

ОСНОВЫ

В. И. Галтшский

ПАЛЕО-
ГЕОМОРФОЛОГИИ

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
СЕКТОР ГЕОГРАФИИ

В. И. Галицкий

ОСНОВЫ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИИ

КИЕВ
«НАУКОВА ДУМКА»
1980

Основы палеогеоморфологии / Галлицкий В. И.— Киев : Наук. думка, 1979.— 224 с.

В монографии рассмотрены проблемы молодой развивающейся отрасли знаний — палеогеоморфологии. Дано определение палеогеоморфологии как науки и ее предмета; освещены теоретические основы, методы изучения рельефа погребенных поверхностей земной коры и методика составления палеогеоморфологических карт; раскрыто значение палеогеоморфологического анализа при прогнозировании поисков полезных ископаемых осадочного происхождения.

Расчитана на широкий круг геологов, геофизиков, палеогеографов научных и производственных организаций, преподавателей высшей школы и аспирантов.

Ил. 70. Табл. 7. Список лит.: с. 206—218.

Ответственный редактор

М. Ф. ВЕКЛИЧ

Рецензенты

Э. А. СВАРИЧЕВСКАЯ, В. Н. НАГИРНЫЙ

Редакция литературы о Земле

Г $\frac{20801-075}{M221(04)-80}$ 253-80. 1804048086

© Издательство «Наукова думка», 1980

«Велико есть дело достигать во глубину земную разумом, куда рукам и оку достигнуть возбраняет натура; странствовать размышлениями в преисподней, проникать рассуждением сквозь тесные расселины и вечной ночью помраченные вешн и деяния выводить на солнечную ясность...»

М. В. Ломоносов (1763)

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последнее десятилетие ученых, специализирующихся в области геологии, геоморфологии и физической географии, интересуют проблемы, касающиеся рельефа Земли прошлых этапов геоморфогенеза. В связи с этим успешно развивается новая отрасль знаний — палеогеоморфология, научное и народнохозяйственное значение которой отмечено на Всесоюзном палеогеоморфологическом совещании, состоявшемся в г. Уфе в 1966 г. На нем были рассмотрены важнейшие проблемы этой науки, некоторые методы исследования, отмечена необходимость всемерного развития палеогеоморфологии и расширения палеогеоморфологических исследований для решения задач по поискам и прогнозированию поисков месторождений экзогенных полезных ископаемых, что будет благоприятствовать увеличению разведанных запасов минерально-сырьевой базы страны.

Предлагаемая книга посвящена основным принципам, методам и методическим приемам палеогеоморфологии, разработкой которых занимается автор. Для обоснования основных положений палеогеоморфологии использованы не только литературные данные, но и обобщенные и проанализированные материалы, собранные в результате исследований, проводившихся автором на Приднепровской низменной равнине и юго-западных склонах Среднерусской возвышенности.

Автор выражает благодарность Э. А. Сваричевской и В. Н. Нагирному за замечания и указания при подготовке рукописи к печати; М. Ф. Векличу за советы и редактирование книги.

ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЯ КАК НАУКА

Глава 1 ТЕРМИНОЛОГИЯ, УПОТРЕБЛЯЕМАЯ ПРИ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПОГРЕБЕННОГО РЕЛЬЕФА

Рельеф Земли формировался с момента возникновения земной коры на конкретной поверхности, которая на определенном этапе геоморфогенеза была дневной. При благоприятных условиях (в первую очередь прогибания земной коры и седиментации) эта поверхность с формами рельефа, существовавшими на ней, могла быть погребена под молодыми осадками. Так как этапов рельефообразования выделяется несколько, то в толще земной коры, испытавшей длительное прогибание, обнаружена серия погребенных поверхностей.

Наши знания о рельефе, созданном в течение всей истории развития Земли, дают возможность сделать вывод о том, что существует две категории рельефа Земли: видимой поверхности и разновозрастных погребенных поверхностей. Термин «видимый (современный)» рельеф предложил Н. Н. Соколов (1958); термином «видимый (дневной)» рельеф пользуется А. И. Спиридонов (1960), а также некоторые зарубежные исследователи (Chalipe и др., 1974). Однако еще не создана единая классификация форм рельефа разновозрастных (видимой и погребенных) поверхностей земной коры, а среди исследователей нет единства в употреблении терминов, применяемых для их характеристики. В частности, это относится к рельефу погребенных поверхностей земной коры и объясняется тем, что палеогеоморфология как наука находится в стадии формирования, понятия и термины введены в употребление совершенно недавно и требуют, естественно, уточнения их содержания.

Существует еще два параллельных понятия, с помощью которых обозначается рельеф погребенных поверхностей земной коры, — погребенный и ископаемый. Термин «ископаемый» употреблялся раньше широко (ископаемый рельеф, ископаемые формы карста, ископаемые формы криотурбаций и т. д. — Dionpe Jean-Glande, 1967). В последние годы все чаще употребляется термин «погребенный», который следует признать наиболее удачным для обозначения сохранившихся форм древнего рельефа, расположенного на погребенных поверхностях земной коры. Однако

часто в этот термин вкладывается очень неопределенное содержание. Так, Н. П. Кузнецов (1966), описывая «погребенные денудационные поверхности», отмечает, что они деформированы под влиянием тектонических движений. Неопределенность значения термина в данном случае заключается в том, что в нем нет указания на время деформации этих поверхностей (до или после их захоронения). В действительности под «погребенным» рельефом автор понимает рельеф в его современном состоянии, т. е. преобразованном после захоронения.

Различное содержание включается в термин «подземный» рельеф. Бойе и др. (Boye et al., 1968) употребляют термины «подземная топография», «подземный рельеф третичного субстрата». Ю. Ф. Чемяков (1970) в категорию подземного рельефа включает погребенный наземный рельеф, образуемый под земной поверхностью экзогенными (карстовыми и др.) процессами, а также интрузивно-вулканогенный, возникающий в толще Земли. В данном случае воедино соединяются формы рельефа (погребенный, преобразованный карстовыми процессами) и геологические (интрузивно-вулканические) тела, возникшие в недрах земной коры. По М. Ф. Векличу (1966), «подземным рельефом называется совокупность неровностей поверхностей структур, созданная в литосфере. Это рельеф интрузивных тел (батолитов, лакколитов, межпластовых интрузий и т. д.), разрывов со смещением, соляных штоков и пр., возникших не на поверхности Земли, а на некоторой глубине».

Исходя из сущности понятия «рельеф» как образования, возникшего на видимой поверхности Земли, подземный рельеф, являясь структурной поверхностью геологического тела, сформировавшейся в недрах земной коры, никакого отношения к рельефу не имеет.

Часто применяются термины «рельеф кристаллического ложа», «рельеф подошвы девонских отложений» и т. д. Определение рельефа с помощью указанных терминов страдает существенным недостатком, так как не дает указания на время его образования: возник ли он до захоронения той поверхности земной коры, на которой образовался, или после ее захоронения.

В. А. Жуков и А. Э. Константинович (1951) употребляют термины «ископаемый» (ископаемый рельеф каменноугольного фундамента, формы ископаемого рельефа) и «подземный» (подземный рельеф поверхности каменноугольных отложений). Авторы этими терминами обозначают современное состояние рельефа, расположенного на погребенной поверхности земной коры, не указывая, подвергался или не подвергался он преобразованию со времени возникновения и после своего погребения.

Иногда рельеф погребенных поверхностей земной коры, характеризующийся с помощью анализа современной структурной карты, неправильно именуют современным рельефом. Так, Л. И. Бирина (1951) пишет о современном рельефе эрозионного

турнейского материка южного Подмосковья. В данном случае это преобразованный рельеф, претерпевший изменения после своего захоронения.

Отмечается некоторая несогласованность в употреблении термина «погребенный» рельеф. Например, в широком смысле он был применен нами (от чего автор впоследствии отказался.— В. Г.) для обозначения рельефа погребенных поверхностей земной коры, расположенных в настоящее время в ее толще (Галицкий, 1966, 1969). Этот же термин следует употреблять для обозначения только форм древнего рельефа, сохранившихся в толще земной коры со времени своего образования.

Расплывчатым по содержанию является термин «древний», так как он включает длительный отрезок времени формирования рельефа. Он возник для определения форм рельефа на видимой поверхности Земли, созданных в иные (древние) эпохи морфогенеза. В настоящее время термин «древний» может существовать только в сочетании «современный — древний». Время возникновения форм рельефа необходимо определять более конкретно, употребляя такие термины, которые давали бы более точную возрастную характеристику древнего рельефа. Примером могут быть такие термины, как «аккумулятивная равнина позднедевонской эпохи», «холм позднепермской эпохи», «речная долина миоценового возраста» и т. д. Делать это необходимо в связи с тем, что в недрах земной коры существуют формы или элементы рельефа нескольких разновозрастных погребенных поверхностей, расположенных друг над другом.

Неопределенное указание на возраст форм рельефа дают приставки «пра-», как, например, долина пра-Днепра, долина пра-Волги, долина пра-Камы и т. д. Это допустимо только при характеристике форм рельефа, когда отмечаются самые общие его черты и подчеркивается его более древний возраст. Не менее расплывчато употребление приставки «до» (например, додевонский, доюрский, дочетвертичный рельеф и т. д.). Очевидно, для детальной характеристики следует указывать возраст древних форм рельефа любой погребенной поверхности земной коры точнее (например, не допалеогеновая, а позднемеловая речная долина; не дочетвертичная, а позднеплиоценовая аккумулятивная равнина и т. д.).

Среди форм древнего рельефа Земли Л. Б. Рухин (1954, 1962) выделил погребенный в современном виде, погребенный восстановленный и реликтовый; Я. Д. Зеккель (1958) — полностью погребенный, частично погребенный и непогребенный; И. П. Герасимов (1970) — погребенный, экспонированный и восстановленный; В. Д. Торнберн (Thornbury, 1969) — реликтовый, погребенный и откопанный.

Вопросы теории и практики требуют более детального деления форм рельефа Земли, а также разработки единой палеогеоморфологической терминологии. В связи с существованием

серии разновозрастных поверхностей земной коры, располагающихся друг над другом, из которых одна является видимой, а все остальные (более древние) погребены на разной глубине в толще земной коры, следует выделить две основные категории рельефа Земли: 1) рельеф видимой поверхности и 2) рельеф погребенных поверхностей.

На видимой поверхности земной коры могут находиться разновозрастные формы рельефа — от древних до современных. На ней же происходит процесс погребения некоторых форм рельефа. Примером могут быть вторые надпойменные террасы рек южных районов Русской равнины. Эти террасы выражены в рельефе, однако их площадка и уступ покрыты толщей лессовидных суглинков, в связи с чем первичный рельеф, созданный рекой, уже погребен. Подобные формы рельефа следует именовать полупогребенными.

На погребенных поверхностях располагаются только древние формы рельефа, относящиеся, по И. П. Герасимову (1970), к погребенным.

Погребенными являются те древние формы рельефа, которые в связи с благоприятными условиями сохранились в «законсервированном» виде, т. е. такими, какими они были на поверхности Земли определенного древнего этапа рельефообразования в момент ее погребения под осадочной толщей. В зависимости от условий, в которых произошло захоронение, погребенный рельеф может быть разделен на следующие типы: а) покрытый толщей осадочных отложений и покровов лав и туфов; б) погребенный под материковыми льдами; в) возникший в континентальных условиях, затопленный водами морей и крупных озер.

Степень сохранности погребенных форм рельефа может быть различной, поэтому следует выделять полностью сохранившиеся и частично сохранившиеся. Конечно, сохранность надо понимать относительно, так как всякая форма в той или иной степени разрушается. Примером более или менее полной сохранности могут быть древние погребенные рифовые массивы Южного Предуралья, погребенные карстовые формы рельефа на Русской равнине и на Урале, погребенные речные долины Украинской возвышенности и равнин Прибалтики. В большинстве случаев древние формы рельефа были в значительной степени разрушены до своего захоронения и их следует отнести к погребенным частично сохранившимся.

Формы рельефа после захоронения находятся в той или иной степени под влиянием различных процессов (тектонических движений, соляного тектогенеза, давления вышележащих пород и др.). Поэтому они в современную эпоху геоморфогенеза могут не соответствовать тому облику, который был создан во время их формирования на видимой поверхности Земли. Например, некоторые плоские участки погребенных раннека-

менноугольных аллювиальных и озерных равнин на территории Приднепровской низменной равнины были деформированы после захоронения растущими соляными куполами и превращены в локальные возвышенности.

Совокупность процессов, под влиянием которых произошло преобразование рельефа после его захоронения, мы назвали *морфодиагенезом* (Галицкий, 1966), а формы рельефа, подвергавшиеся морфодиагенезу, — погребенными преобразованными.

На некоторых участках погребенных поверхностей земной коры формы рельефа могли быть уничтожены к моменту их погребения. От них сохранились только осадки, слагавшие их (коррелятные отложения), которые в одних случаях остались на месте, в других — были перенесены и отложены на соседних участках. Характеристика подобных несуществующих ныне форм рельефа часто необходима при поисках полезных ископаемых, однако она возможна только при условии их восстановления (реконструкции). Подобные формы древнего рельефа именуется, по Л. Б. Рухину (1954) и И. П. Герасимову (1970), восстановленными, или реконструированными.

Древние формы рельефа могут по тем или иным причинам оставаться на видимой поверхности земной коры. Эти формы являются реликтовыми. Наконец (Рухин, 1954, 1962), древние формы рельефа после погребения могут быть вновь выведены на видимую поверхность земной коры. Подобные формы именуется, по И. П. Герасимову (1970), откопанными, или экспонированными.

Для всех форм рельефа, созданных в течение длительной истории геоморфогенеза и расположенных в настоящее время на видимой поверхности и серии разновозрастных погребенных поверхностей земной коры, мы предлагаем следующую классификацию:



1. Древние и современные.

2. Формы рельефа видимой (дневной) и погребенных поверхностей земной коры.

3. Древние — реликтовые, откопанные, полупогребенные — и современные, располагающиеся на видимой поверхности Земли.

4. Погребенные — сохранившиеся со времени своего образования формы рельефа. В зависимости от степени сохранности они делятся на сохранившиеся полностью и сохранившиеся частично. Погребенные преобразованные формы рельефа, — подвергавшиеся воздействию процессов морфодиагенеза. Реконструированные, или восстановленные — формы рельефа, восстановленные с помощью палеогеоморфологического анализа.

Для характеристики погребенных поверхностей выравнивания мы предлагаем применять следующую терминологию.

Возраст погребенной поверхности выравнивания. Под возрастом погребенной поверхности выравнивания подразумевается время от начала ее формирования до погребения под осадочной толщей. Например, позднедевонская погребенная полигенетическая поверхность выравнивания, датская денудационная поверхность выравнивания (Галицкий, 1970, с. 28). Возраст обозначается индексом (D_3, K_2d).

Поверхность выравнивания погребенная. Термин предложен Ю. А. Мещеряковым (1964, с. 10). Неоднократно употреблялся в литературе (Галицкий, 1970; Думитрашко и др., 1970; и др.). Это древние поверхности, возникшие в конце прошедших этапов геоморфогенеза и погребенные под более молодыми отложениями.

Н. В. Думитрашко, Г. Ф. Лунсгерсгаузен, Ю. А. Мещеряков, А. П. Рождественский (1970) отметили, что погребенную поверхность выравнивания можно установить по стратиграфическому перерыву, угловому несогласию или по коре выветривания в разрезе.

В зависимости от формирования в различные по продолжительности этапы геоморфогенеза погребенные поверхности выравнивания делятся на: 1) первого порядка — сложные по строению, крупные по размерам, сформировавшиеся к концу мегаэтапа; 2) второго порядка — возникшие к концу этапа; 3) третьего порядка — возникшие к концу эпохи; 4) четвертого порядка — закончившие формирование к концу фаз геоморфогенеза (Галицкий, 1970, с. 25).

Поверхность выравнивания погребенная преобразованная. Поверхность выравнивания, претерпевшая изменения после захоронения под влиянием процессов морфодиагенеза (Галицкий, 1974, с. 42).

Поверхность выравнивания погребенная реконструированная (восстановленная). Поверхность выравнивания, восстановленная в том виде, в котором она существовала к моменту погребения, называется реконструированной, или восстановленной.

Поверхность выравнивания смешанного типа. В тех случаях, когда отдельные участки одной и той же поверхности выравни-

вания выражены в видимом рельефе, а другие погребены, следует отнести ее к смешанному типу (Галицкий, 1970, с. 25).

Поверхность выравнивания погребенная, сохранившаяся почти полностью. Погребенная поверхность выравнивания с сохранившимися относительно полно чертами рельефа, которыми она обладала до момента захоронения под позднейшими отложениями.

Поверхность выравнивания, погребенная частично. Термин впервые употреблен Ю. А. Мещеряковым (1964, с. 10). Частичное погребение происходит при изменении условий формирования поверхности выравнивания, вызванных опусканием части территории или разнонаправленным движением отдельных ее частей.

Поверхность выравнивания погребенная, частично сохранившаяся. Погребенная поверхность выравнивания, формы рельефа которой значительно разрушены в процессе захоронения под позднейшими отложениями, продолжавшегося длительное время, возможно, на протяжении нескольких фаз.

Поверхность выравнивания полигенетическая погребенная. Термин предложил Ю. А. Мещеряков (1964, с. 10). Поверхность состоит из двух частей — денудационной и аккумулятивной. Процесс формирования происходил одновременно: возвышенная часть суши разрушалась под влиянием денудационных процессов, а на пониженной части суши аккумуляровались продукты разрушения. При длительном выравнивании на древних платформенных равнинах образовались обширные, сходные по морфологии, одного возраста полигенетические поверхности выравнивания. В качестве примера можно привести поверхности выравнивания на территории Русской равнины, образовавшиеся в конце раннепермской эпохи и существовавшие до погребения в начале юрского периода, в датскую и палеоценовую эпохи, миоценовую и др.

Узлы схождения погребенных поверхностей выравнивания. Термин предложен В. И. Галицким (1970, с. 25). В сторону поднимающейся области происходит схождение погребенных разновозрастных поверхностей выравнивания. Мы предлагаем участки земной коры, в которых сходятся несколько погребенных разновозрастных поверхностей выравнивания, называть узлами схождения. В них могут сходиться как аккумулятивные, так и денудационные участки двух разновозрастных погребенных поверхностей. В поднимающихся областях от узла схождения простирается одна погребенная поверхность выравнивания.

Этажность погребенных поверхностей выравнивания. В осадочном чехле платформенных областей и горных сооружениях наблюдаются располагающиеся друг над другом, разделенные толщей осадков разновозрастные поверхности выравнивания. Эту специфическую особенность расположения погребенных поверхностей мы предлагаем называть *этажностью* (Галицкий,

1969). Так, хорошо выражена этажность погребенных поверхностей выравнивания на Русской равнине. Количество поверхностей в различных морфоструктурах различно, что объясняется преобладанием прогибания или поднятия их на протяжении нескольких этапов геоморфогенеза. Например, в Приднепровской низменной равнине, прогибавшейся длительное время, насчитывается не менее семи поверхностей (раннепалеозойская, позднедевонская, среднекаменноугольно-раннепермская, позднепермско-триасовая, раннемеловая, датская, неогеновая), а на соседней Среднерусской возвышенности, испытавшей воздействие колебательных движений (преимущественно поднятий), их всего три (раннепалеозойская, среднекаменноугольно-триасовая и датская) (Галицкий, 1970, с. 16).

Глава 2

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОГРЕБЕННОГО РЕЛЬЕФА И ФОРМИРОВАНИЯ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗЗРЕНИЯ

Первые отрывочные сведения о рельефе погребенных поверхностей земной коры появились в нашей стране в XIX в. Путешествуя по России в 1840—1841 годах, Р. И. Мурчисон отметил неровности на поверхности каменноугольных известняков. Г. Траутшольд (1882) сообщил о погребенной эрозионной ложбине в г. Москве, образованной на поверхности каменноугольных отложений, подстилающих осадки юрского периода.

Характеристику общих черт древнего рельефа на обширной территории Русской равнины дал А. П. Карпинский (1887), составивший палеогеографические карты.

С. Н. Никитин (1890) обнаружил эрозионные понижения на поверхности каменноугольных отложений в нескольких пунктах Московской области. П. П. Пятницкий (1889) указал на существование линейных ложбин, созданных эрозией на поверхности меловых отложений на территории юго-западных склонов Среднерусской возвышенности. В. Тейссейр (1894) охарактеризовал погребенный рельеф на территории Подолии. А. П. Павлов (1907) описал неровности на поверхности каменноугольных известняков, выполненные осадками юры у с. Мячкова. А. П. Иванов (1911) отметил мульдообразное понижение на поверхности каменноугольных отложений вдоль левобережья долины Москвы, образовавшееся в результате доюрского размыва. Б. М. Данышин (1927) более подробно описал доюрский рельеф части Московской области, указывая на существование на поверхности каменноугольных известняков целой системы эрозионных ложбин, разделенных приподнятыми участками — холмами.

И. М. Губкин (1913) открыл погребенное русло реки в средней части Нефтяно-Ширванского месторождения нефти в Майкопском районе. Анализируя данные бурения, Б. П. Асаткин (1934) обнаружил севернее линии Гдов — Луга (Ленинградская область) выработанную в ордовикских известняках глубокую долину, к которой направляется несколько меньших речных долин. Рельеф поверхности досреднедевонского времени также усложнен карстовыми формами.

Погребенные формы рельефа были описаны на территории зарубежных стран. Ч. Р. Томас (Thomas, 1929) и Д. Бридж (Bridge, 1930) упоминают об эрозионных формах на Канадской платформе.

Однако М. М. Тетяев (1934) высказал мнение, что в «геологических разрезах отсутствует понятие рельефа суши» (с. 44). «В процессе образования слоев в комбинации размывания и накопления рельеф суши со всеми его неровностями, случайностями и т. д. уничтожается и формирование осадочных свит происходит в условиях выровненного рельефа» (с. 93).

В. В. Белоусов (1948), присоединяясь к этому мнению, полагал, что «древний рельеф, относившийся к прежним геологическим периодам, не сохраняется вовсе и в геологическом разрезе не фиксируется» (с. 121). «До отложения последующих слоев он почти всегда оказывается полностью или почти полностью уничтоженным» (с. 122). «Никаких погребенных гор и долин, засыпанных последующими осадками, мы в геологическом разрезе не находим» (с. 121).

В дальнейшем В. В. Белоусов (1954), оставаясь на прежних позициях, отметил, что «древний же рельеф, относящийся к прежним геологическим периодам, в геологических разрезах в общем, как правило, не сохраняется» (с. 183). В то же время он несколько отходит от категоричности этого утверждения и приводит факты, подтверждающие существование погребенного эрозионного рельефа. Правда, здесь же следует оговорка о том, что подобные случаи являются исключением (с. 184). Так, эрозионные формы в Подмосковном бассейне сохранились, по его мнению, только потому, что они формировались в твердых турпейских известняках.

Утверждение М. М. Тетяева и В. В. Белоусова о том, что формирование новых, более молодых осадочных толщ происходит в условиях выровненного рельефа, не что иное, как вольное или невольное признание существования погребенного рельефа, так как выровненный рельеф — это тоже разновидность рельефа Земли.

В. Б. Нейман (1962) считает, что эрозионные формы обычно не переходят в погребенное состояние и поэтому ни в локальном, ни в региональном плане сколько-нибудь значительные экзогенные формы не играют существенной роли в осадочных толщах. В то же время Нейман признает, что наличие отдельных эрозионных форм доказано, и рассматривает палеотектонические критерии их выявления. С. А. Несмеянов (1969), изучая вопрос о реконструкции древнего горного рельефа, категорически утверждает, что рельеф древних геологических эпох полностью уничтожен эрозией.

Однако большинство исследователей признают существование как выровненного, так и расчлененного рельефа погребенных поверхностей земной коры. Так, А. В. Пейве (1945, с. 40—

41), рассматривая образование осадочных толщ в геосинклинальных областях, подчеркивает, что надо учитывать резкое геоморфологическое расчленение, связанное с ранее созданным тектоническим рельефом. Существование рельефа различного генезиса на погребенных поверхностях земной коры отмечает Б. М. Келлер (1948). Ю. А. Косыгин (1952) считает неверным представление о том, что эрозионный рельеф не сохранился в погребенном состоянии, так как в разрезах платформ широко распространены поверхности размыва, на которых неровности достигают многих десятков и сотен метров.

Приведенные примеры показывают, что как первые, так и последующие сведения о рельефе погребенных поверхностей земной коры были получены при изучении платформенных областей Земли. Однако в последние десятилетия исследователи обратили внимание на существование древних, ныне погребенных, форм рельефа в складчатых областях. Сравнительно недавно при изучении складчатых областей стал применяться палеогеоморфологический метод. Так, Ф. Р. Лихт (1975) произвел палеогеоморфологические реконструкции в горной системе Си-хоте-Алния.

Исследования дна мирового океана и морей, проведенные в связи с поисками месторождения нефти и газа, свидетельствуют о наличии погребенных форм рельефа и в этой части Земли. Они обнаружены как на шельфе, так и в глубоководных частях мирового океана.

Погребенные формы, представляющие собой понижения первичного рельефа дна, обнаружены эхолотными измерениями на материковой отмели Охотского и Карского морей, а также в районе Флориды (Зверев, Ковылин, Удинцев, 1961). Погребенные формы в виде поднятий и разделяющих их впадин известны также на материковом склоне и в океанической котловине. О. К. Леонтьев (1968), рассматривая вопрос об аккумуляционном выравнивании рельефа дна морей и океанов, отмечает первичные неровности на всех частях океанического дна. Погребение неровностей дна происходит в результате выпадения осадков из водной среды и сноса с подводных выступов коренного рельефа. Погребение коренного рельефа на холмистых абиссальных равнинах происходит плащеобразно. Поэтому мощность осадков над погребенными впадинами больше, чем на холмах. В пределах океанического дна известны также обширные погребенные выровненные участки.

Погребенные выровненные участки рельефа представляют собой, по Ж. Буркату (1952), денудационные поверхности, затопленные морем и погребенные под морскими отложениями.

Анализ разреза бассейна Северного моря (Нефтегазоносность морей и океанов, 1973) позволяет сделать вывод о наличии древних форм рельефа, расположенных на разновозрастных погребенных поверхностях земной коры: раннепалеозойской,

каменноугольной, раннепермской, триасовой и поздне меловой. Из этого следует, что в бассейне Северного моря древний рельеф формировался в течение нескольких этапов геоморфогенеза.

Отметим, что во всех исследованных районах Мирового океана обнаружен погребенный рельеф коренного ложа дна и в покрывающей его толще.

А. И. Спирidonов (1960) считает, что при трансгрессии моря, если она происходит быстро и в пределах низменной суши, абразия преобразует ее рельеф настолько мало, что могут сохраниться даже небольшие формы. Если же абразия уничтожает многие формы рельефа, то образовавшаяся плоская абразионная равнина также является формой рельефа. А. Л. Яншин и Р. Г. Гарецкий (1960) приводят примеры сохранения эрозионного и карстового рельефа на погребенных поверхностях земной коры различного возраста и делают вывод о широком его распространении. Ю. А. Мещеряков (1963) отметил, что на платформах нередко сохраняются во всех деталях древние формы рельефа, погребенного под толщами более молодых отложений.

За последние 40 лет советские и зарубежные исследователи описали различные погребенные формы рельефа на всех материках земного шара, а также на дне Мирового океана.

