реках Западного Кавказа. В первом случае привлекались данные бурения, отражающие строение рыхлой толщи: гранулометрический состав россыпей и ряд количественных характеристик их строения. Эти данные имеют массовый характер в связи с детальным бурением при разведке россыпей. Привлечение теоретических положений о движении наносов и о русловых процессах, а также результатов

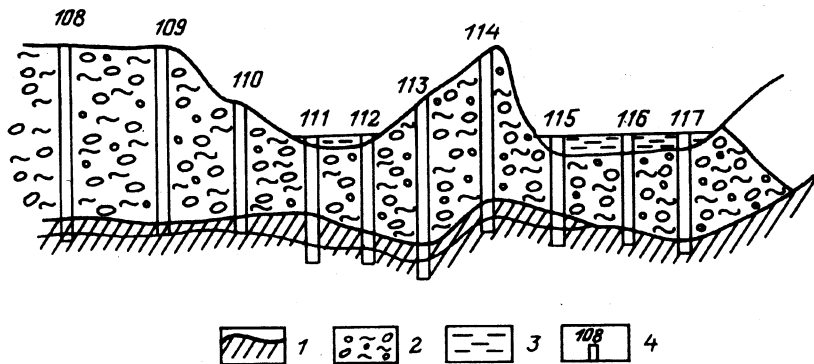


Рис. 1. Поперечный разрез долины р. Малый Патом на участке русла, разветвленного на рукава
1 – коренные породы, 2 – аллювиальный горизонт, 3 – русло, 4 – разведочная скважина и ее номер

опытов, проведенных в лаборатории экспериментальной геоморфологии Географического факультета МГУ, позволили доказать, что частицы золота являются составной частью наносов, транспортируемых потоком [3]. Было установлено, что в отличие от мнения геологов, считающих их неподвижными [4, 5], эти частицы смещаются в составе речных наносов, но отличаются некоторыми специфическими особенностями. Они чутко реагируют на изменение гидродинамических условий в потоке, и характер их распределения в аллювии может являться индикатором, отражающим механизм транспорта и формирования наносов на том или ином участке долины. Так, при транзите наносов формируются типичные русловые концентрации, характеризующиеся четкой приуроченностью тяжелых частиц металла к нижнему базальному горизонту аллювия, струйчатым распределением их в плане. При аккумуляции наносов распределение тяжелой фракции (золота) в плане характеризуется гнездовым типом, частицы металла неравномерно распределены по всей мощности аллювия.

Детальное бурение, вскрывающее строение рыхлой толщи обычно до поверхности коренных пород дает возможность как бы "снять" слой наносов, реконструировать рельеф скального ложа долины, увидеть ту основу, на которой происходит перемещение наносов и оценить ее роль в их распределении. В то же время эти исследования позволяют установить основные закономерности механизма транспорта наносов, проявляющиеся в течение длительных периодов времени, охватывающих целые геологические эпохи.

Стационарные исследования, проведенные по рекам того же порядка, позволили более детально исследовать механизм формирования и транспорта наносов за более короткий отрезок времени – 25 лет. Объектами стационарных исследований служили надводные части побочной и осередков горной реки Бзыбь VII порядка на участках с различными типами русла [6]. Для фиксации изменений, происходящих на поверхности побочной и осередков, впервые в практике русловых исследований применялась повторная фототеодолитная съемка, позволяющая получать количественные характеристики динамики русловых форм [7]. Деформации русловых форм изучались путем сравнения данных ежегодных съемок и полевых наблюдений с привлечением сведений о гидрологическом режиме реки и гранулометрическом составе слагающих их наносов.

Исследования, проведенные по ряду россыпесодержащих долин нескольких районов Сибири с разными климатическими и геолого-геоморфологическими условиями, показали, что определяющую роль в механизме формирования наносов в горных и полугорных реках играет морфология скального ложа. На его поверхности в результате непосредственного воздействия потока в стадию врезания реки образуются эрозионно-скulptурные формы. Их морфология характеризуется большим разнообразием и, с одной стороны, отражает, а с другой – определяет изменение гидродинамических условий как по ширине, так и по длине реки в течение длительных геологических периодов, соответствующих эпохам россыпеобразования. Рельеф скального ложа представлен выработанными в коренных породах кольчужными островами, перемычками, сменяющимися эрозионными бороздами и западинами глубиной в несколько метров. Эти кольчужные формы по существу являются аналогами русловых форм – побочной, перекатов, плесов, тальвегов, ложбин. Нередко в современном русле им соответствует положение осередков, островов и плесов. На рис. 1 представлен

