

УДК 551.4.01

С. К. ГОРЕЛОВ

О ПРОБЛЕМЕ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТЕЙ ВЫРАВНИВАНИЯ И КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ¹

Комплексный анализ поверхностей выравнивания и кор выветривания свидетельствует о весьма древнем (ранний кайнозой, мезозой) возрасте рельефа многих междуречных пространств СССР. В истории развития рельефа может быть выделено не менее шести крупных геоморфологических циклов, которые оказали существенное влияние на формирование мощной коры выветривания в мезозое и в мел-палеогеновое время. Устанавливается влияние процессов выравнивания рельефа на формирование полезных ископаемых гипергенного типа.

Поверхности выравнивания — обширные сглаженные ступени (ярусы) рельефа междуречных пространств или близкие к ним по происхождению погребенные поверхности регионального несогласия в осадочном чехле, широко развиты на территории СССР. Многие древние поверхности выравнивания выступают в качестве «носителей» мощной коры выветривания или продуктов ее ближайшего переотложения, в том числе с полезными ископаемыми гипергенного типа. Поэтому комплексный анализ поверхностей выравнивания и кор выветривания приобретает важное практическое значение.

Не менее важно значение подобного анализа для разработки проблемы возраста рельефа и кор выветривания, выявления палеогеографических и палеогеоморфологических особенностей древних континентальных эпох и решения других дискуссионных проблем геоморфологии и геологии, поскольку древние поверхности выравнивания представляют собой этапные геоморфологические образования, которые формировались при определенном сочетании тектоно-климатических условий.

Изучение поверхностей выравнивания в СССР и за рубежом было начато давно, еще в предвоенные годы. Наиболее общим итогом новейших исследований по данной проблеме в Советском Союзе явилась сводная «Карта поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР» в масштабе 1:2 500 000 (1972). Первые научные и практические результаты этой большой коллективной работы уже освещались в печати (Герасимов, Сидоренко, 1973; Горелов, 1971, и др.). На страницах журнала «Геоморфология» были проведены дискуссии по проблеме в целом и отдельным ее положениям. В целом эти и другие публикации указывают на необходимость углубленного комплексного анализа проблемы поверхностей выравнивания с учетом данных о древних корах выветривания, коррелятных толщах, прикладной оценки результатов исследований.

Не претендуя на исчерпывающий анализ проблемы в целом (что невозможно сделать в рамках журнальной статьи), остановимся на некоторых наиболее общих вопросах, имеющих, по нашему мнению, принципиальное значение, используя для этой цели материалы по составлению

¹ Сокращенный текст доклада на заседании Ученого совета Института географии АН СССР, посвященном памяти Ю. А. Мещерякова.

упомянутой выше сводной карты СССР. Вопросы эти следующие: 1) содержание термина «поверхность выравнивания» и принципы классификации этих образований; 2) роль поверхностей выравнивания в разработке проблемы возраста рельефа и открытых (нестратифицированных) кор выветривания СССР; 3) соотношение процессов выравнивания и корообразования; 4) практическое значение комплексного анализа поверхностей выравнивания и кор выветривания.

Принципы выделения и классификации поверхностей выравнивания. С момента выхода в свет «Географических очерков» В. М. Дэвиса (1909) в литературе по существу не прекращалась дискуссия о происхождении выровненных пространств суши, о том, что такое поверхность выравнивания. В. М. Дэвис — основоположник учения о пенеплене (денудационной почти-равнине), связывал его образование с процессом разрушения и планомерного снижения горных стран в условиях стабильной тектонической структуры. Л. Кинг, базируясь на взглядах В. Пенка, считает возможным образование подобных равнин путем процесса педипленизации — параллельного отступления склонов. Ю. А. Мещеряков в выдвинутой им концепции полигенетических поверхностей выравнивания и другие исследователи рассматривают подобные образования в качестве денудационно-аккумулятивных равнин, связанных единством своего формирования. Некоторые исследователи (И. Л. Кузин, В. В. Лоскутов и др.) в трактовке понятия полигенезиса поверхностей выравнивания пошли еще дальше, относя к этим образованиям по существу все более или менее обширные выровненные пространства суши, включая речные террасы.

Таким образом, полного единства мнений о способе образования поверхностей выравнивания, а следовательно, и о содержании этого термина среди исследователей нет. Главное принципиальное различие состоит в том, что одни исследователи, базируясь на взглядах В. М. Дэвиса или В. Пенка, используют этот термин в узком смысле — для характеристики выровненных поверхностей денудационного происхождения, тогда как другие считают возможным и целесообразным расширить рамки этого понятия за счет равнин денудационно-аккумулятивного и даже аккумулятивного происхождения. Принципиально различной является общая трактовка способа образования денудационных равнин: выравнивание рельефа «сверху» (по В. М. Дэвису) или «сбоку» (по Л. Кингу).

Возникают вопросы: какие по происхождению формы рельефа земной поверхности следует относить к категории поверхностей выравнивания, в чем заключается главный принцип генетической классификации этих образований?

Все исследователи отмечают три главнейшие особенности поверхностей выравнивания: 1) региональное распространение, когда процессам выравнивания (сглаживания) рельефа в отдельные геологические эпохи были подвержены территории с весьма различным строением; 2) формирование в условиях полной или значительной компенсации движений земной коры экзогенными процессами; 3) длительность развития процессов выравнивания рельефа (десяtkи и сотни миллионов лет).