В развитии палеогеоморфологии важную роль сыграли исследования и теоретические взгляды основоположника русской геологии А. П. Карпинского, изложенные в «Очерках физико-географических условий Европейской России в минувшие геологические периоды» (1887). На примере обширной территории он показал закономерную смену физико-географических условий, а также установил причины образования крупнейших форм земной поверхности (материковых выступов и океанических впадин) — движения земной коры. Важнейшей задачей А. П. Карпинский считал восстановление не только суши и моря и их пространственного взаимоотношения, но и горных систем, рек, областей вулканической деятельности и других элементов физико-географических условий любого этапа истории развития Земли.

Д. Н. Соболев (1929—1949) посвятил несколько статей характеристике развития рельефа Украины, особенно в неогеновый и четвертичный периоды. Он считал, что к изучению рельефа необходим историко-геоморфологический подход. Важной задачей является составление палеогеоморфологических характеристик восстановленного рельефа погребенных поверхностей земной коры на конкретных этапах рельефообразования, знание которых необходимо при поисках нефти и газа.

Н. И. Дмитриев (1936) полагал, что развитие рельефа Украины началось еще в докембрийскую эру. В развитии рельефа отмечается периодичность, вырисовываются два периода: дочетвертичный и четвертичный. И. П. Герасимов и К. К. Марков (1939) подтвердили необходимость применения исторического

принципа анализа развития рельефа. Л. Б. Рухин (1962), освещая вопросы палеогеографии и методы исследования, большое внимание уделил изучению погребенного рельефа и установлению общих закономерностей его развития. К. К. Марков (1960), излагая теоретические основы развития рельефа Земли, рассматривает этапы его развития. Вопросам палеогеоморфологии посвящены статьи Я. Д. Зеккель (1956, 1958 и др.). И. А. Флоренсов (1964) отметил, что палсорельеф тесно связан с палеоструктурой, а палеогеоморфология подчеркивает связь палеорельефа с палеогеологическим строением земной коры. Однако, как справедливо указывает автор, палсоструктура и палеорельеф — понятия нетождественные.

И. П. Герасимов и Ю. А. Мещеряков (1964) ввели понятие о геоморфологическом этапе развития Земли, охватывающем длительный отрезок времени (значительную часть мезозойской и кайнозойскую эры). Являясь качественно отличным в развитии Земли, геоморфологический этап сопоставим с геологическим и догеологическим этапами. Понятие «геоморфологический этап» ориентирует на изучение более древних событий в истории Земли.

М. Ф. Веклич (1966) уделил внимание теоретическим вопросам палеогеоморфологии, дал характеристику древнего рельефа Украинского щита, этапам его развития в мезокайнозое, описал факторы рельефообразования, закономерности развития древнего рельефа, его изучения, а также отметил роль рельефа в образовании полезных ископаемых.

В. И. Галицкий (1966) рассмотрел основные причины и методы палеогеоморфологии, исследовал ее предмет и задачи, дал определение, отметил теоретическое и практическое значение. Ю. Ф. Чемяков и В. И. Галицкий (1974) охарактеризовали погребенный рельеф платформ, его образование и условия захоронения, а также методы изучения и картографирования этой категории рельефа Земли.

Длительное время древний рельеф изучала палеогеография, развивавшаяся в составе исторической геологии или физической географии. Геологическое направление палеогеографии исследовало природные условия прошлых периодов относительно к объяснению современных физико-географических условий. Это вытекает из определения палеогеографии В. В. Белосусовым, А. А. Богдановым и Н. М. Страховым (1955): «Наука, изучающая географическую обстановку, существовавшую на поверхности Земли в древнейшие геологические эпохи» и Л. Б. Рухиным (1962): наука, занимающаяся «воссозданием физико-географических условий, существовавших в прошлом (разрядка наша.— В. Г.) на поверхности Земли». Географическое направление палеогеографии видело свою задачу в объяснении происхождения современного лика Земли. По К. К. Маркову (1960), «предметом изучения палеогеографии

является история развития современной природы (разрядка наша.— В. Г.) земной поверхности».

Применение новейших методов исследования (глубокое бурение, геофизические и др.) значительно расширило наши знания о рельефе погребенных поверхностей земной коры и истории его формирования. Сведения о нем содержатся в геологических работах. Однако разрозненность этих материалов мешает их использовать как теоретически, так и практически. Поэтому необходимо систематизировать, а в дальнейшем все данные о рельефе погребенных поверхностей земной коры, полученные при помощи палеогеоморфологических исследований, и разработку теоретических вопросов сосредоточить в одной отрасли знаний — палеогеоморфологии.

Термин «палеогеоморфология» начали употреблять в научной литературе сравнительно недавно. Вначале появился термин «палеоморфология», введенный в литературу В. Тейссейром. Его статья, посвященная изучению погребенного рельефа, была названа «Палеоморфология Подолии» (1894). Широкое распространение термин получил после того, как Я. С. Эдельштейн дал его определение в учебнике «Основы геоморфологии» (1938).

Термин «палеогеоморфология» впервые был предложен Д. Н. Соболевым (1938). За рубежом он был употреблен М. Кей (M. Kay) в 1936 г. В 1954 г. В. Д. Торнбери (W. D. Thornbury) в курсе «Принципы геоморфологии» дал определение этого термина.

Среди исследователей долгое время не было единства во взглядах относительно названия отрасли знания, изучающей рельеф погребенных поверхностей земной коры, точного определения объекта изучения и ее положения среди наук. Например, на дискуссии о содержании геоморфологии, состоявшейся в Москве в апреле 1962 г., Е. В. Шанцер предлагал назвать ее исторической геоморфологией, О. К. Леонтьев — исторической геоморфологией, или палеогеоморфологией, Н. И. Николаев и Н. В. Башенина — палеогеоморфологией. В. Г. Бондарчук (1961) предложил термин «историческая геоморфология», М. В. Веклич (1966) и В. И. Галицкий (1966, 1969, 1970) — «палеогеоморфология». На VI пленуме Геоморфологической комиссии при Отделении наук о Земле АН СССР, состоявшемся в январе — феврале 1967 г. в г. Уфе, все выступавшие именовали науку о древнем рельефе палеогеоморфологией.

В последнее время термин «палеогеоморфология» все чаще встречается в научной и учебной геоморфологической, геологической и географической литературе. В справочной литературе этот термин появился впервые в «Энциклопедическом словаре географических терминов» (1968). Наиболее полно палеогеоморфологические термины объяснены в двухтомном «Геологическом словаре» (1973).

Глава 3
**ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ
И ЗАДАЧИ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИИ**

На предмет изучения палеогеоморфологии существует несколько взглядов. Мнение о том, что ее объектом является история развития рельефа поверхности Земли, высказано Ю. П. Барановой и С. Ф. Бискэ (1964) и К. К. Марковым (1967).

Однако такое определение сужает рамки палеогеоморфологии, лишает возможности познать рельеф погребенных поверхностей и закономерность развития древнего рельефа на протяжении всей истории Земли.

Некоторые исследователи считают, что палеогеоморфология должна изучать все формы древнего рельефа независимо от того, погребены они или расположены на видимой (дневной) поверхности земной коры (Зеккель, 1958; Бондарчук, 1961; Веклич, 1961, 1974; Рождественский, Журенко, Зиняхина, 1970; Сваричевская, Селивестров, 1970). В этом случае палеогеоморфология должна заниматься исследованием древних форм рельефа видимой поверхности земной коры, являющихся объектом изучения геоморфологии.

Часть ученых считает объектом изучения палеогеоморфологии рельеф погребенных поверхностей земной коры — сохранившейся (различной степени сохранности), реконструированной и подвергшейся преобразованию под воздействием процессов морфодиагенеза (Эдельштейн, 1947; Мартин, 1960, 1962; Мещеряков, 1963; Рюле, 1968; Сидоренко, 1970; Эпштейн, 1970; Галицкий, 1966, 1970; Грачевский, 1970; и др.). В редакционной статье журнала «Геоморфология» (1970, № 1) подчеркивается, что палеогеоморфология представляет собой учение о древнем рельефе, который сохранился преимущественно в погребенном состоянии. Точка зрения этой группы ученых наиболее рациональна, так как четко определяет объект палеогеоморфологии, направляет на изучение того предмета, который не исследует ни одна наука. Такое понимание предмета изучения палеогеоморфологии важно и в практическом отношении, так как для поисков и прогнозирования поисков многих полезных ископаемых важно всестороннее изучение погребенного рельефа, с которым

связаны месторождения. Следовало бы также принять во внимание и то, что наличие древних форм рельефа видимой поверхности земной коры не бесспорно. Так, С. С. Воскресенский (1958, с. 1) отметил, что «современный рельеф есть результат перестройки древнего рельефа, приведение его в соответствие с новыми тектоническими и физико-географическими условиями». Р. И. Никонова и Г. И. Худяков (1977) считают ошибочным утверждение о том, что в вершинном поясе гор могут быть длительное время законсервированы древние поверхности выравнивания. На примере Дальнего Востока авторы доказывают существование глубокого среза земной коры в горных системах не только палеозойского и мезозойского, но даже и кайнозойского возраста. Древние поверхности выравнивания могут сохраняться лишь в погребенном состоянии под толщей осадков или при бронировании их лавовыми покровами.

Мы считаем необходимым разграничить объекты изучения геоморфологии и палеогеоморфологии: геоморфология изучает рельеф видимой поверхности земной коры независимо от его возраста, палеогеоморфология — рельеф погребенных поверхностей земной коры.

Так как палеогеоморфология имеет свой предмет изучения, отличающийся от объектов других отраслей знаний, а также четко очерченные цели и задачи, это позволяет дать следующее определение.

Палеогеоморфология — естественно-историческая наука о рельефе погребенных поверхностей земной коры, истории и закономерностях его развития и преобразования после захоронения.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИИ

Возрастающее значение палеогеоморфологических исследований при решении теоретических проблем (условий осадконакопления, возраста отложений, тектонического развития земной коры и др.) и народнохозяйственных вопросов (строительство подземных и наземных сооружений, прогнозирование поисков полезных ископаемых и т. д.) требует дальнейшей разработки теоретических основ палеогеоморфологии и методов палеогеоморфологического анализа и синтеза.

Рельеф прошлых этапов геоморфогенеза, будучи составной частью географической оболочки Земли, формировался в результате взаимодействия комплекса внутренних и внешних рельефообразующих процессов в условиях, отличавшихся от современных, менявшихся от этапа к этапу и ныне не существующих. Поэтому важно восстановить генезис, возраст, закономерности поэтапного формирования рельефа, а также изучить преобразо-

вания, подчас очень значительные, которые претерпел он после захоронения под осадочной толщей.

Палеогеоморфологические исследования должны быть направлены на решение таких проблем.

1. Изучение рельефа погребенных поверхностей земной коры платформенных областей Земли. До сих пор палеогеоморфологические исследования проводились преимущественно на обширных территориях древних платформ, точнее, плит. Необходимо также уделить больше внимания изучению рельефа погребенных поверхностей земной коры в пределах щитов и массивов.

Формирование рельефа земной коры надо отнести к началу геологического этапа развития Земли как планеты. Возникновение крупнейших структур земной коры — протогеосинклиналей и платформ, внешних оболочек Земли — первичных океанов и морей, первичной атмосферы — было необходимой предпосылкой для развития морфоструктурных и морфоскульптурных форм рельефа Земли.

Несмотря на то что в пределах древних щитов докембрийские отложения сильно метаморфизированы и дислоцированы, в разрезах довольно хорошо выражены несколько крупных несогласий, возникших в связи с эпохами складкообразования. Это позволяет разделить докембрийскую историю на несколько мегаэтапов. Возникшие формы тектонического рельефа постепенно изменялись под воздействием экзогенных процессов, проявляющихся во время длительных перерывов в осадконакоплении.

2. Изучение рельефа погребенных поверхностей земной коры горных сооружений. Погребенные поверхности земной коры известны как в пределах горных сооружений, находящихся на последней стадии геосинклинального развития, так и горных сооружений, возникших на активизированных участках земной коры. Изучение погребенного рельефа этих областей находится в зачаточном состоянии.

3. Исследование рельефа погребенных поверхностей на дне океанов и морей. В процессе изучения дна Мирового океана и морей зарубежными и советскими учеными на погребенных поверхностях обнаружены различные морфоструктурные и морфоскульптурные формы. Более подробно исследованы участки шельфа в связи с поисками месторождений полезных ископаемых.

4. Прогнозирование преобразований, претерпеваемых рельефом погребенных поверхностей Земли, результаты которого, несомненно, имеют научное значение и должны учитываться в народном хозяйстве, в частности в строительстве и при поисках полезных ископаемых.

Исходя из проблем, которые надо решать палеогеоморфологии, перед ней стоят такие задачи:

1. Выявление общих закономерностей развития рельефа погребенных поверхностей Земли в целом и ее отдельных областей.

Изучение вопросов, связанных с деятельностью рельефообразующих процессов и рельефа, ими созданного, его реконструкцией, восстановлением поэтапного развития рельефа и последующим его преобразованием после захоронения, дают возможность установить общие закономерности развития рельефа.

В решениях VI пленума Геоморфологической комиссии Отделения наук о Земле Академии наук СССР отмечено, что выявление общих закономерностей развития погребенного рельефа в нефтегазоносных областях должно идти по пути изучения перерывов и несогласий в осадочных толщах.

Очевидно, это не единственный путь выявления закономерностей. Рельеф формировался не только в перерывы осадконакопления. Этот процесс происходил непрерывно, изменялись только условия, в которых он протекал. Если во время перерывов в континентальных условиях возникают такие формы рельефа, как речные долины, террасы, дельты и т. д., то в субаквальных условиях формируются рифовые массивы, пересыпи, косы, бары, с которыми связаны залежи нефти и газа. Наконец, независимо от перерывов в осадконакоплении образуются локальные морфоструктуры, к которым, например, на территориях Приднепровской и Прикаспийской низменностей, приурочены нефтегазоносные месторождения.

Проведенные нами палеогеоморфологические исследования позволили установить общие закономерности развития рельефа территории Приднепровской низменности, а также локальных морфоструктур (Галицкий, 1965, 1967), которые согласуются в общих чертах с закономерностями развития морфоструктуры первого порядка — Приднепровской низменной равнины.

2. Разработка методов исследования рельефа погребенных поверхностей земной коры.

Задачи палеогеоморфологов состоят не только в широком применении и дальнейшем совершенствовании существующих методов, но и в разработке новых, позволяющих использовать фактический материал для полноценного изучения рельефа погребенных поверхностей земной коры в целом, отдельных его форм и типов, а также для восстановления с предельно возможной точностью истории развития рельефа и деления его на этапы рельефообразования. Разработка методов необходима и в связи с тем, что палеогеоморфологические исследования начинают играть все большую роль при решении практических задач, в частности, при прогнозе поисков месторождений многих полезных ископаемых.

3. Составление палеогеоморфологических карт и атласов.

а) Разработка теоретических основ картографирования релье-

ефа погребенных поверхностей земной коры на основе комплексного использования данных геофизических исследований и бурения; б) выработка требований, предъявляемых к содержанию карт, разработка легенд карт разных масштабов, учитывающих степень сохранности и преобразования отдельных форм рельефа; в) составление карт рельефа погребенных поверхностей земной коры для определения этапов, эпох и фаз рельефообразования. Необходимо создать атлас палеогеоморфологических карт СССР и отдельных регионов, в первую очередь перспективных, на поиски полезных ископаемых, подземных вод и пр.

4. Упорядочение палеогеоморфологической терминологии.

Расширение палеогеоморфологических исследований и разработка ее теоретических основ вызвали, вполне естественно, создание новых терминов. В то же время отмечается неоднозначное, а подчас и неправильное применение терминов, что тормозит развитие науки.

5. Изучение условий рельефообразования, в частности эндо- и экзогенных рельефообразующих процессов, характера их взаимодействия в целом и роли каждого отдельного процесса в формировании древнего рельефа.

В прошедшие этапы развития рельефа, как и на современном, действовали сходные внешние и внутренние рельефообразующие процессы и, очевидно, механизм их проявления был таким же. Однако внутренние и внешние условия изменялись в качественном и количественном отношении, а вместе с ними и рельефообразующие процессы, их интенсивность, характер взаимодействия и т. д. Все это было приурочено как к определенной территории, так и к определенному отрезку времени истории развития земной коры. Поэтому для более конкретной характеристики рельефообразующих процессов необходимо их изучать поэтапно. Знание процессов позволяет воссоздать условия формирования рельефа, установить его генезис, что важно и для теоретических выводов и практической деятельности.

6. Создание классификации рельефа (отдельных форм и комплексов) погребенных поверхностей земной коры.

7. Восстановление истории развития рельефа погребенных поверхностей земной коры прошедших этапов рельефообразования.

Это дает возможность восстановить конкретные особенности развития как морфоструктурных, так и морфоскульптурных элементов рельефа, установить этапы геоморфогенеза; изучить историю развития отдельных форм и рельефа в целом и на каждом этапе.

8. Реконструирование геоморфологического облика погребенных поверхностей земной коры на каждом этапе геоморфогенеза, путей формирования и последующего преобразования после захоронения; установление генезиса и возраста форм рельефа.

Восстановив первоначальный рельеф и зная современное его состояние после погребения, можно решить вопросы, касающиеся развития рельефа земной коры в целом и отдельных его форм разного генезиса. Восстановление первоначального облика рельефа и его возраста важно также потому, что с ним связано возникновение месторождений многих полезных ископаемых.

РАЗДЕЛЫ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИИ

В соответствии с разнообразием задач и необходимостью оперировать обширным материалом, характеризующим рельеф погребенных поверхностей земной коры, в палеогеоморфологии следует выделить следующие разделы:

1. Общую палеогеоморфологию, рассматривающую общие вопросы науки: теоретические основы палеогеоморфологии, рельефообразующие процессы, характер их взаимодействия и роль в создании рельефа на суше (в пределах платформ и складчатых областей) и дне морей и океанов в древние этапы рельефообразования; закономерности развития и пространственного размещения рельефа, его генезис, возраст, морфологию, историю развития и последующего преобразования (морфодиагенеза) после захоронения.

В общей палеогеоморфологии характеризуются методы палеогеоморфологического анализа, разрабатываются новые методы и методика их применения в конкретной обстановке, в том числе вопросы картографирования рельефа погребенных поверхностей земной коры и принципы построения палеогеоморфологических карт и легенд.

2. Региональную палеогеоморфологию, изучающую генезис, возраст, морфологические черты и историю развития рельефа погребенных поверхностей отдельных (конкретных) областей Земли в пределах суши и дна мирового океана на определенных этапах рельефообразования, а также вопросы палеогеоморфологического районирования.

3. Прикладную палеогеоморфологию, включающую проблемы практического использования рельефа погребенных поверхностей земной коры в хозяйственной деятельности человека (в частности, для разведки и прогнозирования поисков месторождений полезных ископаемых, проведения инженерных исследований при строительстве и пр.).

ПОЛОЖЕНИЕ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИИ СРЕДИ НАУК О ЗЕМЛЕ И СВЯЗЬ ЕЕ С ДРУГИМИ ОТРАСЛЯМИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Вопрос о самостоятельности палеогеоморфологии как научной дисциплины не нашел еще однозначного решения: одни ученые считают ее частью или ветвью других наук — геологии, палеогеографии, геоморфологии (Бирина, 1960; Шанцер, Николаев, Леонтьев, 1963; Марков, 1967; Башенина, 1967; Сидоренко, 1970; Чемеков, 1970, 1974), другие — высказываются за ее самостоятельность (Зеккель, 1958; Галицкий, 1966, 1970; Рождественский, Журенко, Зиняхина, 1970). В предисловии к книге «Проблемы палеогеоморфологии» (1970) редакционная коллегия во главе с И. П. Герасимовым отметила «правомерность выделения палеогеоморфологии в качестве самостоятельной науки среди комплекса наук о Земле» (с. 5). Собственно говоря, даже те исследователи, которые считают палеогеоморфологию частью других наук, тем самым признают ее определенную автономию.

Мы хотим отметить, что науки, как указывает академик С. В. Калесник (1962), отличаются друг от друга объектами (предметами) исследования; наука тогда самостоятельна, когда она изучает то, чего не изучают другие. Следовательно, как уже отмечалось ранее, наличие собственного объекта исследования (рельефа погребенных поверхностей земной коры) — достаточное условие для выделения палеогеоморфологии в самостоятельную отрасль знания, перед которой тем более стоят строго очерченные цели и задачи.

Первым важным шагом на пути научно-организационного оформления палеогеоморфологии как науки явился VI пленум Геоморфологической комиссии при Отделении наук о Земле Академии наук СССР, посвященный проблемам и методам палеогеоморфологии. Гарантией жизнеспособности палеогеоморфологии, как справедливо отметил Я. Д. Зеккель (1958), служит то, что она обладает очень важным качеством — рождением в значительной степени из практики. Говоря о ее будущем, А. В. Сидоренко (1970) подчеркнул, что палеогеоморфология будет развиваться как наука, не только реставрирующая погребенный рельеф, но и познающая закономерности его развития в минувшие геологические эпохи, что очень важно в научном и практическом отношении.

Палеогеоморфология — отрасль знаний, принадлежащая к геолого-географическому циклу наук. По своему существу она — наука палеогеографическая подобно тому, как геоморфология — часть физической географии. Палеогеоморфология прочно связана с геоморфологией, так как изучение рельефа погребенных поверхностей земной коры основывается на знании характерных черт и закономерностей развития рельефа видимой ее поверхности. При палеогеоморфологических исследо-

ваниях используются геоморфологические методы. Палеогеоморфология тесно связана с геофизикой, исторической геологией, учением о фациях, тектоникой, палеоклиматологией и другими отраслями знаний, изучающими физико-географические условия прошедших этапов развития Земли. Указанные отрасли знания дают фактический материал для палеогеоморфологического анализа.

Однако связь палеогеоморфологии с другими науками не односторонняя, не пассивная. Используя фактические данные, а также методы исследования, заимствованные из других наук, палеогеоморфология в то же время представляет материал о рельефе погребенных поверхностей земной коры, истории и закономерностях его развития, который может быть использован исторической геологией, геоморфологией, гидрологией и другими естественными науками.

Глава 4.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИИ

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ДРЕВНЕГО РЕЛЬЕФА ЗЕМЛИ

Изучение длительной истории развития рельефа Земли позволяет вскрыть общие закономерности, лежащие в основе формирования геоморфологического лика Земли. Проблема установления общих закономерностей развития древнего рельефа очень актуальна, однако она разработана и освещена в литературе еще довольно слабо.

К. К. Марков (1955, 1960), анализируя физико-географические условия четвертичного периода, полагает, что для них (в том числе и для рельефа) характерны повсеместность, направленность, ритмичность и местная индивидуальность. С. В. Калесник (1967) отмечает законы, присущие ландшафтной оболочке Земли: географической зональности, целостности ландшафтной оболочки, круговорота веществ и энергии, ритмики явлений и процессов непрерывности развития.

М. Ф. Веклич (1966) считает, что главными закономерностями развития древнего рельефа являются: 1) направленность, 2) ритмичность, 3) дифференцированность (местные особенности.— В. Г.), 4) унаследованность, 5) преобразование и погрешение. И. Н. Сафронов (1967) подчеркивает, что развитие рельефа Северного Кавказа и Предкавказья подчинено таким закономерностям, как общая направленность, унаследованность, ритмичность.

Проведенный нами палеогеоморфологический анализ территории Приднепровской низменной равнины и Среднерусской возвышенности, а также использованные материалы по другим областям СССР и зарубежных стран дают возможность сделать некоторые выводы об особенностях развития рельефа — неотъемлемой части поверхности земной коры в течение всей истории геоморфогенеза — и высказать соображения об общих закономерностях этого процесса.

На протяжении всей истории формирования рельефа, со времени образования земной коры и до наших дней, геоморфогенез был подчинен определенным законам развития, являющимся одновременно законами развития Земли как единой материаль-

ной системы. Основными закономерностями развития древнего рельефа Земли являются: 1) направленность и необратимость, 2) непрерывно-прерывистый характер геоморфогенеза, 3) повсеместность, 4) периодичность, 5) унаследованность и новообразование, 6) местная индивидуальность (Галицкий, 1965, 1969).

Направленность и необратимость развития. Изучение древнего рельефа дает возможность проследить особенности его формирования в течение всей длительной истории развития Земли. На примере отдельных областей видны глубокие изменения в рельефе поверхности земной коры. Это отпосится к генетической и возрастной характеристикам, морфологическим особенностям, высотному положению и т. д. Так, на определенном этапе развития на том или ином участке земной коры возникали высокие, интенсивно расчлененные складчатые горы, отдельные участки превращались в равнины различного генезиса, возникали складчато-глыбовые горы, изменялись высотные характеристики подводного и континентального рельефа земной коры и т. д.

Все это свидетельствует о большом разнообразии направленных изменений в развитии рельефа поверхности земной коры. В то же время эти изменения необратимы. Следовательно, развитие рельефа земной коры — процесс поступательный, направленный и поэтому необратимый.

Направленность развития рельефа — следствие направленного в целом развития той среды, в которой он формируется, конкретно — земной коры и физико-географических условий, а также эндогенных и экзогенных рельефообразующих процессов.

Анализ истории формирования рельефа погребенных поверхностей коры на территории Приднепровской низменной равнины подтверждает направленность и необратимость его развития, что, например, хорошо прослеживается при сравнительной характеристике рельефа позднекаменноугольно-раннепермского и датского этапов геоморфогенеза. При общих чертах сходства рельеф равнины первого этапа был более расчлененным, а отдельные морфоструктуры достигали значительной высоты и были четко выражены, чего не наблюдается при переходе к платформенным условиям развития рельефа во втором этапе. Рельеф видимой поверхности равнины — еще одно доказательство направленного развития: в нем не выражены крупные валлообразные возвышенности, характерные для древних этапов геоморфогенеза этой территории, но зато довольно много увалов и изометрических холмов, созданных соляным тектогенезом. Благодаря направленному развитию как территории равнины, так и сопредельных областей она (низменность) на всех этапах рельефообразования занимала наиболее низкий гипсометрический уровень и в рельефе была выражена преимущест-

венно аккумулятивной низменностью, значительно реже отдельные ее участки представляли собой средневысотную денудационную равнину.

Направленное и необратимое развитие территории Приднепровской низменной равнины, выразившееся в преимущественном ее прогибании, привело к возникновению характерной черты древнего рельефа — этажности. Крупные морфоструктуры (синеклиза — низменность), возникшие в разное время и, следовательно, имеющие различный возраст (древнепалеозойский, позднепалеозойский, мезозойский, кайнозойский), накладывались одна на другую, в результате чего образовалась сложная многоэтажная морфоструктура, состоящая из погребенных и видимой поверхностей земной коры. Изменение направления тектонических движений в течение длительного времени благоприятствовало возникновению нескольких расположенных друг над другом разновозрастных погребенных поверхностей земной коры. Примером областей, где хорошо выражена этажность, являются крупные морфоструктуры первого порядка Восточно-Европейской платформы-равнины, испытавшие длительное прогибание. Это преимущественно впадины — низменности (например, Прикаспийская, Причерноморская, Приднепровская и др.). Однако этажность рельефа свойственна и антеклизам — возвышенностям (например, Воронежской антеклизе — Среднерусская возвышенность) в результате периодического воздействия на них колебательных движений земной коры, а также колебаний базиса — уровня Мирового океана.