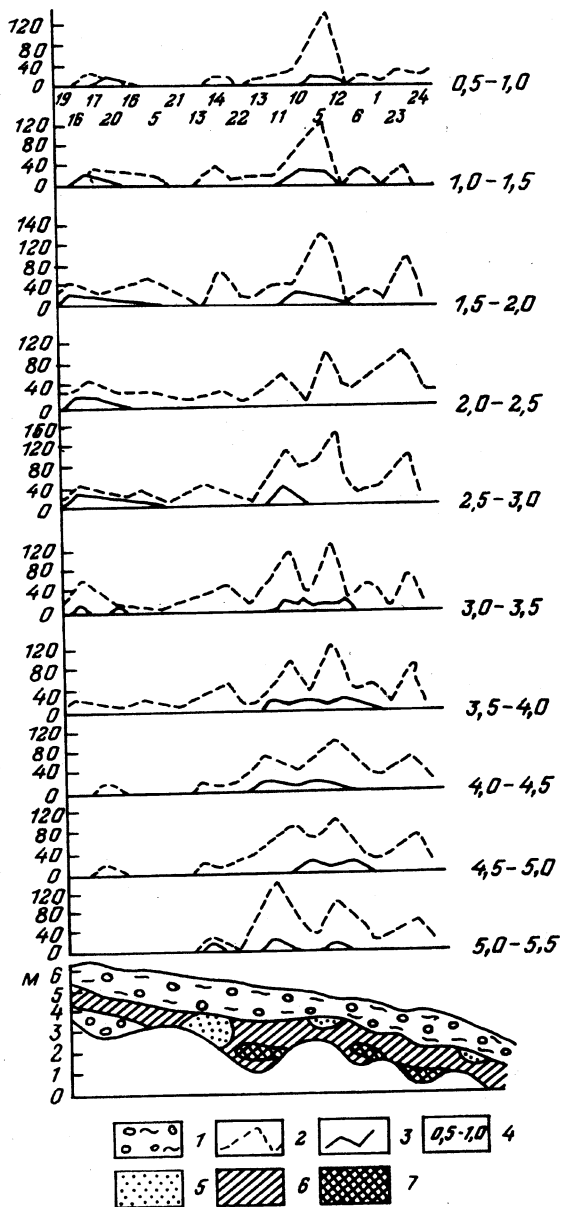


Рис. 2. Продольный профиль долины ручья Американского и графики изменения количества частиц тяжелой фракции по 0,5-метровым интервалам вертикального разреза аллювия
1 – аллювиальный горизонт, 2 – количество частиц с диаметром $< 1,0$ мм, 3 – количество частиц с диаметром $> 1,0$ мм, 4 – 0,5-метровые интервалы вертикального разреза аллювия. Содержания тяжелой фракции: 5 – низкие, 6 – средние, 7 – высокие

поперечный разрез долины на участке русла, разветвленного на рукава. Положение рукавов соответствует здесь эрозионным бороздам, выработанным потоком в период врезания в скальное ложе, а положение осередка унаследовано повторять повышение скального ложа, т.е. достаточно четко прослеживается связь рельефа современного русла с рельефом скального ложа долины.

Морфология эрозионно-скульптурных форм и их устойчивость определяется типами русел. Так, для относительно прямолинейного неразветвленного русла она достаточно проста и выражена в чередовании по длине продольного профиля участков западин и перемычек – аналогов плесов и порогов. На рисунке 2 показан типичный участок такого рельефа скального ложа. Характер распределения металла здесь свидетельствует о четко выраженной зависимости положения участков аккумуляции и транзита наносов от морфологии коренного ложа. Она проявляется в резком обогащении аллювия частицами металла на участках плесов и обеднении на участках порогов. При этом в первом случае