Поэтому вполне справедливым представляется генетический подход к истолкованию термина поверхность выравнивания. Независимо от внешних (морфологических) различий поверхности выравнивания представляют собой региональные образования (крупные ступени рельефа междуречных пространств), формирование которых было связано с достаточно длительным проявлением процессов сглаживания рельефа на обширных территориях в условиях полной или значительной компенсации движений земной коры экзогенными процессами. Ю. А. Мещеряков (1964) допускал возможность сопоставления подобной выровненной поверхности с уровенной поверхностью гравитационного поля Земли.

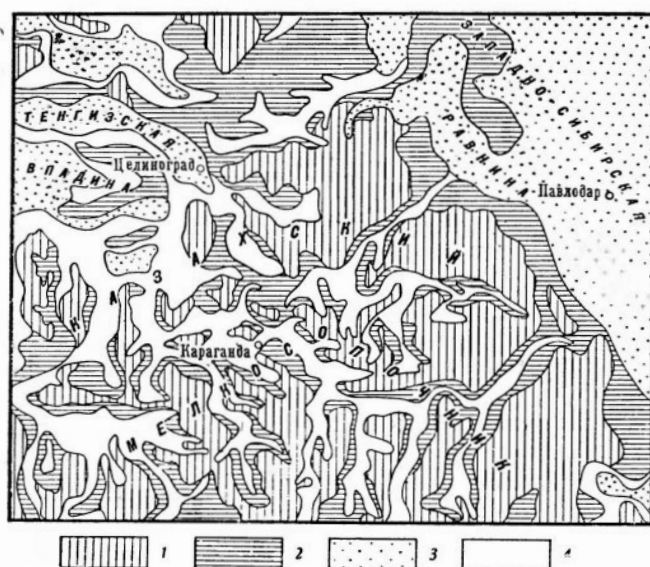
Следовательно, не все выровненные элементы рельефа земной поверхности «подходят» под категорию поверхностей выравнивания. Ясно, что в эту категорию могут быть выделены междуречные денудационные равнины типа пенеплена и педиплена, поскольку их формирование происходило в указанных выше условиях. Однако было бы неверно употреблять термин «поверхность выравнивания» только по отношению к денудационным равнинам. Работа по составлению сводной «Карты поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР» показывает, что довольно многие выровненные поверхности, образующие в современном рельефе СССР крупные самостоятельные ступени междуречных пространств, были сформированы путем денудационного среза и протекавшего рядом накопления континентальных или прибрежно-морских отложений. Поэтому наряду с денудационными равнинами в категорию поверхностей выравнивания могут быть выделены и денудационно-аккумулятивные (полигенетические по Ю. А. Мещерякову) равнины.

Пенеплены, педилены и полигенетические равнины представляют собой в сущности основные морфогенетические типы поверхностей выравнивания, различающиеся между собой по общим (тектонико-климатическим) условиям своего формирования и ведущим процессам (механизму) сглаживания рельефа. Общую предпосылку для понимания генезиса этих образований дает представление И. П. Герасимова (1970) о различной направленности процессов выравнивания рельефа в мезозое и кайнозое — длительном и устойчивом развитии этих процессов в мезозое, прерывистом развитии в кайнозое.

Намечаются следующие наиболее общие генетические признаки пенепленов, педиленов и полигенетических равнин (Горелов, 1973). К пенепленам могут быть отнесены сглаженные денудационные поверхности, формирование которых было связано с глубоким и длительным (десяtkи и сотни миллионов лет) срезом древних щитов и горно-складчатых сооружений; к педиленам — менее значительные по площади денудационные равнины, возникшие главным образом в связи с развитием склоновых процессов в периоды относительно кратковременной стабилизации тектонических движений; к полигенетическим равнинам — денудационно-аккумулятивные поверхности, формирование которых также происходило в периоды в основном кратковременной стабилизации движений земной коры, но в отличие от педиленов с ясно выраженной тенденцией к опусканию, стимулировавшей широкое развитие морских трансгрессий.

Особо следует сказать о палеоклиматических условиях формирования поверхностей выравнивания указанных типов. Некоторые исследователи (Шоллей, 1959; Шукин, 1969; Сигов, 1973 и др.) отводят палеоклиматическому фактору в сущности решающую роль в образовании пенепленов и педиленов, рассматривая их как продукты соответственно теплых влажных и засушливых климатов. Климат, безусловно, влиял на развитие процессов выравнивания рельефа, регулируя интенсивность выветривания горных пород, плоскостного смыва на гумидных и аридных территориях и т. п. Однако это влияние скорее всего не было решающим, поскольку поверхности выравнивания типа педиленов встречаются в различных древних и современных физико-географических зонах СССР (Пиотровский, 1964, и др.), а условия теплых и влажных субтропических климатов на обширных пространствах территории СССР существовали не только в мезозое (в эпоху формирования глобального пенеплена), но и в отдельные периоды кайнозоя, сопровождавшиеся активным формированием незавершенных денудационных равнин (педиленов) или полигенетических поверхностей выравнивания (например, денудационно-аккумулятивной олигоцен-миоценовой поверхности Русской равнины, денудационной существенно расчлененной плиоценовой поверхности Батумского побережья Черного моря и др.).