Количество этажей рельефа — величина непостоянная. Это производная времени образования морфоструктуры и комплекса взаимодействующих рельефообразующих процессов: поднятия и денудации, влекущих за собой уничтожение отложений и, следовательно, приводящих к уменьшению этажности рельефа; прогибания и седиментации, благоприятствующих увеличению этажности. Примером могут быть расположенные рядом области Приднепровской низменной равнины и Среднерусской возвышенности (рис. 1). В первой наблюдается не менее семи хорошо выраженных погребенных поверхностей с сохранившимися на них формами рельефа и коррелятными ему отложениями. Несколько меньше их на территории Среднерусской возвышенности.

Непрерывно-прерывистый характер геоморфогенеза. Многочисленные факты, собранные при анализе истории развития рельефа в целом и отдельных ее отрезков — мегаэтапов, этапов, эпох и фаз, — свидетельствуют о том, что процесс геоморфогенеза, проявляющийся со времени возникновения Земли, находит выражение в развитии конкретных форм рельефа, возникших в результате взаимодействия различных эндогенных и экзогенных рельефообразующих процессов.

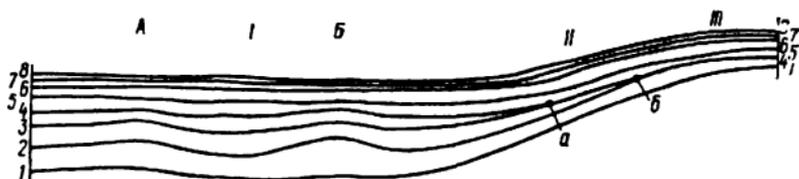


Рис. 1. Схема этажности погребенного рельефа на территории Приднепровской низменной равнины и Среднерусской возвышенности (составил В. П. Галицкий, 1975).

Погребенные поверхности выравнивания: 1 — раннепалеозойская; 2 — позднедевонская; 3 — среднекаменноугольно-раннепермская; 4 — позднепермско-триасовая; 5 — раннемеловая; 6 — датская; 7 — неогеновая; 8 — современная поверхность. Области: I — наибольшего количества погребенных поверхностей в пределах низменности; II — сложения погребенных поверхностей; III — наименьшего количества погребенных поверхностей на возвышенности. Поднятия: А — Ивангородское; Б — Березняжское; а, б — узлы схождения погребенных поверхностей.

Комплекс взаимодействующих рельефообразующих процессов не был постоянным как во времени, так и в пространстве. На каждом этапе в рельефообразовании включались новые процессы, а активность некоторых, ранее действовавших, резко снижалась, или их деятельность прекращалась совсем. Наконец, менялся характер взаимодействия процессов. Все это приводило к качественным и количественным изменениям рельефа, создавались новые его черты, а ранее существовавшие полностью или частично уничтожались.

Изучение рельефа начиная с древнейших эпох формирования поверхности земной коры позволяет понять особенности его развития, дает возможность выделить этапы рельефообразования, установить комплекс их взаимодействия на каждом этапе, дать характеристику конкретных форм погребенного и восстановленного рельефа, установить общие закономерности его развития, а также роль в формировании месторождений разнообразных полезных ископаемых.

Процесс геоморфогенеза происходил непрерывно, но в то же время от этапа к этапу изменялись условия развития рельефа. Однако сам процесс не прекращался, а только изменялись формы его проявления, что приводило к возникновению новых черт рельефа. В непрерывном течении геоморфогенеза наблюдаются изменения интенсивности как процесса в целом, так и частных процессов, что проявляется в замедленном или ускоренном формировании рельефа и его отдельных черт. Это заметно как на обширных территориях, испытывающих движение противоположных знаков, так и на небольших формах рельефа. Так, в развитии локальных морфоструктур на территории Приднепровской низменной равнины наблюдались периоды интенсивного развития, чередующиеся с периодами замедленного развития или даже относительного спокойствия (Галицкий, 1966). Следовательно, одной из черт геоморфогенеза является непрерывно-прерывистый его характер.

Периодичность (этапность) развития рельефа. Периодичность развития рельефа земной коры — неотъемлемая особенность развития Земли, проявление которой неразрывно связано с закономерным периодическим развитием взаимодействующих внутренних и внешних процессов. В свою очередь, периодичность развития указанных процессов, одновременно представляющих собой и процессы рельефообразования, — одна из общих закономерностей развития Земли как единой материальной системы. И. В. Круть (1971) также считает, что в основу изучения периодичности процессов в природе следует положить представление о времени как атрибутивном свойстве естественных тел. Это является конкретизацией положения диалектического материализма о времени как всеобщей форме существования материи. В. Б. Нейман (1971) полагает, что ритмичность развития природных объектов отражает дискретную природу пространства — времени как физической категории.

Рассматривая вопрос о периодичности проявления различных процессов, формирующих рельеф Земли, необходимо сразу же подчеркнуть то положение, что ни о каком замкнутом, однообразном повторении этапов развития рельефа речи быть не может. Многочисленными фактическими данными доказано, что развитие Земли — процесс поступательный, на фоне которого наблюдается определенная периодичность. А так как развитие земной коры представляет собой процесс направленный, который, в частности, заключается в постепенном расширении площади платформ при одновременном сокращении геосинклинальных областей, то это обуславливает количественные и качественные изменения в условиях формирования рельефа и особенностях проявления рельефообразующих процессов на каждом последующем этапе рельефообразования. Изменения эти связаны с развитием конкретных геосинклинальных и платформенных областей земной коры. Поступательный, направленный процесс развития отмечен также для компонентов физико-географической среды.

Поэтому развитие рельефа происходит все время в новых, все изменяющихся и усложняющихся условиях, что влечет за собой возникновение неповторимого, присущего только конкретному этапу геоморфогенеза геоморфологического облика поверхности Земли в целом и отдельных ее регионов. Завершенность развития рельефа на определенном этапе является только одним из звеньев истории непрерывно-прерывистого развития рельефа земной коры.

Периодичность развития — не повторение или возвращение рельефа к прошлому виду или состоянию, а чередование во времени количественно близких, но качественно отличных, не тождественных обстановок, процессов и созданных ими форм рельефа. Каждый последующий этап ведет к изменению условий

формирования рельефа во времени и пространстве, к усложнению этих условий и создаваемого в это время геоморфологического облика Земли.

Исследователи считают, что наблюдаемая периодичность обуславливает разделение истории развития рельефа Земли на определенные отрезки времени, в течение которых происходит направленное развитие. Для этих отрезков времени предлагаются различные названия (этапы, ритмы, циклы, морфоциклы и т. д.). Однако, если взглянуть в сущность этих понятий, следует согласиться с В. А. Зубаковым (1971), который считает, что термины «периодичность», «цикличность» и «ритмичность» не должны толковаться по-разному, так как они выражают закономерное повторение событий в процессе развития.

Разделение истории геоморфогенеза на этапы должно осуществляться в соответствии с общими закономерностями развития рельефа Земли, в частности с учетом поступательного (направленного) и непрерывно-прерывистого его развития. Исходя из этого разделение истории формирования рельефа должно быть основано на том положении, что развитие рельефа каждый раз происходит в иных, не только изменяющихся, но и усложняющихся условиях, характеризующихся сочетанием определенного комплекса взаимодействующих рельефообразующих процессов.

Как внутренние, так и внешние рельефообразующие процессы, а тем более их разнообразные комбинации в процессе взаимодействия играли неодинаковую роль в формировании рельефа. Поэтому при выделении этапов и установлении их рубежей следует учитывать рельефообразующую роль процессов и созданные ими формы и типы древнего, ныне погребенного, рельефа. Так, тектонические общепланетарные процессы создавали общий структурно-морфологический облик крупных ее участков — морфоструктур первого порядка. За этот же отрезок времени происходили изменения в климате, гидрологии и гидрографии, а также органической жизни Земли. Свообразными путями шло формирование рельефа в результате взаимодействия и внешних рельефообразующих процессов (например, сочетание прогибания земной коры, абразионной и аккумулятивной деятельности моря; поднятия земной коры и денудации и т. д.). Определенное место в рельефообразовании занимает деятельность экзогенных процессов, например ледников, временных потоков, рек и т. д. Они создавали морфоструктуры, которые, располагаясь в морфоструктурах первого порядка, усложняли облик Земли.

В зависимости от той роли, которую играли отдельные рельефообразующие процессы или их комплексы в формировании общего облика древнего рельефа Земли и его деталей, а также созданных ими структурных и скульптурных форм, следует

историю развития рельефа разделить на этапы разного порядка.

Этап в широком понимании отражает общий ход поступательного (направленного) и непрерывно-прерывистого развития рельефа поверхности земной коры, одновременно являясь только его определенной стадией. Он обладает своими специфическими неповторимыми чертами, проявляющимися как в комплексе рельефообразующих процессов, так и в возникающих в это время формах рельефа. В то же время этапы могут быть сходны по способу проявления тех или иных рельефообразующих процессов, а также по созданным ими формам и типам рельефа.

Периодичность развития древнего рельефа только в общих чертах совпадала с периодичностью проявления создающих его процессов. Поэтому она не является точной копией периодичности проявления какого-либо одного или даже целого комплекса рельефообразующих процессов. Наблюдается некоторая «консервативность» в формировании древнего рельефа. Так, под влиянием внешних сил, господствовавших в течение определенного этапа рельефообразования, рельеф мог продолжаться формироваться еще некоторое время даже тогда, когда начинают проявляться тектонические движения следующего этапа, но пока еще не вызвавшие коренных изменений в условиях развития рельефа. Одним из примеров, подтверждающих высказанное положение, может быть развитие рельефа Русской равнины в раннеюрскую эпоху. В тектоническом развитии Земли эта эпоха является началом нового (мезокайнозойского) этапа, однако в формировании рельефа это была завершающая эпоха предыдущего этапа геоморфогенеза (эпоха выравнивания). Поэтому мы относим раннюю юру не к мезокайнозойскому, а к позднепалеозойскому мегаэтапу рельефообразования.

Выделяя этапы геоморфогенеза, следует обратить внимание на то, что понятия «этап», «эпоха», «фаза» часто употребляются как термины свободного пользования и не определяют точно очерченный отрезок времени развития рельефа. Например, термином «этап» обозначают как крупный отрезок времени, в течение которого сформирована морфоструктура первого порядка (например, Прикаспийская впадина — низменная равнина, Воронежская антеклиза — Среднерусская возвышенность и др.), так и такой небольшой отрезок времени, в течение которого наступает или отступает ледник. Поэтому каждый из этих терминов («этап», «эпоха», «фаза») должен соответствовать определенному по продолжительности отрезку истории.

В связи с изложенным историю формирования рельефа Земли можно представить в виде следующего ряда подчиненных этапов: мегаэтап — этап — эпоха — фаза.

Мегаэтапы геоморфогенеза. При выделении в истории рельефа Земли мегаэтапов необходимо учитывать дея-

тельность эндогенных процессов рельефообразования, охватывающих обширные территории земной коры. Эти процессы, протекая непрерывно-прерывисто, в течение длительного периода времени создают общие крупные тектонико-геоморфологические черты рельефа земной поверхности (главные черты рельефа крупных морфоструктурных элементов Земли). Мегаэтапы рельефообразования в общем сопоставимы с геотектоническими этапами, продолжительность которых составляет от 175—180 до 200—225 млн. лет, по В. В. Белоусову (1954), и 180—241 млн. лет, по Н. Ф. Балуховскому (1966). Создаваемые в течение мегаэтапа крупные морфоструктуры являются остовом, на котором формируются морфоструктуры более низких порядков. Таким образом, длительный отрезок истории геоморфогенеза, в течение которого эндогенные рельефообразующие процессы создают крупнейшие морфотектонические черты земной коры, следует называть мегаэтапом.

Для наиболее известной части истории развития Земли выделяются четыре мегаэтапа геоморфогенеза, которые можно назвать байкальским (поздний протерозой — начало кембрийского периода), каледонским (ранний палеозой), герцинским (поздний палеозой) и альпийским (мезокайнозой). Предложенные названия мегаэтапов рельефообразования наиболее подходящие, но их не следует отождествлять с геотектоническими этапами. Выделяемые нами мегаэтапы совпадают с мегаэтапами З. А. Сваричевской и Ю. П. Селиверстова (1966), палеогеоморфологическими эрами М. Ф. Веклича (1966) и мегащитами Ю. Ф. Чемекова (1963, 1971). Геоморфологический этап, выделенный И. П. Герасимовым и Ю. А. Мешеряковым (1964, 1967), соответствует альпийскому мегаэтапу.

Этапы рельефообразования. Мегаэтапы делятся на меньшие отрезки времени — этапы рельефообразования, характеризующиеся определенными условиями развития рельефа (тектоническими и физико-географическими) и обусловленным ими определенным комплексом взаимодействующих эндогенных и экзогенных рельефообразующих процессов, характером их проявления и созданным ими рельефом земной коры.

В течение этапа происходит направленное, ритмичное развитие рельефа, являющееся выражением накопленных качественных и количественных особенностей и ведущих к приобретению поверхностью земной коры определенного, более или менее законченного геоморфологического облика. За это время усложняются морфоструктурные черты крупнейших форм рельефа в связи с проявлением различных типов тектонических движений, а также возникают крупные морфоскульптурные его особенности.

Так как мегаэтап включает несколько этапов, то в каждом последующем из них происходит некоторое усложнение черт рельефа. Рельеф последнего этапа рельефообразования каждо-

го мегаэтапа является в общих чертах завершающим выражением развития рельефа за этот длительный промежуток времени в крупнейших морфотектонических областях.

Следовательно, отрезок времени, в течение которого создаются важнейшие морфоструктурные и морфоскульптурные черты рельефа крупнейших морфотектонических областей Земли, называется этапом рельефообразования. Продолжительность этапов составляет в среднем 25—50 млн. лет.

В альпийском мегаэтапе развития рельефа Земли З. А. Сварчевская и Ю. П. Селиверстов (1970) выделили пять этапов продолжительностью 30—50 млн. лет. В герцинском мегаэтапе геоморфогенеза территории Приднепровской низменной равнины выделены (Галицкий, 1963) четыре, а в альпийском мегаэтапе — пять этапов. Продолжительность большинства этапов составляет 25—40 млн. лет. Ю. А. Мещеряков (1965) выделил в геоморфологическом развитии Русской равнины пять мезокайнозойских этапов, из которых первые три продолжались от 10 до 55 млн. лет.

Эпохи рельефообразования. В течение этапа рельефообразования наблюдаются изменения в сочетании внутренних и внешних рельефообразующих процессов, в связи с чем он может быть разделен на эпохи. Каждая из них характеризуется господством колебательных движений одного знака и деятельностью более или менее однородной группы экзогенных процессов. По этим признакам выделяются две эпохи — талассократическая и геократическая.

Первая эпоха характеризуется сочетанием тектонического погружения, способствующего трансгрессии морей и расширению их площади, абразией и аккумуляцией в разнообразных вариантах, в связи с чем формирование рельефа происходит преимущественно в подводных условиях. В конце эпохи создаются крупные подводные аккумулятивные равнины. Во вторую эпоху господствующее тектоническое поднятие комбинируется с различными денудационными и аккумулятивными процессами, проявляющимися в континентальных условиях и создающими соответствующие формы рельефа. Так, в поздне меловом этапе развития Приднепровской низменной равнины хорошо вырисовывается талассократическая эпоха, включающая периоды от сеномана до маастрихта, и геократическая эпоха, начавшаяся с конца маастрихта и продолжавшаяся до начала палеоцена.

В конце эпохи деятельность тектонических процессов ослабевает, преобладают денудационные процессы, уничтожившие многие морфоструктурные черты рельефа и создавшие денудационные равнины. Так как процесс денудации происходит неравномерно, то в геократической эпохе на пониженных участках поверхности сохраняются участки морского или континентального осадконакопления. «Поверхности размыва, формиро-

вавшиеся в различные этапы истории Русской равнины, как и поверхности выравнивания, являются по существу полигенетическими, денудационно-аккумулятивными. Различия между поверхностями выравнивания, формировавшимися в периоды трансгрессий, и поверхностями размыва, сопоставляемыми с периодами регрессий, заключаются лишь в том, что в составе первых (в масштабе всей платформы) преобладают аккумулятивные равнины, в составе вторых — денудационные» (Мещеряков, 1965, с. 141).

Фазы рельефообразования. Эпоху можно разделить на несколько фаз, положив в основу изменение ведущего (одного или нескольких) внешнего рельефообразующего процесса, проявляющегося на фоне определенных тектонических движений. Исходя из этой предпосылки в последней незавершенной четвертичной эпохе (миоцен — плиоцен — четвертичный этап) выделяется несколько фаз: доледниковая, ледниковая и послеледниковая (неоконченная фаза). В каждой фазе образуются морфоскульптуры, осложняющие более крупные формы рельефа различного происхождения.

А. А. Асеев, Н. С. Благоволин, А. Г. Доскач, Л. Р. Серебряный (1972) выделили в четвертичном периоде три фазы развития рельефа Русской равнины — раннечетвертичную, раннесреднечетвертичную и позднечетвертичную. Продолжительность каждой фазы 100—700 тыс. лет.

Предположительно продолжительность фаз составляет от 0,4 до 0,7 млн. лет.

Следовательно, в истории развития рельефа земной коры вырисовываются крупнейшие отрезки времени — мегаэтапы продолжительностью 180—220 млн. лет. Мегаэтап делится на этапы продолжительностью 25—50 млн. лет. Затем следуют эпохи и фазы (продолжительность последних 0,4—0,7 млн. лет.).

Рассматривая вопрос о периодичности развития древнего рельефа, следует отметить, что эта закономерность оказывала влияние на другие элементы географической среды, обуславливая периодичность их развития в одних случаях или усиливая ее проявление в других.

Наглядное представление об истории развития древнего рельефа, особенностях изменения условий формирования и крупных его чертах, созданных в каждом этапе геоморфогенеза, дает предложенная нами палеогеоморфологическая кривая (Галицкий, 1966). Кривая строится следующим образом: сначала проводится горизонтальная линия, которая условно принимается за нулевую (уровень моря); в нижней части графика находятся шкала абсолютного летоисчисления в миллионах лет и этапы геоморфогенеза, выделяемые в истории развития рельефа исследуемой области Земли; границы этапов мысленно проектируются на нулевую линию, которая таким образом делится на отрезки, пропорциональные продолжительности каждого этапа

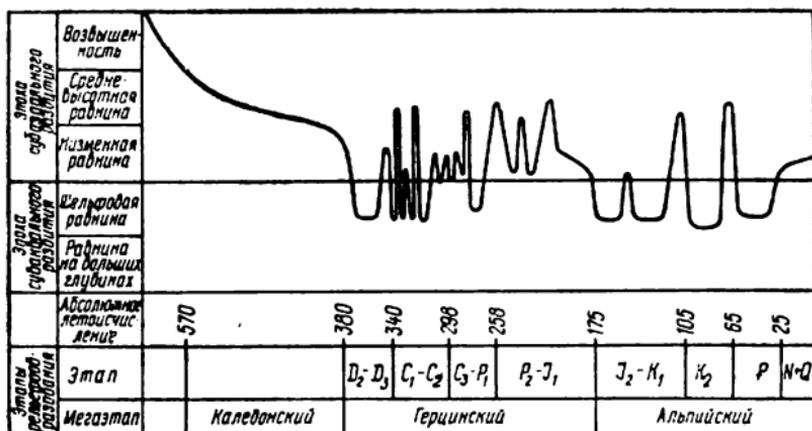


Рис. 2. Палеогеоморфологическая кривая территории Приднепровской низменной равнины (составил В. И. Галицкий, 1966).

геоморфогенеза. В левой части графика по вертикали отмечают высотные ступени поверхности Земли: выше нулевой линии — высотные ступени суши (низменность, средневисотная равнина, возвышенность и др.), а ниже ее — ступени, располагающиеся ниже уровня моря (шельфовая подводная равнина, равнина на большой глубине).

Выше и ниже нулевой линии наносятся точки, соответствующие гипезису рельефа и его высотному положению на данном этапе развития исследуемого участка земной поверхности: выше нулевой линии наносятся точки, соответствующие образованию рельефа в континентальных условиях, ниже — образованию рельефа в морских подводных условиях. Затем все нанесенные точки соединяются плавной линией, являющейся палеогеоморфологической кривой. Если возможно определить высоту континентальных и подводных генетических ступеней рельефа, то палеогеоморфологическая кривая будет довольно точно отображать условия формирования рельефа и его гипсометрические черты.

В качестве примера приведем палеогеоморфологическую кривую территории Приднепровской низменной равнины (рис. 2), составленную нами на основании проведенных палеогеоморфологических исследований (Галицкий, 1966). На кривой показано развитие территории с начала палеозойской эры, когда она представляла высоко приподнятый щит. Начиная со средне-позднедевонского и до миоцен-плиоцен-четвертичного этапа включительно условия формирования рельефа неоднократно и сильно изменялись: происходили опускания земной коры и наступало море, поднятия сопровождались регрессиями

моря. Все это приводило к тому, что формировались различные генетические ступени земной поверхности, однако на протяжении всей истории геоморфогенеза территория оставалась равнинной: она представляла собой или слабо расчлененную низменность (например, в конце средне-позднедевонского этапа, в миоцен-плиоцен-четвертичный этап) или средневысотную равнину (например, в позднепермско-раннеюрский этап, в конце среднеюрско-раннемелового и позднемелового этапов), или плоскую морскую шельфовую равнину, как это наблюдалось в средне-позднедевонском, ранне-среднекаменноугольном и в среднеюрско-раннемеловом этапах.

Унаследованность и новообразование. Термин «унаследованность» впервые был применен в геотектонике. Изучение тектонического строения земной коры показало, что одной из закономерностей формирования структур различных порядков является унаследованное их развитие.

Явление унаследованности характерно также для развития рельефа земной коры. Термин «унаследованный» впервые применил А. И. Спиридонов (1960), отметивший, что современный рельеф, повторяющий в основных чертах древний, следует считать унаследованным. Проблема унаследованного развития морфоструктур рассмотрена Ю. А. Мещеряковым (1960, 1965), который создал классификацию, выделив в ней унаследованные и неунаследованные морфоструктуры.

Палеогеоморфологический анализ позволяет сделать вывод о том, что не только рельеф видимой поверхности, но и рельеф разновозрастных погребенных поверхностей Земли развивается в общих чертах унаследованно. Под унаследованностью рельефа разновозрастных погребенных поверхностей следует понимать закономерную особенность его развития, заключающуюся в том, что любая генетическая его форма на последующих этапах геоморфогенеза обусловлена предшествующей историей развития и в общих чертах сходна по положению и морфологии с ранее существовавшей. Прежде всего унаследованными в целом являются крупнейшие формы рельефа Земли — океанические впадины и континенты, образовавшиеся в древние этапы рельефообразования. Унаследованное развитие характерно не только для таких крупных морфоструктур, как щиты — возвышенности, антеклизы — возвышенности и синеклизы — низменности, но и для небольших по площади морфоструктур, выраженных в рельефе в виде положительных или отрицательных форм (например, солянокупольные структуры — увалы и холмы, компенсационные впадины — понижения на территории Приднепровской и Прикаспийской низменных равнин и т. д.). В течение длительной истории формирования рельефа земной коры наблюдались неоднократные изменения условий рельефообразования, приводившие каждый раз к обновлению геоморфологического облика Земли. Но в то же время наблюдалось

значительное постоянство в возобновлении морфоструктур на одном и том же месте, т. е. унаследованное их развитие.

Многочисленны также случаи унаследованного развития морфоскульптур. В этом отношении примером могут служить речные долины многих районов нашей страны. М. Ф. Веклич (1966) показал унаследованное развитие речных долин в альпийском (мезокайнозойском) мегаэтапе рельефообразования на примере Приднепровской возвышенности.

Унаследованные формы рельефа, развиваясь длительное время (в течение нескольких этапов рельефообразования), сохраняют при этом общие черты внутреннего строения и внешнего его выражения (морфологические черты). Одни формы (особенно морфоструктуры) могут быть унаследованы от форм, образовавшихся в древнейший этап геоморфогенеза на поверхности кристаллического фундамента. Другие сформировались в осадочном чехле и развивались в течение нескольких этапов рельефообразования. Очевидно, и те и другие должны относиться к категории унаследованных форм рельефа. При этом формы рельефа, унаследованные от кристаллического фундамента и развивавшиеся до наших дней в одном определенном направлении (т. е. как положительные или отрицательные формы), следует называть *сквозными*. Формы, которые прекратили свое развитие на каком-либо определенном этапе геоморфогенеза, должны именоваться унаследованными погребенными формами. Кроме того, в названии должно указываться время прекращения их развития: например, датско-раннепалеоценовая погребенная карстовая ванна, позднепермская погребенная возвышенность и т. д.

На территории юго-западных и северных склонов Среднерусской возвышенности, на Приднепровской возвышенности, левобережье Среднего Поволжья и многих других областей страны известны случаи заложения долин крупных и средних рек (Сейм, правые притоки Днепра, Б. Кинель и др.) после перерыва в их развитии, вызванного морской трансгрессией и седиментацией. После регрессии моря реки начинали формировать свои долины на тех же участках, где они существовали до морской трансгрессии. По А. И. Спиридонову (1960), долина реки Москвы частично заложилась на месте доледниковой и еще более древней главной доюрской ложбины Подмосковья, скрытых под ледниковыми отложениями. Подобные долины он назвал вторично-унаследованными.

Следовательно, в истории развития древнего рельефа Земли наблюдается явление восстановления отдельных форм после определенного перерыва в их развитии. Такое явление названо нами *возрождением*, или *регенерацией*, формы рельефа, а возникшие формы — *унаследованными возрожденными*, или *регенерированными*. Таким образом, среди унаследованных форм рельефа погребенных поверхностей Земли различаются унасле-

дованные сквозные, унаследованные погребенные (т. е. прекратившие свое развитие на определенном этапе геоморфогенеза), унаследованные регенерированные (возрожденные).

Унаследованное развитие устанавливается сопоставлением очертаний форм рельефа, образовавшихся на погребенных поверхностях земной коры разного возраста, или, другими словами, сопоставлением форм рельефа, расположенных на каждом этапе погребенных поверхностей земной коры. Сопоставляя крупные по площади области, мы сравниваем их общие черты, в частности конфигурацию. Сравнивая отрицательные формы, следует сопоставлять размещение их продольных орографических осей, что может быть сделано нахождением полосы или линии наибольших мощностей осадочной толщи определенного отрезка времени, а в ней — участков с наименьшими мощностями или с полностью уничтоженными осадками определенного возраста.

При изучении небольших форм древнего рельефа для выявления унаследованности необходимо сравнить очертания вершинных частей на разных возрастных срезах (этажах). Сопоставления показывают, что при унаследованном развитии соотношения вершинных частей всегда должны оставаться прямыми. В связи с изменившимися условиями рельефообразования унаследованность очень часто не является абсолютно полной, и поэтому встречаются различные соотношения вершинных частей в плане (полное, неполное, частичное соответствие). Это, однако, ни в коей мере не отрицает закономерности формирования рельефа, именуемой унаследованностью.

Признание унаследованности древних форм рельефа не отрицает новых тенденций в развитии. Об этом свидетельствуют новейшие этапы и фазы геоморфогенеза, сопровождавшиеся многочисленными перестройками древних и возникновением новых форм рельефа.

