

УДК 551.31.243(66)

В. М. ЯКУШЕВ

## О ПОВЕРХНОСТЯХ ВЫРАВНИВАНИЯ САВАННОЙ ЗОНЫ ВНУТРЕННИХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ АФРИКИ

Изученная автором территория юго-западной части Республики Мали относится к внутренним районам Западной Африки и расположена в полосе типичной редколесной саванны между 10 и 12° с. ш. Для этих районов характерен жаркий тропический климат, господствующий здесь с начала мезозоя и определивший в прошлом характер выветривания и его интенсивность. Периодические планации приводили к уничтожению огромных масс выветрелого материала. Препятствием этому служили латеритные панцири, образовавшиеся в различные эпохи, однако и они в большинстве случаев не смогли устоять перед разрушительной силой вековых эрозионно-денудационных процессов. Несколько крупнейших этапов денудации привели к образованию на обширных площадях Западной Африки четко выраженной «лестницы» поверхностей выравнивания. Ни на одном другом континенте нет такой четкой связи между рельефом и этапами эрозионно-денудационной цикличности (Кинг, 1967).

В поясе редколесной саванны, к которому относится изученный район, цикличность рельефообразования выражена очень четко. Для исследования доступны все разнovidности латеритных покровов, запечатлевших те или иные ступени «лестницы». Каждый из основных ярусов рельефа обладает своеобразным, отличным от других латеритным покровом. Каждый из покровов отвечает определенному этапу выравнивания, причем каждый этап вносит свой вклад в формирование современного облика рельефа.

**Краткая история геоморфологического развития.** В целом рельеф на юго-западе Мали типичен для «столовой страны», выдержан и однообразен на значительных площадях. Судя по литературным данным (Daveau, 1962; Vonnoult, 1938; Grandin, Delvigne, 1969 и др.), в пределах африканского пояса редколесной саванны многие районы, даже отстоящие на тысячи километров один от другого, обладают значительным сходством.

Что касается юго-запада Мали, то в современном рельефе ряд верхних ступеней отсутствует. Это известные по другим районам Африки докаррусская (карбон), внутрикаррусская (триас) и гондванская (юра) поверхности. Кое-где в пределах африканского материка они выражены отчетливо и датируются осадками. После раскола Гондваны, в раннем мелу, начала формироваться новая — постгондванская — поверхность; в это время были существенно разрушены поверхности всех предшествовавших циклов.

Образование наиболее древней из сохранившихся на юго-западе Мали поверхностей относится к позднему мелу, когда поднятие африканского материка обусловило начало очередного крупнейшего цикла денудации. На огромных площадях Африки были сформированы поверхности, считающиеся многими исследователями (Каэн, 1958; Ruhe,

1956; Hilton, 1961 и др.) «самыми выровненными поверхностями» Африки. Они получили название африканских поверхностей денудации, или поверхностей выравнивания африканского цикла денудации. В течение первого, раннеафриканского подцикла<sup>1</sup>, охватывающего поздний мел и эоцен, была образована исключительно ровная субгоризонтальная поверхность. Несмотря на то что в послеолигоценное время эта поверхность была несколько деформирована, а внутриконтинентальные площади африканского материка были приподняты относительно краевых зон, уровень этой поверхности является одним из главнейших маркирующих геоморфологических уровней. Судя по литературным данным, останцы раннеафриканской поверхности обладают поразительным сходством во внешнем облике. В субэкваториальных районах Западной Африки это сходство усиливается еще одним обстоятельством. Как указывают, в частности, Ж. Гранден и Ж. Дельвинь, в течение позднего мела и эоцена для этих районов был характерен чрезвычайно жаркий климат, отличавшийся к тому же большой влажностью (Grandin, Delvigne, 1969); в последующее время такой температурный режим более не отмечался. Интенсивная солнечная деятельность и значительное увлажнение привели к образованию на субгоризонтальной раннеафриканской поверхности мощного латеритного покрова, в составе которого значительное место занимали железные руды и бокситы (Якушев, 1970). Таким образом, поверхность оказалась зафиксированной характерной «кровлей», помогающей диагностировать раннеафриканскую поверхность, являющуюся для геоморфологов отправной точкой для многих построений (рис. 1).

