

Н. И. КЛЮЧАРЕВ

«ПРАВИЛО ПОДВЕТРЕННОГО СКЛОНА» И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОКРОВНЫХ ЭЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ БОРОВЫХ ТЕРРАС

«Правило подветренного склона» («ветровой тени», «закон западного склона»), объясняющее преимущественное распространение лёссовых отложений на склонах долин, находящихся в ветровой тени господствующих ветров, установлено на обширной площади Западной Европы и Европейской части СССР (Позер, 1955; Ложек, 1966; Спиридонов, 1960; Кригер, 1965; Волков, 1971). В. В. Докучаев (1886), будучи сторонником водно-ледникового генезиса лёссов, на почвенной карте Нижегородского края отмечал приуроченность «долинных лёссов» к восточным и северо-восточным склонам, т. е. к ветровой тени преобладающих здесь западных и юго-западных ветров. На такую же закономерность распространения лёссовых отложений в долинах малых рек среднего Поволжья указывают А. И. Баранова (1962), А. В. Ступишин и др. (Физико-геогр. районирование..., 1964), А. П. Дедков (1970), А. М. Трофимов (1972). Но если для долин малых рек эта закономерность выражена в основном различием мощности лёссовых отложений на противоположных склонах или отсутствием их на наветренных склонах, то для долин крупных рек (Волга, Днепр, Дон) и некоторых их притоков часто отмечается песчаный состав покровных отложений борových террас с эловым рельефом, обычно закрепленным растительностью. Боровыми являются позднечетвертичная и в особенности среднечетвертичная террасы, причем у последней собственно боровой обычно является часть ее, примыкающая к уступу. Пока нет единого мнения о природе борových террас. Чаще их образование связывается с действием закона Бэра: река смещаясь вправо, оставляет на левых берегах песчаные террасовые отложения. Ю. М. Васильев (1969), характеризуя условия образования борových террас Дона, указывает еще на ряд факторов, связанных с особенностями строения долины, наличием притоков, динамикой руслового потока, обуславливающей отложение песков, аридными условиями, благоприятствующими перевеванию.

Несомненно, что все эти факторы и действие закона Бэра создают благоприятные предпосылки для формирования борových террас, но они не могут обуславливать распространение эловых песчаных отложений и форм рельефа с поверхности и не только на левобережных, но и на правобережных террасах (рис. 1).

Универсальным фактором формирования эловой песчаной поверхности борových террас является тот же, что и для «правила подветренного склона», фактор действия преобладающих, нормальных к долине или близких к этому направлению ветров. Это объясняется различием действия этих ветров на разнобережных склонах.

В пределах подветренного склона долины ветер, переносящий эловую пыль, имел нормальную для ветрового потока скорость или даже несколько ослабленную за счет увеличения площади сечения воздушного потока вследствие снижения поверхности рельефа. В результате этого происходило осаждение эловой пыли, которая затем в той или иной мере переотлагалась талыми и дождевыми плащевыми потоками вниз по склону, обуславливая увеличение мощности отложений в этом направлении.

Иным было воздействие ветра на противоположном склоне долины. Достигая противоположный склон и преодолевая уступ низкой террасы или же в особенности высокой среднечетвертичной террасы, ветер усиливался. Его скорость возрастала в 1,5 и даже в 2 раза (Сапожникова, 1950). Усиленный ветер, сохраняя свою скорость на некотором протяжении и над высокой террасой, выполнял здесь бронирующую роль против выпадения глинистых, пылеватых и тонкопесчаных частиц. Здесь могли осаждаться лишь песчаные частицы крупнее тонкозернистых. Ширина зоны усиленного ветра, препятствующего выпадению мелких ча-

