

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 551.435.2(47—12)

БРЫЛЕВ В. А.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЕНУДАЦИИ И СОХРАННОСТЬ РЕЛИКТОВ
ДРЕВНЕГО РЕЛЬЕФА НА ЮГО-ВОСТОКЕ
РУССКОЙ РАВНИНЫ

Проблема изучения механизма формирования и сохранности ярусного рельефа до настоящего времени не потеряла своей значимости. При геоморфологическом анализе любой конкретной территории требуется определить соотношение между тектоническими движениями и скоростями денудации, а геоморфологическое картографирование обязательно включает датировки рельефа.

Существуют разноречивые мнения о том, как развивается рельеф выровненных междуречных пространств. Ряд исследователей [1, 2] считает, что высокие водораздельные поверхности как гор, так и равнин являются ареной интенсивной денудации, признавая по существу перманентное их обновление. Высказывались и представления о сохранности древнего рельефа гор и равнинно-платформенных областей [3—5]. Вероятно, не следует противопоставлять эти взгляды, абсолютизировать их, поскольку весьма разнообразный рельеф суши дает и те и другие примеры, не позволяя любую из приведенных точек зрения считать каноном эволюции рельефа. Рассматриваемая проблема находит определенное решение в свете системного подхода [6]. С позиций последнего необходимо признать сложность развития геоморфологической системы как таковой и возможность сосуществования на соседних территориях как зон интенсивной денудации, так и реликтового рельефа [7].

При изучении юго-востока Русской равнины нами также были выявлены районы весьма интенсивной денудации и зоны, где сохранились реликты относительно древнего рельефа. Проведен анализ и составлена карта интенсивности денудации за среднемиоцен-четвертичное (последолтавское) время, т. е. за континентальный этап развития большей части исследуемого региона.

При оценке скоростей денудации применялась комбинация геолого-геоморфологических методов. При этом учитывались конкретные палео-геоморфологические условия. Например, для Прикаспийской впадины и восточного погружения кряжа Карпинского в плиоцен-четвертичное время были характерны неоднократные морские трансгрессии и внутриформационные размывы, которые определялись по геологическим профилям. Для приподнятых зон этой территории важным агентом денудации являлась морская абразия.

Приволжская, Среднерусская, Калачская возвышенности и Восточный Донбасс испытали в неоген-четвертичное время континентальную денудацию. Для определения интенсивности последней анализировались степень сохранности и гипсометрия выровненных элементов рельефа различного генезиса и возраста.

Установлено [8], что водораздельные плато Калачской, Среднерусской и Приволжской возвышенностей, а также Восточного Донбасса были образованы в результате абразионно-аккумулятивной деятельности олигоцен-миоценового полтавского моря. Зная первоначальную

мощность полтавских отложений и анализируя ее современную остаточную часть, можно определить среднюю скорость (интенсивность) денудации за послеполтавское время, измеряемую, кстати, весьма малыми величинами.

Нижний ярус рельефа Приволжской и Среднерусской возвышенностей формировался в результате размыва верхней поверхности, поэтому мощность слоя денудации определяется разницей высот этих ярусов рельефа, к которой прибавляется величина денудации верхнего плато.

Итак, для каждой конкретной территории по геолого-геоморфологическим профилям определялись толщина размытого слоя пород и продолжительность денудации. По этим данным была составлена карта интенсивности денудации. Рисовка контуров карты проводилась с учетом особенностей рельефа и геологического строения. Для неогеновых речных долин средние скорости денудации отнесены ко всему континентальному этапу. На самом деле они больше, так как некоторые реки закончили свое развитие ранее, но пока нет точных данных для расчетов по всему региону.

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ДЕНУДАЦИИ

Кайнозойское время на юго-востоке Русской равнины отличается весьма неравномерным проявлением тектонических движений и их разнофазовостью. Восточный Донбасс по крайней мере дважды, в палеоцене и в предполтавское время, испытал интенсивные поднятия на фоне окружающих моноклиналей и депрессий и активный денудационный срез. Аналогичным образом, по-видимому, развивались Доно-Медведицкий и Узень-Ичкинский валы. Однако здесь раннеолигоценовая фаза движений земной коры была наиболее значительной за все кайнозойское время. В сводах анализируемых структур размыв дополтавских отложений составил от 200 до 500 м (рис. 1). Продолжительность предполтавской денудации около 3—5 млн. лет, следовательно, ее интенсивность составляла 0,05—0,1 мм/год. В этом районе ведущим фактором денудации была морская абразия.