Второй, позднеафриканский подцикл был запечатлен новой поверхностью, формирование которой шло в олигоцене. Вновь созданный уровень также отличается чрезвычайно большой выдержанностью. На нем образовался в основном обломочный латеритный покров сравнительно небольшой мощности, однако характерного облика. Олигоценовая поверхность довольно легко диагностируется и может быть прослежена на огромные расстояния. Благодаря этому регионально развитая поверхность может получить датировку, которая невозможна при изучении ограниченного района. Так, позднеафриканская поверхность, прослеженная из суданских районов к экватору и далее в южное полушарие, получила очень точную возрастную датировку: в Северной Дагоме, Северной Нигерии и Камеруне она наложилась на осадки верхнего мела и эоцена, а участками оказалась перекрытой песчаниками миоцена (Кинг, 1967).

Обширное эпейрогеническое поднятие в самом конце олигоцене создало новые базисы эрозии. Интенсивное врезание рек в позднеафриканскую поверхность послужило толчком к началу формирования первых педиментов, а их расширение привело к созданию в начале миоцена новой поверхности — постафриканской поверхности педиплена. На юго-западе Мали эта поверхность — третья крупнейшая ступень «лестницы» поверхностей выравнивания. Ее характерные черты, описание которых дано ниже, типичны для большинства подобных поверхностей Западной Африки (Rougerie, 1961).

Ярусность рельефа, находящая четкое выражение как в Западной Африке, так и в других тропических районах африканского материка, как показали многочисленные исследования, может быть параллелизована с аналогичной ступенчатостью других континентов. Об этом, в частности, свидетельствуют сопоставительные данные по Центральной Африке и Бразилии (King, 1956), Западной Африке и Казахстану (Сваричев-

<sup>1</sup> Автор считает более приемлемым использование терминов «ранне- и позднеафриканский», чем применяемых Кингом и другими исследователями терминов «верхне- и нижнеафриканский». Судя по литературе, употребление последних приводит иногда к путанице в толковании последовательности процессов.