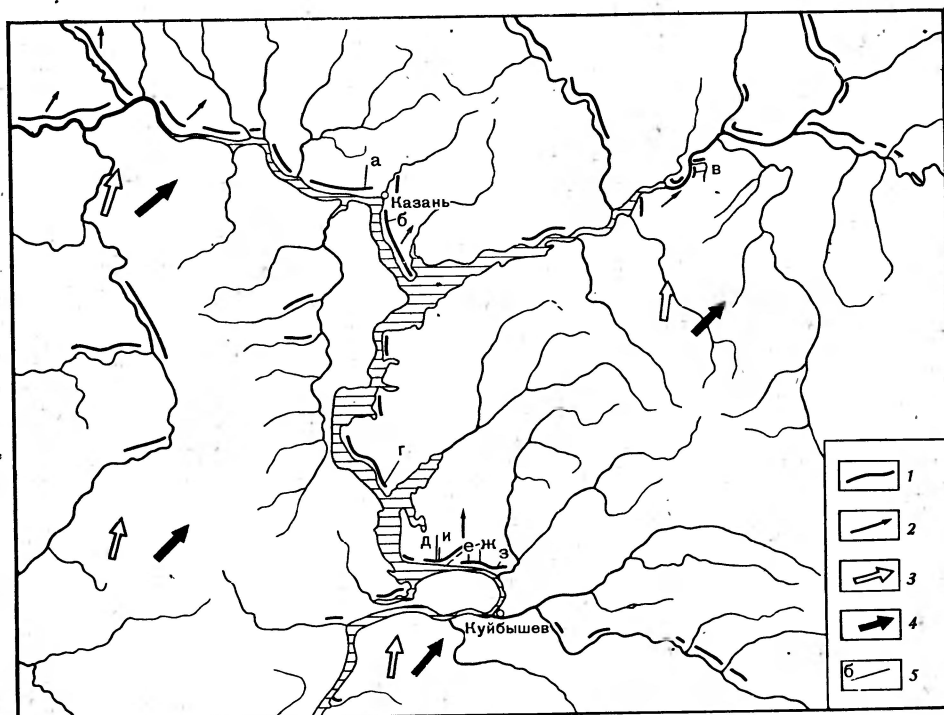


Рис. 1. Сопоставление, ориентировки среднечетвертичной бортовой террасы и эолового рельефа с направлением современных преобладающих ветров

1 — участки среднечетвертичной бортовой террасы; 2 — ориентировка эолового рельефа (по материалам Землякова, 1928, 1935; Кожевникова, 1959; Тюрина, 1922; Обедиентовой, 1953; Москвитина, 1958; Горещкого, 1964); 3 — направление современных преобладающих ветров в декабре и январе; 4 — то же, в феврале и марте; 5 — створы, по которым установлено изменение крупности частиц эоловых отложений (см. рис. 2)

стиц, зависит от высоты и крутизны преодолеваемого ветром склона, скорости ветра, пересеченности и залесенности поверхности террасы.

Наши наблюдения за современными эоловыми процессами в долине Волги у г. Тольятти (Ключарев, 1969) показали, что зона усиленного ветра над зеленой поверхностью террасы при высоте склона 50 м и крутизне его 30—40°, судя по ширине полосы выпадения песков, составляет 200—400 м. Это в общем соответствует данным Э. Н. Валендика (1968) о начале затухания ветра в лесу на расстоянии 150—200 м от его опушки. При формировании древнеэоловых песков более сильными ветрами в открытой местности зона усиленного ветра достигала 4—7 км. В случае же пересеченности поверхности террасы эоловыми и другими формами рельефа высокая скорость и турбулентность ветра, препятствующие выпадению эоловых частиц, могли поддерживаться на более широкой площади. Из изложенного следует, что наблюдаемое различие в литологическом составе покровных отложений на разнобе-

режных склонах обусловлено действием преобладающих ветров, направленных поперек долин. Очагами дефляции были в основном ветродарные подмываемые рекой склоны террас. Многочисленные указания на это были подтверждены нами в результате анализа взаимосвязи морфологии склона и строения эоловых песков в долине Волги у г. Тольятти (Ключарев, 1975). Оттеняя значение подмываемых рекой склонов террас как очагов дефляции, нельзя не напомнить, что в результате изучения европейских дюн Б. Ф. Земляков (1935) пришел к выводу о том, что все так называемые материковые дюны (Марков, 1928) по существу являются прибрежными эоловыми образованиями. Ориентировка боровых террас по отношению к преобладающим ветрам наряду с «правилом подветренного склона», объясняющим особенности распространения лёссовых отложений, являются основательными признаками, определяющими положение очагов дефляции и направление сформировавшихся покровные отложения ветров. Из других признаков необходимо указать на ориентировку мезозоловых форм (дюн, барханов, продольных ветру гряд), а также на изменение (умельчение) крупности частиц эоловых отложений от места развевания в направлении преобладающих ветров.