Таким образом, представляется нецелесообразной замена понятия «пенеплен» понятием «педиплен», основанная лишь на предположении о различном механизме образования выровненного рельефа (см. выше). Генетическое различие между этими образованиями гораздо глубже и состоит оно в основном в различных тектонических условиях формирования пенепленов и педипленов. Именно поэтому данные термины целесообразно сохранить и использовать в дальнейшем для характеристики денудационных поверхностей выравнивания различного генетического типа, а термин «полигенетическая поверхность» использовать лишь для характеристики единых по высотам и протяженности денудационно-



Схематическая карта поверхности выравнивания центральной части Казахского мелкосопочника

1 — раннемезозойский пенеплен с покровом мощной (до нескольких десятков метров) каолиновой коры выветривания, 2 — палеогеновая эрозионно-денудационная поверхность с фрагментами перерожденной каолиновой коры выветривания, 3 — районы развития позднепалеогеновой денудационно-аккумулятивной поверхности прибрежно-морского генезиса, в том числе погребенной под четвертичными отложениями в крупных тектонических впадинах, 4 — четвертичные долины и склоны

аккумулятивных ступеней рельефа, возникших, как правило, в эпохи крупных морских трансгрессий (значительных опусканий земной поверхности).

Самостоятельное значение и важность выделяемых основных генетических категорий поверхностей выравнивания можно проиллюстрировать на примере Казахского мелкосопочника. Главную водораздельную поверхность этой территории образует пологоволнистая останцовая равнина мезозойского возраста, несущая все упомянутые выше признаки пенеплена (глубокий срез палеозойских структур, покров мощной коры выветривания и др.). В нее вдоль крупных речных долин врезана палеогеновая террасовая равнина с менее глубоким денудационным срезом геологических структур, маломощным покровом делювиальных отложений, следами активного параллельного отступания склонов (т. е. денудационная равнина типа педиплена). На склонах Казахского щита эта равнина постепенно переходит в плоскую водораздельную поверхность, сложенную прибрежно-морскими олигоценowymi отложениями (полигенетическая равнина) (рисунок).

Таким образом, выделенные выше поверхности выравнивания Казахского щита характеризуют не только этапы истории развития рельефа этой страны, палеотектонические и палеогеографические условия, но и различную направленность (определенную эволюцию) процессов выравнивания. Знание этих особенностей развития рельефа важно для понимания эволюции процесса корообразования и выявления гипергенных месторождений полезных ископаемых (см. ниже).

Роль поверхностей выравнивания в разработке проблемы возраста рельефа СССР. Одной из наиболее акту-

альных и еще недостаточно исследованных проблем современной геоморфологии, как известно, является проблема возраста рельефа. Разработка ее имеет прямое отношение к вопросам геоморфологического картирования, поскольку трудно представить общую геоморфологическую карту, которая не давала бы достаточно полноценной характеристики истории развития (возраста) рельефа — важнейшей научной основы современного геоморфологического анализа любой территории. Надо сказать, что до сих пор отсутствует единая согласованная шкала возраста рельефа СССР, хотя потребность в ней ощущается довольно остро различными специалистами (геологами, палеогеографами и др.).

Разработка проблемы возраста рельефа может идти различными путями. Многие геоморфологи и геологи предлагают создать шкалу возраста рельефа СССР, основанную на изучении исторической последовательности основных этапов развития современной поверхности (этапов преобладавшего врезания и выравнивания рельефа, образующих в своей совокупности различные по возрасту геоморфологические циклы). В решении подобной задачи большую роль может сыграть комплексный анализ поверхностей выравнивания и кор выветривания.

Итоги коллективной работы по составлению упомянутой выше «Карты поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР» позволяют выделить не менее четырех крупных геоморфологических циклов и девяти крупных этапов в истории развития современного рельефа СССР. Эти циклы различны по продолжительности (позднепалеозойский — раннемезозойский цикл ~ 100 млн. лет; миоплиоценовый цикл ~ 30 млн. лет), однако каждый из них является завершенным, т. е. складывается из этапа преобладавшего врезания и последовавшего за ним общего выравнивания рельефа.

Следует подчеркнуть различия древних и молодых геоморфологических циклов. Наиболее ярко они обнаруживаются при сопоставлении данных о генезисе поверхностей выравнивания и их соотношении с древними корами выветривания. Древние мезозойские и мел-палеогеновые циклы развития рельефа завершались, как правило, формированием глубоко «проработанных» поверхностей выравнивания (типа пенеплена) с мощной корой выветривания, тогда как молодые (позднепалеогеновые, неогеновые) циклы озаменовались глубокими эрозионными врезами (глобальный среднелиоценовый врез) и формированием преимущественно незавершенных поверхностей выравнивания типа педиленов, со слабо развитыми корами выветривания (табл. 1). Тем самым результаты изучения поверхностей выравнивания СССР позволяют сделать вывод о существовании направленной эволюции рельефа Земли в мезозойские и кайнозойские этапы его образования и подтверждают представление о значительной древности многих крупных элементов современного рельефа Земли, начало формирования которого на территории СССР восходит в основном к раннему мезозою (Герасимов и Мещеряков, 1964).