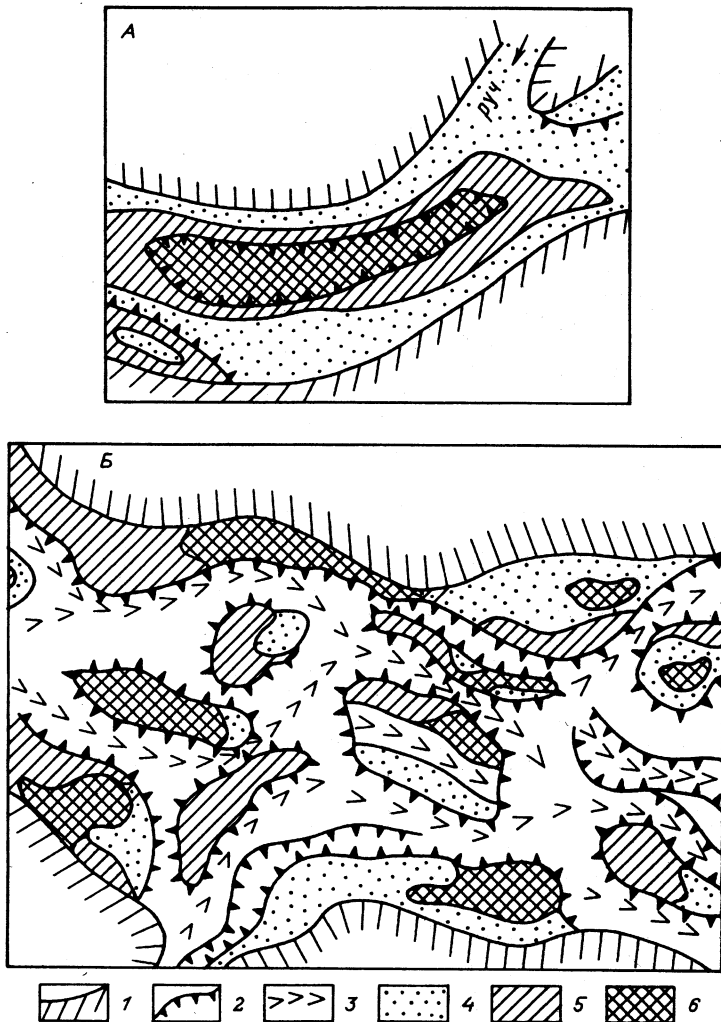


Рис. 3. Эрозионно-скульптурный рельеф коренного ложа и характер распределения тяжелой фракции на участках меандрирующего русла (А) и русла, разветвленного на рукава (Б)
 1 – борт долины, 2 – эрозионно-скульптурные формы, 3 – обогащенные тяжелой фракцией струи аллювия, приуроченные к эрозионным ложбинам. Содержания тяжелой фракции: 4 – низкие, 5 – средние, 6 – высокие

тяжелая фракция рассеяна по разрезу аллювия, а во втором сопровождается резким увеличением концентрации тяжелых частиц в нижнем базальном горизонте. Устойчивость положения участков аккумуляции и транзита наносов на протяжении всего периода формирования аллювия подтверждается проведенным анализом изменения количества тяжелых частиц по вертикальному разрезу аллювия, начиная с нижнего базального горизонта с 0,5-метровым интервалом (рис. 2). Хорошо выраженная унаследованность участков с максимальным количеством как мелких, так и крупных частиц металла по всему вертикальному разрезу аллювиальной толщи показывает, что в течение всего этапа формирования наносов положение участков транзита и аккумуляции оставалось стабильным, они не испытывали смещения по длине долины и были обусловлены рельефом скального ложа.

В полугорном меандрирующем русле к вогнутым частям меандр нередко приурочены линейно вытянутые западины, тогда как у выпуклых берегов характерно образование повышений, что соответствует распределению скоростного поля врезающегося потока [8]. Для западин характерно резкое увеличение количества тяжелой фракции, которая сосредоточена по всему вертикальному разрезу аллювия (рис. 3 А). На прибортовых повы-

Тип русловых процессов	Тип русла	Русловая форма	Мощность активного слоя, м	
			размыва	аккумуляции
горный с развитыми русловыми формами	врезанные меандры	правобережный побочень	0,19	0,13
полугорный	врезанные меандры	правобережный побочень	0,27	0,31
полугорный	разветвленное на рукава	правобережный побочень, левобережный побочень, осередок	0,56	0,51

шениях содержания тяжелой фракции снижаются, частицы металла приурочены в основном к нижнему, базальному горизонту, что отражает интенсивный транспорт наносов. Таким образом, здесь так же как и на участках относительно прямолинейного неразветвленного русла, проявляется устойчивость участков транзита и аккумуляции наносов и их обусловленность жестким каркасом скального ложа.

Иная картина наблюдается на участках русла, разветвленного на рукава (рис. 3 Б). Морфология скального ложа здесь характеризуется наличием большого количества беспорядочно ориентированных скальных островов, эрозионных борозд небольшой протяженности и разной ориентировки. По характеру распределения металла можно сказать, что здесь отмечается резкая изменчивость основных путей транспорта наносов и участков их аккумуляции. Распределение металла практически не контролируется рельефом скального ложа русла, мощность горизонта, обогащенного тяжелой фракцией, небольшая, концентрация металла в плане характеризуется большой изменчивостью. Все это свидетельствует об активном перераспределении участков транспорта и аккумуляции наносов и может являться косвенным показателем неустойчивости русловых форм на участках русла, разветвленного на рукава.

