

ДИСКУССИЯ

М. В. Пиотровский. Проблемы кор выветривания и их связи с рельефом и палеоклиматами привлекают большое внимание различных специалистов, в том числе и геоморфологов. Это обусловлено углубленным изучением рельефа, который формировался в течение всего «геоморфологического этапа» (согласно И. П. Герасимову) в теплых климатах, отличающихся на территории СССР от современных. Современные процессы в тропиках дают ключи для такого изучения, что придает особое значение советским исследованиям за рубежом. Изучение современных, мезокайнозойских и более древних кор и поиски связанных с ними полезных ископаемых опираются на представления о принципиальных связях коро- и рельефообразования, что заставляет вновь и вновь поднимать проблемы цикличности и направленности развития рельефа, формирования поверхностей выравнивания и т. п. Опубликованная в 1972 г. «Карта поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР» и объяснительная записка к ней становятся крупным этапом в изучении кор и рельефа и многолетней рабочей основой для дальнейших исследований. Появляющиеся отдельные работы так или иначе направляют эти исследования. Поэтому есть смысл высказать соображения о возможных путях изучения и освещения затрагиваемых проблем. Ближайшим поводом являются статьи О. М. Адаменко и Ю. П. Селиверстова, О. К. Чедия и Л. А. Иванова в № 3 журнала «Геоморфология» за 1972 г. и А. Ф. Грачева, З. А. Сваричевской и Ю. П. Селиверстова и А. П. Сигова в настоящем номере.

Статьи в № 3 дают обзор поверхностей выравнивания и кор выветривания для больших территорий на широком фоне истории тектогенеза, рельефо- и частично осадкообразования. Здесь подытожен огромный фактический материал. На основе его в статье О. М. Адаменко и Ю. П. Селиверстова повторяется более ранний вывод об общепланетарном характере главных эпох выравнивания и выветривания в истории Земли и ставится задача геоморфологической шкалы истории рельефа. Эти статьи являются спорными в отдельных вопросах, в целом же они представляют сводки, необходимые для создания широких обобщений и дальнейших исследований.

Статьи, публикуемые в настоящем номере, также опираются на фактический материал, но в основном излагают общие представления авторов о принципиальной связи коро- и рельефообразования. Обе статьи утверждают важнейшую роль интенсивного химического выветривания в теплых климатах как процесса, резко ускоряющего денудацию, и полемизируют с Л. Кингом, отмечая недооценку им этого процесса. В статье А. Ф. Грачева и др. подчеркивается, что в благоприятных климатах коры могут быстро формироваться на любом элементе рельефа, в том числе на крутых склонах, обуславливая их быструю денудацию и отступление. Отсюда авторы делают вывод о принципиальной сингенетичности форм рельефа и кор. В статье А. П. Сигова проводится аналогия между формированием профилей рек и педиментов, высказываются соображения о понятиях пенеплен и педиплен, на примере Угала рассматривается влияние кор на развитие эпигенетической долинной сети и выдвигается объяснение мелкосопочника как «базального» рельефа, откопанного из коры выветривания.

Общая оценка роли интенсивного выветривания, данная в этих статьях, представляется правильной. Заостряя еще раз на ней внимание, статьи помогут избежать нередкого подознательного переноса современных условий на более ранние этапы развития рельефа. Идея А. П. Сигова о базальном характере мелкосопочника расширяет представления зарубежных авторов об откопанных останцах. Это объяснение, конечно, не универсально. Возможно, уральский мелкосопочник лишь частично сформирован откпыванием, а в других районах и типах мелкосопочника оно вообще могло не играть значительной роли. Но в любом случае идея А. П. Сигова должна учитываться при изучении мелкосопочника. Вообще представление о базальных откопанных формах у нас еще не заняло большого места, на самом же деле, они, по-видимому, широко распространены. Статья А. П. Сигова может явиться здесь определенным толчком.