Поверхности выравнивания выделенных выше геоморфологических циклов на территории СССР распространены неравномерно. Наиболее древние поверхности мезозойского и мел-палеогенового возраста сохранились в основном на древних щитах, древних платформах, в зонах палеозойской складчатости (Казахский щит, Урал, Тянь-Шань и т. д.), т. е. на территориях, длительное время не подвергавшихся морским трансгрессиям. В крупных новейших впадинах (Западная Сибирь и др.), в зонах альпийской складчатости (Кавказ и др.) они были погребены или размыты в связи с активными новейшими опусканиями или поднятиями земной коры. К этим областям и молодым платформам приурочены в основном неогеновые уровни выравнивания.

В целом исследования поверхностей выравнивания СССР позволяют сделать вывод о весьма древнем (мезозойском, мел-палеогеновом) воз-

**Крупные циклы и этапы истории развития рельефа некоторых регионов СССР
(основные подразделения шкалы возраста рельефа)**

Завершенные геоморфологические циклы	Регионы	Этапы развития рельефа		Эпохи формирования мощной коры выветривания	Вероятный возраст открытых покровов мощной коры выветривания
		преобладающего эрозионного расчленения	преобладающего выравнивания		
Позднепалеозойский — раннемезозойский (~ 100 млн. лет)	Балтийский щит (Афанасьев, 1972)	Pz_2	$Pz_3 - Mz_1$	Mz_1	
	Урал (Сигов, 1969)	Pz_3	$Mz_1 - J_1$	Mz_1	
	Казахский щит (Малиновский, 1967; Петров, 1967)	Pz_3	$T_3 - J_1$	$T_3 - J_1$	
	Тянь-Шань и горы южного Казахстана (Богданова, 1972; Чедия, 1972; Горелов, 1971)	Pz_2	$Pz_3 - Mz$	$Mz_1 (?)$	
Юрско-меловой (~ 50 млн. лет)	Украинский щит (Эльянов, 1970)	J_2	$J_3 - K_1$	$J_3 - K_1$	K_1
	Урал (Сигов, 1969)	J_2	$J_3 - K$	$J_3 - K$	K
	Алтае-Саянская область (Раковец и Малюжинец, 1971; Иванниа, 1972)	J_2	K_1	K_1	K_1
	Средне-Сибирское плато (Коржуев, 1969; Адаменко, 1971)	J_2	$J_3 - K_1$	$J_3 - K_1$	K_1
Мел.-палеогеновый (~ 50 млн. лет)	Северо-Восток Русской равнины (Калецкая, 1966)	K_2	$K_3 - Pg$	?	—
	Урал (Сигов, 1969)	$K_2 - Pg_2$	Pg_3	Pg_3	Pg_3
	Казахский щит (Малиновский, 1967)	$K_2 - Pg_3$	Pg_3	—	—
	Кавказ (Думитрашко и др., 1964)	$K_3 - Pg_2$	$Pg_3 - N_1$	$Pg_3 - N_1$	N_1
	Памир (Лоскутов, 1971)	$K_3 - Pg_2$	$Pg_3 - N_1$	—	—
	Алтае-Саянская область (Иванниа, 1971)	K_2	$K_3 - Pg_2$	$K_3 - Pg_2$	Pg_2
	Средне-Сибирское плато (Исаева и Крауш, 1972; Коржуев, 1969)	K_2	$K_3 - Pg_2$	$K_3 - Pg_2$	Pg_2
	Горы Северо-Востока Сибири (Баранова и Бискэ, 1964; Хворостова, 1971)	K_2	$K_3 - Pg_2$	$K_3 - Pg_2 (?)$	Pg_2
Мно-плиоценовый (~ 30 млн. лет)	Балтийский щит (Арманд, 1960)	N_1^1	N_2	—	—
	Русская равнина (Мещеряков, 1972; Горелов, 1971)	N_1^1	$N_1^2 - N_2^1$	—	—
	Кавказ (Думитрашко и др., 1964)	N_1^1	$N_1^2 - N_2^1$	—	—
	Западно-Сибирская равнина (Кузин, 1963; Городецкая, 1972)	N_1^1	$N_1^2 - N_2^1$	—	—
	Памир и Гиссаро-Алай (Лоскутов, 1962)	N_1^1	$N_1^2 - N_2^1$	—	—
	Алтае-Саянская область (Малолетко, 1972)	N_1^1	$N_1^2 - N_2^1$	—	—
	Горы Северо-Востока Сибири (Галабала, 1970; Хворостова, 1970)	N_1^1	$N_1^2 - N_2^1$	—	—
	Приморье и Приамурье (Чемехов, 1963; Никонова, 1966)	N_1^1	N_2^1	—	—
	Русская равнина (Мещеряков, 1972; Горелов, 1971)	N_2^2	N_2^3	—	—
	Кавказ (Думитрашко и др., 1964)	N_2^2	$N_2^3 - Q_1$	$N_2^3 - Q_1$	Q_1
Среднеплиоценовый — раннечетвертичный (~ 15 млн. лет)	Урал (Сигов, 1969)	N_2^2	$N_2^3 - Q_1$	—	—
	Западно-Сибирская равнина (Кузин, 1963; Городецкая, 1972)	N_2^2	$N_2^3 - Q_1$	—	—

Таблица 1 (продолжение)