Основываясь на однотипности атмосферной циркуляции в ледниковое время и теперь (Григорьев, 1946; Борисов, 1959), а также на наблюдениях за современными эоловыми процессами и на отмеченных реликтовых геолого-геоморфологических признаках, можно утверждать, что в Среднем Поволжье это были ветры юго-западной четверти, господствующие зимой. Для иллюстрации этой закономерности на рис. 1 показаны участки уступов высокой среднечетвертичной (в некоторых местах более древней) боровой террасы в пределах более известного нам отрезка долин Волги и Камы и их притоков по материалам собственных наблюдений и инженерно-геологической съемки, выполненной в 50-х годах сотрудниками МГУ под руководством Г. С. Золотарева.

В соответствии с преобладающими в Среднем Поволжье зимними ветрами юго-западной четверти на рисунке видна приуроченность высокой боровой террасы в основном к склонам от южной до западной экспозиций. Наряду с этим отмечается ее распространение не только на левых, но и на правых склонах долин (Камы, Белой, Суры и др.).

Непосредственным показателем направления ветров, сформировавших эоловые пески, является ориентировка специфических форм мезорельефа. Многочисленные наблюдения по ним были обобщены К. К. Марковым (1928), в результате чего им была восстановлена картина палеоветров, сформировавших дюны на территории от Голландии и Швеции на западе до р. Вятки на востоке. Однако К. К. Марков считал рельефообразующими ветрами летние, а не зимние, и поэтому не везде видно соответствие палеоветров современным летним ветрам. Это расхождение отмечается и для Среднего Поволжья.

По многолетним данным, в Среднем Поволжье преобладают ветры юго-западной четверти, причем максимум их приходится на зимние месяцы: декабрь и январь, когда господствуют юго-западные ветры, февраль и март — юго-юго-западные (Артемова, Семенов, 1972). Повторяемость этих ветров, отличающихся большой скоростью, превышает повторяемость ветров других направлений в 3—4 раза. Летом же со значительно меньшей повторяемостью и скоростью наряду с юго-западными ветрами преобладают северо-западные, что исключает связь их с ориентировкой боровых террас и эоловых форм рельефа.

Дополнительным признаком, подтверждающим изложенное о боровых террасах, является уменьшение крупности частиц эоловых песчаных отложений и переход их в глубь террас в лёссовые отложения. Указания на такую закономерность на территории Центральной и Восточной Европы приводятся в ряде работ (Марков, 1928; Мирчинк, 1928;