Установленные закономерности механизма формирования и транспорта наносов в горных и полугорных реках подтверждаются результатами стационарных исследований. В течение двадцатипятилетнего периода наблюдений за динамикой русловых форм на горных и полугорных участках р. Бзыбь с врезанными меандрами положение побочней было практически стабильно. Отмечались лишь небольшие горизонтальные деформации побочней за счет размыва и аккумуляции наносов по их внешнему краю в приурезовой полосе. Более сложные перестроения отмечены на участках полугорного русла, разветвленного на рукава, в нижнем течении реки. Деформации русловых форм здесь выражаются в попеременном приращении отмелей к побочням, их отторжении в результате блуждания рукавов и возникновения новых протоков и рукавов. Однако смещение побочней вниз по течению здесь также не отмечено.

Стационарные наблюдения позволили впервые выявить закономерности вертикальных деформаций русловых форм. В качестве показателя использовалась величина активного годового слоя наносов. Это подвижный поверхностный слой наносов на побочнях и осередках, динамика которого по годам выражается в изменении мощности слоя размыва или аккумуляции [6]. В зависимости от гидродинамического режима она варьирует в широких пределах, изменяясь на разных элементах русловых форм. Так, наименьшая мощность активного слоя отмечается на повышенных средних частях побочней, менее подверженных воздействию водного потока. Наибольшая мощность наблюдается в местах, наиболее подверженных его влиянию, – приурезовой полосе, головных частях побочней, побочневых протоках, образующихся в паводки. При движении сверху вниз по реке в результате возрастания транспортирующей способности потока мощность активного слоя увеличивается. Переработка наносов потоком происходит в определенном диапазоне мощности активного слоя, о чем свидетельствуют близкие среднегодовые величины слоя размыва – аккумуляции на всех изученных русловых формах реки Бзыбь (таблица).

Интенсивность и характер деформаций побочной зависит от типа русла (при выделении типов русел использовалась классификация Р.С. Чалова [9].) Так, в горном русле с развитыми аллювиальными формами они выражаются либо в размыве, либо в аккумуляции наносов на всей их поверхности. На побочных в полугорном русле меандрирующего типа, если размыв происходит на верхнем участке, то на нижнем, как правило, идет аккумуляция или наоборот, т.е. от года к году по длине побочня отмечается чередование зон размыва – аккумуляции, связанное скорее всего, с изменением уклонов водной поверхности по его длине. Для полугорного русла, разветвленного на рукава, картина распределения зон размыва – аккумуляции довольно сложная, что связано, как это показали результаты исследований по россыпесодержащим долинам, с переформированием русловых форм и изменением положения основных путей транспорта наносов.

Проведенные исследования показывают, что русловые формы в относительно прямолинейных неразветвленных и меандрирующих руслах горных и полугорных рек характеризуются высокой степенью устойчивости, как на протяжении обозримых отрезков времени, так и в течение длительных геологических этапов. Стабильность русловых форм и участков накопления и транспорта наносов обусловлена их формированием в условиях жесткого каркаса коренного ложа. Скульптурный рельеф, создаваемый потоком при врезании в коренные породы, при небольшой мощности горного аллювия контролирует механизм транспорта наносов, определяя стабильность участков их транзита и аккумуляции в относительно прямолинейных неразветвленных и меандрирующих типах русла. В русле, разветвленном на рукава, отмечаются горизонтальные деформации русловых форм и изменчивость положения участков транспорта и аккумуляции. Для него характерен сложный эрозионно-скульптурный рельеф скального ложа, отражающий сложную динамику потока.