Унаследованность и новообразование сосуществуют и представляют собой две стороны развивающегося рельефа. Однако и новообразованные формы в какой-то мере несут на себе черты, унаследованные от прошлых этапов развития рельефа территории, на которой они возникли. Так, современный облик равнин в значительной степени зависит от тех черт рельефа, которые были созданы в предыдущие, часто самые древние, этапы геоморфогенеза. Морфоструктурные черты погребенного рельефа как общие, так и частные, разнообразные по своему генезису и морфологии, служили тем остовом, на котором проявлялось взаимодействие эндогенных и экзогенных рельефообразующих процессов, предопределяя и направляя их действие. Анализ истории подтверждает, что и рельеф видимой поверхности земной коры является конечным отражением всех важнейших событий, произошедших в предыдущие этапы геоморфогенеза. Отдавая должное формированию рельефа в новейшее вре-

мя, мы считаем, что этот важный этап — только продолжение происходившего раньше. Это, конечно, не отрицает того, что новейшему этапу присущи своеобразные черты. Только благодаря ему в рельефе видимой поверхности сочетаются древние и современные формы.

Унаследованное развитие является теоретической основой методов морфоструктурного анализа поисков полезных ископаемых. Благодаря унаследованному развитию сквозных морфоструктур между рельефом погребенных и видимой поверхности земной коры существует тесная прямая взаимосвязь, что делает высокоэффективным применение различных морфоструктурных методов при поисках морфоструктур в связи с их нефтегазоносностью.

Местная индивидуальность. При наличии общих закономерностей развития рельефа как в течение всей истории геоморфогенеза, так и конкретных его этапов для последнего характерна местная индивидуальность. Связано это с тем, что рельефообразующие эндогенные и экзогенные процессы в течение одного этапа проявляются в зависимости от местных пространственных условий — зональных и региональных. Как известно, эндогенные рельефообразующие процессы в различных регионах проявляются разнообразно, что обусловлено господствующим в данной области типом тектонических движений, их интенсивностью и направлением. Характерными примерами местной индивидуальности геоморфогенеза является участие в рельефообразовании соляного тектогенеза, проявляющегося на территории почти 25 областей земного шара, а также разломов и дифференцированного движения блоков докембрийского фундамента.

Местная индивидуальность обусловлена также зональным размещением экзогенных рельефообразующих процессов. Как в настоящее время, так и в прошедшие этапы отличия в климате и растительности благоприятствовали господству в каждой физико-географической зоне определенного комплекса внешних процессов при ведущей роли одного из них. Поэтому, например, на Русской равнине в погребенном состоянии известны возникшие в существовавшей в четвертичный период зоне умеренного гумидного климата разнообразные формы и типы рельефа (овраги, балки, речные долины, конусы выноса и т. д.), созданные постоянными и временными текучими водами, а в ледниковой зоне — комплекс ледниковых и водноледниковых форм рельефа.

Таким образом, благодаря разнообразию комбинаций внешних и внутренних рельефообразующих процессов в течение одного и того же этапа геоморфогенеза на отдельных участках земной поверхности возникли формы древнего рельефа, разнообразные по происхождению и морфологическим особенностям, т. е. обладающие местными индивидуальными чертами.

Теоретическое значение палеогеоморфологии заключается в том, что она изучает процессы рельефообразования и созданные ими формы и комплексы форм рельефа погребенных поверхностей земной коры, устанавливает этапы его формирования и закономерности развития. Рельеф играл важную роль в распределении суши и моря, областей денудации и аккумуляции; в развитии процессов выветривания и почвообразования; в возникновении вертикальной зональности почв и растительности, формировании ландшафтов и т. д.

Следовательно, палеогеоморфология может помочь в решении многих вопросов современного естествознания. Изучение рельефа погребенных поверхностей земной коры и его истории дает новые материалы для развития теоретических основ современной геоморфологии, позволяет полнее решить проблему происхождения главнейших черт рельефа современной поверхности земли и истории его развития. Например, по В. Я. Троцюку (1967), для расшифровки различных аномальных особенностей земной поверхности необходимо было реконструировать геоморфологический облик Куро-Араксинской низменности в отдельные фазы четвертичного периода.

Палеогеоморфологические наблюдения помогают избежать ошибок при корреляции стратиграфических разрезов. Игнорирование палеогеоморфологических данных может привести к неправильным выводам о возрасте слоев на отдельных участках, а следовательно, к неправильному определению их положения в стратиграфическом разрезе и вытекающей из этого ошибочной характеристике древнего рельефа. Такой случай приведен Я. Д. Зеккелем (1956) для одного из северных участков Русской платформы.

Не менее важно восстановление палеогеоморфологических условий формирования осадочных толщ. Можно привести множество примеров, подтверждающих ту большую роль, которую играл рельеф в этом процессе как в региональном, так и локальном плане, определяя литологический состав осадков, их мощность и площадь распространения. Это хорошо наблюдается на примере формирования морских осадков в зависимости от крупных черт рельефа морского дна — шельфа, континентального склона и ложа. В то же время локальные подводные возвышенности и понижения в каждой из этих геоморфологических областей оказывают влияние на ход осадконакопления. Так, в таллосократические эпохи развития рельефа на территории Приднепровской низменной равнины, когда интенсивно поднимались подводные морфоструктуры, создаваемые соляным тектогенезом на поднятиях, как это отмечено для палеогена, отлагался грубый песок или песчано-глинистый материал, а на окружающей подводной равнине — глинистый. На возвышен-

ностях мощность осадков уменьшалась, а в локальных понижениях значительно возрастала.

Влияние древнего рельефа сказалось также на континентальных отложениях четвертичного возраста. Сложность их разреза и пространственного размещения, как это неоднократно подчеркивали многие исследователи, зависит от особенностей древнего рельефа. Интересно в этом отношении распространение лесса, отложившегося на Приднепровской низменной равнине, Среднерусской и Приднепровской возвышенностях, которые в то время были довольно низкими и слаборасчлененными территориями, но отсутствовавшего на таких высоких и расчлененных крупных формах рельефа, как, например, Донецкий кряж и Карпаты.

Без данных палеогеоморфологии не может быть полно охарактеризована палеотектоническая обстановка, а также восстановлены тектоническое развитие земной коры и особенности проявления движений отдельных ее областей. Одним из примеров этого может быть район юго-западного Копет-Дага. Здесь, в условиях континентального режима, господствовавшего в преадкагыльское время, на поверхности палеогеновых отложений был создан довольно расчлененный рельеф, который маскирует структурный план района. В связи с этим Х. Дурдыев (1968) рекомендует изучать влияние рельефа на структурный план и для структурных построений выбирать поверхности внутри неразмытых толщ.

Палеогеоморфологический анализ необходим при восстановлении физико-географических ландшафтов прошедших эпох и истории развития современных ландшафтов. Важным фактором является установление влияния рельефа погребенных поверхностей земной коры на современную растительность. Так, Е. А. Востокова (1959) отметила это влияние на растительность аллювиально-дельтовой равнины р. Сыр-Дарья. В тех местах, где на сложно расчлененной погребенной поверхности палеогеновых пород (подстилающих аллювий) находятся понижения, благоприятствующие избыточному подтоку грунтовых вод, в растительном покрове преобладают влаголюбивые сообщества растений.

Глава 5

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЛЬЕФА ПОГРЕБЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Всесторонняя характеристика рельефа разновозрастных погребенных поверхностей земной коры должна завершаться их классификацией, что является одной из задач палеогеоморфологии. Подобное обобщение имеет не только теоретическое значение, но и используется для практических целей, в частности при палеогеоморфологическом картографировании и поисках месторождений полезных ископаемых.

Методами палеогеоморфологического анализа на погребенных поверхностях земной коры обнаружены различные по происхождению, возрасту и морфологии (морфографии) формы рельефа, образовавшиеся в результате совместного действия активных — эндогенных и экзогенных — рельефообразующих процессов, а также влияния пассивных факторов рельефообразования в течение прошлых этапов геоморфогенеза.

В основу классификации должны быть положены общие и наиболее характерные черты погребенных форм рельефа. Однако создать единую классификацию, которая бы учитывала все особенности рельефа, трудно. Остается единственный путь — классифицировать формы рельефа по одному какому-либо характерному признаку, например по возрасту, происхождению, размерам и т. д. Следует учитывать, что формы погребенного рельефа, развивавшиеся в течение нескольких этапов геоморфогенеза, состоят из нескольких разновозрастных частей. Они располагаются друг над другом и находятся в определенных соотношениях. Изучение последних важно как в научном, так и в практическом плане (поиски многоэтажных месторождений полезных ископаемых). Кроме того, погребенные формы отличаются степенью сохранности и преобразования после захоронения.

В соответствии с изложенным выше мы предлагаем классифицировать погребенные формы рельефа по следующим характерным признакам: а) генезису, б) возрасту, в) степени сохранности, г) размерам, д) выраженности в рельефе, е) особенности тектонического режима, ж) расчленению и морфологическим

различиям, созданным в процессе расчленения, 3) эволюционно-морфологическим чертам.

Генетическая классификация погребенных форм рельефа. На протяжении длительной истории формирования рельефа Земли возникли разнообразные его формы, расположенные на разновозрастных погребенных поверхностях земной коры и отличающиеся друг от друга в первую очередь своим генезисом.

Положив в основу генезис, мы создаем наиболее полную, генетическую классификацию отдельных форм и типов рельефа. Последняя указывает не только на происхождение, но и дает общее представление об истории развития различных форм рельефа, их морфологии, а также о возможной связи месторождений полезных ископаемых с конкретными формами рельефа.

Однако неполнота геологической летописи и недостаточная изученность погребенного рельефа пока не дают возможности найти среди них аналогию абсолютно всех генетических форм и типов рельефа, известных на видимой поверхности Земли. В связи с этим в классификации приведены наиболее изученные формы.

Все погребенные формы рельефа следует разделить по аналогии с классификацией форм рельефа видимой поверхности земной коры, предложенной И. П. Герасимовым (1946), на две генетические группы: погребенные морфоструктуры и погребенные морфоскульптуры. Погребенными морфоструктурами называются геологические структуры, образовавшие формы рельефа на видимой поверхности Земли, а после ее погребения оставшиеся выраженными в рельефе. К ним относятся формы, созданные при ведущей роли тектонических процессов, гравитационной тектоники, вулканических процессов и соляного тектогенеза. Погребенные морфоструктуры (табл. 1) могут быть различных порядков. Например, если Прикаспийская синеклиза — низменность и Воронежская антеклиза — позвышенность — морфоструктуры первого порядка, то к морфоструктурам второго и третьего порядков относятся локальные поднятия — холмы, увалы; мульды и прогибы — понижения и т. д. В классификации должны также найти отражение так называемые элементы пассивной морфоструктуры (Горелов, 1972), представляющие собой литолого-структурные формы, в образовании которых ведущее значение имел литологический фактор.

Погребенные морфоскульптуры (табл. 2) объединяют разные формы, созданные при ведущей роли экзогенных процессов и выраженные в рельефе разновозрастных поверхностей земной коры. В соответствии с физико-географическими условиями, в которых происходило рельефообразование, морфоскульптуры можно разделить на континентальные и морские. В зависимости от комплекса внешних рельефообразующих процессов, действовавших на определенном участке земной поверхности,

Таблица 1
Классификация эндогенных рельефообразующих процессов и созданных ими
мытые погребенных морфоструктур

Рельефообразующие процессы	Морфоструктуры	
	положительные	отрицательные
Тектонические	Материковые выступы, антеклизы, антиклинали, горсты — возвышенности различных размеров, флексуорообразные пегрибы — уступы, сбросы — уступы	Синклинальные прогибы, Океаническое дно, синеклизы, впадины — низменные равнины различных размеров, грабены — понижения
Вулканические	Вулканы, лавовые плато, потоки	Кратеры, кальдеры
Гравитационная тектоника	Увалообразные возвышенности, осложняющие более крупные морфоструктуры	Мульдообразные прогибы — понижения, осложняющие крупные морфо-структуры
Соляной тектогенез	Небольшие увалообразные и изометрические (куполовидные) возвышенности	Компенсационные прогибы — понижения
Литологический фактор (элементы пассивной морфо-структуры)	Формы денудационной препарировки геологических структур — останцы, литолого-структурные гряды, куэсты	

Таблица 2
Классификация экзогенных рельефообразующих процессов и созданных ими
палеоморфоскульптур

Рельефообразующие процессы	Морфоскульптуры	
	аккумулятивные	денудационные
Выветривание и денудация		Денудационные формы, в конце развития — равнина денудационная
Склоновые процессы (совместное действие гравитационных сил и подземных вод; плоскостной смыв)	Осыпи, оползни, делювиальные шлейфы	
Постоянные текущие воды	Террасы аккумулятивные, дельтовые равнины, аллювиальные равнины (прибрежно-морские и внутриматериковые)	Речные русла, речные долины, эрозийные террасы
Временные потоки	Конусы выноса	Овраги, балки

Рельефообразующие процессы	Морфоструктуры	
	аккумулятивные	денудационные
Подземные воды		Карстовый рельеф: воронки, ванны, шахты, колодцы, пещеры и др. Суффозионный рельеф: понижения, блюдца
Деятельность моря	Первичные морские аккумулятивные равнины, подводные аккумулятивные равнины, аккумулятивные террасы, бары, косы, пересыпи, марши Береговые валы, аккумулятивные острова	Абразионные морские равнины Абразионные террасы, клифы
Деятельность озера	Озерные равнины, озерные аккумулятивные террасы, озерные косы	Озерные абразионные террасы, клифы
Ледники	Моренные равнины, холмы, гряды	Экзарационные равнины, котловины; гляциодислокации
Талые ледниковые воды	Водноледниковые (зандровые) равнины, зандровые террасы	Ложбины, котловины, проходные долины (ложбины стока)
Ветер	Дюны, барханы	Дефляционные понижения
Деятельность организмов	Коралловые, мшанковые рифы Равнины торфяных болот	

можно выделить следующие формы и типы рельефа равнин: 1) аккумулятивные, 2) структурно-денудационные (пластовые) и 3) денудационные. В свою очередь по ведущему экзогенному процессу в аккумулятивной группе выделяются морские, озерные, ледниковые, водноледниковые, речные и другие формы рельефа.

Классификация по возрасту. По возрасту в широком понимании этого слова погребенные формы рельефа могут быть различными, так как формирование их происходило на протяжении всей истории развития земной коры (например, формы рельефа средне-позднедевонского, позднекаменноугольно-раннепермского, позднепалеоценово-олигоценового возраста и т. д.).

В узком смысле этого понятия, когда речь идет о рельефе любого этапа рельефообразования, возраст форм определяется в каждом отдельном случае. Они могут быть распределены на

две группы: 1) древние, разновозрастные, существовавшие к началу и в течение этапа и 2) возникшие в течение этапа. Если этап можно разделить на эпохи и фазы, то возраст форм рельефа второй группы следует устанавливать более точно. Так, в рельефе Приднепровской низменной равнины в раннем плейстоцене были выражены формы миоценового и плиоценового возраста, т. е. древние формы. В течение этого отрезка времени были созданы новые формы, возраст которых определяется как раннеплейстоценовый.

Классификация по степени сохранности. В связи с тем что древний рельеф проходил сложный путь развития до погребения, а также мог подвергаться воздействию некоторых рельефообразующих процессов после захоронения, отдельные его формы в настоящее время отличаются друг от друга степенью сохранности. В связи с этим мы предлагаем различать следующие разновидности рельефа погребенных поверхностей Земли: 1) погребенный сохранившийся полностью, 2) погребенный сохранившийся частично, 3) погребенный преобразованный и 4) реконструированный (восстановленный).

Классификация по размерам. В соответствии с этим признаком все элементы рельефа погребенных поверхностей Земли могут быть разделены на планетарные, мега-, макро-, мезо- и микроформы.

Планетарные формы — крупнейшие элементы рельефа погребенных поверхностей Земли, представленные в каждом этапе рельефообразования материками и океаническим дном. Мегаформы — крупные формы рельефа, представляющие собой крупные морфоструктурные области. К ним можно отнести, например, позднепермскую погребенную равнину на территории Русской равнины. Макроформы объединяют крупные погребенные или реконструированные возвышенности, плато и низменности. К мезоформам относятся разновозрастные погребенные речные русла, аккумулятивные террасы, дельты рек, увалообразные возвышенности, крупные карстовые впадины, бары и т. д. Микроформы включают речные косы, мелкие карстовые формы и т. д.

Классификация погребенных форм по их выраженности в рельефе (морфографии). По отношению к плоскости горизонта погребенные формы рельефа могут быть разделены на положительные и отрицательные. В свою очередь они могут быть замкнутыми и незамкнутыми.

К положительным относятся выпуклые формы поверхности, образующие поднятия (плоскогорья, увалы, холмы, дюны и т. д.). Незамкнутыми, лишенными склонов с одной или двух сторон, являются, например, возвышенности, созданные структурными носами.

Отрицательные формы рельефа представляют собой понижения, впадины по отношению к погребенной поверхности земной

коры, на которой они возникли. Это погребенные озерные равнины, речные долины, карстовые формы и т. д. Примером незамкнутых отрицательных форм являются погребенные балки, овраги и т. д.

Классификация по особенностям тектонического режима. Учитывая тектонический режим и стадию тектонического развития, можно создать классификацию как крупных (Башенина, 1967), так и небольших (Галицкий, 1961, 1970) элементов рельефа.

Среди погребенных аккумулятивных равнин платформенных областей выделяются: а) прогибающиеся, б) относительно стабильные, в) осложненные купольной тектоникой. Денудационные равнины могут быть: а) поднимающимися, б) относительно стабильными. Учитывая тектоническую активность локальных структур и роль в формировании рельефа равнинно-платформенных областей, следует выделить следующие их типы:

1. Поднимающиеся: а) весьма интенсивно поднимающиеся, б) интенсивно поднимающиеся, в) слабо поднимающиеся.
2. Прогибающиеся: а) весьма интенсивно прогибающиеся, б) интенсивно прогибающиеся, в) слабо прогибающиеся.
3. Относительно стабильные.

В качестве иллюстрации приведем несколько примеров проявления тектонического режима в течение формирования небольших форм рельефа на различных этапах рельефообразования на территории Приднепровской низменной равнины. В позднекаменноугольно-раннепермском этапе геоморфогенеза тектонический режим небольших возвышенностей — морфоструктур — был довольно различным. Рельеф низменной равнины усложняли несколько весьма активно поднимающихся увалообразных возвышенностей (Глинско-Розышевская, Солоховско-Диканская, Радченковская и др.), высота которых превышала 500—700 м. На отдельных участках равнины были разбросаны изометрические холмы, созданные активно развивающимися солянокупольными структурами. Эти холмы (Гнединцевский, Котелевский и др.) возвышались от нескольких десятков до 150—160 м над равниной. Весьма активно и активно поднимающиеся возвышенности оказывали значительное влияние на экзогенные рельефообразующие процессы, создавшие характерные морфоскульптурные черты равнины.

На равнине также возникли слабо выраженные в рельефе возвышенности, в образовании которых принимали участие слабо поднимающиеся локальные структуры.

Отдельные участки равнины интенсивно прогибались. Понижения возникали в компенсационных прогибах, располагавшихся близ активных солянокупольных структур — возвышенностей.

Классификация по расчленению и морфологическим различиям. По аналогии с классифика-

цией Н. В. Башенной (1967) погребенные платформенные равнины могут отличаться по характеру расчленения, который определяется густотой и глубиной. Характеристика особенностей этих равнин должна дополняться количественными показателями (глубина расчленения, высота, ширина и т. д.).

Расчленение равнин определяет морфологические различия равнин, среди которых следует выделить: 1) холмистость (форма холмов в плане — овалы, изометрические; размеры — крупные, мелкие; характер склонов — довольно крутые, пологие); 2) увалистость (характер междуречных пространств — пологоувалистый, резкоувалистый рельеф; особенности вершинных поверхностей — плоские, выпуклые).

Эволюционно-морфологическая классификация. Существуют довольно разнообразные взаимоотношения рельефа разновозрастных погребенных поверхностей, возникшие в результате особенностей проявления процессов геоморфогенеза во времени и пространстве, т. е. в конкретный этап рельефообразования в определенной области Земли. Классификацию, характеризующую взаимоотношения рельефа разновозрастных погребенных поверхностей земной коры, возникших в результате его развития, мы предлагаем назвать эволюционно-морфологической. Она включает два типа взаимоотношений рельефа погребенных поверхностей земной коры: унаследованный и неунаследованный.

Изучение проблемы унаследованного развития рельефа Земли показало, что часто возникало несоответствие, выражающееся в смещении разновозрастных вершинных частей одной и той же древней формы рельефа. Наиболее подробно оно описано на локальных морфоструктурах, в которых наблюдается неоднократное смещение разновозрастных сводов. Явление смещения сводов локальных структур зафиксировано на территории нефтегазоносных областей Советского Союза и ряда зарубежных стран (Азербайджана, Волго-Уральской области, Прикарпатья, Кубани, Ферганы, Восточно-Украинской области, Румынии, США и Канады). По мнению В. Е. Хаина (1953), смещение сводов является повсеместным, а полное их совпадение — исключением.

Смещение вершинных частей морфоструктур довольно различно по величине и может изменяться от нескольких сотен метров до первых двух десятков километров. Так, своды структур по поверхности терригенной толщи девонских отложений и каменноугольных осадков на территории Самарской Луки смещены на 2—3 км, а в западной части Башкирии и Татарии — даже на 13—18 км (Успенская, 1952). Смещение сводов Калининской структуры на Апшеронском полуострове составляет 8 км (Хаин, 1953). Смещение свода по отложениям палеозоя и мезозоя на Гнединцевской структуре (Восточно-Украинский

нефтегазоносный бассейн) достигает 2 км (Пугач, Супронок, 1964).

Причины смещения сводов вызываются неоднократными изменениями условий формирования структур и довольно разнообразны. Н. Ю. Успенская (1952) связывает это явление с размывом, влиянием глубинных сбросов, изменением мощности отдельных толщ, обусловленным режимом коле-

бательных движений в определенные этапы развития, облеканием и неравномерным уплотнением молодых отложений над выступами древнего рельефа. Примером могут быть локальные структуры Бугурусланского района Оренбургской области и Восточно-Внутреннего района Канадской платформы. Л. Н. Розанов (1948) полагает, что смещение сводов вызывается миграцией центров восходящих движений. О. А. Рыжков (1949) объясняет это явление, наблюдаемое в Фергане, уменьшением мощности отложений приосевых зон, происходящим одновременно с седиментацией и складкообразованием. Важную роль играет сингенетическая денудация (денудация, происходящая одновременно с образованием форм рельефа). Интенсивно она проявляется на наиболее приподнятой части положительной структуры, что вызывает уменьшение мощности осадков и, таким образом, создает условия для образования перегиба следующего слоя на новом месте. Неоднократные смещения возникают в результате длительного развития форм рельефа, во время которого чередуются периоды осадконакопления и перерывы в образовании осадков, когда образуются также угловые несогласия. Все это ведет к смещению осей разновозрастных вершинных частей положительной структуры, что подтверждается на примере брахиантиклинали Палванташ (рис. 3).

Смещение вершинных частей крупных структур может быть вызвано изменением ориентировки линии простирания складчатости разного возраста. Примером может быть наложение герцинской на каледонскую складчатость в Восточном Казахстане.

Наиболее полный анализ причин смещения сводовых частей положительных структур дал В. Е. Ханн (1953). Он предлагает различать первичное (сингенетическое) и вторичное (эпигенетическое) несоответствие сводов. Первичное несоответствие возникает при многофазном, вторичное — при однофазном формировании складок. Сингенетическое несоответствие сводов может произойти: а) в результате передвижения центров поднятия во времени (рис. 4); б) вследствие постэрозионного облекания. Возникает в тех случаях, когда в период формирования

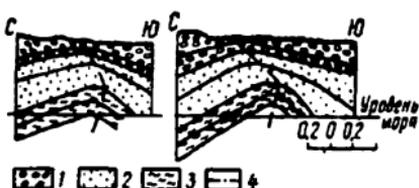


Рис. 3. Смещение вершинной части морфоструктуры Палванташ (по А. М. Хуторову; Н. Ю. Успенская, 1952).

1 — бактрийский ярус; 2 — миясгетский ярус; 3 — палеоген; 4 — ось антиклинали.

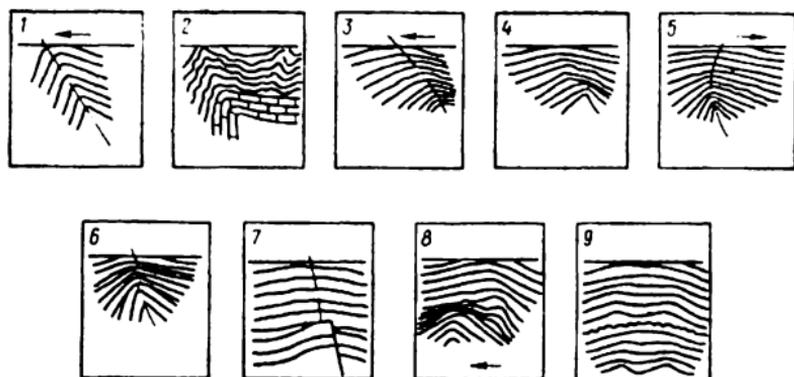


Рис. 4. Принципиальная схема смещения сводовых частей антиклинальных складок (по В. Е. Ханну, 1953).

Вторичное (эпигетическое) несоответствие сводов при однофазном формировании складок. Смещения: 1 — геометрическое; 2 — при различной пластичности свит; 3 — стратиграфическое при региональном изменении мощностей. Первичное (сингенетическое) несоответствие сводов при многофазном формировании складок: 4 — при миграции центра поднятия во времени; 5 — при медленном росте поднятия; 6 — вследствие послезеронового облекания; 7 — над эродированным сводом, нарушенным разрывом; 8 — вследствие послезеронового прислонения; 9 — при переходе от одной эпохи складкообразования к другой.

структуры чередуются складкообразование и перерывы в осадконакоплении, во время которого свод частично размывается; в) вследствие послезеронового прислонения. Свод на новом месте возникает в тех случаях, когда отложения трансгрессивно и несогласно прислоняются к размытому крылу структуры; г) при переходе от одной эпохи складкообразования к другой. При перерыве складкообразования и его последующем возобновлении крупные поднятия расчленяются на мелкие. Это приводит по наблюдениям в Волго-Уральской области, к несоответствию структурных верхних (каменноугольных и нижнепермских) и глубинных (девонских) слоев; д) общим усложнением складчатой структуры с глубиной, связанным с многофазным формированием складок.

Вторичное несоответствие сводовых частей структур может быть связано с различием в пластичности отдельных свит отложений; региональным изменением мощностей осадков; наклонным положением осевых поверхностей поднятий.

Рассмотренные положения можно использовать для анализа причин смещения вершинных частей погребенных положительных форм рельефа. Изучение особенностей смещения, и тем более неоднократного, свидетельствует о том, что оно происходило в течение всей истории формирования сложно построенной погребенной формы рельефа и в общем вызвано непрерывно-прерывистым развитием рельефа Земли. На протяжении всех этапов геоморфогенеза существовало сложное и изменчивое сочетание тектонических и физико-географических условий, про-

являвшихся во взаимодействии эндогенных и экзогенных рельефообразующих процессов, приводившее к неоднократному смещению вершинных частей форм рельефа.