Обе статьи имеют и ряд недостатков. Они кажутся большей частью редакционными, но в основе их лежит недостаточная строгость мысли, невыдержанность логики, отрывочность фактов и доказательств и неполный учет литературы. Так, в статье А. Ф. Грачева и др. утверждается, что выветривание формирует, а не консервирует рельеф. Тем самым игнорируется положение В. Пенка о том, что выветривание — это подготовка, условие формирования рельефа, которое осуществляется уже денудацией. Очевидно, следовало бы сослаться на схему В. Пенка и сказать, что факты подтверждают ее, что меньшая мощность кор выветривания на крутых склонах связана с их прогрессивным разрушением (вследствие интенсивного выветривания и интенсивного сноса) и отступанием. Допустим, что не разделять в данном случае подготовку породы и формирование рельефа — это вопрос не вполне строгого изложения. Однако консервирующую роль приписывают (и не без оснований) панцирным корам, которые в статье совсем не упоминаются. Это уже недостаток по существу, так как интенсивное выветривание нельзя рассматривать без разделения его на типы. Далее, образование глинистых кор во влажных тропиках даже на крутых склонах давно известно и вряд ли кто-нибудь отрицал, что оно обуславливает возможность быстрого сноса. Давно описан и такой мощный процесс, как тропическая солифлюкция. В статье она не упоминается, а говорится лишь о смыве и струйчатом размыве коры, вызывающих отступление склонов.

Принимая, по-видимому, схему педиментации, авторы не рассматривают возможности при быстром выветривании «выравнивания сверху», а это как раз и есть один из важных дискуссионных вопросов геоморфологии, решение которого надо искать в тропиках. Один из авторов проводил собственные исследования в Африке, но конкретных наблюдений над рельефообразующими процессами не приводится, даже не указывается тип климата изучавшегося района. Авторы выступают против взгляда Д. А. Тимофеева о том, что мощная кора образуется на пенепленах после их некоторого поднятия и расчленения. Подчеркнем, что Д. А. Тимофеев, да и многие другие исследователи, имеют в виду именно мощные коры. Большая мощность кор связывается с некоторым расчленением рельефа. Этот взгляд основан на распространенном представлении о том, что кора образуется в зоне циркуляции подземных вод, над уровнем застойной зоны. Авторы приводят отдельные данные о случаях залегания подошвы коры значительно ниже уровня дна долин. Однако есть факты позднейшего наложения корообразования на пенеплены (см., например, О. К. Чедия, «Геоморфология», 1972, № 3). Очевидно, возможны различные случаи и для общего решения нужен сравнительный их анализ с более полным учетом условий.

Таким образом, в статье А. Ф. Грачева и др., к сожалению, слишком схематичной, мы находим перераспределение акцентов и постановку ряда вопросов, данных в весьма категоричной, но бездоказательной форме. Конкретные же характеристики условий и процессов морфогенеза тропической зоны, которые можно найти во многих имеющихся работах, в ней отсутствуют (кроме профилей).

В статье А. П. Сигова закономерности развития рельефа, связанные с корами, представляются схваченными в общем верно, но теоретические формулировки явно неточны. Профиль рек, практически стабильный вследствие стойкости пород, правильнее называть выработанным, а не профилем равновесия, как его называет А. П. Сигов. Профили равновесия, предельный и выработанный — явления разные, хотя у равнинных рек они могут близок совпадать. В отношении аналогии профилей рек и склонов справедливое ссылаться не на Шайдеггера. Эта идея была четко сформулирована еще Г. К. Гилбертом в 1875 г., глубоко и тонко развита В. Девисом и в целом составляла одну из теоретических основ геоморфологии XIX в. Не вдаваясь в попытку оценки А. П. Сиговым стойкости пород против размыва по горнопроходческой классификации, отметим, что эту стойкость нельзя оценивать без учета молодых и омоложенных разрывных нарушений, по которым в большинстве случаев происходит заложение долин. В зонах нарушений раздробленные и выветрелые гнейсы и кварциты оказываются слабее малотрещиноватых аргиллитов, и профили долин вырабатываются в них геоморфологически мгновенно. И при изучении кор выветривания нельзя миновать их связи с нарушениями, на которых мощность кор, как правило, резко увеличивается. Это важнейший критерий для поисков остатков кор на базальных поверхностях, на которых между нарушениями коры смывы.