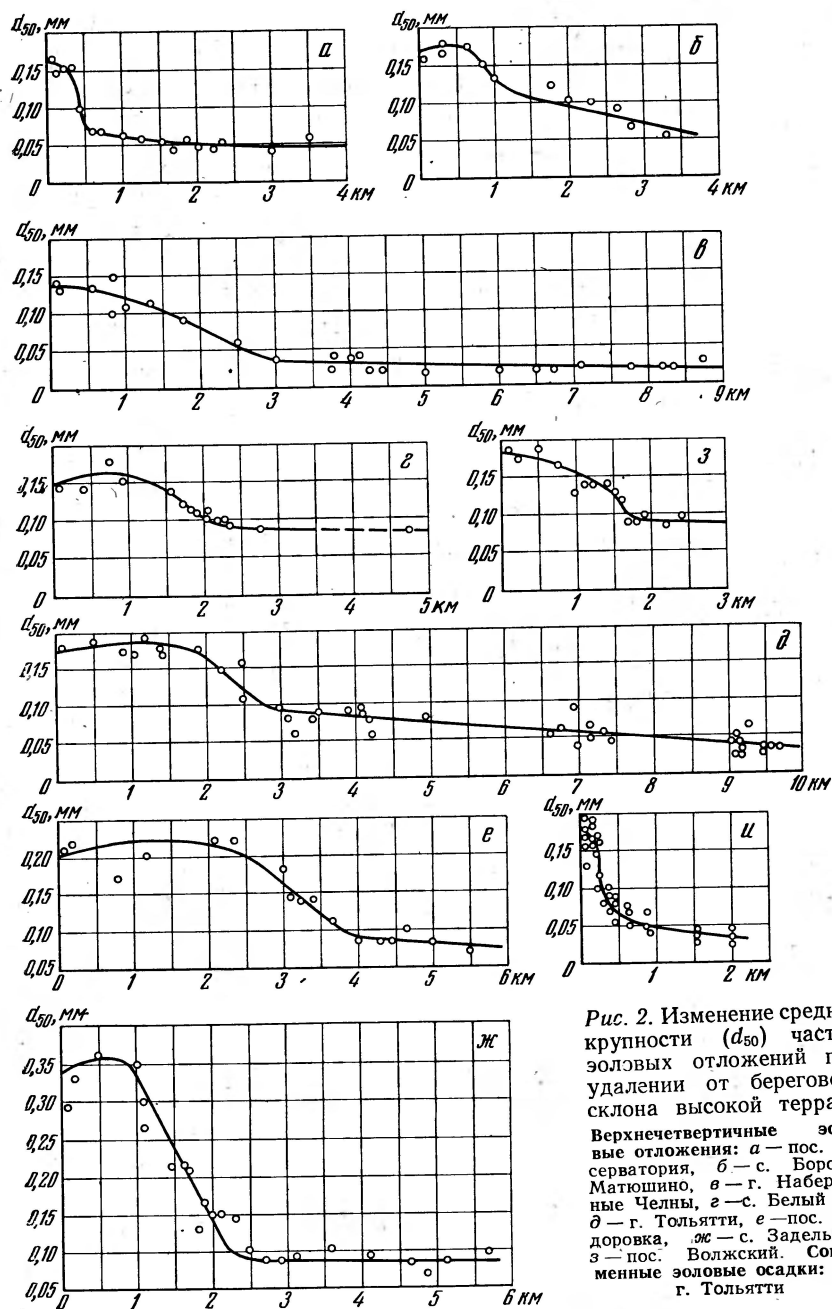


Рис. 2. Изменение средней крупности (d_{50}) частиц эоловых отложений при удалении от берегового склона высокой террасы Верхнечетвертичные эоловые отложения: а — пос. Обсерватория, б — с. Боровое Матюшино, в — г. Набережные Челны, г — с. Белый Яр, д — г. Тольятти, е — пос. Федоровка, ж — с. Задельное, з — пос. Волжский. Современные эоловые осадки: и — г. Тольятти

Позер, 1955; Москвитин, 1958; Васильев, 1961; Карлов, 1963; Кригер, 1965; Волков, 1971).

Последовательное замещение эоловых песков лёссовыми отложениями отображает синхронность их образования, что подтверждается наблюдениями за современными эоловыми процессами и сопоставлением их с древнеэоловыми образованиями. Поэтому встречающиеся иногда участки с перекрытием лёссовых отложений песками вследствие вторичного перевевания нельзя считать типичными при определении природы покровных отложений.

Проведенные нами наблюдения за эоловыми процессами в долине Волги у г. Тольятти и сопоставления современных эоловых осадков с древнеэоловыми указывают на однотипность эоловой седиментации прежде и теперь (Ключарев, 1969, 1973). Кривые изменения средней крупности частиц едины и характеризуются в направлении преобладающих ветров сменой зон: 1 — песчаной (прибрежной), 2 — переходной от песка к пыли и 3 — зоны пыли (рис. 2). Дополнительные исследования по долинам Волги и Камы по створам, указанным на рис. 1, подтвердили тот же характер кривых изменения средней крупности частиц эоловых отложений, что и у г. Тольятти (рис. 2). Для большей части кривых хорошо выдерживается относительно резкий перегиб от песчаной зоны к зоне пыли, соответствующий крупности частиц 0,10—0,08 мм, что объяснялось нами (1973) различием аэродинамических свойств частиц мельче и крупнее этого размера: частицы мельче этой граничной крупности способны переноситься в воздухе во взвешенном состоянии при небольших скоростях воздушного потока на значительные расстояния; более крупные частицы, подверженные большему гравитационному влиянию, выпадают вблизи от очага развевания.

Четко выраженный характер кривой изменения d_{50} с резким переходом к зоне пыли при значениях крупности 0,10—0,08 мм соответствует оптимальному соотношению ориентировки развеваемого склона и нормальных к нему преобладающих ветров. В некоторых случаях эоловый осадок являлся результатом действия ветров двух или более направлений, например юго-юго-западных (рис. 2, б), что фиксируется грядовым рельефом (Тюрин, 1922), и юго-западных и западных ветров, нормальных к террасовому уступу. В результате этого отмечается затухание перегиба кривой изменения d_{50} при переходе к зоне пыли и общее укрупнение частиц осадка.

К западу от г. Казани, где долина Волги имеет широтное направление и сохранялось преобладающее действие почти нормальных к уступу террасы ветров, закономерность изменения средней крупности частиц древнеэоловых отложений характеризуется типичным графиком (рис. 2, а).