Побочни и осередки в горных и полугорных реках с валунно-галечным аллювием являются путями транспорта наносов, который осуществляется путем обмена между наносами, транспортируемыми в русле, и наносами, слагающими русловые формы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крошкин А.Н. Экспериментальное исследование русловых образований на горных реках // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М.: Изд-во МГУ, 1981. С. 337–338.
2. Чалов Р.С. Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1979. 234 с.
3. Хмелева Н.В., Виноградова О.В., Сысоева С.М., Маорс Л.В. Метод генетического анализа строения россыпей // Отечественная геология. 1996. № 9. С. 18–25.
4. Бондаренко Н.Г. Некоторые вопросы геологии россыпей. Магадан: Изд-во ОТИСНХ, 1957. 60 с.
5. Шило Н.А. Роль субполярного климата в образовании и размещении россыпей // Закономерности размещения полезных ископаемых. М.: Госгортехиздат, Т. 4. С. 20–29.
6. Виноградова Н.Н. О роли побочной и осередков в транспорте наносов горных рек // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1987. № 6. С. 98–102.
7. Виноградова Н.Н., Самойлова А.А., Хмелева Н.В., Шевченко Б.Ф. Применение фототёодолитного метода для изучения русловых форм на реках Абхазии // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 7. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 109–118.
8. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 336 с.
9. Чалов Р.С. Типы русловых процессов и принципы морфодинамической классификации речных русел // Геоморфология. 1966. № 1. С. 26–35.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
13.02.98

TO THE PROBLEM OF CHANNEL LANDFORMS DEFORMATIONS IN THE MOUNTAIN AND SEMIMOUNTAIN RIVERS

O.V. VINOGRADOVA, N.N. VINOGRADOVA, N.V. KHMELEVA

Summary

On the basis of alluvial heavy fraction analysis and long-term stationary observations of channel landforms' movements the high stability of landforms was revealed in the stretches of straight or meandering river channel. This may be explained by silt dynamics within the strict frames of erosional relief of valley's bedrock. The lateral deformations of channel landforms and movements of accumulation and erosion sites occur in the places of branchy channel. Anabranches are the ways of bed load transport, where exchange of moving sediment and one accumulated in the channel forms takes place.

УДК 551.435.76

© 1999 г. В.В. МОЗЖЕРИН

ФОРМИРОВАНИЕ ЛЁССОВ В СВЕТЕ НОВЕЙШИХ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ (ГЛОБАЛЬНЫЙ ОБЗОР)

Современные представления о формировании лёссов. В последнее столетие лёссовым отложениям уделяется большое внимание со стороны исследователей самого различного профиля. Для этого есть несколько причин. Лёссы развиты на обширной территории земного шара, особенно в умеренном климатическом поясе (рис. 1). Площадь развития лёссовых пород составляет порядка 10% поверхности суши. Мощность их в отдельных местах может достигать 300 м и более.

В настоящей статье сделана попытка обобщения некоторых результатов палеомагнитных исследований последних лет лёссовых отложений земного шара. Первые опыты палеомагнитного изучения лёссов проведены в Европе в 70-х годах нашего столетия Певзнером, Печи, Крюнекером, Тухолкой и другими [1–3]. Сделанные ими выводы и заключения получили дальнейшее развитие, и в последнее десятилетие по лёссовым отложениям

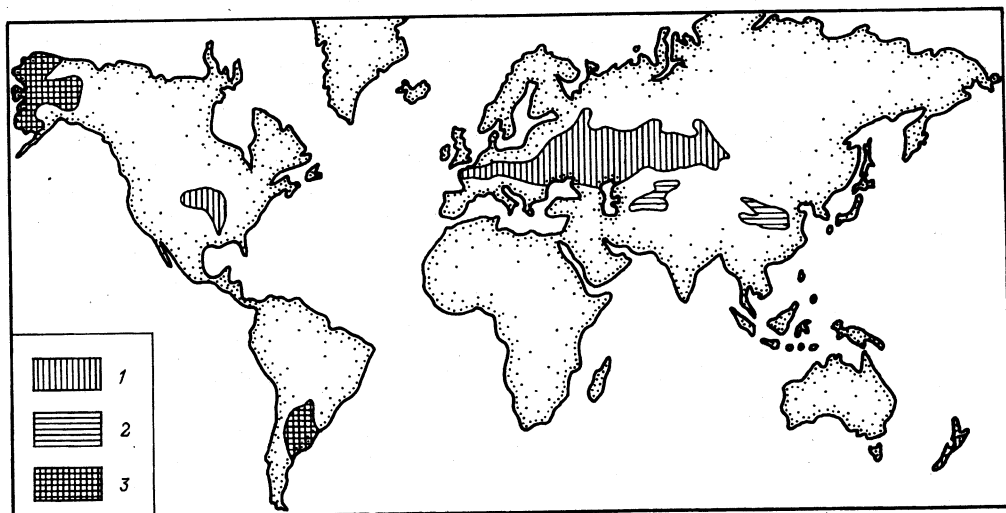


Рис. 1. Области распространения лёссовых отложений на земном шаре (по Хеллеру и Эвансу [4] с дополнениями)
1 – "холодные" лёссы, 2 – "теплые" лёссы, 3 – лёссы "смешанного" типа