Перспективы дальнейших исследований заложены, как представляется, в сотрудничестве геоморфологов и специалистов по корам выветривания. Здесь полезны любые контакты, повседневное же сотрудничество наиболее успешно осуществляется сейчас, по-видимому, при работах по бокситам в уже сложившихся и складывающихся коллективах.

Д. А. Тимофеев. В двух статьях, помещенных выше, рассматривается важная геолого-геоморфологическая проблема соотношения процессов выравнивания рельефа и формирования кор выветривания. Эта проблема отнюдь не нова. Ей посвящена обильная литература. Существенным недостатком обеих обсуждаемых статей является далеко не полный анализ даже главных взглядов и достижений отечественных и зарубежных ученых. По некоторым аспектам этой сложной проблемы А. П. Сигов и А. Ф. Грачев с соавторами единодушны. Так, в обеих статьях отстаивается положение о большой, по существу решающей роли тропического климата в формировании мощных кор выветривания. Казалось бы, с этим трудно спорить. Однако до сих пор нет еще достаточного геоморфологического анализа процессов и кор выветривания, образующихся в иных ландшафтных условиях, и роли этих процессов и кор в рельефообразовании.

Представление о том, что древние и современные мощные площадные коры выветривания есть продукт тропиков, традиционно. Но эта традиционность порой может привести к преувеличению об исключительной роли корообразования, в особенности тропического, в выравнивании рельефа. Именно к этому склоняются А. Ф. Грачев, З. А. Сваричевская и Ю. П. Селиверстов. Подобный подход к тропическому выветриванию как мощнейшему агенту выравнивания отличает и некоторых зарубежных исследователей. Упомянем весьма интересные работы А. Трендалля, на которого, несомненно, должны были сослаться авторы коллективной статьи. Недавно французский ученый Турэн (F. Touraine. Rev. de Géogr. alpine, 1972, t. 60, No. 1) в статье, озаглавленной «Эрозия и планация», выступил с утверждением, что поскольку мы всегда или в большинстве случаев находим древние поверхности выравнивания и коры тропического выветривания вместе очень редко и, по его мнению, они не сопутствуют друг другу, это означает лишь одно: единственным агентом выравнивания рельефа является биохимическое выветривание, происходившее или происходящее во влажных тропиках. Эрозия же (в смысле «денудация»). — Д. Т.) способна лишь расчленять рельеф и в его выравнивании не участвует. Здесь не место дискутировать с подобными гипертрофированными представлениями. Авторы помещаемых в настоящем номере журнала статей стоят

на более реальных, хотя и близких к высказываниям Турэна, позициях. Приведем некоторые соображения по поводу этих позиций.

Возражения вызывают два первых вывода, сделанные в конце статьи А. Ф. Грачева с соавторами. Мне кажется, что авторы смешивают понятия «процессы выветривания» и «коры выветривания». Первые действительно происходят на любых элементах рельефа одновременно с его развитием и во многом обуславливают это развитие. Но вторые и образуются и сохраняются в виде достаточно мощных длительно существующих тел лишь в определенных морфологических условиях, заменяя определенные стадии развития рельефа. Выветривание, в том числе и тропическое, подготавливает горные породы к сносу и переотложению комплексом денудационных процессов. Не будь выветривания, денудация по существу прекратилась бы. Но, как подчеркивал В. Пенк, выветривание есть условие, а не фактор рельефообразования, хотя порой химическое выветривание само является агентом сноса, осуществляя химическую денудацию, имеющую в некоторых условиях большое геоморфологическое значение (см., например, работы Б. Ракстона, Ю. Бюделя, А. Трендалля, Б. В. Писемского). В этом отношении авторы коллективной статьи совершенно правы. Но расхождения наши возникают в определении места и роли кор химического выветривания в истории развития рельефа, в частности, в формировании поверхностей выравнивания.