Завершенные геоморфологические циклы	Регионы	Этапы развития рельефа		Эпохи формирования мощной коры выветривания	Вероятный возраст открытых покровов мощной коры выветривания
		преобладающего эрозийного расчленения	преобладающего выравнивания		
Среднеплиоценовый — раннечетвертичный (~15 млн. лет)	Горы Средней Азии (Сваричевская, 1965)	N_2^2	$N_2^3 - Q_1$	—	—
	Восточная Сибирь (Адаменко, 1971)	N_2^2	$N_2^3 - Q_1$	—	—
Незавершенный плейстоценовый цикл	Повсеместно	Q_{2-4}	Q_{2-4} (новейшие впадины)		

расте рельефа многих водораздельных пространств, который датировался раньше неоген-четвертичным временем, а также о принципиальной возможности корреляции разновозрастных элементов рельефа на больших пространствах, т. е. о возможности создания единой универсальной шкалы возраста рельефа СССР. Первые общие наброски подобной шкалы, вытекающие из анализа «Карты поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР», приведены в табл. 1. С точки зрения проблемы геоморфологического картирования, исследования по созданию этой карты подтверждают целесообразность широкого использования историко-генетического (возрастного) принципа при разработке легенды общей геоморфологической карты и необходимость комплексного картирования рельефа и коррелятивных ему отложений в процессе геоморфологической съемки.

Соотношение процессов выравнивания рельефа и формирования кор выветривания: роль поверхностей выравнивания в определении возраста нестратифицированных (открытых) покровов коры выветривания. Многочисленные примеры тесной связи мощных кор выветривания с плоскими слабо расчлененными участками древних поверхностей выравнивания в различных районах СССР, с одной стороны, подтверждают гипотезу элювиального происхождения кор выветривания (Гинзбург, 1963; Петров, 1967 и др.), с другой — наводят на мысль о взаимосвязи процессов выравнивания рельефа и корообразования. Подобная связь в настоящее время признается многими исследователями. По мнению В. П. Казаринова (1969), А. П. Сигова (1969) и других исследователей, коры выветривания представляют собой «литологическое выражение древних поверхностей выравнивания» (сб. «Выветривание и литогенез», стр. 19). Однако дискутируется вопрос о времени проявления процессов выравнивания рельефа и корообразования: протекали ли эти процессы одновременно или формированию мощной коры выветривания предшествовало выравнивание рельефа?

Не вдаваясь в подробности указанной дискуссии, отметим, что большинство материалов, полученных в связи с составлением «Карты поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР», позволяет сделать вывод скорее всего о синхронном развитии рассматриваемых процессов.

Важное значение для решения этого вопроса приобретают данные о палеоклиматических условиях формирования так называемых «коронных» поверхностей выравнивания. По существу три древние поверхности выравнивания, выраженные в современном рельефе СССР — триас-ран-

неюрская, позднеюрская — раннемеловая и мел-палеогеновая — могут быть отнесены к категории таких поверхностей, поскольку они несут покровы мощной глубоко проработанной каолиновой или латеритной коры выветривания (Горелов, 1971). На протяжении указанных геологических периодов преобладали теплые и влажные климаты, которые, по мнению большинства исследователей, стимулировали перманентное развитие процессов активного химического разложения горных пород и формирования мощной коры выветривания. Наиболее вероятно, что эти процессы протекали одновременно с выравниванием рельефа. Разрыв во времени их проявления — вначале выравнивание рельефа, а затем формирование коры выветривания — имел бы место лишь при условии развития теплых и влажных климатов на завершающих стадиях образования пенепленов, чему противоречат палеогеографические данные о климатах мезозоя и палеогена (Синицын, 1967; Брукс, 1952, и др.).

Обращает на себя внимание большая мощность кор выветривания, в том числе площадных, залегающих на предельно выровненных участках древних пенепленов (порядка нескольких десятков и даже сотен метров; Петров, 1967 и др.). Если рассматривать древние коры выветривания как реликты почв прошлых геологических эпох (В. П. Петров) и принять среднюю скорость современного выветривания (роста почвы) в тропических странах по количеству минеральных веществ, выносимых растительностью, порядка 1 см за 600 лет (Михайлов, 1964), то получим, что для образования коры выветривания мощностью в 150 м потребовалось бы не менее 9—10 млн. лет, а для более мощной коры в 300—400 м около 20—30 млн. лет. Конечно, эти расчеты сугубо ориентировочны (не учитываются возможные изменения скорости почвообразовательного процесса). Однако в целом они указывают на сопоставимость периодов формирования мощной коры выветривания и образования поверхностей выравнивания (десятки миллионов лет).

О вероятном синхронном развитии процессов денудационного выравнивания и корообразования свидетельствуют также результаты изучения вещественного состава коррелятных отложений, выполняющих пониженные участки пенепленов вблизи древних водораздельных массивов с остаточной корой выветривания. Исследования подобных толщ на Урале, в Центральном Казахстане, на Украинском щите, Салаирском кряже, в юго-западной части Сибирской платформы и других районах СССР показывают, что они как правило, по всему разрезу обогащены высокозрелыми осадками и различными минералами коры выветривания (каолинит и др.). Многими исследователями (В. П. Казаринов, В. И. Бгатов, А. П. Сигов, М. Д. Эльянов и др.) это рассматривается как показатель одновременного развития процессов выравнивания рельефа и корообразования в условиях слабого поднятия пенепленов. При этом процесс активного гипергенного преобразования горных пород в условиях теплых и влажных климатов способствовал выравниванию рельефа.