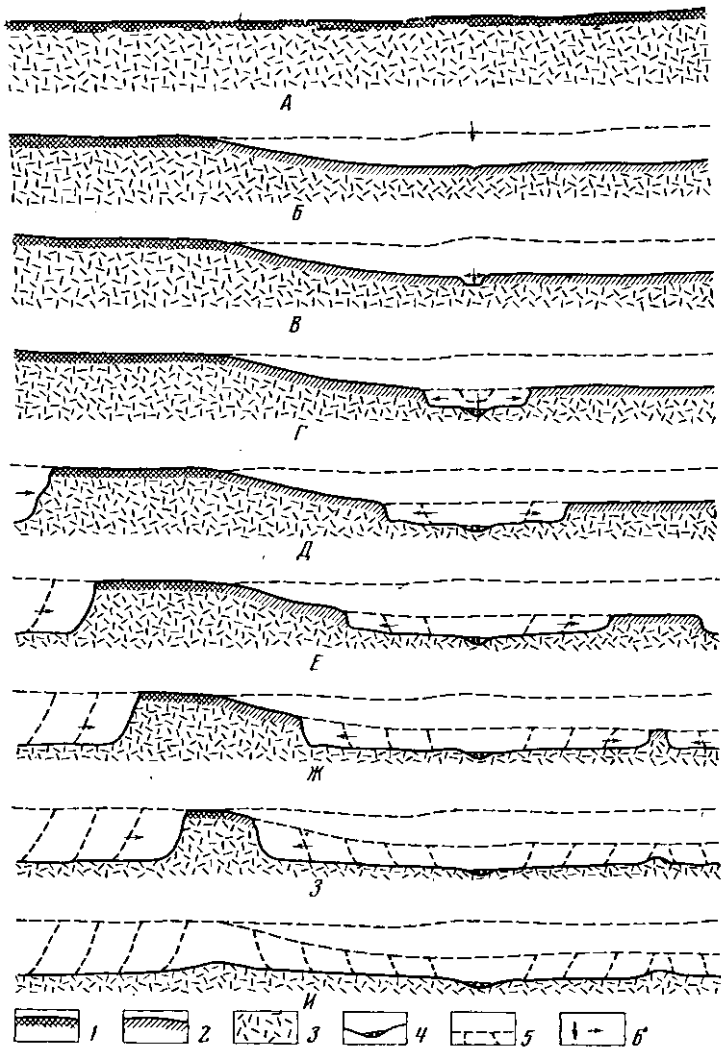


Рис. 1. Динамическая схема развития рельефа в кайнозое.

1 — железистый и бокситовый панцирь позднего мела — эоцена; 2 — пизолитово-обломочный олигоценовый панцирь; 3 — рыхлые горизонты эллювия; 4 — речной аллювий; 5 — контуры поверхностей, уничтоженных денудацией; 6 — направленность эрозионно-денудационных процессов. Фазы развития: А — условное исходное состояние, субгоризонтальная раннеафриканская поверхность выравнивания (поздний мел — эоцен); Б — образование субгоризонтальной позднеафриканской поверхности (олигоцен), соединенной с раннеафриканской пологим вогнутым склоном. Четко выраженное двухъярусное строение территории; В — начало врезания постолигоценных речных систем. Образование первых педиментов, начало денудации вширь; Г — слияние педиментов и образование постоянно расширяющейся поверхности педиплена; начало формирования аллювия; Д — продолжение процесса педиплензации, расширение педиплена за счет как позднеафриканской, так и раннеафриканской поверхностей, формирование отчетливо выраженного третьего яруса рельефа; Е — З — расширение педиплена с частичным или полным уничтожением останцов древних ступеней на водоразделах; И — образование на обширных площадях пологонаклонных слабо-всклопленных поверхностей педиплена

ская, Селиверстов, 1965) и др. Каждый крупнейший глобальный цикл начинает развиваться в условиях тектонических поднятий при возрастании активности денудационных процессов и заканчивается выравниванием, обычно сопровождающимся корообразованием.

**Раннеафриканская поверхность выравнивания.** О верхней ступени «лестницы» на юго-западе Мали в настоящее время можно судить по сохранившимся от денудации реликтам. Эта наиболее древняя для дан-

ного района поверхность выравнивания представлена сейчас лишь редкими останцами, в плане составляющими не более 1% территории. При проведении полевых исследований остатки этой поверхности диагностировались достаточно четко: небольшие горизонтальные площадки (вершины на абсолютных высотах 450—470 м), связанные склонами с субгоризонтальными поверхностями, располагающимися гипсометрически в нескольких десятках метров ниже. Наблюдатель, находящийся на одной из них, всегда может видеть еще несколько таких же площадок, располагающихся строго на одном уровне; создается впечатление, что в исходном состоянии поверхность была чрезвычайно выровненной, плоской.

Ни один из обследованных останцов не свидетельствует о наличии более или менее значительных уклонов поверхности. Судя по соотношению останцов и высотным отметкам их вершин, уклоны в пределах исходной поверхности не превышали 1—1,5°. Поэтому можно предположить, что к началу позднеафриканского цикла денудации раннеафриканская поверхность была предельно выровненной и количество постгондванских и более древних останцов было невелико. В противном случае либо сами эти останцы, либо связывающие их склоны должны были хотя бы частично уцелеть при последующей пепеленизации в олигоцене.