Таким образом, в раннеполтавское время внекаспийские тектонические элементы юго-востока Русской платформы были абрадированы и превращены в исходные абразионно-аккумулятивные поверхности.

В послеполтавско-сарматское время водораздельные плато правого берега среднего и нижнего Дона были снижены всего на 10—20 м. Следовательно, интенсивность денудации составляла только тысячные доли миллиметра в год (рис. 2). Такая поразительная устойчивость водоразделов объясняется тем, что нелитифицированные пески, лишенные какого-либо покрова, поглощали атмосферную влагу, не давая практически плоскостного стока. Этому способствовала также почти идеально ровная поверхность бывшего морского дна. В зоне Доно-Медведицкого вала — весьма активной структуры, а также на Приволжской моноклинали полтавские отложения полностью размыты. Послеполтавский денудационный срез здесь оценивается первоначальной мощностью полтавских осадков, т. е. не более 50 м. Это дает годовую величину денудации порядка 0,002 мм/год.

Нижнее плато, окаймляющее исходные уровни рельефа, формировалось эрозионными процессами. При его образовании была срезана толща пород мощностью от 150 до 250 м, что дает скорость послеполтавской денудации от 0,007 до 0,01 мм/год. На отдельных локальных структурах Донбасса и Доно-Медведицкого вала с обращенными сводами послеполтавский денудационный срез достигает 300 м, а скорость денудации возрастает до 0,02 мм/год. Последняя цифра характеризует и Арчедино-Донские поднятия, которые на протяжении почти всего неоген-четвертичного времени находились в зоне влияния эрозии миоценовых, плиоценовых и четвертичных рек.

К сложным по строению денудационно-аккумулятивным плато относятся Южные Ергени. Здесь в неоген-четвертичное время была разру-