Моя точка зрения заключается в следующем. Если на тех или иных элементах рельефа мы находим мощные коры выветривания, то это означает, что здесь денудация (в смысле «снос») была слабее выветривания. Соотношением интенсивности выветривания и денудации определяются, с одной стороны, динамика экзогенного рельефообразования и в какой-то степени внешний облик рельефа, с другой — степень выраженности коры выветривания. Это соотношение обуславливается не только климатом, но в первую очередь тектоническими движениями, морфологией рельефа и стадией его развития. В случае с поверхностями выравнивания, когда мы считаем, что эти поверхности образовались за счет разрушения и сноса бывшего более высокого и расчлененного рельефа, мы должны допустить, что во время выработки этих поверхностей интенсивность денудации по меньшей мере была равной интенсивности выветривания. И далее, если мы находим на некоторых (отнюдь не на всех, как полагает Турэн) поверхностях выравнивания древние коры выветривания, то это означает, что изменились условия (например, выровнялся рельеф) и денудация не справилась с рыхлыми толщами, образуемыми выветриванием. Поэтому мощные коры выветривания могут образовываться и сохраняться на последних стадиях выравнивания рельефа, когда денудация уже ослаблена. На последних, но не на заключительной, когда «вялость» рельефа, отсутствие врезов не позволяют водным растворам, осуществляющим биохимическое выветривание, охватывать достаточно глубокие зоны коренных пород.

Как мне кажется, рисунки 2 и 3, приводимые в статье трех авторов, не убеждают в том, что кора выветривания, покрывающая почти все элементы рельефа, образовалась одновременно с выработкой этого рельефа. Покровный характер коры может говорить и о ее более молодом возрасте. Не подтверждают эти рисунки и высказывание авторов о необязательности некоторого оптимального эрозионного вреза для формирования мощных кор химического выветривания. Так, реки Томине и Сенини врезаны, как это видно на профилях, до коренных пород. Кроме того, на профили могли не попасть другие, более глубоко врезанные реки, которые, возможно, являются базисными для формирования кор.

В статье А. П. Сигова поставлен очень интересный вопрос о роли уже существующих кор химического выветривания в последующем преобразовании рельефа. Это направление исследований, с успехом развиваемое, в частности, учеными Австралии и Африки, весьма перспективно. В заключение небольшое замечание к статье А. П. Сигова. Он пишет, что, по Л. Кингу, скорость отступания уступов при педиппенизации невелика (0,3 м за 100 лет). Поэтому для формирования поверхности выравнивания шириной в 300 км потребуются 100 млн. лет. Расчет этот формален и неверен. Поверхности выравнивания типа педиппена не образуются путем бесконечного отступания единственного уступа. Один уступ и не сможет отступить на 300 км, так как гораздо раньше он будет уничтожен за счет только простого замещения исходной поверхности молодым наклонным педиментом. На самом же деле педиппенизация осуществляется благодаря отступанию множества уступов, идущих от долин рек навстречу друг другу. Путь, проходимый каждым уступом, не превышает первых километров (обычные размеры педиментов), редко более десятка километров. Если допустить, что Л. Кинг правильно установил скорость отступания в 0,3 м за 100 лет, то окажется, что поверхность выравнивания любой ширины, слагающаяся из множества педиментов, сформируется гораздо быстрее — за 3,3 млн. лет, что уже ближе к истине, чем цифра, полученная А. П. Сиговым.