Иные условия эоловой седиментации были в долине Камы у г. Набережные Челны (рис. 2, в). Поступление минеральных частиц на левобережную высокую террасу происходило из двух источников: ближайшего — в уступе этой цокольной террасы с малой мощностью развеваемых отложений, и отдаленного, но с более мощными отложениями, расположенного на противоположном берегу Камы и представляющего собой подмываемую в прошлом Камой и ее притоком Тоймой III надпойменную террасу. Минеральные частицы переносились отсюда через долину Камы западными и юго-западными ветрами, что подтверждается реликтовым грядовым рельефом (Горецкий, 1964). Но так как путь переноса составлял 10—15 км, на левый берег могли переноситься только мелкие частицы, не крупнее пыли, что обусловило состав осадка при переходе от песков к зоне пыли с заниженной против нормальной крупностью частиц.

Приведенные примеры, иллюстрируя сложность эоловых процессов на отдельных участках, в принципе мало изменяют установленные особенности эоловой седиментации и поэтому не противоречат общим закономерностям формирования покровных эоловых отложений.

Отмеченные в статье особенности распространения, морфологии и состава покровных отложений по долинам рек определяют единую причину проявления «правила подветренного склона» и формирования эоловых отложений бортовых террас. Это действие преобладающих наиболее сильных зимних ветров, нормальных к долинам или близким направлениям, отложивших лёссовую пыль на подветренных склонах и эоловые пески на поверхности песчаных террас наветренных склонов.

Взаимозамещение этих синхронно образованных отложений указывает на большое в прошлом значение долин рек (берегов озер, морей) как очагов дефляции и источников лёссовой пыли и определяет существующие особенности инженерно-геологических, почвенных и ландшафтных условий на площадях их распространения.

ЛИТЕРАТУРА

- Артемова Н. Е., Семенов Е. К.* Некоторые особенности режима преобладающих направлений ветра над территорией Советского Союза. «Метеорология и гидрология», № 3, 1972.
- Баранова А. И.* Рельеф и геологическое строение побережья Куйбышевского водохранилища. В сб. «Берега Куйбышевского водохранилища», Изд-во АН СССР, 1962.
- Борисов А. А.* О палеоклиматических условиях формирования главных барических центров современного климата Земли. «Изв. Всес. геогр. о-ва», т. 91, вып. 3, 1959.
- Валендик Э. Н.* Ветер и лесной пожар. М., «Наука», 1968.
- Васильев Ю. М.* Антропоген Южного Заволжья. «Тр. Геол. ин-та АН СССР», М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Васильев Ю. М.* Формирование антропогенных отложений ледниковой и внеледниковой зон. По материалам изучения бассейна Дона и смежных областей. «Тр. Комис. по изучению четвертич. периода АН СССР», В сб. к VIII конгрессу ИНКВА. М., «Наука», 1969.
- Волков И. А.* Позднечетвертичная субаэральная формация. «Тр. Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР», вып. 107, 1971.
- Горецкий Г. И.* Аллювий великих антропогенных прарек Русской равнины. Прареки Камского бассейна. «Тр. Комис. по изучению четвертич. периода АН СССР», М., «Наука», 1964.
- Григорьев А. А.* Циркуляция атмосферы в период максимального оледенения как база для реконструкции климата ледниковых эпох. «Тр. Ин-та геогр. АН СССР», вып. XXXVII, 1946.
- Дедков А. П.* Экзогенное рельефообразование в Казанско-Ульяновском Приволжье. Казань. Изд-во Каз. гос. ун-та, 1970.
- Докучаев В. В.* Сочинения, т. V. Нижегородские работы. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950.
- Земляков Б. Ф.* О древних континентальных дюнах Нижегородской губернии. «Докл. АН СССР, сер. А», № 14—15, 1928.
- Земляков Б. Ф.* О древних материковых дюнах Казанского и Ветлужско-Волжского левобережья. «Тр. Комис. по изучению четвертич. периода», IV, вып. 2, 1935.
- Карлов Н. Н.* Значение работ В. А. Обручева по проблеме генезиса лёсса. В сб. «Очерки по истории геол. знаний», вып. 12, М., «Наука», 1963.
- Ключарев Н. И.* Эоловые процессы на левобережье Куйбышевского водохранилища у г. Тольятти. «Изв. АН СССР. Сер. геогр.», № 5, 1969.
- Ключарев Н. И.* Сопоставление покровных отложений Жигулевского левобережья Волги с современными эоловыми осадками. «Изв. АН СССР. Сер. геогр.», № 3, 1973.
- Ключарев Н. И.* О рельефе и строении эоловых песков на Жигулевском левобережье Волги. «Геоморфология», № 3, 1975.
- Кожевников А. В.* К истории формирования долины Волги. В сб. «Опыт и методика изучения гидрогеол. и инж.-геол. условий крупных водохранилищ». М., Изд-во МГУ, 1959.
- Кригер Н. И.* Лёсс, его свойства и связь с географической средой. М., «Наука», 1965.
- Ложек В.* Лёссы и лёссовидные породы Чехословакии. В сб. «Совр. и четвертич. континент. литогенез». Тр. Комис. по изучению четвертич. периода АН СССР. М., «Наука», 1966.
- Марков К. К.* Древние материковые дюны Европы. «Природа», № 6 и 9, 1928.
- Мирчинк Г. Ф.* О физико-географических условиях эпохи отложения верхнего горизонта лёсса на площади Европейской части СССР. «Изв. АН СССР. Отд. физ. мат. наук, сер. VII», № 2, 1928.
- Москвитин А. И.* Четвертичные отложения и история формирования долины Волги в ее среднем течении. «Тр. Геол. ин-та АН СССР», вып. 12, 1958.
- Обедиянтова Г. В.* Современные тектонические движения и геоморфология левобережной прижигулевской долины Волги. «Тр. Ин-та геогр. АН СССР», т. 58, вып. 10, 1953.
- Позер Г.* Северная граница лёсса и позднеледниковый климат. В сб. «Вопросы геол. четвертич. периода», пер. с нем. М., Изд-во иностр. лит. 1955.
- Сапожникова С. А.* Микроклимат и местный климат. Л., Гидрометеоздат, 1950.
- Спиридонов А. И.* Значение проблемы происхождения покровных суглинков. «Землеведение», т. 5 (45), 1960.
- Трофимов А. М.* О современной переработке плейстоценовых склонов. В сб. «Экзогенные процессы в Среднем Поволжье». Казань, Изд-во Каз. ун-та, 1972.