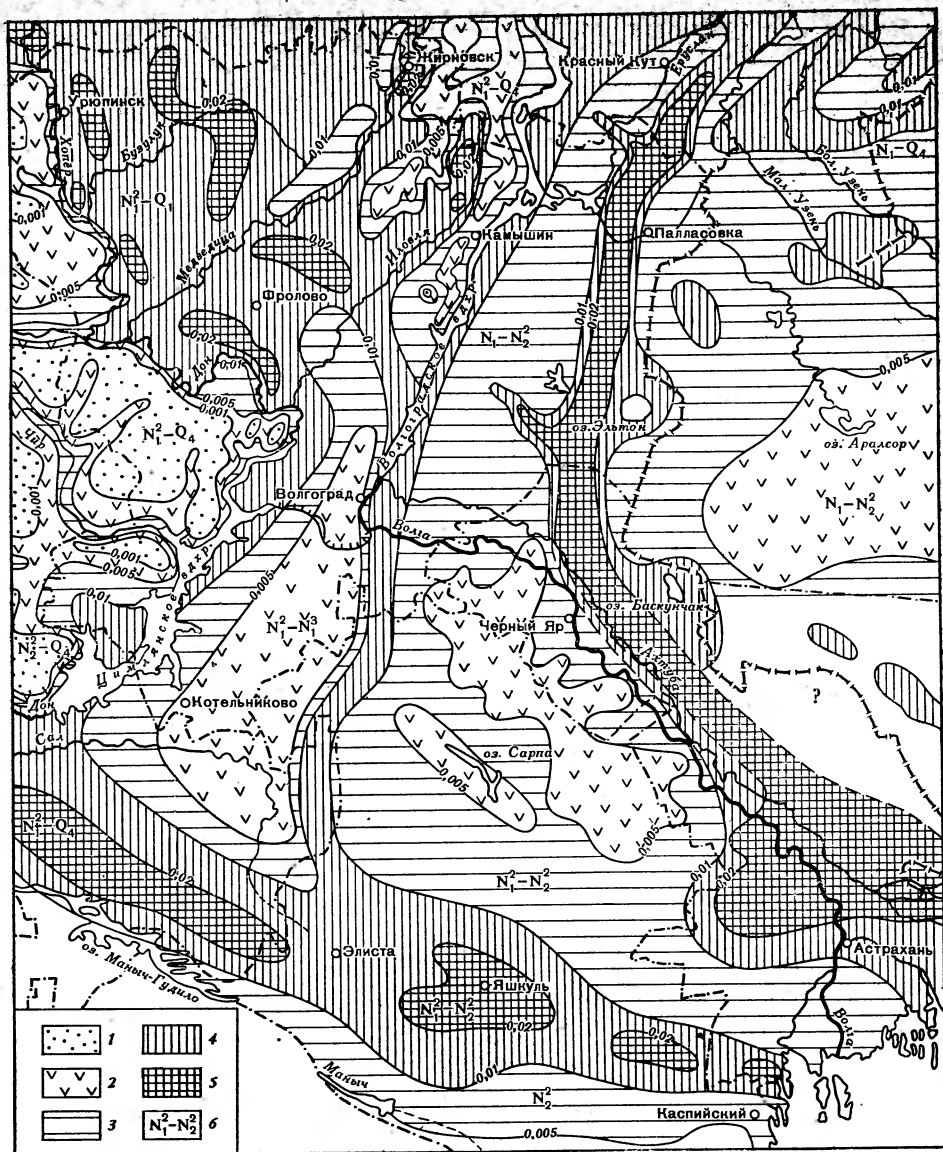


Рис. 2. Схема интенсивности денудации за среднемицен-четвертичное время
 Интенсивность денудации, мм/год: 1 — $< 0,001$; 2 — $0,001 - 0,005$; 3 — $0,005 - 0,01$;
 4 — $0,01 - 0,02$; 5 — $0,02 - 0,05$; 6 — возрастной интервал денудации

шена толща верхнемайкопских и сарматских осадков мощностью от 100 до 200 м; скорость денудации составляет в среднем $0,004 - 0,008$ мм/год. Однако палеогеоморфологический анализ показывает, что этот срез произошел в доергенинское время и поэтому на этапе гельвет-мэотис продолжительностью около 10 млн. лет скорость денудации достигала $0,01 - 0,02$ мм/год. Второй этап денудации здесь отмечен в послергенинское время, когда были существенно размыты ергенинские осадки; скорость размыва не превышала $0,005$ мм/год и лишь на сводах Белоглинской и других структур была более $0,01$ мм/год.

В аккумулятивно-денудационных областях интенсивность денудации может быть подсчитана для нескольких этапов развития рельефа: на Окско-Донской равнине, например, для предьргенинского, доледникового и послеледникового времени. Она составляла соответственно $0,01 - 0,015$; $0,004 - 0,006$ и $0,05 - 0,1$ мм/год, а в среднем за неоген-четвертичное время $0,008 - 0,01$ мм/год. Из этих примеров видно, что средняя скорость денудации в целом меньше, чем для каждого конкретного этапа. Поэтапный подход к оценке интенсивности сноса указывает на

очень незначительную доледниковую денудацию скифских глин и других доледниковых глинисто-песчаных пород.

В аккумулятивной части Приволжской возвышенности и в Ергенях выделены доергенский и послеергенский этапы денудации. На первом этапе продолжительность около 8 млн. лет слой разрушенных горных пород на южном окончании Приволжской возвышенности достигал 200 м, а в Ергенях 50—100 м. Скорость денудации соответственно составляла 0,02 и 0,006 мм/год. В последующее время (средний плиоцен) песчаная проницаемая толща ергенинских осадков служила как бы экраном, препятствовавшим процессам денудации, а в позднем плиоцене и плейстоцене разрушение затрагивало лишь покровный суглинистый комплекс. При этом снос практически перекрывался аккумуляцией. В итоге скорости денудации были, по-видимому, очень низкими, порядка 0,001 мм/год.

В Прикаспийской впадине и восточной части кряжа Карпинского главным этапом неоген-четвертичной денудации был среднеплиоценовый эрозионный размыв и позднеплиоценовая абразия. Учитывая разнородность строения этой обширной территории, приведем скорости денудации для трех зон. В северной периферийной части впадины региональная составляющая оценивается величиной порядка 0,01 мм; в центральной — 0,005, в зоне вала Карпинского и Астраханских поднятий — 0,03 мм/год, а местами и более. В послелекчагыльское время денудация, наблюдавшаяся в короткие эпохи континентальных перерывов, сменялась абразией и аккумуляцией морских осадков, и суммарный ее эффект за этап был равен нулю. За неоген-четвертичное время, таким образом, средняя интенсивность денудации составляла 0,008—0,02 мм/год. Скорости локальной денудации в пределах Прикаспийской впадины за неоген-четвертичное время колеблются на сводах куполов от 0,006 до 0,03 мм/год. Однако срез многих структур фактически происходил в допозднеплиоценовое время, поэтому максимальная интенсивность денудации достигала, вероятно, 0,05 мм/год (Быковский соляной массив, Бузгинский блок, Промысловско-Цубукская зона). Другие солянокупольные структуры активно росли и в позднеплиоцен-четвертичное время, протыкая толщу надсолевых осадков.