Вывод о синхронном развитии процессов выравнивания рельефа и корообразования имеет значение для определения возраста открытых покровов мощной коры выветривания. Подобные образования, как известно, широко развиты на территории СССР, а их возраст не может быть установлен геологическими (стратиграфическими) методами исследования. Данные о возрасте (периодах формирования) поверхностей выравнивания СССР позволяют сделать вывод о разновозрастности отдельных открытых покровов мощной коры выветривания каолинового или латеритного профилей (существует точка зрения, что мощная кора выветривания на территории СССР формировалась в основном в раннемезозойское время — Петров, 1967). В соответствии с геологическим возрастом древних денудационных поверхностей выравнивания могут быть выделены открытые покровы коры выветривания раннемезозойского (триас-ранняя юра), юрско-мелового (поздняя юра — ранний мел) и мел-

палеогенового возраста. Наблюдаемые в разрезах мощности верхних горизонтов коры выветривания накопились, по-видимому, на завершающих стадиях развития пенепленов. Поэтому возраст указанных кор выветривания может быть уточнен и датирован соответственно раннеюрским, раннемеловым и палеогеновым временем. Распределение открытых кор выветривания различного возраста по отдельным регионам СССР показано в табл. 1.

Практическое значение комплексного анализа поверхностей выравнивания и кор выветривания. Значение подобного анализа определяется прежде всего возможностью его использования при поисках гипергенных месторождений и полезных ископаемых, поскольку многие поверхности выравнивания контролируют распространение мощных кор выветривания и продуктов их переотложения в разнообразных палеогеоморфологических ловушках (древних долинах, эрозионно-структурных депрессиях, карстовых полостях и т. п.). При этом выявляется особо важная роль учета генезиса (основного способа образования) поверхностей выравнивания.

Выше было показано, что по главным особенностям своего формирования поверхности выравнивания СССР могут быть подразделены на три типа: пенеплены, педиплены, полигенетические равнины. «Металлогеническая» специализация этих поверхностей различна (табл. 2).

Таблица 2

Выравнивание рельефа и формирование месторождений полезных ископаемых гипергенного типа

Основные тенденции развития процессов выравнивания рельефа	Основные генетические типы региональных поверхностей выравнивания	Благоприятные палеогеоморфологические условия локализации месторождений
Длительный глубокий денудационный срез коренных источников в условиях их активного преобразования гипергенными процессами	Пенеплены	В пологих эрозионных понижениях древних водоразделов и карстовых полостях — остаточные месторождения. В эрозионно-структурных депрессиях, связанных с древней речной сетью, в озерных ваннах и карстовых полостях на участках древних долин — осадочные месторождения
Относительно кратковременный и неглубокий денудационный срез коренных источников в условиях их слабого преобразования гипергенными процессами	Педиплены	Преимущественно на присклоновых участках, в днищах древних долин и связанных с ними карстовых полостях — осадочные месторождения (преимущественно россыпи)
Парагенетическое развитие процессов денудационного и аккумулятивного выравнивания на больших площадях	Полигенетические равнины	Преимущественно на абразионно-аккумулятивных участках в зонах древних береговых линий — осадочные месторождения различного типа

В качестве главных носителей полезных ископаемых гипергенного типа на территории СССР выступают пенеплены (Наумов, 1971). Именно с этими выровненными поверхностями, с развитыми в их пределах сингенетическими образованиями коры выветривания и другими отложениями связаны наиболее крупные известные месторождения никеля, осадочных железных руд, огнеупорных глин, россыпей и т. д., что было обусловлено указанными выше общими условиями и особенностями формирования пенепленов — глубоком денудационным срезом рудных тел и активным гипергенным преобразованием горных пород.

Распределение полезных ископаемых на пенепленах подчинено опре-

деленной закономерности, которая свидетельствует о большем влиянии древнего рельефа на размещение остаточных и осадочных месторождений. Данные геологической разведки показывают, что почти все более или менее крупные месторождения остаточного типа, связанные с каолиновой или латеритной корой выветривания, располагаются на относительно приподнятых (водораздельных, приводораздельных) участках пенепленов преимущественно в пологих понижениях древних междуречных пространств. Примерами могут служить Глуховецкое месторождение огнеупорных каолиновых глин на Украинском щите, месторождение гетит-гидрогетитовых бурых железняков Криворожья, Уфалейское и Елизаветинское месторождения никелевых и природнолегированных железных руд Урала, которые располагаются на мезозойском пенеплене в указанных выше палеогеоморфологических условиях (Эльянов, 1970; Сигов, 1969, и др.).

Месторождения осадочного происхождения локализуются, как правило, в древних понижениях пенепленов в континентальных толщах, выполняющих эрозионно-структурные депрессии, озерные ванны и карстовые полости. Примерами могут служить практически все мезозойские россыпи Урала (платиновые россыпи Туринско-Богословской депрессии, золотоносные россыпи Ивдельско-Тагильской депрессии и др.). Осадочным является и крупнейшее на Урале Алапаевское месторождение бурых железняков, приуроченное к обширной древней депрессии в пределах мезозойского пенеплена (Сигов, 1969).