Каждого исследователя, несомненно, должен заинтересовать вопрос: почему именно эти участки раннеафриканской поверхности, находящиеся сейчас в виде останцов, уцелели от денудации и сохранились в первоначальном виде? О литоморфности не может быть речи: в основании останцов присутствует мощная толща глинистого элювия, для разрушения и выноса которой не нужна вековая длительность денудационных процессов. Наличие на всех останцах однородного латеритного панциря подсказывает ответ: во многих случаях они сохранились благодаря высокой устойчивости к денудации именно этих участков латеритного панциря, превосходящих по прочности подобные образования окружающих площадей. Подстилающий рыхлый элювий оказался надежно законсервированным и не был денудирован. На этот естественный фактор указывал, в частности, Д. Бонноль (Bonpoult, 1938) при изучении латеритных покровов р-на Бондуку Берега Слоновой Кости: «...уже в начале эрозии латеритный покров разрушался быстрее в тех местах, где он был менее мощным, менее твердым, более трещиноватым». Устойчивость отдельных участков латеритного панциря приводила нередко к тому, что холмы под панцирем оказывались сложенными рыхлыми неустойчивыми породами, а пониженные участки — значительно более крепкими и обычно более устойчивыми к денудации.

Указанные явления характерны исключительно для тропического климата. Мощные и крепкие латеритные панцири повсюду вносят свои коррективы в процессы формирования рельефа. Благодаря им цикличность развития рельефа тропических областей приобретает большую отчетливость.

**Позднеафриканская поверхность выравнивания.** Субгоризонтальные участки позднеафриканской поверхности выравнивания повсюду приурочены к абсолютным высотам 400—410 м. Пожалуй, ни одна из поверхностей, развитых во внутренних районах суданской зоны Западной Африки, не отличается столь характерным обликом. Можно проехать сотни километров, наблюдая на участках ее плоской «столовой» поверхности одну и ту же картину: красновато-бурый латеритный панцирь, покрытый скудной растительностью и буквально усеянный буро-серыми «грибами» термитных поселений.

Углубления и трещины в панцире заполнены серым или буровато-серым суглинком. Лишь здесь в период дождей мелкий кластический материал может сохраниться от смыва. Практически все рыхлые образова-

ния, накопившиеся в течение сухого периода в результате деятельности ветра, растений, насекомых, выносятся с поверхности плато первыми же потоками воды в начале периода дождей. Сам панцирь почти не эродируется. Лишь в пределах слегка наклоненных участков плато, где постоянно происходил усиленный сброс дождевых вод, вековые эрозионные процессы привели к небольшому снижению поверхности. Уклон на таких участках составляет первые градусы. Когда панцирь имеет обломочное строение (что в основном и наблюдается), наклоненный участок приобретает вид лестницы с широкими горизонтальными ступенями. Здесь проявляется либо горизонтальная слоистость самого обломочного панциря, либо его псевдослоистость, обусловленная различными факторами, в том числе и деятельностью насекомых (Якушев, 1968).

Завершают картину субгоризонтальных участков позднеафриканского плато многочисленные развалы латеритных глыб, обычно наблюдающиеся вдоль трещин в латеритном панцире. Возникновение трещин чаще всего связано с большим перепадом температур в течение суток. Вдоль трещин обычно в некотором количестве присутствует рыхлый глинистый материал, поступивший из нижних частей латеритного покрова.

Таким образом, позднеафриканская поверхность в пределах субгоризонтальной части имеет чрезвычайно однообразный облик, выдержанный на больших площадях и типичный для саванной зоны. Описывая ее, не приходится говорить о каких-либо формах, кроме обширных выровненных плоских участков и локальных эрозионных котловин.

Значительным однообразием характеризуются и склоновые участки. Полого спускаясь от останцов реннеафриканской поверхности, они достигают максимального уклона в верхней трети склона ( $12-15^\circ$ ), а затем вновь выполаживаются и переходят в субгоризонтальную поверхность. Такие склоны весьма обширны. В пределах сохранившихся в настоящее время участков позднеафриканской поверхности они составляют не менее 20%<sup>2</sup>. Переход от склона к субгоризонтальной поверхности постепенный, нередко границу между ними провести невозможно. Еще более затушевывает картину присутствующий повсюду латеритный панцирь, и в том и в другом случае обладающий обычно однообразным обломочным строением.