Из приведенного материала очевидно, что интенсивность денудации, подсчитанная палеогеоморфологическим методом за относительно продолжительный промежуток времени (миллионы лет), колеблется для равнинно-платформенных территорий от тысячных до сотых долей мм/год. При этом установлено, что *исходные аккумулятивно-морские и дельтовые равнины, занимающие водораздельное положение и сложенные с поверхности легкопроницаемыми породами, испытывали чрезвычайно слабую денудацию*, измеряемую тысячными долями мм/год. Скорость денудации в пределах эрозионных поверхностей «снижения» возрастает до 0,01—0,02 мм/год, а для денудационно-абразионных равнин она была, вероятно, наиболее значительной — от 0,02 до 0,04 мм/год.

Необходимо иметь в виду, что «исконно денудационными» территориями в рассматриваемое послеполтавское время были Донбасс, Высокий Сырт, часть Приволжской возвышенности и Восточно-Донская гряда. На Окско-Донской равнине, в Ергенях, Низком сыртовом Заволжье и в Прикаспийской впадине денудация сменялась аккумуляцией, поэтому на карте введен индекс, указывающий главные этапы денудации, например для Прикаспийской впадины (N_2^2). В этой впадине начиная с позднего плиоцена преобладали процессы седиментации, а в Ергенях и Низком Заволжье — процессы субаэральной седиментации.

О. А. Борсуком, И. И. Спасской и Д. А. Тимофеевым [9] обобщены многочисленные сведения об интенсивности современной денудации. По их расчетам величины ежегодного сноса в различных районах Земли колеблются в пределах от 0 до 11 мм, в том числе на равнинах семиаридной зоны они составляют 0,03—0,05 мм. Таким образом, скорости современной денудации, как правило, в 3—5 раз превышают среднюю интенсивность сноса за продолжительный этап, в данном случае за

среднеплиоцен-четвертичное время. Это объясняется, по-видимому, неравномерностью проявления денудации в отдельные этапы развития рельефа, а в настоящее время и ее усилением под влиянием антропогенных факторов.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВЫРАВНИВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ АМПЛИТУД НОВЕЙШИХ ДВИЖЕНИЙ ПЛАТФОРМЕННО- РАВНИННЫХ ОБЛАСТЕЙ

Мнения по этому вопросу крайне противоречивые: от признания невозможности привлечения поверхностей выравнивания для морфоструктурного анализа [2] до отождествления их с маркирующими горизонтами [5]. Не вдаваясь в причины подобного расхождения взглядов для одной и той же территории, отметим, что на юго-востоке Русской равнины в первом случае в анализ вовлекался денудационный (раннеолигоценовый) срез, произошедший до образования исходного (миоценового) яруса рельефа, а во втором завывалась точность определения деформаций денудационных участков полигенетических поверхностей выравнивания. Однако первичные амплитуды рельефа денудационных платформенных равнин соизмеримы с их последующими тектоническими деформациями.

Существует большое своеобразие морфологии ярусного рельефа [10]. Характерна также и дисгармония между удивительно ровными фрагментами водораздельных плато и поверхностями эрозионного расчленения. В связи с этим следует оценить возможности использования генетически различных поверхностей выравнивания для определения амплитуд движений, последовавших после их образования.

Пенеплены [11], формировавшиеся в результате разрушения горноскладчатых областей, характеризуются увалистым рельефом или мелкопочником, в пределах которых относительные превышения достигают сотен метров. Хотя многие геоморфологические особенности пенеплена связаны со структурой субстрата, ввиду значительной первичной расчлененности рельефа пенеплена возможен лишь региональный анализ последующих тектонических движений.

Эрозионно-денудационные поверхности выравнивания равнин [7, 12] отождествляются с геоморфологическими уровнями [13]. Относительные превышения рельефа в их пределах также зачастую соизмеримы с амплитудами дифференциальных неоген-четвертичных движений. Поэтому они могут использоваться также в основном для характеристики региональных тектонических движений. Однако при тщательном картографировании поверхностей выравнивания выявляются подвижки средних, а иногда и мелких структур. На юго-востоке Русской равнины к такому типу относятся водораздельные плато Приволжской возвышенности, Чирско-Донское междуречье, Южные Ергени.