С педипленами и полигенетическими равнинами связаны осадочные месторождения, которые локализуются на педипленах преимущественно в различных элементах древней речной сети и карстовых полостях (в аялловых и делювиальных отложениях), на полигенетических равнинах — в континентальных и прибрежно-морских толщах, образующих древнеаккумулятивные участки этих поверхностей. Примерами подобных месторождений на Урале могут служить россыпи благородных металлов и алмаза, приуроченные к красноцветным континентальным отложениям миоценового пенеплена (генетический тип — Кладбищенская россыпь), Лисаковское месторождение оолитовых железных руд, генетически связанное с прибрежно-морскими абразионными участками полигенетической олигоценовой поверхности выравнивания Зауралья (Сигов, 1969). Аналогичную связь с полигенетическими поверхностями выравнивания, выраженными в современном рельефе или погребенными, обнаруживают Прииртышские месторождения бурых железняков (Лавров, 1957), месторождения олигоценовых марганцевых руд на южном склоне Украинского щита (Фуртес, 1972), россыпи титановых минералов в прибрежно-морских отложениях, формирующих сарматскую полигенетическую поверхность выравнивания Украинского щита, и многие другие.

Выводы

1. Формирование близких по морфологическому облику поверхностей выравнивания СССР протекало в различных условиях. Основные типы поверхностей выравнивания — пенеплены, педиплены и полигенетические равнины представляют собой глубоко различные генетические образования, в формировании которых ведущая роль принадлежала тектоническому фактору.

2. Результаты комплексного изучения поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР свидетельствуют о значительной древности (ранний кайнозой, мезозой) рельефа многих междуречных пространств СССР и о принципиальной возможности корреляции поверхностей выравнивания по возрасту на обширных территориях. Анализ поверхностей выравнивания в сочетании с данными о глубинах эрозионных врезов позволяет наметить основные подразделения шкалы возраста рельефа

СССР, от древнейших (позднепалеозойских, мезозойских) до неоген-четвертичных этапов его формирования.

3. Развитие процессов выравнивания рельефа и корообразования на большей части территории СССР происходило скорее всего синхронно. Это создает предпосылки для определения возраста открытых (нестратифицированных) покровов мощной коры выветривания, формирование которых по данным анализа «короносных» поверхностей выравнивания происходило в основном в триас-раннеюрское, раннемеловое и мел-палеогеновое время.

4. Комплексный анализ древних поверхностей выравнивания и кор выветривания вскрывает большие возможности использования палеогеоморфологических данных при поисках полезных ископаемых гипергенного типа.

ЛИТЕРАТУРА

- Адаменко О. М. Этапы регионального выравнивания Иркутского амфитеатра.— В кн.: Плоскогорья и низменности Восточной Сибири. Изд-во «Наука», 1971.
- Арманд А. Д. Очерк формирования рельефа и четвертичных отложений Хибинских тундр.— Вопросы геологии и геоморфологии осадочного покрова Кольского полуострова. Изд-во АН СССР, Апатиты, 1960.
- Афанасьев А. П. Типы кор выветривания Балтийского щита, их вероятный возраст и перспективы поисков в них полезных ископаемых.— В сб. Вопросы литологии фанерозоя Кольского полуострова. Изд-во «Наука», Л., 1972.
- Баранова Ю. П., Бискэ С. Ф. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Изд-во «Наука», 1964.
- Богданова Н. М. Проблемы сохранности и возраста древнего пенеплена Тянь-Шаня.— Геоморфология, № 1, 1972.
- Брукс К. Климаты прошлого. Изд-во иностр. лит., 1952.
- Выветривание и литогенез. «Недра», 1969.
- Галабала Р. И. Вопросы палеогеоморфологии северо-восточной части Сибирской платформы и ее восточного обрамления.— В кн. Проблемы палеогеоморфологии. Изд-во «Наука», 1970.
- Герасимов И. П., Мещеряков Ю. А. О геоморфологическом этапе в развитии Земли.— Изв. АН СССР. Серия геогр., № 6, 1964.
- Герасимов И. П. Три главных цикла в истории геоморфологического развития Земли.— Геоморфология, № 1, 1970.
- Герасимов И. П., Сидоренко А. В. О карте поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР (1972 г.).— Сов. геология, № 3, 1973.
- Гинзбург И. И. Типы древних кор выветривания, формы их проявления и классификация.— В сб. Кора выветривания, вып. 6, 1963.
- Горелов С. К., Дренов Н. В., Мещеряков Ю. А., Тиканов Н. А., Фридланд В. М. Поверхности выравнивания СССР.— Геоморфология, № 1, 1970.
- Горелов С. К. Основные этапы выравнивания рельефа СССР и проблема их корреляции с эпохами формирования древних кор выветривания.— Геоморфология, № 4, 1971.
- Горелов С. К. Роль древних поверхностей выравнивания в размещении экзогенных месторождений полезных ископаемых. Поисковая геоморфология.— Вопросы географии, вып. 92, 1973.
- Городецкая М. Е. Морфоструктура и морфоскульптура юга Западно-Сибирской равнины. Изд-во «Наука», 1972.
- Грачев А. Ф., Сваричевская З. А., Селиверстов Ю. П. Выравнивание и корообразование.— Геоморфология, № 2, 1973.
- Думитрашко Н. В., Лилиенберг Д. А., Муратов В. М. Поверхности выравнивания молодых горных стран (на примере Кавказа).— В кн.: Проблемы поверхностей выравнивания. Изд-во «Наука», 1964.
- Иванова Л. А. Мезозойско-палеогеновые коры выветривания западной части Алтае-Саянской области и их связь с древними поверхностями выравнивания.— В кн.: Поверхности выравнивания гор Сибири. Изд-во «Наука», сиб. отд. Новосибирск, 1971.
- Исаева Л. Л., Крауш М. А. Поверхности выравнивания и коры выветривания Средне-Сибирского плоскогорья.— Труды Всес. аэрогеологического треста. Изд-во «Недра», 1972.
- Карта поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР. Изд-во «Недра», 1972.
- Казаринов В. П. Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири. Гостехиздат, 1958.
- Калецкая М. С. Некоторые закономерности развития рельефа севера Европейской части СССР.— В кн.: Структурная и климатическая геоморфология. Изд-во АН СССР, 1966.
- Коржув С. С. Происхождение и возраст рельефа Восточной Сибири и некоторые общие вопросы геоморфологии. Автореферат докторской диссертации. М., 1969.