Д. А. Лилиенберг. Дискуссия по вопросам взаимодействия химического выветривания, корообразования и формирования рельефа (особенно поверхностей выравнивания) имеет длительную историю. Она породила большое количество противоречивых и слишком общих гипотез, но не сопровождалась столь же быстрым накоплением фактических данных, позволяющих отдать бесспорное преимущество какой-либо одной гипотезе. Наименее разработанными оказались именно геоморфологические аспекты проблемы. Поэтому появление статей А. П. Сигова и А. Ф. Грачева с соавторами несомненно

заслуживает внимания¹. К сожалению, не всегда точные и обоснованные, а иногда и противоречивые формулировки последней статьи несколько затрудняют дискуссию. Нам представляется целесообразным кратко остановиться на некоторых затронутых в статьях вопросах.

Одной из коренных проблем геоморфологии является вопрос о синхронности или асинхронности процессов выравнивания рельефа и корообразования. Авторы обеих статей с некоторыми вариациями придерживаются точки зрения, что существуют единые эпохи выравнивания рельефа и корообразования, причем последнее происходит в тропических условиях. Так ли это?

Если обратиться к примеру современных влажно-тропических областей, где на протяжении длительного времени существовали, хотя и с некоторыми изменениями, но все же тропические условия, то легко обнаружить, что здесь за этот период сформировалось несколько ярусно расположенных поверхностей выравнивания. Очевидно, что эпохи выравнивания рельефа соответствуют периодам относительного общего равновесия между эндогенными процессами и всем комплексом экзогенных процессов (независимо от принадлежности их к той или иной морфоклиматической зоне и интенсивности химического выветривания). Таким образом, химическое выветривание с образованием кор выветривания в условиях современного тропического климата происходит одновременно на ряде разновозрастных поверхностей выравнивания. Из этого следует, что прямое соотношение во времени различных по длительности эпох выравнивания рельефа и корообразования не является обязательным, а представляет сложную и достаточно многообразную систему. На этом фоне их прямое совпадение следует расценивать скорее как частный случай, а не как правило. И в современных тропических областях, и при палеогеоморфологических реконструкциях древних этапов геологической истории Земли мы встречаемся с фактами, когда коры выветривания оказываются моложе поверхностей рельефа, на который они сформированы, ибо для их возникновения необходимо определенное сочетание тепла и влаги, а для создания поверхностей выравнивания — общее соотношение эндогенных и экзогенных процессов, что не одно и то же. Это положение хорошо иллюстрируют рис. 2—3, на которых авторами показаны несколько разновозрастных геоморфологических уровней, покрываемых единым телом коры выветривания приблизительно одинаковой мощности как на выровненных поверхностях, так и на разделяющих их склонах. Очевидно, что при таком соотношении возраст коры выветривания должен быть моложе показанных уровней.

В связи со сказанным выше встает также вопрос о возможности наложения на одну и ту же поверхность выравнивания (или ее реликты) нескольких циклов корообразования. Это имеет принципиальное значение не только для палеогеоморфологических реконструкций, но и для решения дискуссионной проблемы: что считать возрастом рельефа и что же в конечном счете считать возрастом коры выветривания. Наши наблюдения на Кубинском архипелаге показывают, что миоцен-плиоценовые поверхности выравнивания пережили несколько эпох корообразования (или несколько эпох различной интенсивности корообразования). От этого их возраст, как геоморфологических уровней, не изменился. В то же время процесс формирования покрывающих их кор выветривания не всегда можно считать завершенным.