В связи с тем что явление смещения сводовых частей распространено широко, выяснение взаимоотношений вершинных частей одной и той же погребенной морфоструктуры, а также причин, вызывающих его, имеет важное значение, так как позволяет выяснить особенности их поэтапного развития. В то же время выяснение степени смещения имеет и практическое значение, особенно при поисках и разведке месторождений нефти и газа.

Характеристика типов соотношения структурных планов локальных поднятий дана в классификации, предложенной В. И. Галицким, Б. П. Стерлиным, Э. В. Томашунасом и А. К. Цыпко (1966), которая использована нами для классификации унаследованных локальных погребенных морфоструктур. Последние в пределах равнин платформенных областей в зависимости от степени совмещения их разновозрастных вершинных частей предлагается (Галицкий, 1966) разделить на два класса.

Класс 1. Погребенные морфоструктуры с совмещенными вершинными частями.

Класс 2. Погребенные морфоструктуры с несовмещенными вершинными частями.

В первом классе можно выделить три подкласса совмещений.

Подкласс 1. Полное совмещение.

Подкласс 2. Неполное совмещение.

Подкласс 3. Частичное совмещение.

Полное совмещение характеризуется совпадением (совмещением) контуров разновозрастных вершинных частей морфоструктуры (рис. 5, 1А).

При полном совмещении вершинных частей погребенных морфоструктур выделяются два варианта совмещения: а) вписанное, когда молодая вершина по своей площади меньше площади древней, расположенной под ней, вершины; б) описанное, когда молодая вершина по площади больше, чем вершина древняя.

Полное совмещение вершинных частей морфоструктуры встречается редко и является скорее исключением, чем правилом. В качестве примера совмещения могут быть приведены вершинные части Холмской, Краснопартизанской и некоторых других морфоструктур на территории Приднепровской низменной равнины. Как полагают А. А. Мартынов и В. И. Хныкин (1963), совмещение вершинных частей может быть в тех случаях, когда активность роста структур не менялась во времени.

Неполное совмещение характеризуется незначительным смещением вершинных частей: молодая вершина смещена менее

чем на 0,5 своего диаметра по отношению к древней вершине морфоструктуры (рис. 5, 1Б).

Частичное совмещение отмечается в тех случаях, когда произошло значительное смещение молодой вершины морфоструктуры. Оно превышает 0,5 длины оси древней вершины морфоструктуры (рис. 5, 1В).

Вершинные части охарактеризованных подклассов располагаются на разновозрастных поверхностях погребенных морфоструктур. Неполное и частичное совмещение встречается среди унаследованных морфоструктур довольно часто.

В свою очередь во втором и третьем подклассах совмещения вершинных частей палеоморфоструктур выделяются еще разновидности смещения в зависимости от направления, в котором оно произошло, а именно: продольное (по длинной оси); поперечное (по короткой оси); диагональное (смещение по диагонали в любом направлении).

Примером частичного совмещения с продольным смещением вершинной части может быть Калининская на Апшеронском полуострове (Мирчинк, 1935) и Западно-Нежинская морфо-

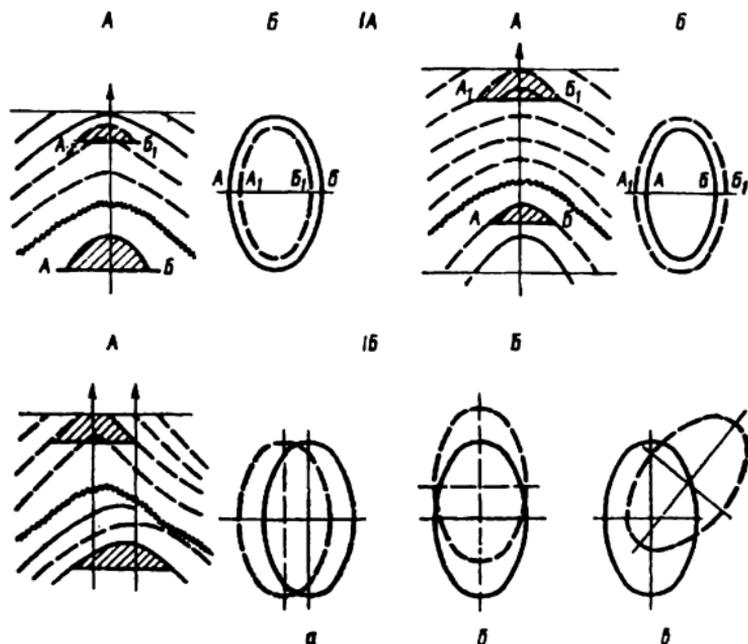
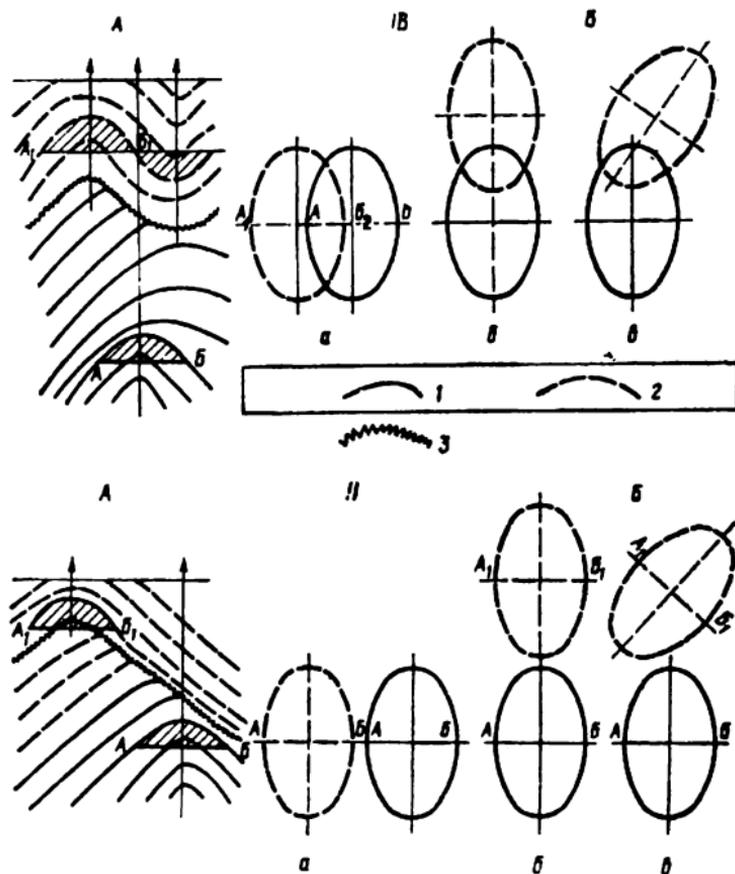


Рис. 5. Принципиальная схема совмещения вершинных частей погребенных морфоструктур: «совмещение —

Совмещение вершинных частей; погребенных возвышенностей: А — в системе «соответственности с совмещенными вершинными частями: 1 А — полное совмещение (полное соответствие); 1 В — частичное совмещение (вариант частичного соответствия). Направление совмещения вершинных частей: 1 — продольное; 2 — поперечное; 3 — диагональное; 4 — по диагонали в любом направлении.

структуры (рис. 6). Подобное смещение, по А. Л. Пугачу и К. С. Сопроюку (1964), может также наблюдаться на Веркиевской, Анисовской и других погребенных морфоструктурах Приднепровской низменной равнины.

Поперечное смещение вершинной части характерно для Гнединцевской морфоструктуры (рис. 7). В процессе развития морфоструктур под воздействием тектонических движений, точка приложения которых сместилась в пространстве, а также под влиянием денудационных процессов или соляного тектогенеза может возникнуть полное несовмещение сводовых частей. При этом вершинная часть на более молодой поверхности размещается



ных возвышенностей в системе «соответствие — несоответствие» и несовмещенне».

ветствие — несоответствие», *Б* — в системе «совмещение — несовмещение». Возвышенное прямое соответствие): *а* — вписанное; *б* — описанное; *IB* — неполное соответствия); *II* — возвышенности с несовмещенными вершинными частями: *б* — поперечное; *в* — диагональное; *1* — древние вершинные (сводовые) части; *3* — несогласие.

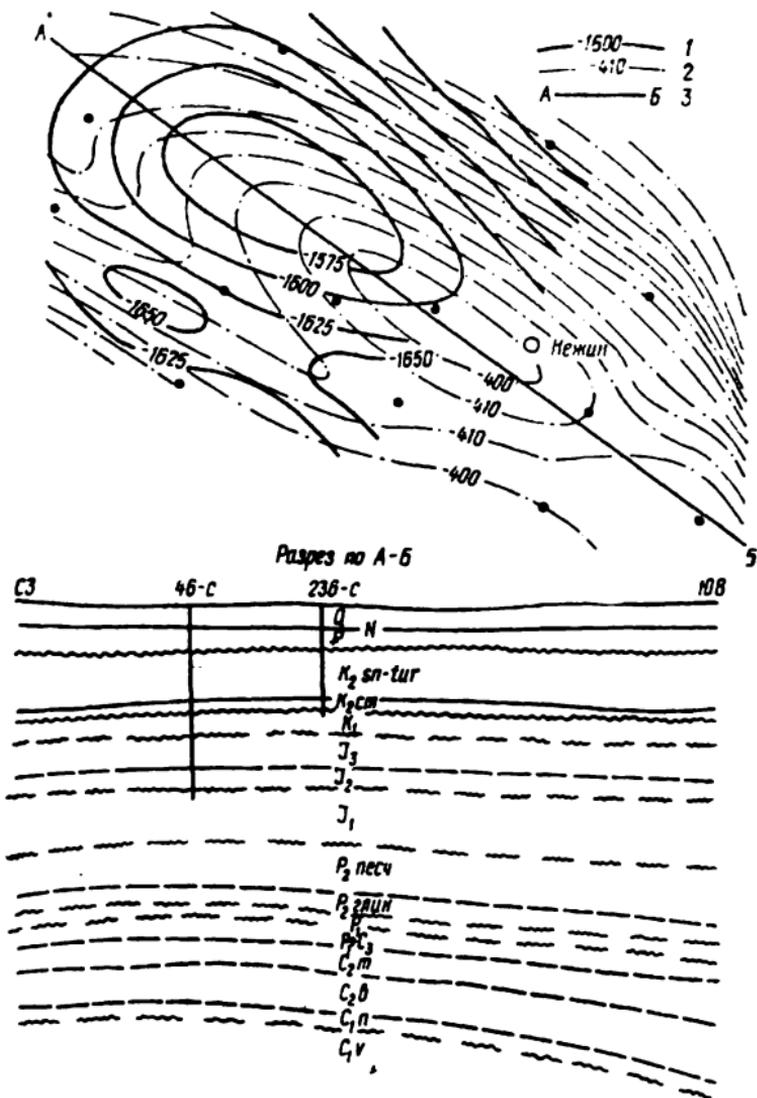


Рис. 6. Сопоставление мезозойского и палеозойского структурных планов Западно-Нежинской складки (по Л. С. Пугачу и К. С. Супрошкоу, 1964):

1 — изогипсы сейсмического отражающего горизонта (Ф₁); 2 — изогипсы кровли сеноманского яруса (K₁cm); 3 — линия геологического разреза.

как бы на продолжении короткой или длинной оси вершинной части более древней поверхности или располагается по отношению к ней под некоторым углом. В этом случае можно отметить три разновидности полного несовмещения: продольное, поперечное и диагональное (рис. 5, II).

К неунаследованным погребенным морфоструктурам относятся несогласные, или обращенные (инверсионные), формы; новообразованные. Инверсионные формы — это формы перестроенного рельефа, характеризующиеся диаметрально противоположной выраженностью в рельефе данного этапа рельефообразования (возвышенность — впадиной или наоборот) по сравнению с предыдущим. Это может произойти, например, в результате изменения знака тектонических движений в процессе формирования рельефа поверхности земной коры данного этапа или в результате интенсивного проявления денудационных процессов, уничтоживших структуру и создавших не свойственную ей форму рельефа.

Среди обращенного рельефа можно различать:

а) полностью обращенный, когда на месте положительной морфоструктуры возникает отрицательный или, наоборот, на месте ранее существовавшей отрицательной морфоструктуры возникает положительная. Так, в Приднепровской низменной равнине погребенные положительные формы рельефа (увалообразные и холмообразные возвышенности), на вершинных частях которых обнажаются соляные штоки, в результате воздействия подземных вод превратились в карстовые впадины значительных размеров, выраженные в рельефе более молодой погребенной поверхности.

При активизации структуры в следующем этапе рельефообразования на этом же месте может возникнуть положительная форма рельефа (холм, увал), являющаяся инверсионной по отношению к форме, существовавшей в предыдущем этапе.

Вторым примером может быть превращение понижения на более древней поверхности в результате поднятия этого участка в положительную форму — возвышенность, расположенную на более молодой погребенной поверхности земной коры. Так, на Распашновской, Тарасовской и Машевской площадях в позднекаменноугольно-раннепермский этап рельефообразования возникли понижения. В течение нескольких альпийских (мезокайнозойских) этапов геоморфогенеза на месте понижений образовались положительные формы рельефа (холмы). Отмеченные примеры инверсионного развития рельефа подтверждаются анализом мощностей разновозрастных отложений, а на Машевской морфоструктуре — также с помощью анализа палеотектонических профилей (рис. 8);

б) частично обращенный. В этом случае отмечается частичное изменение морфологических черт. Например, на вершинной части холма или увала тектонические (разрывы) или денуда-

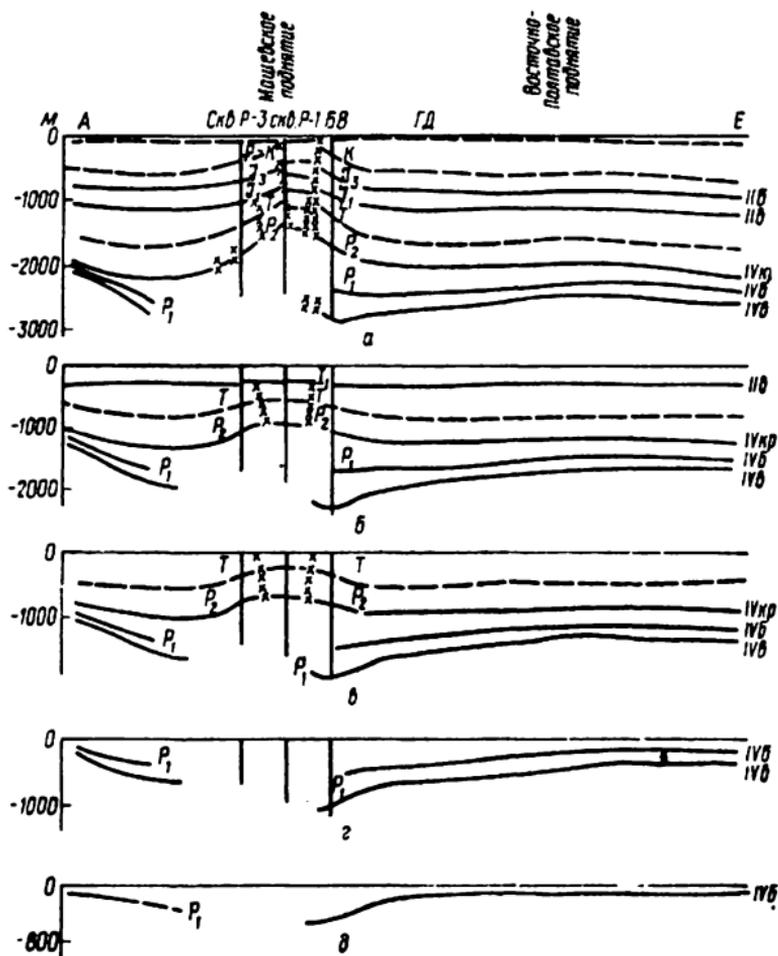


Рис. 8. Поперечные палеотектонические профили через Машевское и Восточно-Полтавское поднятия (по В. Р. Шевченко, 1963).

Разрез к началу осадконакопления: а — полтавской свиты; б — оксфордского яруса; в — средней юры; г — поздней перми. д — вигдритов нижней части соленосной свиты.

сионные процессы создают впадину — понижение, однако холм остается выраженным в рельефе. Такое обращение произошло с Нежинской морфоструктурой, существовавшей в датскую эпоху геоморфогенеза (рис. 9). Растущий соляной шток образовал обособленный холм, вершинная часть которого подвергалась интенсивному воздействию денудационных процессов. Последние уничтожили осадки мелового возраста, а также растворили соль в своде штока, о чем свидетельствует наличие значительной толщи брекчии выщелачивания (кепрока). В результате на

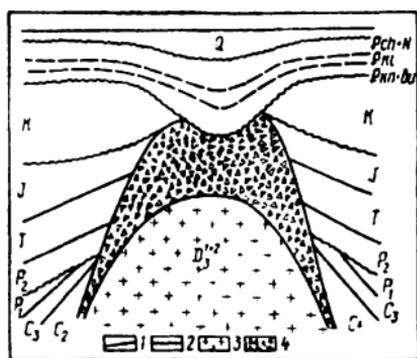


Рис. 9. Геологический разрез Нежинской морфоструктуры:

1 — границы стратиграфических комплексов; 2 — границы стратиграфических и литологических единиц; 3 — позднедевонская каменная соль; 4 — брекчия базальта.

при изучении соотношений рельефа погребенных поверхностей земной коры. Унаследованность рельефа очень часто определяется только с качественной стороны (например, унаследованный, унаследованный смещенный, неунаследованный рельеф и т. д.). Однако такая оценка унаследованности неоднозначна. Понятие унаследованности должно иметь конкретное содержание, выраженное не только качественно, но и количественно. Последнюю задачу можно успешно решить лишь в том случае, если при изучении ранее отмеченных состояний рельефа применить количественные математические методы.

Для характеристики разнообразных типов соотношений структурных планов локальных поднятий была предложена классификация В. И. Галицкого, Б. П. Стерлина, Э. А. Томашунаса и А. К. Цыпка (1966). Классификация использована нами (Галицкий, 1966, 1969) для количественной характеристики соотношений рельефа разновозрастных погребенных поверхностей Земли, так как она, сочетая качественную сторону характеристики с определенными количественными показателями, позволяет дать объективную и довольно всестороннюю оценку унаследованности.

Различные виды соотношения рельефа разновозрастных погребенных поверхностей можно охарактеризовать на примере локальных морфоструктур двойной системой терминов: соответствие — несоответствие и совмещение — несовмещение (табл. 3). Под соответствием следует понимать такое соотношение, при котором сопоставляемый рельеф погребенных поверхностей земной коры выражен морфологически подобными замкнутыми формами. По М. Ф. Мирчинку и В. П. Бухарцеву (1959), соот-

вершинной части холма образовалось понижение.

Одновременно с унаследованным развитием образуются новые формы рельефа. Это закономерное явление, связанное с непрерывным развитием земной коры. Новообразование и унаследованность, как отметил И. О. Брод (1960), отрицают друг друга, но в то же время находятся в тесной взаимосвязи. В новообразованиях в той или иной мере проявляется унаследованная связь с предыдущей жизнью данного участка земной коры.

Применение математических методов

при изучении соотношений рельефа погребенных поверхностей земной коры. Унаследованность рельефа очень часто определяется только с качественной стороны (например, унаследованный, унаследованный смещенный, неунаследованный рельеф и т. д.). Однако такая оценка унаследованности неоднозначна. Понятие унаследованности должно иметь конкретное содержание, выраженное не только качественно, но и количественно. Последнюю задачу можно успешно решить лишь в том случае, если при изучении ранее отмеченных состояний рельефа применить количественные математические методы.

Таблица 3

Классификация и характеристика типов соотношений вершинных частей локальных морфоструктур погребенных поверхностей земной коры

Характер соотношения рельефа поверхностей		Выражение в системе терминов соответствия — несоответствия	Значение показателя планивого соотношения	Выражение в системе терминов совмещения — несовмещения			
Соотношение рельефа поверхностей однотипных структур	замкнутых	Соответствие	полное	Прямое	$r = +1$	Полное прямое совмещение	
					$1 > r > 0,5$	Неполное совмещение	
					$0,5 > r > 0$	Частичное совмещение	
Соотношение рельефа поверхностей разнотипных структур	замкнутой сверху и незамкнутой внизу	Несоответствие	полное	Обратное	$r = -1$	Полное обратное совмещение	
					Эпиморфное	$r = 0$	Полное несовмещение
						Катаморфное	
	незамкнутой сверху и замкнутой внизу	Совмещение вершинных частей складок противоположного знака	Несоответствие	полное	Обратное		Полное обратное совмещение
		Рельеф поверхности антиклинали					
		Рельеф поверхности моноклинали					
незамкнутой сверху и замкнутой внизу	Рельеф поверхности моноклинали	Несоответствие	полное	Катаморфное	$r = 0$	Полное несовмещение	
	Рельеф поверхности антиклинали						

ветствие количественно определяется абсолютной величиной коэффициента линейной корреляции (r). При $r = 1$ соответствие полное. Для оценки соотношений рельефа поверхностей замкнутых структур выделяется две разновидности соответствия: полное прямое ($r = +1$) и полное обратное ($r = -1$). В первом случае совмещается рельеф поверхностей складок одного знака,

во втором — складок противоположного знака. Промежуточные значения коэффициента линейной корреляции, отражающие смещения контуров сводовых частей локальных поднятий между крайними положениями, характеризуют различные стадии частичных соответствий ($1 > r > 0,5$; $0,5 > r > 0$).

Несоответствие определяет соотношение рельефа поверхностей морфологически разнотипных структур. В связи с непрерывно-прерывистым развитием возникают определенные особенности сочетания рельефа поверхностей разнотипных структур, располагающихся друг над другом на разных глубинах. Различают две разновидности несоответствия рельефа этих структур: первая характеризуется сочетанием поверхностей замкнутых структурных форм в верхних горизонтах осадочной толщи и моноклиналей или близких к ним структур в нижних. Это несоответствие следует назвать эпиморфным. Для второго вида характерно сочетание замкнутых форм в нижних частях и моноклиналиных структур в верхних. Этот вид несоответствия назван катаморфным. Отмеченные выше несоответствия характеризуются полным отсутствием закономерной связи между рельефом сравниваемых разновозрастных поверхностей и выражается нулевыми значениями коэффициента линейной корреляции ($r = 0$).

Двойной системой терминов «соответствие — несоответствие» и «совмещение — несовмещение» можно также охарактеризовать соотношение рельефа разновозрастных погребенных поверхностей земной коры не только небольших участков Земли (площадей локальных морфоструктур), но и таких крупных территорий, как морфоструктуры первого порядка (синеклиза — низменная равнина, антеклиза — возвышенность).

Определение степени совмещения рельефа разновозрастных погребенных поверхностей Земли. Этот вопрос можно решить также изучением расположения продольной оси крупной морфоструктуры в различные этапы рельефообразования. Проиллюстрируем сказанное на примере Приднепровской низменной равнины. Последняя возникла в Днепровско-Донецкой впадине и представляет собой сложное структурно-геоморфологическое образование платформенного типа — морфоструктуру первого порядка. Она состоит из трех расположенных друг над другом разновозрастных морфоструктур — докембрийской, позднепалеозойской и мезокайнозойской. Сопоставление морфоструктурных особенностей рельефа погребенных поверхностей указывает на то, что между ними в генеральном плане существует прямое соответствие. Палеогеоморфологический анализ развития рельефа морфоструктуры по этапам, начиная со средне-позднедевонского, свидетельствует о том, что подобное соответствие в общих чертах никогда не нарушается. Таким образом, морфоструктура Днепровско-Донецкая впадина — Приднепровская низменная

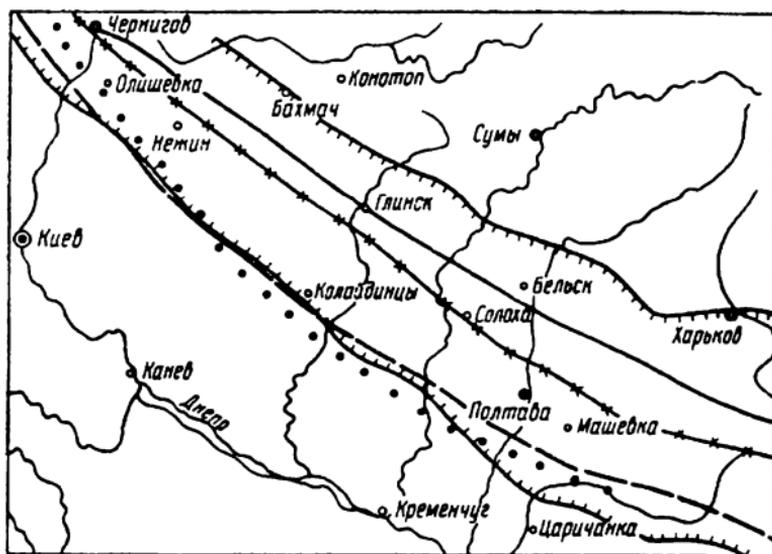


Рис. 10. Схема миграции зон максимальных мощностей мезозойских и кайнозойских отложений территории Приднепровской низменной равнины (по В. К. Гавришу, 1962; с дополнениями автора):

- 1 — границы Днепровского грабена; зоны максимальных мощностей отложений;
- 2 — триасовых, нижнеюрских, сеночанских, туронских, киевских и неогеновых;
- 3 — оксфордских, кимериджских, нижнемеловых, коньякских, сантояских, кампанских, маастрихтских, палеоценовых, каневских, бучацких и харьковских;
- 4 — байосских, батских и келловейских;
- 5 — четвертичных.

равнина как в прошедшие древние этапы развития, так и на современном этапе относится к унаследованным согласным (прямым) морфоструктурам.

Рассматривая морфоструктурные особенности территории Приднепровской низменной равнины, К. И. Геренчук (1960) и Ю. А. Мещеряков (1965) несколько разошлись в определении типа соотношений рельефа погребенных и видимой ее поверхностей. К. И. Геренчук относит ее к прямому смещенному, Ю. А. Мещеряков — к полупрямому типу.

Проанализируем расположение продольной оси этой морфоструктуры на протяжении истории ее формирования. Расположение оси определялось на основе изучения карт мощностей; точки с наибольшей мощностью осадков определенного периода соединялись линией, которая принималась за продольную ось впадины. В течение длительной истории формирования этой крупной морфоструктуры продольная ось, как отмечали Д. Н. Соболев (1938), А. А. Мартынов и В. И. Хныкин (1963), В. К. Гавриш (1962) и др., неоднократно перемещалась с юго-

запада на северо-восток или в обратном направлении. Смещение оси достигало нескольких десятков километров по сравнению с ее положением в предыдущем периоде. В четвертичном периоде ось проходила западнее городов Чернигова, Нежина и Полтавы и располагалась ближе к палеогеновой и неогеновой осям, однако с ними не совпадала.

Нанеся расположение продольной оси в каждом периоде на карту, мы получаем картину изменения ее положения в пространстве в течение различных этапов развития морфоструктуры (рис. 10). Из анализа расположения продольной оси следует, что она никогда не мигрировала за пределы морфоструктуры первого порядка. Все это свидетельствует о том, что морфоструктура Днепровско-Донецкая впадина — Приднепровская низменная равнина развивалась как унаследованная морфоструктура. Она относится к прямому смещенному типу.