Тюрин И. В. Песчаные почвы сосновых боров в окрестностях Казани. «Русский почвовед», № 4—5, 1922.

Физико-географическое районирование Среднего Поволжья. Под ред. А. В. Ступишина. Изд-во Каз. ун-та, Казань, 1964.

Куйбышевский филиал
института Гидропроект

Поступила в редакцию
8.VII.1975

«LEE SLOPE RULE» AND DISTRIBUTION OF EOLIAN MANTLE DEPOSITS AT THE SURFACE OF FORESTED TERRACES

N. I. KLYUCHAREV

Summary

Distribution of eolian sands and loess deposits at forested terraces according to the «lee slope rule» can be accounted for by action of prevailing winds which crossed the valleys. The forested terraces orientation, eolian forms pattern and trend of eolian particles size had been correlated with present-day eolian processes and prevailing winds; the comparison revealed the Middle Volga ancient (Late Pleistocene) eolian mantle being formed by winter winds of the south-western quaters. Thus foci of deflation and sources of loess silt were situated at the lee eroded slopes of river valleys as well as at lake (sea) coasts. The pattern of mantle deposits (which is determined by position of deflation foci and the transition from eolian sands to loess deposits) controls the existing features of soil and landscape conditions within the areas of the deposits.

УДК 551.4.07(571.53)

М. М. НАМОЛОВА, Г. Л. МИТРОФАНОВ

РЕЛИКТЫ ОТКОПАННОЙ ПРЕДКЕМБРИЙСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВЫРАВНИВАНИЯ ЮЖНО-МУЙСКОГО ХРЕБТА

Южно-Муйский хребет представляет собой крупную положительную морфоструктуру северо-восточного фланга Байкальской рифтовой зоны. Орографически он является частью Станового нагорья. Ведущая роль в формировании рельефа хребта принадлежит полициклическим зонам разрывов северо-восточного (70—50°) и северо-западного (320—340°) простираний. Главными из них являются первые, относящиеся к категории сдвига-сбросов и взбросов. С активизацией северо-восточных разрывов в палеогене, сопровождавшейся расчленением на крупные ступени — блоки мел-палеогеновой поверхности выравнивания, связано образование главных морфоструктур региона (Южно-Муйского хребта, Муйской и Ципинской впадин). Последующее вовлечение в этот процесс в эолейстоцене разломов северо-западного простирания привело к усложнению структуры, дифференциации единой мел-палеогеновой поверхности выравнивания, образованию системы полигональных разномасштабных блоков с различной, но закономерно изменяющейся амплитудой вертикальных перемещений.