К настоящему времени в пределах изученного района сохранилось около 20% сформированной в олигоцене поверхности; олигоценовый уровень составляет треть современных водораздельных площадей.

**Постафриканская поверхность выравнивания.** Около 4/5 территории юго-запада Мали занимает наиболее поздняя ступень рельефа — поверхность педишлена с врезанной в нее речной сетью. За пределами речных долин она представляет собой однообразную полого всхолмленную равнину, монотонность которой нарушается главным образом лишь присутствием останцов высоких уровней. Часты плоские субгоризонтальные участки, приуроченные к абсолютным высотам 350—360 м; однако почти во всех случаях нетрудно увидеть слабый уклон поверхности в сторону речных долин. В период дождей сброс атмосферных вод в реки происходит быстро.

Отсутствие устойчивого латеритного панциря определяет чрезвычайно выположенный (и постоянно выполаживающийся) рельеф. Ровные субгоризонтальные площадки, плавные пологие слегка вогнутые склоны, широкие промоины с очень пологими бортами, невысокие холмы с мягки-

---

<sup>2</sup> При педишленизации района останцы описанных склонов позднеафриканской поверхности приобретают чрезвычайно характерный «парусный» вид, который особенно отчетливо проявляется в случае, когда примыкающие к склону субгоризонтальные поверхности оказываются нацело уничтоженными.

ми «зализанными» очертаниями — таков характер рельефа в пределах этой широко развитой поверхности. Большой сглаженности способствует присутствие суглинков и супесей, которые нивелируют все мелкие неровности рельефа.

Неизменные породы обнажаются сравнительно редко. Интересны небольшие останцы бирримских (докембрийских) гранитов, представляющие собой пологие «купола», выступающие над поверхностью суглинков. В поперечнике они не превышают 200 м и имеют небольшую высоту — 10—12 м над уровнем педиплена. Подобные останцы типичны для многих равнинных территорий Западной и Центральной Африки (Hugault, 1967). В частности, аналогичные пологие куполообразные формы в последние годы хорошо изучены на равнинах Западной Нигерии (Thomas, 1967; Tgoh, 1967 и др.). Эти холмы-останцы являются отпрепарированными положительными формами базальной поверхности выветривания. Чрезвычайная сглаженность очертаний характерна для всех без исключения гранитных останцов.

Нарушают «спокойный» рельеф педиплена останцы очень крепких монолитных мелкозернистых песчаников бирримия (докембрий), возвышающиеся на 25—30 м. Склоны этих останцов довольно круты, достигают 35°. Латеритный панцирь на их вершинах отсутствует. Размеры останцов невелики, в плане измеряются сотнями метров.

Широко распространены в пределах педиплена небольшие холмы с мягкими сглаженными очертаниями. Своим происхождением они обязаны особенностям процесса педипленизации. Отступающие уступы постепенно уничтожают останцы домиоценовых поверхностей, «разъедая» их со всех сторон. В один из моментов уступы смыкаются, происходит полное разрушение останца и образование холма. Когда фронт наступающего уступа имеет большую протяженность, образуются гряды холмов.

Постоянное отступление уступа увеличивает площадь поверхности педиплена. Начавшись в неогене, этот процесс продолжается до наших дней, причем, возможно, с меньшей интенсивностью. Таким образом, поверхность, формирующаяся в настоящее время, является частью обширнейшей поверхности педиплена, образовавшейся в течение длительного периода. По существу, из всех поверхностей выравнивания района лишь педиплену должен быть присвоен «скользящий» возраст. Если уровни позднего мела—эоцена и олигоцена, будучи законсервированными латеритными панцирями, сохранились в основном в первозданном виде, то границы педиплена, существовавшего, допустим, в конце плиоцена, установить невозможно. Поэтому нередко применяющуюся различными авторами возрастную характеристику этой поверхности — «миоценовый педиплен» — следует считать условной. Более приемлем термин «пост-африканский педиплен» (или «поверхность постафриканского педиплена»).