- Кузин И. Л. Геоморфологические уровни севера Западной Сибири. Тр. ВНИГРИ, вып. 225, Гостоптехиздат, 1963.
- Лавров В. В. Прииртышский железорудный район и его перспективы.— Вестн. АН КазССР, № 1 (142), 1957.
- Лоскутов В. В. Об основных проблемах в изучении поверхностей выравнивания орогенических областей.— В кн.: Новейшие данные по геологии Таджикистана. Душанбе, 1971.
- Малиновский В. Ю. Кайнозой центральной части Казахского щита. Материалы по геологии Центрального Казахстана. т. 7, Изд-во МГУ, 1967.
- Малолетко А. М. Палеогеография Предалтайской части Западной Сибири в мезозое и кайнозое. Изд-во Томского ун-та, Томск, 1972.
- Мещеряков Ю. А. Полигенетические поверхности выравнивания.— В кн. Проблемы поверхностей выравнивания. М. «Наука», 1964.
- Мещеряков Ю. А. Рельеф СССР. Изд-во «Мысль», 1972.
- Михайлов Б. М. К вопросу о роли растительного покрова при латеритном выветривании в горных районах Либерийского щита.— Докл. АН СССР, т. 157, № 4, 1964.
- Наумов А. Д. Структурно-тектонические условия формирования пенепленов и их металлогения.— Геоморфология, № 3, 1971.
- Никонова Р. И. Поверхности выравнивания в рельефе Южного Приморья.— Изд-во «Наука», 1966.
- Петров В. П. Основы учения о древних корях выветривания. Изд-во «Недра», 1967.
- Пиотровский М. В. Проблемы формирования педиментов.— В кн.: Проблемы поверхностей выравнивания. М., «Наука», 1964.
- Раковец О. А., Малюжинец А. Г. Поверхности выравнивания Горного Алтая. Вопросы региональной геологии СССР. Изд-во «Недра», 1971.
- Сваричевская З. А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. Изд-во ЛГУ, 1965.
- Сигов А. П. Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. Изд-во «Недра», 1969.
- Сигов А. П. К вопросу о пенеплене, педиплене и роли коры выветривания при образовании рельефа.— Геоморфология, № 2, 1973.
- Синицын В. М. Древние климаты Евразии. Изд-во ЛГУ, 1967.
- Тимофеев Д. А. О некоторых геоморфологических законах.— Геоморфология, № 2, 1972.
- Фуртес В. В. Геологическая история формирования рельефа южной части Украинского щита в связи с образованием олигоценых марганцевых руд. Канд. дисс. Ростов-на-Дону, 1972.
- Хворостова З. М. Геоморфология бассейна верховьев р. Колымы. «Наука», сиб. отд., Новосибирск, 1970.
- Чемеков Ю. Ф. Морфология, возраст, генезис и условия формирования древних поверхностей денудационного выравнивания на юге Дальнего Востока.— Тр. ВСЕГЕИ, нов. серия, вып. 90, 1963.
- Чедия О. К. Доорогенные выровненные поверхности в горах Средней Азии. Геоморфология, № 3, 1972.
- Шоллей А. Структурная и климатическая геоморфология. Изд-во иностр. лит., 1959.
- Щукин И. С. О «структурной» и «климатической» геоморфологии и критика зарубежных представлений.— Вестн. МГУ, сер. 5, география, № 5, 1969.
- Эльянов М. Д. Палеогеоморфология кристаллического фундамента Украинского щита.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М., «Наука», 1970.
- Davis W. M. Geographical essays. Boston, 1909.

Институт географии
АН СССР

Поступила в редакцию
14.VI.1973

ON THE PROBLEM OF COMPLEX ANALYSIS OF PLANATION SURFACES AND WEATHERING CRUSTS

S. K. GORELOV

Summary

The complex analysis of planation surfaces and crusts of weathering gives evidences for very ancient (Early Cenozoic, Mesozoic) age of topography of many watershed spaces of the USSR. The history of the relief development may be subdivided into at least six large-scale geomorphic cycles which deeply influenced the formation of thick weathering crust at Mesozoic and Cretaceous-Paleogene time. The influence of planation processes on hypogene ore formation is established.