Как указывалось, на исследуемой территории установлена хорошая сохранность аккумулятивных элементов рельефа морского генезиса, занимающих ныне водораздельное положение. Поразительными являются огромные водораздельные поля первичного морского дна полтавского бассейна, срезающего структуры южного окончания Доно-Медведицкого вала. Местное население называет эти идеально ровные плато, так контрастирующие с густо- и глубокоэродированными склонами, Венцами. Смотря на их поверхность, явственно ощущаешь древнеморское происхождение форм рельефа, как будто бы это Прикаспийская низменность, а не плато с отметками в 250 м. Оголенная песчаная поверхность Венцов как губка впитывает атмосферные и талые воды, что способствует ее сохранности. Однако на тех участках, где полтавские пески перекрыты покровными суглинками, наблюдается довольно интенсивное разрушение бровок и склонов исходного плато. Аналогичные примеры устойчивости водоразделов мы имеем в Волгограде, в районе Цимлянска и в ряде других пунктов.

На Калачской возвышенности под маломощным слоем элювиальных

и моренных суглинков вскрываются осадки последнего для этой территории прибрежно-морского полтавского бассейна. Известно, что первоначальная их мощность не превышала 30 м, а современная остаточная мощность составляет 5—15 м. Таким образом, за все послеполтавское время продолжительностью около 20 млн. лет с водоразделов было удалено всего лишь 10—20 м рыхлых песчаных осадочных толщ. Даже оледенение не уничтожило последнего слоя осадков. Поэтому возможность использования таких элементов реликтового рельефа для оценки неотектонических движений не вызывает сомнения, а полученные результаты отличаются высокой точностью.

Гряды Приволжской возвышенности, развитые на междуречье Медведицы и Иловли, были срезаны абразией полтавского моря. К настоящему времени покров олигоцен-миоценовых пород практически уничтожен. На поверхности водоразделов сохранились лишь обломки песчаников — свидетели былого дна полтавского бассейна. Таким образом, на южном окончании Приволжской возвышенности развита откопанная дополтавская абразионная равнина, которая в настоящее время находится в стадии линейного расчленения. На территории Восточного Донбасса откопанная дополтавская поверхность изменена более значительно. Карта морфоизогипс, построенная по откопанной абразионной поверхности, хорошо отражает структурные особенности северной части Доно-Медведицкого вала. При этом отношении амплитуды послеполтавских (неоген-четвертичных) структуроформирующих движений к амплитуде всей суммы тектонических дифференциальных подвижек составляет 1 : 4—1 : 5.

Анализ показывает, что своды резко выраженных локальных структур — Жирновской, Бахметьевской, Линевской, Иловлинской, Уметовской — сильно разрушены. Только на более пологой Коробковской структуре исходный ярус рельефа еще сохранился. Таким образом, существенный размыв отдельных участков верхнего плато затрудняет неотектоническую характеристику локальных структур, создавая эффект «террасового развития» [14] поверхностей выравнивания в неотектонический этап.

Разрушенные своды локальных структур и периферия верхнего яруса рельефа образуют среднее плато, которое развивается по типу поверхностей снижения [15]. Последние привязаны обычно к местным базисам эрозии, например, рельеф Жирновско-Линевского блока — к глубоко врезанному руслу Медведицы. Обращенный свод Иловлинского поднятия как бы «опирается» на менее врезанную долину Иловли, и его отметки здесь выше, чем на Жирновско-Линевском блоке, хотя последний структурно более приподнят. Кроме того, гипсометрия поверхностей снижения часто обусловлена литологическим фактором. Все это затрудняет морфоструктурную интерпретацию деформаций эрозионных поверхностей снижения. Для этой цели более надежны абразионно-аккумулятивные террасы и равнины плиоцен-плейстоценового возраста, развитые по периферии Прикаспийской впадины. Их поверхность практически не была изменена эрозией и отражает дифференциальные подвижки локальных структур.

В итоге исследований намечаются следующие выводы.

1. Среди гетерогенных водораздельных элементов рельефа наибольшей устойчивостью по отношению к денудации являются аккумулятивные морские, дельтовые и аллювиальные равнины, сложенные рыхлыми проницаемыми песчаными породами.

2. На юге Русской равнины подобные элементы реликтового рельефа занимают огромную территорию, расположенную между бассейнами Днепра и Дона. Почти повсеместно на водоразделах здесь сохранились осадки полтавско-сарматских морей, и реликты миоценовой аккумуляции не утрачены до сих пор.