Одна из дискуссионных проблем — конкретная роль процессов химического выветривания в развитии рельефа. А. Ф. Грачев с соавторами считают, что корообразование (правильнее говорить о химическом выветривании) обуславливает выравнивание рельефа. Однако это лишь одна сторона вопроса. В условиях влажного тропического климата, где химическое выветривание протекает особенно интенсивно, оно создает благоприятные условия как для расчленения рельефа, так и для его выравнивания. Весь вопрос заключается в соотношении денудации и химического выветривания на фоне периодов активизации тектонических движений или их относительного покоя. При активизации поднятия территории интенсивное химическое выветривание облегчает процессы вертикального расчленения рельефа, а в условиях тектонического покоя выравнивание рельефа и формирование кор выветривания. Именно этим объясняются факты формирования маломощных кор выветривания на склонах различной крутизны, где денудация «отстает» от химического выветривания. В последние годы это явление отмечалось многими исследователями в различных тропических областях. Нам пришлось наблюдать его во время геоморфологических исследований на Кубе в 1967 и 1969 гг. В этом отношении заслуживает серьезного внимания напоминание А. П. Сигова о влиянии степени выветрелости коренных пород на развитие продольного профиля речных систем.

А. Ф. Грачев с соавторами подняли также принципиальный вопрос о скорости формирования кор выветривания. По материалам, которые были получены в различных тропических районах Африки, Юго-Восточной Азии, Австралии и Латинской Америки, можно считать, что скорость формирования кор выветривания порядка 1—3 см.

¹ В марте-апреле 1972 г. Геоморфологической комиссией Московского филиала Географического общества СССР было организовано специальное совещание по проблемам геоморфологии тропиков. Те же вопросы, что и в рассматриваемых статьях, были освещены в докладах И. С. Щукина, В. В. Добровольского, Д. А. Лилиенберга, Ю. Ю. Бугельского, И. П. Карташова, С. С. Прокофьева, В. И. Покрышкина, Р. И. Селиванова, В. М. Фридланда и других.

в 1000 лет является средней суммарной величиной. Фактически в благоприятных условиях этот процесс происходит гораздо интенсивнее. Дело в том, что в тропиках, даже на выровненных участках, в периоды ливней смыывается определенная часть верхних горизонтов коры выветривания. Во многих случаях верхняя зона коры оказывается редуцированной. Поэтому для достижения указанных выше средних величин скоростей процессы химического выветривания должны протекать практически с большей интенсивностью.

Концепция о том, что «корообразование формирует поверхность, а не консервирует», не может претендовать на универсальность. Так, например, латеритные панцири (красы) Африки и Латинской Америки бронируют рельеф и способствуют сохранению плосковерхих ярусных останцов. Наши наблюдения на Кубе показывают, что консервирующую роль играют также глинистые латеритные коры выветривания, которые в силу своей влагоемкости в период дождей образуют водоупорный верхний горизонт, предопределяющий в основном поверхностный сток.

С другой стороны, формирование кор выветривания влечет за собой расчленение первично плоского рельефа. Как правило, подошва коры выветривания является неровной, образуя перепады высот, измеримые метрами и десятками метров (особенно вдоль зон трещиноватости пород). Поэтому при денудации тела коры выветривания откапывается более расчлененная поверхность, чем первоначальная, на это обращал внимание Ю. Бюдель и что в более новом аспекте рассматривает А. П. Сигов.

Не совсем понятно утверждение авторов коллективной статьи, что для палеогеоморфологического анализа имеют значение только коры выветривания пенепленов, ибо лишь они «могут сохраняться в геологическом разрезе». Однако в геологических разрезах способны сохраняться любые коры выветривания, вплоть до голоценовых. Наблюдения в прибрежной зоне и на шельфе Антильской островной дуги обнаружили наличие уходящей под уровень Карибского моря позднелайстоценовой коры выветривания, перекрытой морскими осадками голоценовой трансгрессии Мирового океана. Кстати, этот факт имеет важное значение для палеогеоморфологических реконструкций, т. к. он указывает на то, что корообразование было приурочено к эпохе похолодания в северных тропиках и регрессии Мирового океана, тогда как эрозионная планиция рельефа обычно связывается с трансгрессивными фазами.