Характерный облик отступающего уступа при формировании педиплена в тропиках определяется в основном двумя факторами: энергией водного потока в период дождей и устойчивостью латеритного покрова, фиксирующего разрушаемую поверхность. От соотношения этих факторов зависит и скорость отступления уступа.

Потоки воды прежде всего выносят рыхлый материал из нижней части отступающего уступа (рис. 2). Это приводит к образованию «козырька» латеритного панциря. С определенного момента вынос рыхлого материала из-под «козырька» практически прекращается. Чем прочнее «козырек», тем дольше он предохраняет уступ от дальнейшей денудации. Обрушение «козырька» вновь обнажает рыхлый материал уступа; наступает следующая фаза его разрушения, завершающаяся образованием новых педиментов (или глянисов, по терминологии некоторых авторов).

В период дождей весь обломочный материал выносятся потоками воды в долины рек. Воды сбрасываются по очень пологим ложбинам стока, во многих случаях незаметно переходящим в речные долины.

Долины современной речной сети занимают более трети площади педиплена. Они, как правило, обладают симметричными склонами, очень плавно переходящими в поверхности аллювиальных террас. Сглаженность склонов естественна: в большинстве случаев они сложены рыхлым глинистым элювием.

Сейчас во многих районах Африки постолгоценовый педиплен занимает более половины всей территории — 60—65% (Кинг, 1967). Для описываемого района эта цифра выше (по подсчетам автора, площадь педиплена составляет здесь около 79%).

Таким образом, для юго-запада Мали, типичного района зоны редколесной саванны, история геоморфологического развития — это история крупнейших циклов денудации, из которых только три последние определяют современный облик рельефа этой территории. Исследователи здесь лишены возможности судить о формах рельефа поверхностей, предшествовавших африканскому циклу выравнивания. Поверхность раннего африканского подцикла обнаруживается с трудом (в пределах изученной территории на юго-западе Мали она в настоящее время занимает ничтожную площадь). В большинстве случаев о наличии этой поверхности свидетельствуют лишь останцы склонов, соединявших ее с поверхностью позднеафриканского пенепплена.

Обилие выровненных участков и склонов, соответствующих позднеафриканской эпохе рельефообразования, свидетельствует о том, что процесс формирования олигоценового уровня был весьма интенсивным; судя по сохранившимся до настоящего времени останцам можно предположить, что соотношение площадей ранне- и позднеафриканской поверхности в конце позднеафриканского времени было 1:20.

Миоценовый врез, послуживший началом формирования обширнейшей в настоящее время поверхности педиплена, постепенно «разъедал» обе поверхности африканского цикла, сокращая их площадь. В настоящее время педиплен занимает 4/5 территории юго-запада Республики Мали.

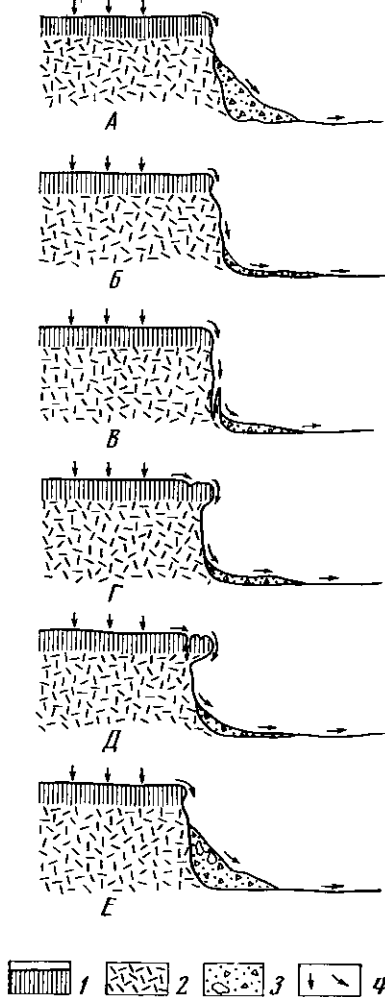


Рис. 2. Динамическая схема отступления уступа при образовании педиментов.