МЕТОДЫ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 6

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ РЕЛЬЕФА ПОГРЕБЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Познать историю и закономерности развития древнего рельефа возможно, исходя из представлений о развитии рельефа видимой поверхности Земли. Принципиальные положения о процессах рельефообразования и создания форм различного генезиса этой категории рельефа вполне приемлемы при изучении древнего рельефа. Следовательно, при изучении рельефа погребенных поверхностей земной коры совершенно необходим сравнительно-исторический подход. Применительно к палеогеоморфологическому анализу он заключается в том, что закономерности развития рельефа видимой поверхности Земли используются в общих чертах для истолкования развития древнего рельефа на всех этапах геоморфогенеза.

Конечно, в связи с развитием земной коры происходят изменения геологических и физико-географических условий, в которых взаимодействовали рельефообразующие процессы и формировался древний рельеф, а поэтому полное отождествление условий прошлых этапов с современными недопустимо; речь может идти только о проведении аналогий. Так, условия формирования рельефа на территории Приднепровской низменной равнины в позднекаменноугольно-раннепермский этап и датскую эпоху существенно отличались от условий четвертичной эпохи геоморфогенеза. В течение древних этапов интенсивные тектонические движения сформировали крупные антиклинальные структуры (брахиантиклинали), которые в рельефе были выражены увалообразными возвышенностями, простиравшимися на десятки километров. Подобных же погребенных возвышенностей четвертичного возраста известно всего несколько, а в рельефе видимой поверхности Приднепровской низменной равнины локальные возвышенности выражены значительно слабее.

Палеогеоморфологические исследования довольно сложны как на участках, которые в течение истории формирования геоморфологического лика Земли были преимущественно областями аккумуляции, так и на участках, подвергавшихся денудации.

История геоморфогенеза равнинных областей богата разнообразными событиями, многократно изменявшими условия развития рельефа, что приводило к полному или частичному уничтожению древних форм или благоприятствовало их захоронению. В то же время создавались новые формы рельефа. Все это привело к возникновению сложного по генезису рельефа разновозрастных погребенных поверхностей земной коры, расположенных в толще земной коры в несколько этажей. Познание форм древнего рельефа усложняется из-за неполноты геологической летописи, особенно в областях преимущественной денудации. Кроме того, изучаются они, как правило, не в процессе непосредственных полевых наблюдений, а в результате анализа данных, полученных различными техническими средствами (бурением, геофизическими исследованиями). Визуальные наблюдения (в естественных и искусственных обнажениях, карьерах, шурфах, шахтах и т. д.) применимы довольно ограниченно и главным образом к тем формам, которые возникли в более поздние этапы рельефообразования. Однако они, как правило, не дают полных сведений о распространении (линейном и площадном) древних форм рельефа. В тех случаях, когда приходится встречаться с неполнотой геологической летописи или отсутствием данных о рельефе, следует применять экстраполяцию и интерполяцию имеющихся данных на отдельных участках исследуемой территории. При этом необходимо учитывать условия развития рельефа как в конкретном этапе рельефообразования, так и в целом в прошедшие эпохи развития земной коры. Вполне очевидно, что в палеогеоморфологии должны широко использоваться индуктивный и дедуктивный методы.

Решение разносторонних сложных задач, стоящих перед палеогеоморфологией по изучению погребенных и восстановленных форм рельефа на всех этапах геоморфогенеза, а также выявление последующих преобразований после его захоронения под влиянием морфодиагенеза возможны только на основании детального анализа различных данных, полученных в результате изучения палеофаций, мощностей слоев горных пород, тектонического строения отдельных участков земной коры, сохранившихся древних форм рельефа и т. д.

Палеогеоморфологические исследования включают методы и приемы, заимствованные из других отраслей знаний (геологии, геофизики, геоморфологии и др.). Переосмысливание полученных с их помощью данных, придание им палеогеоморфологической направленности позволяют более или менее успешно изучить погребенные и восстановить уничтоженные формы рельефа, получить сведения об условиях их формирования и последующего преобразования после захоронения.

В настоящее время только в нескольких работах предложены методы изучения рельефа погребенных поверхностей земной коры (Котлуков, 1935—1970; Толстихина, 1952; Марковский,

1956; Галицкий, 1966; Проницева, Жернаков, 1970; Проницева, 1973). Основные принципы и общеметодические положения палеогеоморфологических исследований изложили Л. Б. Рухин (1962), А. И. Спиридонов (1963, 1970), Ю. А. Мешеряков (1965), М. Ф. Веклич (1966), В. И. Галицкий (1966), А. В. Гольберг, Л. Г. Маркова, И. Д. Полякова, В. Н. Сакс, Ю. В. Тесленко (1968), А. П. Рождественский, Ю. Е. Журенко, И. К. Зиняхина (1970), Ю. Ф. Чемяков (1970, Чемяков и др., 1974).

Наша задача заключается в том, чтобы систематизировать и кратко охарактеризовать методы, которые можно применить для палеогеоморфологических исследований. Таких методов насчитывается несколько: палеофациальный, анализ мощностей, палеонтологический, биоиндикационный, геоморфологический и палеогеоморфологический, геофизический и математический. Метод включает приемы и способы исследования, обладающие определенной самостоятельностью, так как каждый может решать конкретную частную задачу. Однако полную информацию о рельефе погребенных поверхностей земной коры нельзя получить с помощью только какого-либо одного метода, так как «каждый метод, применяемый в науке, служит для определенной цели, прилагается к определенному материалу и имеет известные границы своего приложения» (Милановский, 1941). В связи с этим правильным может быть только комплексное применение разнообразных методов и приемов исследования, дополняющих друг друга.

Первые шесть методов дают возможность выяснить преимущественно только качественную сторону процессов рельефообразования и не показывают тех количественных изменений, которые происходят в поэтапном формировании и развитии рельефа как обширных площадей, так и небольших участков земной коры. Поэтому для получения количественной характеристики этих процессов необходимо при палеогеоморфологических исследованиях применять математические методы.

ОБЗОР МЕТОДОВ И ПРИЕМОВ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методы, приемы и способы изучения, рекомендуемые для палеогеоморфологических исследований, перечислены в составленной нами табл. 4. В ней отмечено, для характеристики каких форм рельефа применяется тот или иной метод или прием, а также дается оценка разрешающих их способностей (какие параметры характеристики рельефа можно получить с помощью приема).

Методы и приемы палеогеоморфологических исследований (возможность применения)

Метод	Прием и способ	Категория изучаемого рельефа погрешных поверхностей						Метод применим для определения
		погрешной сохранившейся			восстановленный			
		включительный	ленулационный	тектонический	включительный	ленулационный	тектонический	
Палеофациальный	Изучение геологических разрезов Анализ перерывов осадконакопления и несогласий Анализ палеогеологических карт Терригенно-минералогический Анализ сингенетических и эпигенетических минеральных образований Совместное изучение литологических особенностей осадков	+	+	+	+	+	+	<p>Формы рельефа погрешных поверхностей</p> <p>Общие черты рельефа и его отдельных форм То же</p> <p>Положительные и отрицательные морфоструктуры и морфоскульптуры различных размеров</p> <p>Возвышенные (денулационные) и пониженные (аккумулятивные) континентальные и шельфовые равнины, морфоструктурные формы равнин</p> <p>Денулационные возвышенности и их склоны, аккумулятивные понижения</p> <p>Морфоструктурные и морфоструктурные черты рельефа равнин</p>
		+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	<p>возраста</p> <p>генезиса</p>	
							<p>морфометрических данных</p> <p>горных</p> <p>вертикальных</p>	
							История формирования	

Метод	Применение и способ	Категория изучаемого рельефа погрешных поверхностей						Метод применения для определения				История формирования	
		погрешный сохраняющийся		восстановленный		тектонический		геоэрозия	возраст	морфо-трещинных данных			вертикальных
		аккумулятивный	аккумулятивный	аккумулятивный	аккумулятивный	аккумулятивный	аккумулятивный			аккумулятивный	аккумулятивный	аккумулятивный	
Анализ мощностей отложений	Анализ мощностей отложений	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Анализ мощностей отложений	Структурно-фациальный анализ Палеотектонический критерий выявленных эрозонных форм Анализ карты изопахит	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Анализ мощностей отложений	Метод реперных поверхностей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Анализ мощностей отложений	Анализ палеотектонических карт и профилей Палеоструктурно-геологический анализ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Анализ мощностей отложений	Объемный метод	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Палеофациальный анализ — один из основных методов, используемых для качественной характеристики рельефа погребенных поверхностей земной коры. Возможность использования погребенных фаций для палеогеоморфологических исследований подчеркнута уже в самом определении термина «фация», дающем понятие не только о ее вещественном составе, но и о возникновении в определенных физико-географических условиях. «В природе осуществляется неразрывная связь между условиями среды накопления и признаками, приобретаемыми осадками в этой среде.. Эта связь отражается в определении фации» (Крашенинников, 1962).

В соответствии с изложенным фация — продукт определенных физико-географических условий, в том числе и геоморфологических, существовавших в течение конкретного этапа развития земной коры. Рельеф, являющийся неотъемлемой составной частью физико-географической обстановки, ее наиболее устойчивым элементом, тоже наложил отпечаток на фацию при ее формировании. Процессы, участвовавшие в создании фаций, были в то же время и рельефообразующими процессами и одновременно создавали определенные формы и типы рельефа.

Когда речь идет о фациях прошедших этапов развития земной коры, т. е. о древних, ныне погребенных фациях, следует помнить, что условия, в которых они формировались, в настоящее время не существуют. Но сохранившееся материальное выражение их — отложения — дает возможность восстановить эти условия.

Значение погребенных фаций для палеогеоморфологических реконструкций очень велико. Оно заключается в том, что фация, по В. Е. Хаину (1954), перекинула мост между ископаемым осадком и обстановкой его отложения, литологией и палеогеографией.

Применение палеофациального анализа в палеогеоморфологии основывается на положении о том, что формы рельефа и слагающие их отложения — результат деятельности одних и тех же процессов. Рельеф и отложения — две неразрывные сопряженные стороны проявления одного и того же экзогенного процесса: определенные генетические типы отложения слагают определенные генетические типы рельефа.

Из этого положения вытекает, что, если известна одна из сторон процесса (фация), можно восстановить и его другую сторону (рельефообразующие процессы и ими созданные формы рельефа). Изучение фаций позволяет восстановить генезис, возраст и морфологический облик рельефа и отдельных его форм. Этот вывод имеет большое значение для палеогеоморфологических исследований, так как чаще всего непосредственное изучение форм древнего рельефа исключено. Кроме того, часть

погребенных форм рельефа в той или иной степени изменена, и, конечно, восстановление первоначального облика невозможно без изучения слагающих его отложений.

Анализируя погребенные фации, следует учитывать, что образование их происходило в условиях, несколько отличных от существующих в настоящее время. Поэтому погребенные фации отличаются от современных: чем они древнее, тем эти отличия значительнее. Палеофациальный метод включает комплекс приемов, позволяющих дать характеристику древнего рельефа, возникшего в самых разнообразных условиях и на различных этапах геоморфогенеза.

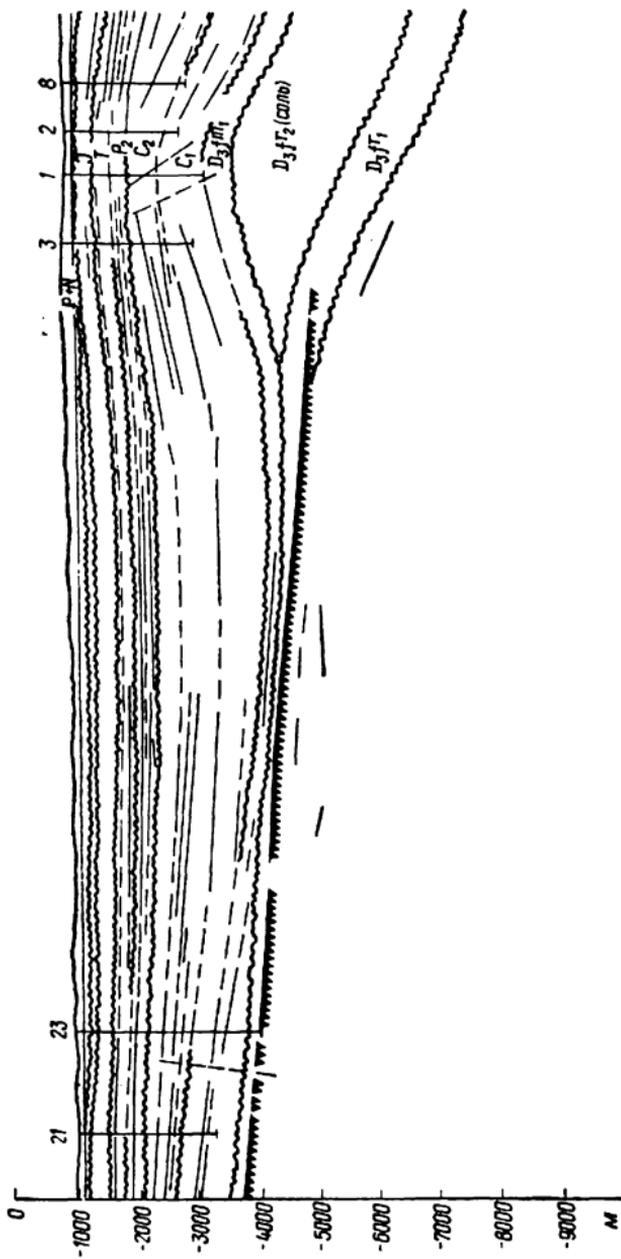
Изучение геологических разрезов (профилей). Изучение рельефа погребенных поверхностей земной коры необходимо начинать с палеогеоморфологического анализа геологического разреза (профиля) исследуемой территории с тем, чтобы можно было представить общую картину формирования рельефа на протяжении всей истории геоморфогенеза и в соответствии с этим выбрать методы, дающие возможность охарактеризовать детали.

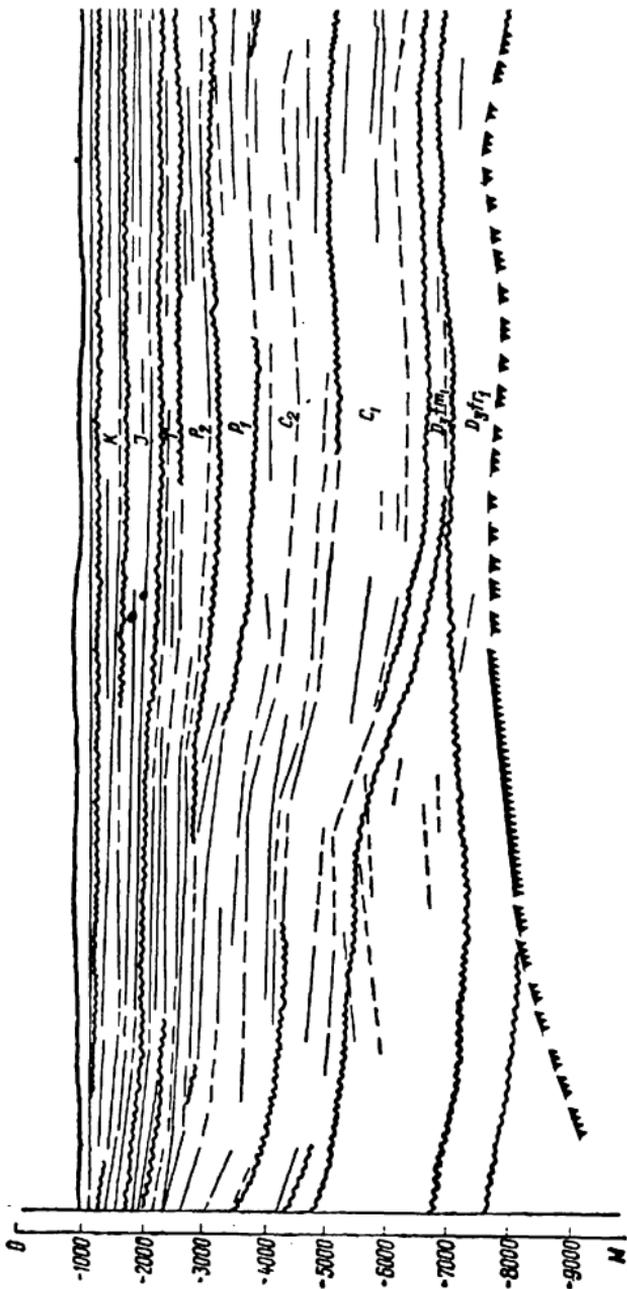
Геологический разрез, состоящий из слоев горных пород различного генезиса и возраста, часто разделен перерывами в осадконакоплении, отражает более или менее полно события, происходившие в течение длительного геолого-геоморфологического развития земной коры. Другими словами, в нем зафиксированы история развития Земли и те изменения, которые происходили в то время, когда поверхность земной коры в каждом этапе геоморфогенеза была видимой.

Изучение геологического разреза дает возможность восстановить рельефообразующие процессы, господствовавшие на любом этапе геоморфогенеза, их изменение от этапа к этапу, физико-географические условия (морские или континентальные) развития рельефа, расположение суши, ее высоту в то время, когда накапливались осадочные толщи в море. На протяжении каждого этапа на суше возникали формы и типы рельефа — морфоскульптуры различного генезиса и морфоструктуры, претерпевшие изменения под влиянием денудационных процессов. В это же время формировались полигенетические поверхности выравнивания, включающие равнины различного генезиса: денудационные и аккумулятивные наземные; абразионные и аккумулятивные подводные и т. д.

Палеогеоморфологический анализ геологического разреза помогает выявить опустившиеся и поднявшиеся в разное время участки земной коры, нашедшие отражение в отрицательных и положительных формах рельефа. Так, поперечный геологический профиль (рис. 11) через Днепровско-Донецкую впадину по линии Сагайдак—Качановка дает представление об общих чертах погребенного рельефа, а также особенностях его развития. До позднего девона (франского времени) исследуемая

Сагайданское поднятие





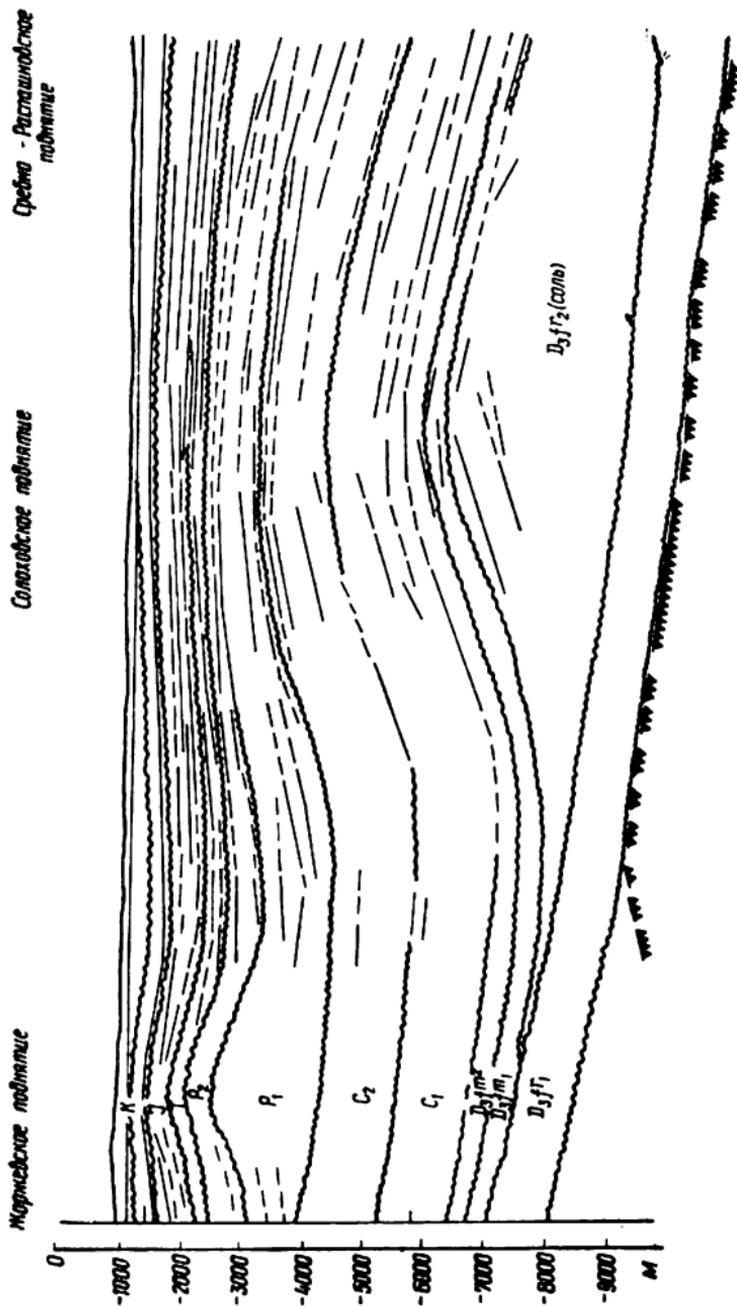


Рис. 11. Геологический профиль через Днепровско-Донецкую впадину по линии Сатайдак—Сребное (по А. А. Мартынову и др., 1967).

территория представляла собой денудационную равнину с довольно плоской поверхностью. Это объясняется длительным ее развитием в континентальных условиях, что подтверждается отсутствием осадков кембрийского, ордовикского, силурийского периодов, ранней и средней эпох девонского периода. В позднем девоне благодаря тектоническим опусканиям в центральной части впадины формируется морская аккумулятивная равнина, о чем свидетельствуют толщи соли. Наличие двух толщ соли разного возраста (франского и фаменского) указывает на изменяющиеся условия формирования этой равнины.

В каменноугольном периоде рельеф формировался в изменяющейся физико-географической обстановке — чередующихся морских и континентальных условиях. Это подтверждается мощными толщами осадков ранне- и среднекаменноугольной эпох и перерывами в осадконакоплении между ними и в позднекаменноугольную эпоху. В эти этапы формируется Сагайдакская структура, выраженная в рельефе подводной аккумулятивной равнины небольшой возвышенностью, о чем свидетельствует локальное уменьшение мощности отложений. В пермский этап, кроме Сагайдакской возвышенности (отсутствие раннепермских осадков на ее площади), возникает Солоховская увалообразная возвышенность (постепенное уменьшение мощности ниже- и верхнепермских осадков). В то же время на площади Жоржевского поднятия существовало понижение (увеличение мощности нижнепермских отложений), а затем структура начала расти и создала холм (уменьшение мощности верхнепермских отложений). В триасовый, юрский, меловый, палеогеновый и неогеновый периоды происходило чередование морских и континентальных условий, благодаря чему на территории впадины формировались морские аккумулятивные или наземные денудационные равнины. В рельефе равнин мелового, палеогенового и неогенового периодов были выражены Сагайдакский и Жоржевский холмы и Солоховская увалообразная возвышенность.

Изучение геологического профиля позволяет установить, на каких участках погребенный рельеф претерпел морфодиагенетические изменения после захоронения. Так, ранне- и позднефаменская аккумулятивные равнины были деформированы растущими соляными ядрами на площади Сагайдакской и Солоховской локальных структур: первая — в каменноугольный, вторая — в пермский и последующие периоды. На площади Жоржевской локальной структуры деформация поверхности аккумулятивных равнин поздней перми, триаса, юры и мела происходила в конце мелового периода, в палеогене и неогене.

Особенности геологического строения крыльев Днепровско-Донецкой впадины указывают на чередование условий геоморфогенеза, существование (как и в центральной части впадины) погребенного рельефа аккумулятивных и денудационных равнин, располагающихся в разрезе друг над другом в несколько

этажей. В то же время здесь отсутствуют холмы и увалообразные возвышенности, так как соль не отлагалась и соляные структуры не формировались.

Следовательно, палеогеоморфологический анализ геологического разреза дает возможность установить: общий ход развития земной коры и рельефа ее поверхности; условия рельефообразования (геологические и физико-географические) и направленность их развития; этажность погребенного рельефа; этапы геоморфогенеза, и в частности эпохи морского и континентального развития; господствующие на каждом этапе комплексы рельефообразующих процессов; относительный возраст форм погребенного рельефа.

Дальнейшая детализация истории формирования рельефа погребенных поверхностей земной коры производится другими методами.

Анализ перерывов осадконакопления и несогласий. В геологическом разрезе часто наблюдается выпадение одного или нескольких стратиграфических подразделений, выраженное наличием поверхностей перерывов. Особого внимания заслуживают региональные перерывы осадконакопления, так как по отношению к предыдущему и последующему этапам осадконакопления они представляют совершенно различные по качественным чертам рельефообразования отрезки истории. Эти перерывы часто являются крупными этапами рельефообразования, в течение которых господствовали континентальные условия. В это время проявлялись различные процессы, создававшие в начале перерыва расчлененный рельеф, который к концу перерыва сильно разрушался денудационными процессами.

На необходимость палеогеоморфологического анализа перерывов обратили внимание А. И. Спиридонов (1960), Н. А. Флоренсов (1964), В. И. Галицкий (1966), А. В. Сидоренко (1970), Н. В. Думитрашко, Г. Ф. Лунгерсгаузен, Ю. А. Мещеряков, А. П. Рождественский (1970), Ю. Ф. Чемяков (1970).

Поверхность перерыва — это зеркало, которое отражает события прошлых эпох и их роль в формировании рельефа, «отражает в обобщенном виде, иногда в деталях, динамику древних ландшафтов, направление миграции береговых линий, характер и интенсивность расчленений суши и т. д.» (Флоренсов, 1964). Все это является средством палеогеоморфологического анализа.

А. В. Сидоренко (1970) подчеркнул, что континентальные режимы в истории Земли, вероятно, также широко распространены, как и морские. Изучение их с помощью палеогеоморфологического анализа необходимо для познания истории земной коры и поисков месторождений полезных ископаемых.

Поверхность перерыва почти всегда представляет собой плоскость, разделяющую несогласно залегающие толщи, т. е. по-

верхность несогласия. Поверхность регионального несогласия в геологических разрезах является, по Ю. Ф. Чемякову (1970), погребенным отражением полигенетических поверхностей выравнивания, возникших в результате господства процессов денудации и аккумуляции. Это мнение близко к определению поверхности несогласия как древней топографической поверхности, или поверхности палеорельефа, предложенного Н. В. Думитрашко, Г. Ф. Лунгерсгаузеню, Ю. А. Мещеряковым и А. П. Рождественским (1970).

В. Е. Хаин (1964) выделил несколько типов несогласия, что дает возможность установить факторы рельефообразования, проявившиеся во время перерыва осадконакопления. Например, эрозионное несогласие указывает на важную роль денудационных процессов в формировании рельефа. Угловое несогласие фиксирует активную деятельность тектонических процессов, формирующих морфоструктурные особенности рельефа.

Господствующий континентальный режим благоприятствовал развитию комплекса процессов, определивших особенности рельефообразования. Это заключается прежде всего в том, что существовавшие к моменту перерыва, а также продолжавшие существовать формы рельефа подвергались воздействию денудационных процессов и разрушению. Одновременно многие процессы, и в первую очередь текущие воды (временные и постоянные) и озера, создавали новые эрозионные и аккумулятивные формы. Вдоль береговой линии моря возникали такие аккумулятивные формы, как пересыпи, бары, косы и т. д. Коралловые полипы могли создать рифовые постройки.