3. Интенсивность денудационного среза в пределах древнеаккумулятивных поверхностей измеряется крайне малыми величинами — тысячными долями миллиметра в год.

4. В сводовых частях Донбасса, Доно-Медведицкого вала, кряжа Карпинского произошло разрушение исходного яруса рельефа с образованием депрессий. Интенсивность денудации здесь была на порядок выше.

5. В ряду агентов денудации по степени интенсивности ведущее место принадлежит абразионной деятельности моря, а затем эрозии в речных долинах. Майкопское, полтавское, сарматское и позднеплиоценовые моря срезали поднятия вышеперечисленных структур, обуславливая значительный денудационный снос. Однако образованные вслед за ним экспонированные дельтово-морские равнины и погребенные поверхности несогласия существуют относительно длительное время.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кривошук А. Е.* Рельеф и недра Земли. М.: Мысль, 1977. 302 с.
2. *Цыганков А. В.* Методика изучения неотектоники и морфоструктура Нижнего Поволжья. Волгоград: Нижневолжское изд-во, 1971. 255 с.
3. *Благоволлин Н. С.* Возраст и проблема сохранности наиболее древней поверхности выравнивания Горного Крыма. — В кн.: Поверхности выравнивания, вып. 2. Иркутск: Ин-т географии Сибири и Дальнего Востока, 1970, с. 16.
4. *Мещеряков Ю. А.* Структурная геоморфология равнинных стран. М.: Наука, 1965. 390 с.
5. *Горелов С. К., Ранцман Е. Я.* Количественные методы оценки новейших движений земной коры. — В кн.: Современные проблемы географии. Научные сообщения советских географов по программе XX Международного географического конгресса (Лондон, 1964). М.: Наука, 1964, с. 31.
6. *Кашменская О. В.* Теория систем и геоморфология. Новосибирск: Наука, 1980. 120 с.
7. *Тимофеев Д. А.* Поверхности выравнивания суши. М.: Наука, 1979. 270 с.
8. *Брылев В. А.* О распространении осадков полтавской свиты и послеполтавские тектонические движения территории Волгоградского правобережья. — Материалы по геоморфологии и новейшей тектонике Урала и Поволжья, № 3. Уфа, 1972, с. 113.
9. *Борсук О. А., Спаская И. И., Тимофеев Д. А.* Современная денудация и вычисленные денудационного среза. — В кн.: Геоморфология (итоги науки), т. 5. М., 1977, с. 6.
10. *Горелов С. К.* Движения земной коры и деформации поверхностей выравнивания на территории СССР. М.: Недра, 1974, с. 360.
11. *Наумов А. Н.* Пенеплены, их геологическое значение как особой генетической категории рельефа материков. Саратов: Изд-во СГУ, 1981. 402 с.
12. *Философов В. П.* Эндегенные режимы и рельеф Земли. — В кн.: Проблемы структурно-климатического подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1981, с. 11.
13. *Марков К. К.* Основные проблемы геоморфологии. М.: Географгиз, 1948. 343 с.
14. *Герасимов И. П., Сидоренко А. В.* Дополнения главных редакторов. — В кн.: Поверхности выравнивания и коры выветривания на территории СССР. М.: Недра, 1974, с. 366.
15. *Дедков А. П., Бутаков Г. И., Бабанов Ю. В.* Поверхности снижения и формирование ярусности рельефа. — В кн.: Развитие склонов и выравнивание рельефа. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1974, с. 3.

Волгоградский педагогический институт

Поступила в редакцию
11.XII.1982

DENUDATION RATE AND ANCIENT TOPOGRAPHY RELICTS CONSERVATION AT THE SE RUSSIAN PLAIN

БРЫЛЕВ В. А.

Summary

Character and rate of denudation at platformian plains are discussed. Geological and geomorphological methods are used to estimate the annual denudation rate which varied from 0,001 to 0,01 mm during Middle Miocene — Quaternary. Primary sedimentary marine and deltaic plains which are composed of permeable rocks remain practically unchanged by erosion. The plains are spread between the Dnieper and Don rivers and covered mostly with Poltavian and Sarmatian sands. The erosion rate within the limits of erosional surfaces (which form low topographic levels) is about one order of magnitude higher and amounts to 0,01 to 0,02 mm per year. A scheme of denudation rate is compiled, erosional gaps within formations being taken into account. Among the denudation factors most active are processes of marine abrasion. Stadial character of the denudation processes action is emphasized, and a possibility is considered to use topographic levels for morphostructural studies.