1 — латеритный панцирь; 2 — рыхлые латеритные продукты; 3 — коллювий; 4 — направления ливневых потоков. Фазы развития: А — исходное состояние, начало смыва коллювия; Б — вынос коллювия ливневыми потоками и начало подмыва средней части уступа; В — подмыв уступа, отслаивание и вынос материала; Г — дальнейший подмыв склона, появление «козырька» и образование на нем трещин; Д — увеличение «козырька» и превращение трещин в промоины; Е — обрушение «козырька», возвращение к фазе А.

## ЛИТЕРАТУРА

- Каэн Л. Геология Бельгийского Конго, М., Изд-во иностр. лит., 1958.
- Кинг Л. Морфология земли. М., «Прогресс», 1967.
- Сваричевская З. А., Селиверстов Ю. П. Сравнительная характеристика рельефа Западной Африки и Казахстана и основные этапы его формирования.— Вестн. Ленингр. ун-та, № 12, 1965.
- Якушев В. М. О влиянии жизнедеятельности термитов на формирование латеритного покрова.— Почвоведение, № 1, 1968.
- Якушев В. М. Зависимость химического состава латеритных покровов от их возраста в Республике Мали.— Почвоведение, № 2, 1970.
- Bonnoult D. Le rôle de la latérite dans les formes du relief des environs de Bondoukou (Côte d'Ivoire).— Bull. du service des Mines, No. 2. Dakar, 1938.
- Daveau S. Principaux types de paysages morphologiques des plaines et plateaux soudanais dans l'Afrique de l'Ouest.— Inform. géogr., 26, No. 2, 1962.
- Grandin G., Delvigne J. Les cuirasses de la région birrimienne volcano-sédimentaire de Toumodi: Jalons de l'histoire morphologique de la Côte d'Ivoire.— C. r. Acad. sci., D. 269, No. 16, 1969.
- Hilton T. E. Land forms in north-eastern Ghana.— Geogr. J., 127, No. 4, 1961.
- Hurault J. L'érosion régressive dans les régions tropicales humides et la genèse des inselbergs granitiques. Paris, Inst. geogr. nat., 1967.
- King L. A geomorphological comparison between eastern Brasil and Africa (central and southern).— Quart. J. Geol. Soc. London, 112, No. 4, 1956.
- Rougerie G. Modeles et dynamiques de savane en Guinee orientale.— Rech. afric., No. 4, 1961.
- Ruhe R. V. Landscape evolution in the High. Itury, Belgian Congo.— Publ. Inst. Nat. Agric. Congo belge. Ser. sci, 1956, No. 66.
- Thomas M. A bornhardt dome in the plains near Oyo, Western Nigeria. Z. Geomorphol., 11, No. 3, 1967.
- Troph M. The geomorphology of the younger granite Kudaru hills.— Nigerian Geogr. J., 10, No. 2, 1967.

Уральская компл. съемочная  
экспедиция

Поступила в редакцию  
7.XII.1970

### ON THE SURFACE OF PLANATION OF THE SAVANNA ZONE IN THE INTERIOR REGIONS OF WEST AFRICA

V. M. YAKUSHEV

#### Summary

Considered are the problems concerning the formation of surfaces of planation in the interior regions of West Africa. The brief survey of the history of relief development in the thin-wooded savanna of southwestern Maly is based on the author's field observations and on the corresponding data in literature. Three distinct steps of the relief have been distinguished: early-African (Upper Cretaceous-Eocene), late-African (Oligocene) and post-African (Miocene-Quaternary). Presented are characteristics of each of the surfaces of planation.