В заключение нельзя не остановиться на вопросах геоморфологической терминологии. Авторы обеих статей пользуются понятиями «пенеплен» и «педиплен», вкладывая в них несколько различных и не всегда общепотребительных смыслов. С точки зрения конечных результатов планиции как пенеплен, так и педиплен могут быть представлены предельной равниной и в этом отношении принципиальной разницы между ними нет. Различия имеются в механизме развития склонов. Однако и здесь намечаются сложные сочетания. Материалы по Кубе и Западной Африке показывают, что в одних и тех же районах, в одно и то же время, в условиях одного и того же климата, в парагенетической связи друг с другом можно наблюдать случаи как выполаживания склонов, так и их параллельного отступления.

Ответ оппонентам: А. Ф. Грачев, З. А. Сваричевская, Ю. П. Селиверстов. Развернувшаяся дискуссия свидетельствует о важности и актуальности проблемы, а также о том, что затронутые вопросы еще далеки от решения и требуют детального рассмотрения.

Основной вывод авторов сводится к следующему: выравнивание (а также разрушение рельефа вообще) осуществляется путем взаимодействия процессов эрозионного расчленения, параллельного отступления склонов и корообразования, причем все они протекают одновременно, хотя и с различной интенсивностью в зависимости от конкретных условий. Таким образом каждая кора выветривания синхронна поверхности формирующегося рельефа и, в конечном итоге, возраст коры выветривания определяет возраст пенепленов (педипленов), которые фиксируются в геологических разрезах в виде региональных и локальных угловых несогласий.

Коры выветривания на дневной поверхности подвержены воздействию экзогенных процессов, способствующих формированию более молодых наложенных образований, в том числе и кор выветривания. Не ставя равенства между корой выветривания и более молодым корообразованием, авторы не имели намерения рассматривать последнее. Для наиболее яркого отображения взаимодействия процессов выравнивания и корообразования, авторы рассмотрели случай тропических областей, где эти явления наиболее показательны. К тому же существует мнение (В. М. Синицын «Древние климаты Евразии», изд. ЛГУ, 1966; М. И. Будыко «Климат и жизнь», Гидрометиздат, Л. 1971) о широком развитии в геологическом прошлом (мезозое) тропического и близкого к нему климата, под воздействием которого сформировались многие из наблюдаемых ныне поверхностей выравнивания с корами выветривания. В то же время авторы не отрицают возможность этих процессов во всех других областях Земли, что и подчеркнуто в начале статьи. Современное высотное положение кор выветривания может быть результатом последующих тектонических движений, что иллюстрируется приведенным Д. А. Лилиенбергом примером Кубы, где коры выветривания располагаются на абс. отметках до 500 м.

Говоря о формировании коры выветривания в условиях расчлененного рельефа, авторы имеют в виду не только ее возникновение на выровненных водоразделах, находящихся на какой-то относительной высоте, сколько развитие коры выветривания среди всего этого рельефа (водоразделы, склоны, долины). Это иллюстрируют все рисунки и

статье. Кроме того, на рис. 2 хорошо видно образование коры выветривания на современном дне долины р. Текебу, а на рис. 3 — ее развитие ниже уровня речных русел в условиях сильно выровненного рельефа.

Консервирующая роль коры выветривания должна рассматриваться в двух аспектах: в смысле соответствия коры выветривания поверхностям выровненного рельефа вообще, а также в смысле наличия устойчивых к денудации кор выветривания (латеритных, кремнистых, железистых), о бронирующей роли которых указывалось неоднократно, в том числе и авторами (З. А. Сваричевская «Древний пенеппен Казахстана», изд. ЛГУ, 1961; Ю. П. Селиверстов «Поверхностные образования Африки и их палеогеографическое значение», Тр. ВСЕГЕИ, т. 145, изд. Недра, 1967).