Изучение фаций, приуроченных к поверхности перерыва, и их распространения позволяет сделать выводы об особенностях проявления процессов рельефообразования и созданных ими формах рельефа. Наличие на поверхности перерыва выходов древних отложений указывает на существование возвышенностей. По границам этих участков можно определить очертания возвышенностей в плане и их горизонтальные размеры. Для более подробной характеристики рельефа поверхности несогласия необходимо использовать данные, полученные из анализа палеогеологической карты и карты изопахит. Если на каком-то участке под поверхностью несогласия залегают породы, образовавшиеся значительно раньше, чем началось ее формирование, а среди них отмечены участки еще более древних отложений, то последнее свидетельствует о срезании (разрушении) древних форм рельефа процессами денудации.

Следовательно, в эпоху, когда поверхность перерыва была видимой поверхностью земной коры, рельеф ее состоял из форм разного генезиса и возраста: древних, существовавших к началу перерыва, и молодых, возникших в течение перерыва осадконакопления.

Интенсивное проявление денудационных процессов приводит к тому, что на протяжении перерыва осадконакопления на больших площадях возникают денудационные поверхности выравнивания. Одновременно на участках, являющихся областями аккумуляции продуктов разрушения, формируются аккумулятивные поверхности выравнивания (аллювиальные и прибрежно-морские). Эти различные по генезису поверхности образуют единую полигенетическую поверхность выравнивания. Следуя мнению Ю. Ф. Чемякова (1970), можно утверждать, что полигенетическая поверхность — геоморфологическое выражение поверхности несогласия в конце перерыва осадконакопления, т. е. перед самым ее погребением под толщей осадочных пород.

Для восстановления орографических особенностей рельефа поверхности перерыва к моменту ее захоронения под более молодыми осадками следует, по А. И. Леворсену (1962), построить карту изопахит морского стратиграфического горизонта, залегающего непосредственно под ней. Кровля его принимается за горизонтальную поверхность, от которой отсчитываются мощности.

Время возникновения и продолжительность перерыва устанавливаются определением возраста стратиграфических горизонтов, лежащих выше и ниже его поверхности. По продолжительности перерыва можно восстановить возраст форм рельефа, размещающихся на поверхности несогласия. Чем короче продолжительность перерыва, тем точнее можно установить возраст рельефа. Г. С. Ганешин, В. В. Соловьев и Ю. Ф. Чемяков (1970) предлагают определять геологический возраст погребенного рельефа или, точнее, время завершения его формирования и перехода в погребенное состояние, используя для этого данные о возрасте горных пород, перекрывающих поверхность несогласия.

Изучение поверхностей перерывов и несогласий имеет практическое значение, так как они представляют собой этапы геоморфогенеза, в течение которых возникли месторождения экзогенных полезных ископаемых, а также образовались ловушки нефти и газа. Последними могут быть русла рек, в которых аккумуляровался зернистый аллювий, дельты рек, бары, косы, пересыпи; дислоцированные слои локальных структур, срезанные денудацией во время перерывов осадконакопления, а затем несогласно перекрытые более молодыми осадками. Чем больше несогласий в осадочной толще, тем вероятнее нефтеносность толщ (Леворсен, 1970). В то же время перерывы, в течение которых интенсивно проявлялись денудационные процессы, были, по И. М. Губкину, эпохами разрушения нефтяных залежей в результате уничтожения ранее существовавших структур. В. А. Котлуков (1964) приводит факты нарушения сплошности

залесей углей Подмосковского бассейна предчетвертичными речными долинами.

Составление и анализ палеогеологических карт. Анализ палеогеологических карт успешно применил Н. С. Шатский (1946) для восстановления истории тектонических движений Восточно-Европейской платформы. С помощью этого метода удалось выявить существование в раннем и начале среднего палеозоя ныне погребенного Волго-Уральского поднятия.

Палеогеологические карты составляются, как правило, для перерывов осадконакопления. На них отражаются дислокации, существовавшие до отложения осадков, покрывающих поверхность перерыва. Поверхность эта принимается при построении карты за горизонтальную или слабо наклонную, так как предполагается, что к концу перерыва денудационные процессы уничтожили все неровности поверхности земной коры.

Однако изучение многих участков земной коры свидетельствует о том, что в действительности на поверхности перерыва сохраняются положительные и отрицательные формы рельефа, разрушенные в той или иной степени. Морфоструктуры первого порядка при любой длительности перерыва и любой интенсивности денудационных процессов наиболее часто остаются выраженными в рельефе до погребения под молодыми осадками и, следовательно, могут быть охарактеризованы при анализе палеогеологической карты. Положительные морфоструктуры второго и третьего порядков можно обнаружить на палеогеологической карте по локальным замкнутым выходам более древних пород, концентрически располагающихся полосами овальной или округлой формы. Самые древние отложения, выходящие на поверхность в наиболее приподнятой сводовой части морфоструктур, окружены концентрическими полосами более молодых пород. Со всех сторон выходы древних пород окружены молодыми осадками, образовавшимися к моменту начала перерыва осадконакопления или представляющими собой продукты разрушения, возникшие во время перерыва. Карстовые формы рельефа восстанавливаются по фациям и мощностям отложений, под которыми они погребены. Наличие участков молодых осадков среди более древних и увеличение их мощности дает возможность определить отрицательные формы рельефа любого генезиса.

Анализ палеогеологических карт дает возможность восстановить условия формирования и общие черты рельефа поверхности земной коры к моменту его захоронения под молодыми осадками, т. е. к концу этапа геоморфогенеза. При этом восстанавливаются положительные и отрицательные морфоструктуры второго и третьего порядков, а также морфоскульптуры (карстовые, эрозийные и абразионные формы, долины и русла рек, дельты и т. д.), их конфигурация и простиранье.

Анализ серии последовательно составленных палеогеологических карт позволяет решить вопрос о начале возникновения морфоструктур и особенностях их поэтапного развития.

Так как поверхность несогласия условно принимается за горизонтальную, что не всегда справедливо, изучение палеогеологической карты следует дополнить анализом карты изопакит трансгрессивно залегающего над ней горизонта. Совместный анализ этих карт помогает установить характерные черты рельефа к концу перерыва (наличие возвышенностей и понижений, глубину расчленения поверхности, конфигурацию и размещение неровностей в пространстве), определить возраст и выявить некоторые закономерности его развития.

Анализ палеогеологических карт дает обширную информацию, которую можно использовать для качественной характеристики рельефа как небольших участков (отдельных морфоструктур и морфоскульптур), так и крупных палеогеоморфологических областей (районов). По распределению суши и моря можно восстановить общие черты геологических и физико-географических условий, в которых формировался рельеф, установить господствующие в это время рельефообразующие процессы и их взаимодействие в пространстве и времени. В зависимости от масштаба и детальности карт в пределах суши и моря можно выявить отдельные генетические типы рельефа и их распространение (возвышенности и понижения, русла рек, дельты, подводные и надводные возвышенности и т. д.). Можно также охарактеризовать и некоторые морфологические черты, очертания в плане, горизонтальные размеры погребенных форм. Наиболее полную характеристику рельефа дают карты, составленные для небольших отрезков времени.

Терригенно-минералогический метод. Метод, разработанный В. П. Батуриным (1937, 1947), основан на анализе минерального состава обломочных пород. С его помощью восстанавливаются области сноса и аккумуляции, направление и способ переноса обломочного материала, а также история развития изучаемой области суши. Терригенные компоненты, составляющие 85—95% стратисферы, позволяют раскрыть строение суши — ее протяженность, рельеф, гидрографическую сеть. В них запечатлены оледенения, вулканизм и тектонические процессы.

Таким образом, терригенно-минералогический метод позволяет определить рельефообразующие процессы, созданный ими рельеф и историю его развития на любом этапе геоморфогенеза.

Формирование терригенных компонентов заключается в дифференциации вещества ранее существовавшей суши под воздействием главным образом экзогенных агентов, среди которых доминирующую роль играли текучие воды. И хотя изменяется валовой минералогический состав осадков суши, возникают иные

соотношения слагающих минералов, в характере образовавшейся ассоциации минералов сохраняются черты, воспроизводящие облик денудированного участка.

На основании распределения петрографических типов терригенных минералов в областях сноса и аккумуляции В. П. Батурия выделил питающие и терригенно-минералогические провинции. Под питающими провинциями понимают пространственно ограниченный комплекс пород, участвующих в образовании современных с ним терригенных осадков. В зависимости от формы и агентов сноса питающие провинции делятся на площадные (речной бассейн, область, занятая ледником), линейные (морские берега), точечные (вулканы). На формирование терригенного комплекса пород влияют климат, рельеф, размеры провинции, скорость транспортировки и отложения обломков. Терригенно-минералогические провинции являются областями седиментации геологического прошлого, охарактеризованными одним комплексом легких и тяжелых минералов.

Состав терригенных осадков указывает на строение тех областей суши, откуда они принесены. На карте отмечаются терригенно-минералогические провинции, а границы распространения осадков являются границами областей денудации и седиментации. Палеогеографические, а следовательно, и палеогеоморфологические построения по терригенным компонентам основываются главным образом на изучении минералов тяжелой фракции.

Области сноса можно изучать двумя путями: дифференциальным и флювионтегральным. Первый включает изучение отдельных образцов пород (шлифов, навесок, дробление пород и выделение тяжелой фракции методами осадочной петрографии). Флювионтегральный метод заключается в изучении аллювия реки, разрушающей породы области сноса. Аллювий представляет собой среднюю пробу из компонентов, слагающих территорию бассейна реки. Пробы берутся вдоль течения реки. В пробах определяется количественное содержание тяжелых минералов, и по полученным данным строится кривая распределения их от истока к устью. Снижение процентного содержания какого-либо компонента вниз по течению свидетельствует о расположении области сноса в верховье реки. Повышение содержания компонента на отдельных участках течения реки указывает на существование местных областей сноса.

Изучение терригенно-минералогических провинций позволило В. П. Батурию восстановить рельеф Восточной Грузии и юго-восточной Татарии в древние эпохи геоморфогенеза. В междуречье Алазани и Куры в плиоцене существовала предгорная равнина, на которой формировались мощные толщи континентальных осадков, в том числе ширакская свита. Из анализа геологической обстановки и петрографических наблюдений вытекает, что источником сноса является Главный Кавказский

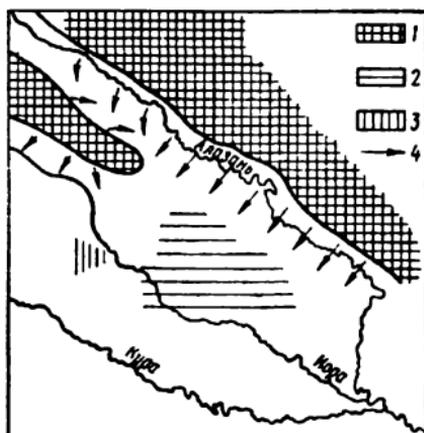


Рис. 12. Схематическая карта терригенно-минералогических провинций эпохи отложения ширакской свиты (по В. П. Батурину, 1937):

1 — области разрушения; области осаднения; 2 — роговообманково-пироксеновая провинция; 3 — цирконово-целестиновая провинция; 4 — направление сноса.

являлся Кахетинский хребет. Он же и районы, расположенные западнее от него, питали вторую — цирконо-целестиновую провинцию (рис. 12).

На территории юго-восточной Татарии в уфимский век по данным анализа тяжелой фракции минералов установлено две терригенно-минералогические провинции, отвечающие двум сухим дельтам. Одна система притоков, текущих по Татарии, направлялась с востока, другая — с юго-востока. Следовательно, в уфимский век восточная часть исследуемой территории представляла собой возвышенность, а западная — равнину. Возвышенность разрушалась речными артериями, стекавшими с нее на запад и северо-запад. Переносимый ими на равнину материал участвовал в формировании обширных дельт. Распространение тяжелых минералов дает возможность установить площадь равнины, на которой они размещены, и границу между ней и возвышенностью.

Изучение петрографического комплекса пород терригенно-минералогической провинции позволяет проследить историю развития области сноса, особенности ее строения до разрушения. Это вытекает из закономерности, заключающейся в том, что накапливающиеся в результате размыва минералогически отличающихся толщ осадки повторяют перевернутую стратиграфическую схему области денудации (рис. 13). Увязав эту закономерность со стратиграфией области сноса, можно проследить общие черты ее строения и истории развития.

хребет. По составу гальки и тяжелой фракции (известняки и пироксеновые порфиры) установлено, что питающая провинция в это время размещалась на территории современной Алазанской депрессии. Здесь существовал хребет, уничтоженный денудацией в течение неогена. В рельефе был также выражен Кахетинский хребет. Так как в междуречье Алазани и Куры осадки ширакской толщи представлены двумя терригенно-минералогическими провинциями

(роговообманково-пироксеновая и цирконо-целестиновая), из которых вторая развита на небольшом участке в западной его части, то из этого следует, что распространению первой мешало препятствие, которым

Анализ сингенетических и эпигенетических минеральных образований. Одну из разновидностей терригенно-минералогического метода представляет метод, заключающийся в изучении распределения в осадочной толще отдельных минералов, образовавшихся в процессе сингенеза и эпигенеза. Е. Ф. Станкевич (1966), применявший этот метод, отмечает, что в терригенных осадках девонской системы в северной части Волго-Уральской области наблюдается закономерное распределение по территории в зависимости от палеогидрогеологических условий сингенетического и эпигенетического гипса и пирита.

В Татарии гипс в терригенных отложениях девона практически отсутствует и появляется на широте г. Ижевска, увеличиваясь в количественном отношении в северном направлении. В этом же направлении возрастает количество эпигенетического гипса. Количество эпигенетического пирита уменьшается до полного исчезновения на севере Кировской области. На основании полученных данных автор делает вывод о том, что на севере располагалась приподнятая область размыва, в пределах которой пополнялись подземные воды, мигрировавшие отсюда на юг. Воды из области размыва приносили сульфаты, под влиянием окислительных условий пирит окислялся, сульфиды выпадали в осадок.

С помощью этого метода можно установить распределение областей сноса и аккумуляции, направление сноса, следовательно, размещение возвышенных и пониженных участков погребенной поверхности и их относительную высоту.

Совместное изучение литологических особенностей осадков. Применено Г. Б. Аристовой (1968) для выявления тектонического рельефа по минералогическому составу осадков, гранулометрии и ориентировке наклонов косых слоев. На основе полученных данных составляются карты гранулометрического состава осадков, течений и распределения минеральных ассоциаций (карта терригенно-минералогических провинций). Изучение гранулометрических карт песчаной, алевритовой и глинистой фаций, особенно карты распределения песчаных фракций на погребенной подводной равнине центральной части Северного Кавказа и Предкавказья в альбское время (рис. 14), позволило по погребению осадков выделить Минераловодское, Кубанское, Адыгейское, Журавское

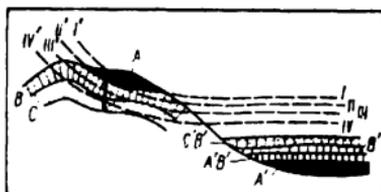


Рис. 13. Схема размытия сложного комплекса пород, сопровождаемого опусканием уровня моря и врезанием рек (по В. П. Батурину, 1937):

I, II, III и IV — уровни стояния моря; *I', II', III' и IV'* — соответствующие профили речной сети; *A, B и C* — три комплекса размываемых пород; *A', A'B', B' и C'B'* — осадки, образовавшиеся из пород слоев *A, B и C*.

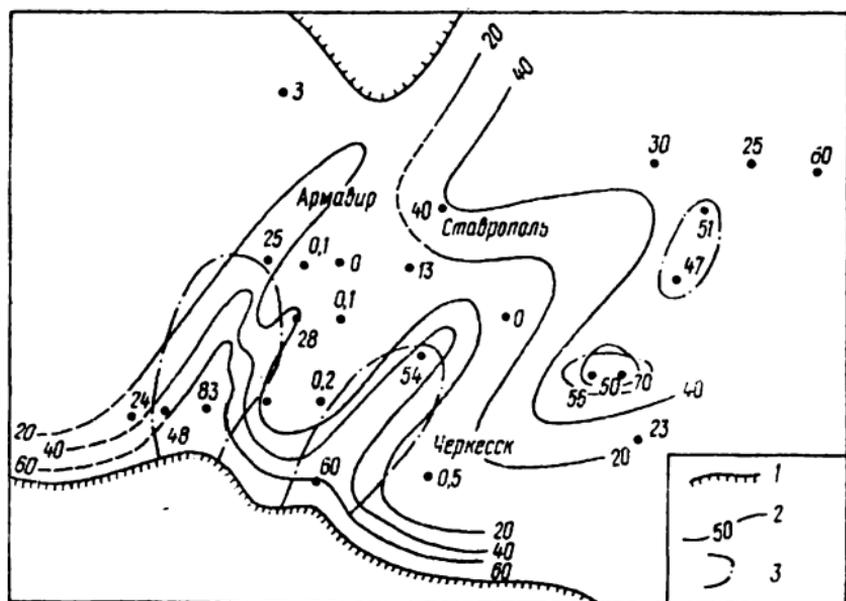


Рис. 14. Схематическая карта распределения песчаной фракции в альбском бассейне Центрального Предкавказья (по Г. Б. Аристовой, 1968):
 1 — предполагаемые границы бассейна седиментации; 2 — изолинии процентного содержания песчаной фракции; 3 — контуры предполагаемых подводных поднятий.

и Северо-Нагутское поднятия. Наличие поднятий подтверждается также закономерным изменением песчанности разрезов альба. Последняя увеличивается при приближении к границам бассейна седиментации и на поднятиях рельефа его дна. В сводовых частях поднятий увеличивается количество песчаных прослоев. На существование поднятий указывает и закономерная ориентировка наклонов серий косых слойков в песчаных пачках альбских осадков. Здесь развиты мульдобразные косослойчатые серии с четкой ориентировкой наклонов слойков, величина углов падения которых изменяется от 7 до 25°. Ориентированы оси в западных и северо-западных румбах, т. е. вдоль берега кавказской суши. Отклонение ориентировки косых слойков вызвано отклонением течения, поднятиями на подводной равнине. На конседиментационных поднятиях наблюдаются дивергенция и конвергенция течений, что связано с обтеканием положительных форм палеорельефа альбской подводной равнины.

Распределение минеральных ассоциаций показано на карте терригенно-минералогических провинций (рис. 15), составленной по методике В. А. Гроссгейма. Выделенные четыре минералогические провинции (Лабинская, Кубанская, Нагутская и

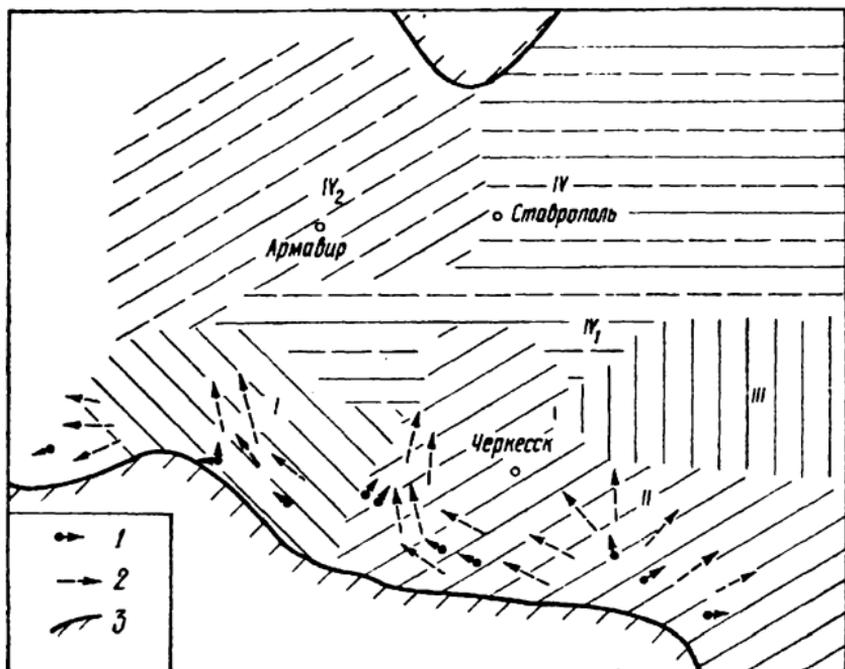


Рис. 15. Схематическая карта терригенно-минералогических провинций и донных течений альбского бассейна Центрального Предкавказья:

1 — ориентировка наклона косых слоев; 2 — предполагаемые направления течений; 3 — предполагаемые границы бассейна седиментации. Терригенно-минералогические провинции: I — Лабинская, II — Кубанская; III — Нагутская; IV — Ставропольская. Подпровинции: IV₁ — Восточно-Ставропольская, IV₂ — Западно-Ставропольская.

Ставропольская) указывают на то, что подводная равнина альбского времени обладала сложным тектоническим рельефом.

Таким образом, палеогеоморфологический анализ литологических особенностей осадков позволяет восстановить рельеф не только в общих чертах, но и его детали. Общие черты рельефа выделяются при изучении минерального состава осадочных горных пород, а детали — при анализе данных минералогии, гранулометрии и ориентировки наклонов косых слоев. На конседиментационных поднятиях увеличивается содержание минералов с большим удельным весом, преобладают крупные угловатые и угловато-окатанные зерна. На их сводах концентрируется наиболее грубозернистый материал и увеличивается содержание обломков пород. На склонах отмечаются дивергенция и конвергенция, а если поднятие значительное, то и отклонение донных течений.

Изучение погребенного аллювия. Восстановить рельеф погребенных речных долин можно на основе

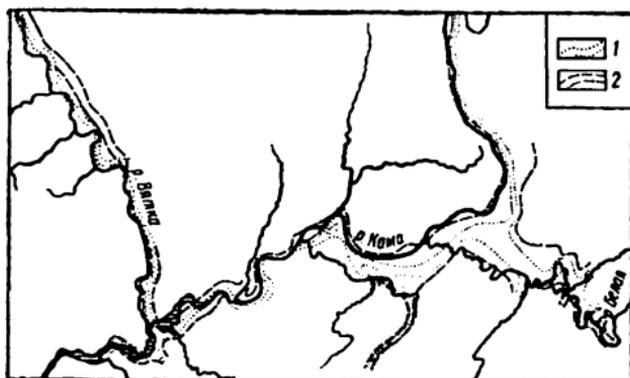


Рис. 16. Схематические контуры венецкой (1) и кривичской (2) пра-Камы, пра-Белой и пра-Вятки (по Г. И. Горецкому, 1964).

изучения погребенных аллювиальных отложений. В идеальном случае в погребенном состоянии на равнинах может сохраняться любая фация аллювия. Однако, по Г. И. Горецкому (1964), чаще всего встречаются осадки базального горизонта аллювия (фации размыва) и частично фации русла и стариц. Фации размыва отличаются по примеси в них гравийно-галечного материала, по значительному укрупнению песков при отсутствии гравия и гальки или малом их содержании. Изучение фации размыва, ее мощности, гранулометрического и петрографического состава, окатанности крупных частиц аллювия (гравия, гальки) позволяет восстановить особенности русла реки, а также отметить, в какой части долины (верхней, средней, нижней) располагался исследуемый участок русла. Старичный аллювий, залегающий линзами, представлен суглинками, супесями, мелко- и тонкозернистыми глинистыми песками, содержит большое количество органических остатков, обладает темным цветом (серым, темно-серым, черным). Старичный аллювий дает возможность охарактеризовать микроособенности рельефа поймы. Изучение особенностей аллювиальных отложений разного возраста позволило Г. И. Горецкому (1964) восстановить контуры венецкой (Q_1) и кривичской (Q_2) пра-Камы, пра-Белой и пра-Вятки (рис. 16).

Ю. А. Жемчужников (1954) выделяет признаки, по которым можно определить фациальную принадлежность осадков к погребенному аллювию: 1) аллювий даже в случае наличия широкой долины имеет в разрезе линзовидную форму. Поэтому линзы необходимо прослеживать в двух перпендикулярных направлениях и отмечать переходы в другие фации; 2) в мощных песчанниках следует наблюдать за изменением крупности зерна, наличием внутренних размывов, характером нижнего контакта и верхнего перехода; 3) для руслового аллювия характерна круглая однопослойная слоистость (в продольном направлении); для пойменной фации — мелковолнистые серии. Чтобы

отличить эти осадки и их слоистость от слоистости иного генезиса (морской, дельтовой и др.), следует изучать косую слоистость, определять азимут и угол истинного наклона; 4) речные отложения обладают особенностями, отличающими их от осадков баров, подводных дельт и прибрежно-морских.

При анализе руслового аллювия следует, по А. И. Леворсену (1970), учитывать, что основание этих отложений вогнуто, так как песок и гравий, заполняющие русло, залегают в виде линзы, а их кровля занимает большую поверхность по сравнению с основанием; отложения состоят из разнообразного материала, а поэтому текстура, состав и размер зерен резко меняются; карта аллювиальных отложений дает извилистый рисунок типа меандров.

Мелко- и тонкозернистость песчаников, переслаивающихся с аргиллитами и алевролитами, их обогащенность остатками флоры, а также небольшая мощность (0,5—1 м) указывают на то, что они представляют собой пойменный аллювий (Риттенберг, Тимофеева, 1954).

Залегание аллювия в виде линейно вытянутой полосы, имеющей в поперечном разрезе форму линзы, позволяет установить расположение речного русла, пространственное размещение пойменного аллювия — размеры поймы, а все вместе — речной долины.

Изучение дельтовых отложений может дать материал для восстановления погребенной дельты, а также общих сведений о рельефе суши (Жижченко, 1959). Исходя из того что современные дельты, сложенные мелкообломочным материалом, образуются крупными реками, текущими по обширным низменностям, можно предполагать, что близ района распространения погребенных дельтовых отложений находились подобные низменные равнины. В тех случаях, когда дельтовые отложения представлены галечниками, следует предположить, что близ береговой линии моря располагался горный рельеф суши. Если гальки состоят из пород, принесенных издалека, то можно допустить, что суша, на которой текли реки, имела довольно расчлененный рельеф со значительными высотами.

Изучение механического состава аллювия дает возможность определить интенсивность процессов и изменение их во времени и пространстве. Так, наличие крупной гальки, увеличение ее размеров в верхней части разреза, значительная мощность галечника позволяют предполагать, что соседняя возвышенность, представляющая собой область сноса, испытывала интенсивное поднятие. Это привело к увеличению живой силы водных потоков (рек), усиленно эродировавших поверхность возвышенности и выносивших за ее пределы, на аккумулятивную низменность, большое количество гальки. Из этого следует также, что к концу этапа накопления гальки увеличилась контрастность эрозионного расчленения рельефа возвышенности. Галька, от-

лагавшаяся в низменности, участвовала в образовании аккумулятивных форм рельефа — дельт и речных террас.

Б. С. Лунев (1961) предложил метод выявления тектонических структур на основании изучения литологии голоценового аллювия. Анализ аллювия рек Псла и Ворсклы этим методом в районе Радченковской и Солоховско-Диканьской структур подтвердил их существование (Лунев, Галицкий, 1964).

Этот метод можно применить при изучении древних осадков и форм рельефа погребенных поверхностей земной коры, с ними связанный, для оценки активности тектонических движений на площади локальных структур и влияние их на экзогенные рельефообразующие процессы, а следовательно, выявления как прямого, так и косвенного их участия в рельефообразовании.