С формированием мощных кор выветривания связана проблема так называемых двойных поверхностей выравнивания: дневной и базисной (по Бюделю, 1957), причем последняя, располагаясь на границе выветрелых и невыветрелых пород, имеет неровный характер. Смысл коры выветривания приводит к появлению специфического (ювенильного, по Селиверстову, 1967) рельефа, о чем для районов Казахстана писал еще Д. С. Коржинский («Мелкосопочник и водоемы Экибастусского района и их происхождение», Изв. ГГРУ, 19, 8, 1930), а позднее В. П. Казаринов («К вопросу о происхождении мелкосопочника и некоторых моноднковок», ДАН СССР, 1, 1945).

Таковы соображения авторов по основным вопросам, затронутым в дискуссии.

А. П. Сигов. Один из основных в дискуссии вопросов состоит в том, одновременно ли выравнивание поверхности Земли корообразование, не происходит ли наложение коры выветривания позже — на уже образованный пенеппен? Мне кажется, правильно утверждает А. Шоллей (1959), что пенеппенизация в условиях твердых невыветрелых пород будет продолжаться бесконечно, иначе говоря, практически невозможна.

Подтверждением этому служит то, что в позднем кайнозое в умеренном поясе при отсутствии химического выветривания на твердых породах образовались лишь врезанные формы рельефа, названные на Урале поверхностями врезания, в других местах фигурирующие как склоны современных долин и т. д. Исходя из этого, следует полагать, что пенеппен может развиваться только при соответствующей подготовке материала, а именно — превращении свежих твердых пород в глинистую кору выветривания. Справедливо указывает Д. А. Лилиенберг, что на образованный пенеппен в дальнейшем накладывалось новое выветривание. Однако, это отнюдь не значит, что на пенеппене до этого не было коры выветривания. Другой вопрос, могло ли новое выветривание произвести существенное преобразование уже имевшейся коры выветривания? Я считаю, что если тип выветривания (латеритный, сиаллитный и т. д.) не изменился, то наложение нового выветривания не может дать сколько-нибудь существенных результатов (поскольку каолинит устойчив, в условиях каолинового выветривания, а тиббсит — при латеритном выветривании и т. п.). Так, например, обстоит дело в республике Мали, где, В. М. Якушевым выделены раннеафриканская (K_1 — Pgs), позднеафриканская (Pgs) и постафриканская (N_1 — Q) поверхности выравнивания. Первая из них имеет мощную латеритную кору выветривания интенсивной проработки, богатую полезными ископаемыми; вторая имеет кору меньшей проработки и третья — еще слабее проработанную кору; обе последние относительно бедны полезными ископаемыми. Аналогичная картина имеет место на Урале, где позднемезозойский пенеппен имеет каолиновую кору выветривания большой мощности и богатую полезными ископаемыми. Оligоценовая поверхность «недоразвитого» пенеппена имеет маломощную кору выветривания, хуже проработанную (каолиново-гидрослюдистую), и почти не содержит элювиальных полезных ископаемых. На той и на другой поверхности местами имеются следы наложения на каолиновые коры маломощного красноватого миоценового выветривания. Все это описано в литературе (Якушев, «Почвоведение», № 2, 1970; он же, сб. «Поверхности выравнивания», в. 3, Иркутск, 1970; сборник «Коры выветривания Урала», Саратов, 1969 и др.). Итак, наложение выветривания на ранее образованные поверхности было широко развито, но накладываясь на уже сформированные коры выветривания древних пенеппенов, оно давало ощутимый эффект далеко не всегда.

Выделение для рек разных продольных профилей — равновесия, предельного, вырабатанного, — о чем упоминает М. В. Пиотровский, на мой взгляд лишь ненужно усложняет вопрос. Для данных конкретных условий существует лишь один профиль равновесия. Однако, при последующем выветривании горных пород ложа реки профиль равновесия испытывает дальнейшее незначительное изменение в сторону выполаживания. То есть, изменяются конкретные условия (в данном случае меняется сопротивляемость ложа размыву). — меняется и профиль равновесия, и поэтому никаких других особых профилей выделять не следует.