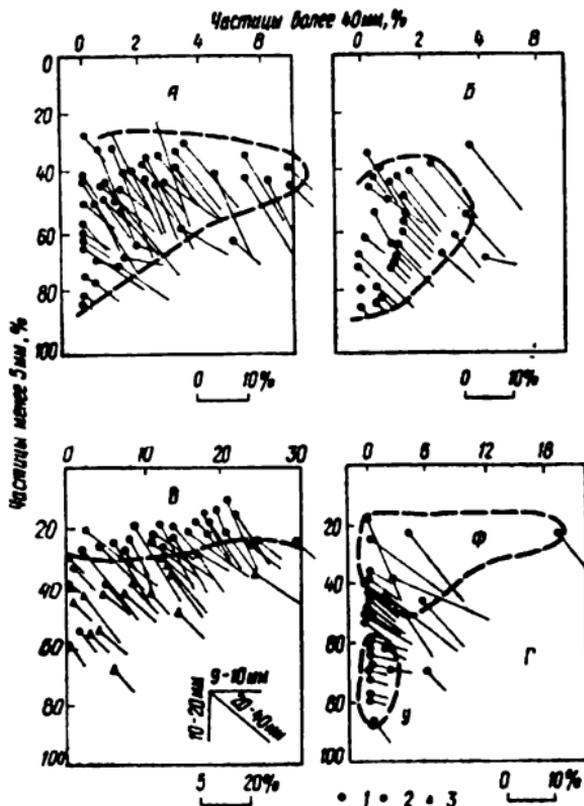
Метод изучения аллювия включает анализ структуры (гранулометрии) аллювия и тяжелых минералов аллювия.

Данные гранулометрического анализа используются для оценки активности тектонических движений. В зависимости от типа аллювия (горный, равнинный и горно-равнинный) изучается содержание различных фракций. В горно-равнинных условиях, например, учитываются: а) среднее содержание крупных обломков (5—150 мм) — гравия; б) среднее содержание составляющих гравий фракций (более 40 мм; 40—20 мм и т. д.); в) содержание размерных фракций в частных анализах рассевов гравия и песка. Связь между средним содержанием гравия и тектоническими движениями прослеживается достаточно определенно. Так, на структурах, расположенных по р. Каме от устья Чусовой до устья Очера, гравий составляет 50—60% в положительных структурах и 30—40% на площадях развития отрицательных структур. Зависимость средних содержаний крупных гравийных фракций с тектоникой подчеркивается тем, что наибольшее количество крупных обломков (фракции более 40—20 мм) приурочено к положительным структурам.

Для выявления связи гранулометрии с тектоникой на специальный график наносят данные анализов пяти гранулометрических фракций. Процентное содержание фракций более 40 и менее 5 мм показываются точками по оси абсцисс и ординат в соответствии с выбранным для этих осей масштабом. По тем же осям, но в другом масштабе, одинаковом для оси абсцисс и ординат, около найденной точки наносится содержание двух второстепенных фракций (5—10 мм — по оси абсцисс и 10—20 мм — по оси ординат). По установленным секторам отыскивается равнодействующая (диагональ параллелограмма) и на ней откладываются в новом масштабе фракции 20—40 мм. Масштабы для каждой фракции показаны на графике. В горных условиях в расчет принимаются более крупные размеры фракции и некоторые из указанных выше. На равнинах учитывается содержание более мелких фракций, например фракции более 0,5 мм и т. д. Так, Б. С. Лунев (1961) для площади Крас-

Рис. 17. Графики дифференциации гранулометрического состава руслового голоценового аллювия в связи с унаследованными неотектоническими движениями:

в пределах Краснокамско-Полазненского (АБ) и Чернушинского (В) валов: А — осевая часть вала между поселками Чирки — Сукманы (по 51 анализу); Б — восточное крыло вала на участке от с. Нижние Муллы до пос. Чирки (перед осевой частью вала) и от пос. Ново-Ильинский рейд до с. Хмелевки (ниже по течению от осевой части вала (данные 35 анализов); В — осевая часть вала (черные точки) и восточное крыло его (черные треугольники) (54 анализа); Г — в районе Нытвенского структурного коса; 1 — анализы аллювия с осевой части тектонической структуры (см. поле Ф); 2 — анализы аллювия со смежных синклиналей; 3 — анализы аллювия с крыльях структуры (см. поле У).



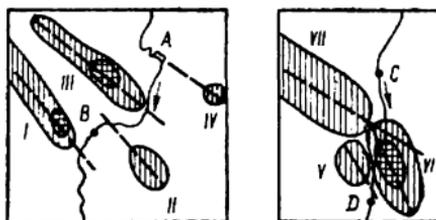
нокамско-Полазненского и Чернушинского валов получил следующие данные (рис. 17). В осевой части Краснокамско-Полазненского вала содержание частиц не менее 5 мм составляет обычно 20—80% по сравнению с 35—85% на крыльях вала. Обломки крупнее 40 мм в осевой части структуры достигают 0—7%, а на крыльях — 0—3%. Наибольшее количество обломков 20—40 мм характерно для осевой части вала. Как видно из графика (рис. 17, А, Б), длина стрелок, относящихся к анализам аллювия восточного крыла структуры (рис. 17, Б), наполовину короче, т. е. содержание фракций 20—40 мм на крыле вдвое меньше, чем на оси вала (рис. 17, А). Соотношение количества обломков 5—10 и 10—20 мм в том и другом случае более или менее одинаково. На Чернушинском валу по абсолютному большинству анализов прослеживается четкое отличие руслового аллювия, развитого в осевой части структуры, от аллювия восточного крыла. Наиболее показательным содержанием частиц менее 5 мм; на осевой части положительной структуры выход их составляет 15—30, на крыле — 30—60% (рис.

17, В). Аналогичная зависимость установлена для аллювия районов Нытвенского структурного носа (рис. 17, Г).

Для решения вопроса о тектонической активности структур используется также анализ результатов шлихового и специального опробования тяжелых минералов в большом количестве проб. При шлиховом опробовании учитывают: 1) содержание тяжелых минералов фракции 0,5—0,25 мм. Наибольшие содержания этой фракции установлены в положительных тектонических структурах; 2) валовое содержание наиболее тяжелых минералов (магнетита, ильменита, хромита, рутила, циркона). Высокое содержание их отмечается в поднятиях, а относительно невысокое — в понижениях; 3) валовой вес шлиха, содержащего тяжелые и частично легкие минералы. Высокие содержания шлиха наблюдаются в антиклиналях, минимальные — в отрицательных тектонических структурах.

Специальная методика изучения тяжелых минералов руслового аллювия. Первым этапом является сбор проб аллювия по намывному берегу у уреза воды реки на глубине нескольких десятков сантиметров от поверхности. Количество проб для каждой структуры должно составлять несколько десятков. Первоначальная проба должна иметь объем 8—10 л (15—20 кг). Конечная проба, полученная в поле в результате квартования точечным методом и отсеивания через сито, имеет вес 0,2—0,4 кг. Величина максимальных частиц в пробе, идущей на лабораторный анализ, определяется наибольшим размером тяжелых минералов аллювия, который для равнинных рек обычно не превышает 0,5 мм. Для лабораторного анализа с целью выделения минералов в тяжелой жидкости берется 40—100 г навески песка, состоящей из фракций менее 0,5 мм. В результате анализа определяют: 1) тяжелые минералы и их валовое содержание; 2) наиболее тяжелые минералы — минералы-индикаторы (магнетит, ильменит, хромит, рутил, циркон и др.); 3) наиболее крупные зерна тяжелой фракции (0,5—0,25 мм) — фракции индикатора. Результаты анализа проб выражаются в процентах или граммах. Затем строятся графики выхода минералов по исследованному участку долины реки.

По этой методике изучался аллювий многих рек, в частности бассейна Днепра; связь между тектоникой и тяжелыми минералами фракции 0,5—0,25 мм аллювия исследовалась в долине рек Псла и Ворсклы (Луцев, Галицкий, 1964). В локальных морфоструктурах количество тяжелых минералов гранулометрической фракции 0,5—0,25 мм увеличивается в несколько раз (рис. 18). Распределение тяжелых минералов аллювия изучалось вдоль границы меженного уреза воды. В результате по данной методике фиксировалось изменение содержания тяжелых минералов, обусловленное двумя односторонне направленными факторами: спецификой динамики водного потока на под-



1 2 3

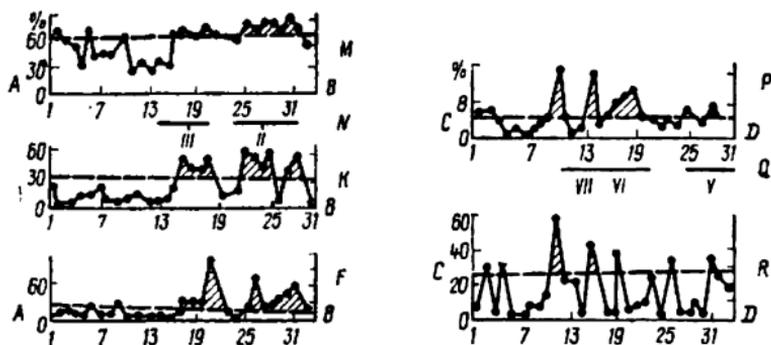


Рис. 18. Изменение выхода тяжелых и легких минералов в связи с соляной тектоникой по р. Пселу (на отрезке *AB* от с. Ковалевки до с. Устиницы) и по р. Ворскле (на отрезке *CD* от с. Оношни до с. Брусни):

1 — положительные структуры; 2 — наиболее приподнятые участки положительных структур; 3 — осевые линии положительных структур.

Структуры: I — Великобогачанская; II — Сагайдакская; III — Радченковская; IV — Жоржевская; V — Будицкая; VI — Дикавская; VII — Солоховская. Стрелками показано направление течения Псла (схема слева) и Ворсклы (схема справа). М — распределение выхода тяжелых минералов фракции 0,25—0,1 мм по долине Псла на отрезке *AB*. По оси ординат дано содержание тяжелых минералов фракции 0,25—0,1 мм по отношению ко всем тяжелым минералам; по оси абсцисс (здесь и на других графиках) в масштабе указаны номера проб аллювия. Наклонная штриховка выше пунктирной линии показана для участков реки, где тяжелые минералы фракции 0,25—0,1 мм превышают 60%. N — границы распространения положительных структур на р. Псле относительно местоположения проб аллювия (в равном масштабе с графиками М, К). Стрелки, направленные вниз, указывают место пересечения реки с осевыми линиями структур. К — распространение легких минералов фракции 0,5—0,25 мм по долине Псла на отрезке *AB*. F — распространение тяжелых минералов фракции 0,5—0,25 мм по долине Псла на отрезке *AB*. Пунктирная линия проведена на уровне 5% содержания фракции 0,5—0,25 мм. P — распределение тяжелых минералов фракции 0,5—0,25 мм по долине Ворсклы на отрезке *CD*. Пунктирная линия проведена на уровне 4%. Q — границы распространения положительных структур на р. Ворскле относительно местоположения проб (в равном масштабе с графиками P и Q). R — распределение легких минералов фракции 0,5—0,25 мм по долине Ворсклы на отрезке *CD*.

нимающихся и опускающихся участках земной коры; искривлением поверхностей напластования аллювия в связи с дифференцированными движениями земной коры. Величина каждого из этих факторов раздельно не определена. Методика выявления движений земной коры по тяжелым минералам аллювия проверялась в разных геологических обстановках, однако в

каждом районе следует провести контрольные работы на известных морфоструктурах.

Анализ ориентировки удлиненных частиц неорганогенного и органогенного происхождения позволяет определить направление русла потока (Хабаков, 1948). Это положение можно применить для палеогеоморфологического анализа, так как определение направления и границ русла дает возможность наметить расположение всей речной долины. Наиболее простым является статистическое изучение ориентировки продолговатых галек *in situ* и в плане с помощью замеров галек. По ориентировке галек в погребенных галечниках Г. Ф. Лунгерсгаузен определил направление долины и очертания озерных бассейнов Приуралья в кайнозойскую эру. Для установления направления русла А. В. Хабаков рекомендует использовать расположение растительных и других остатков. Продолговатые остатки, влекомые по дну, обладают тенденцией к продольному расположению в потоке или параллельному расположению по отношению к берегам русла. Измерения направления ориентировки галек следует дополнить изучением преобладающего наклона галек по длине и уплощению. Наклон галек направлен навстречу движению, т. е. в сторону, откуда течет река.

Комплексное исследование фаций грубообломочных пород, включающее массовые замеры ориентировки галек в пространные, опробованные размеры (среднего объема) галек, определение степени их окатанности, изучение транспортной эволюции состава и форм в зависимости от длины пути переноса позволяет индуктивным методом решать вопросы, которые, по А. В. Хабакову (1948), нельзя было выяснить путем обычного анализа фаций. Применяя указанный комплекс исследования фаций к изучению нижеартинских конгломератов на западном склоне Урала (Уфимский амфитеатр), А. В. Хабаков определил направление и длину горных рек артинского времени. Исходя из длины рек и уклона их русел, он установил, что абсолютная высота Уральских гор в это время достигала 2880 м с возможными колебаниями высот от 700—900 до 2000—3000 м.

В. И. Попов (1964) полагает, что высота возвышенностей этим приемом определяется неточно, так как для расчета скорости истирания переносимых частиц не использованы данные об уклоне ложа водотоков, начальные размеры обломков; не учтено также то, что скорость истирания обломков уменьшается по мере окатывания, вызываемого уменьшением их поверхности.

Однако Г. Ф. Лунгерсгаузен (1971) считал возможным применять этот прием для палеогеоморфологических реконструкций. Изучение двух комплексов отложений позволило ему восстановить основные черты рельефа Забайкалья (восточная и центральная части Станового нагорья), а также особенности его развития. Нижний комплекс сложен конгломератами и пес-

чанниками, встречаются валуно-галечные скопления, состоящие из местных пород, а также неизвестные на Алданском щите магматические породы. Превосходная окатанность свидетельствует о далекой транспортировке материалов, а расположение галек и валунов — о северном направлении потоков. Горная страна, поставлявшая обломочный материал, находилась далеко на юге. Высота ее достигала 2,5—3 км. Верхний комплекс сложен плохо отсортированным и неокатанным местным материалом, несложным, напоминающим отложения селей. Грубые обломки накапливались в ныне погребенных долинах типа тектонических рвов. Ориентировка обломков указывает на постоянное направление потоков при некотором преобладании южных направлений, противоположных направлениям, господствующим в предшествующую эпоху.

Г. Ф. Лунгерсгаузен сделал вывод о том, что на рубеже двух эпох — позднеюрской и позднемеловой — произошли изменения в орографии Забайкалья: южная горная страна была разрушена, а на севере (Алданский щит), на площадях, ранее бывших областями аккумуляции обломков, произошло интенсивное поднятие и сформировался молодой расчлененный горный рельеф.

Изучение ориентировки удлиненных частиц погребенных фаций применяется и в зарубежных странах. Замеры ориентировки гальки в конгломератах валансоль (палеоген) в среднем течении Дюранс (Франция) позволили реконструировать палео-гидрографическую сеть района, определить орографические особенности территории — разрушающихся горных хребтов и прогибающейся области, на которой накапливались мощные толщи молассового типа (Mergieer, 1971).

Анализ орографических фациальных комплексов. При восстановлении возвышенностей и равнин погребенных поверхностей земной коры необходимо проанализировать палеофации, возникновение которых связано с поднимающимися и опускающимися областями континентов. Осадки этих областей В. И. Попов (1964) предложил объединить в орографические фациальные комплексы двух типов: фациальный комплекс возвышенностей и фациальный комплекс равнин.

Фациальный комплекс возвышенностей в связи с тем, что в областях поднятий образуются перерывы осадконакопления, включает перерывные фации — коры выветривания, осадки склонов и долин, обладающих малой мощностью.

Фациальный комплекс равнин состоит из осадочных фаций большой мощности. В нем выделены комплексы предгорных, межгорных и периферических равнин, удаленных на значительное расстояние от возвышенностей. В равнинных областях выделяются наземноравнинный и подводноравнинный фациальные комплексы. Первый включает все наземные формации, кроме перерывных фаций, связанных с областями поднятий. Он

подразделяется на два подкомплекса: сухопутный, охватывающий приподнятые участки суши, с которых стекают воды (водоразделы, склоны поднятий), а также обсохшие участки долины и наземных равнин (оловых и др.); водноземный — участки суши, временно покрывающиеся водой (русла рек, поймы, болота и временные озера аллювиальных равнин). Фации подводноравнинного (субаквального) фашиального комплекса находятся в больших водных бассейнах (океанах и морях). Для разграничения осадков наземноравнинного и водноравнинного фашиальных комплексов необходимо учитывать состав фауны и флоры, различия в составе их горных пород, наличие характерных окрасок, минералого-химических особенностей и количественное соотношение различных типов пород.

При восстановлении погребенных возвышенностей В. И. Попов рекомендует использовать такие признаки: 1) стратиграфическое несогласие между фациями; 2) поверхности несогласия или перерывов, являющихся свидетелями поднятий земной коры; 3) веерообразное сближение к окраинам впадин перерывов и мелких несогласий, слияние их друг с другом и образование более крупных несогласий, проявляющихся в длительно существующих поднятиях; 4) наличие древней коры выветривания на неравномерно размываемых породах. Поверхность перерыва и кора выветривания — единственные свидетели уничтожения возвышенностей или гор и последующего выравнивания земной коры. Различая межформационные и внутрiformационные коры выветривания, можно восстановить облик и длительность существования возвышенностей, подвергавшихся денудации; 5) фации перерыва, свидетельствующие о существовании значительных возвышенностей. Так как на возвышенностях преобладает денудация, то образуется более или менее расчлененный рельеф, на водоразделах, склонах и в долинах которого пятнами располагаются сравнительно маломощные осадки, сохранившиеся от размыва и смыва; 6) остатки древней речной сети; 7) изменение мощностей осадочных фаций определяется по картам разных мощностей; 8) контуры распределения осадков и нормальную смену фаций; 9) направление переноса осадков. Последние чаще всего имеют поперечную ориентировку к подножиям конседиментационных поднятий (возвышенностей). Для установления направления транспортировки осадков используют эрозийные срезы, первичный наклон слоев, знаки оползания, косую слоистость, знаки ряби, степень сортировки осадков, изменение размеров и ориентировку плоской или удлиненной гальки, минеральных зерен и органических остатков, а также состав терригенных минералов, гальки в конгломератах и валунов в моренах.

Изучение погребенных кор выветривания. Кора выветривания, по И. И. Гинзбургу (1957), — это особая континентальная геологическая формация платформ, образу-

щаяся в условиях воздействия солнечной энергии, атмосферных и биогенных агентов на коренные породы. Ее развитие связано со многими компонентами и факторами континентальной физико-географической среды. Тесную связь между формированием коры выветривания и рельефом земной коры подчеркивали Б. Б. Полюнов (1934), Н. М. Страхов (1947), И. И. Гинзбург (1957), В. П. Петров (1967). Кора выветривания образуется в эпохи с различной интенсивностью движения земной коры и различной расчлененностью рельефа. В. П. Петров выделяет среди формаций коры выветривания (элювия) две группы фаций: континентального элювия эпох тектонического покоя и эпох тектонической активности. В эпохи покоя выветривание происходит на поверхности пенеплена, существующего очень длительное время без поверхностного размыва. Поэтому кора выветривания имеет относительно большую мощность (от десятков до 100—300 м). В эпохи тектонической активности формируется кора выветривания небольшой мощности. Однако с крутых склонов она сносится и, как правило, в погребенном состоянии не сохраняется. В. В. Добровольский (1964) отмечает, что особо благоприятными для формирования коры выветривания были конец докембрия, ранний девон, ранний карбон, поздний триас — ранняя юра, ранний мел и палеоген. Для них характерны режим относительного тектонического покоя и геоморфологическая зрелость рельефа.

Следовательно, кора выветривания, являясь одной из континентальных формаций, сохраняется на значительных площадях только в условиях выровненного рельефа. Это дает возможность использовать ее для установления эпох континентального развития рельефа земной коры. Зависимость формирования коры выветривания от рельефа служит ключом для восстановления геоморфологических условий прошлого (Полюнов, 1934).

На основании того, сохранилось ли плащеобразное распространение погребенной коры выветривания или в результате размыва остались только «языки» и «карманы» нижних ее горизонтов (находившихся в понижениях рельефа), можно восстановить некоторые детали рельефа эпохи образования коры выветривания, а также те процессы, которые ее разрушали. Изучая условия залегания коры выветривания на Кольском полуострове, А. В. Сидоренко (1958) пришел к выводу о закономерностях ее залегания, которое, по нашему мнению, является важным признаком для характеристики рельефа погребенных поверхностей земной коры: кора выветривания фиксирует прежде всего древние поверхности выравнивания типа пенеплена. Это хорошо наблюдается на древней слегка приподнятой равнине, на водораздельной плоской возвышенности, на плоских возвышенностях, на плато, представляющих древние денудационные уровни. На этих геоморфологических участках развита площадная кора выветривания. Площадный тип коры выветри-

вания большой мощности наблюдается в пониженных участках рельефа: в широких древних долинах, западинах, на слегка наклонных равнинных участках. Приподнятые участки, подвергавшиеся интенсивной денудации, как правило, лишены коры выветривания площадного типа. Встречающиеся здесь коры выветривания линейного типа характеризуют следующую геоморфологическую обстановку: наличие возвышенности (сохранилась кора выветривания линейного типа в виде гнезд, карманов), небольших вытянутых гряд, ослабленных зон разломов, жил, даек.

Н. М. Страхов (1947) подчеркивает, что существенным признаком высокой степени пенеппенизации рельефа является глубокое и полное химическое изменение горных пород. Для образования мощной коры выветривания необходимо, чтобы продукты элювиального процесса не смывались, а оставались на месте. Спокойная обстановка для медленно текущих геохимических реакций возможна только в условиях постепенно пенеппенизирующегося рельефа с затухающей денудацией.

На иные палеогеоморфологические условия указывает наличие озерно-болотных руд. Необходимой предпосылкой образования руд этого типа является холмистый рельеф с поднятиями — источниками железистых растворов — и впадинами — аккумуляторами этих растворов. Морские железные руды возникли только в тех частях морского бассейна, для которых было присуще большое количество островов, сильно расчлененная береговая линия.

При палеогеоморфологическом анализе следует учитывать также строение и состав коры выветривания, которые, по В. В. Добровольскому (1964), зависят от состава исходных горных пород, их положения в рельефе, географических условий и длительности процесса. На несколько приподнятых, хорошо дренируемых участках земной коры большая часть исходного вещества остается на месте. Такая кора выветривания называется элювиальной, или автоморфной. Она обладает характерным профилем, состоящим из закономерной системы горизонтов, сложенных определенными гипергенными минералами. Вынесенные из элювия химические элементы переносятся почвенно-грунтовыми водами в понижения рельефа, образуя гидроморфную кору выветривания.

Таким образом, по типу коры — автоморфному или гидроморфному — можно определить приподнятые и пониженные участки в рельефе земной коры.

Анализ брекчии. Сульфатные карстовые брекчии выделены в отложениях кунгурского яруса Уфимского плато, девона Западной Сибири, нижней перми Богуймино-Белебеевской возвышенности, карбона и перми Куйбышевского Заповольжья; карбонатные брекчии широко распространены в Дагестане среди лагунных отложений киммеридж-титонского яруса

верхней юры, а также в других районах. А. Г. Мусин и К. К. Магомедов (1970) отметили, что механизм образования брекчий выщелачивания позволяет использовать данные анализа этих отложений для восстановления карстовых форм рельефа погребенных поверхностей земной коры.

Для восстановления небольших возвышенностей используются брекчии соляных куполов. В результате выщелачивания соли штока в зоне залегания грунтовых вод и скопления нерастворимых пород, находящихся в соли, в своде соляного купола, брекчия образует кепрок. Стратиграфические условия, до которых поднимаются брекчии соляных куполов, соответствуют крупнейшим региональным перерывам и эпохам наступления континентальных условий. Развитие соляного купола и образование на его своде кепрока хорошо прослеживается на палеотектонических профилях.

Анализ углесодержащих толщ. Углесодержащие толщи сложены мелко- и тонкозернистым материалом — глинистыми и углистыми сланцами, алевритами, мелко- и тонкозернистыми песчаниками. В них располагаются угольные пласты, простирающиеся на значительные расстояния. С углесодержащими толщами чередуются отложения промежуточных толщ, состоящие из средне- и мелкозернистых песчаников, часто с диагональной слоистостью потокового характера.

Палеогеоморфологический анализ этих фаций позволяет дать характеристику рельефа эпохи произрастания растительности — материала, из которого образовался уголь. Анализируя углесодержащие толщи Кизеловского каменноугольного бассейна, П. В. Васильев (1937) пришел к выводу, что они образовались на аккумулятивной равнине, заболоченной и залесенной. На то, что пласты гумусового угля возникли на месте произрастания растительности, указывает большое количество остатков *stigmata* и др.

В разрезах Кизеловского, Донецкого, Подмосковного и других каменноугольных бассейнов наблюдается чередование континентальных угленосных и морских отложений (известняков, известковых песчаников), позволяющих более подробно охарактеризовать аккумулятивные равнины. Временами их заливали морские воды, поэтому высота равнин над уровнем моря была незначительной, и кроме того, они испытывали ритмические колебательные движения. Следовательно, аккумулятивные равнины представляли собой прибрежные низменные равнины. Наличие в песчаниках косой слоистости речного типа, окатанность зерен песка и степень их выветрелости указывают на то, что они отложены реками, дренировавшими низменную равнину.

Угольные пласты и угленосные толщи на отдельных участках могут быть уничтожены текучими водами. В Кизеловском угольном бассейне П. В. Васильев (1938) выделил несколько типов размывов (во время формирования угольного пласта;

после его образования). Так как реки текли по прибрежной низменной равнине, а море, являвшееся базисом эрозии, находилось поблизости, следовательно, глубина размыва угольного пласта показывает примерную высоту равнины. Чередование угленосных и промежуточных зон и их ритмичный характер дают возможность установить историю развития рельефа территории угольного бассейна.

Для характеристики рельефа погребенных поверхностей четвертичного возраста можно использовать погребенные торфяники. Формы рельефа, в которых образовались погребенные торфяники, могут быть охарактеризованы по аналогии с формами, в которых располагаются торфяники на видимой поверхности земной коры. Один из крупнейших погребенных торфяников обнаружил Е. М. Катасонов (1968) в обнажении среднечетвертичных отложений Лено-Индибирской низменности. Торфяник обнажается в береговом обрыве на протяжении около 50 км, мощность залежи 6—7 м. Подстилают его лагунные или морские илы, отлагавшиеся в обширных мелководных водоемах типа современных прибрежных лайд. Площадь и мощность торфяника характеризуют общие морфологические черты участка его формирования.

Анализ «нормального» и «общего фациального профиля». Характеризуя рельеф подводных равнин с помощью морских фаций надо учитывать, что они располагаются в направлении от берега в сторону центральных частей моря в определенной последовательности, образуя так называемый нормальный фациальный профиль (Хаин, 1954). Однако вновь возникающие подводные поднятия и понижения могут его нарушить. Например, на небольших подводных возвышенностях увеличиваются размеры частиц обломочного материала (появление участков песка среди глинистых отложений, повышенная запесоченность глинистых отложений на отдельных участках и т. д.). Размещение в вершинах морских заливов песков указывает на формирование в это время речных дельт; прерывистое и полосовое расположение песков и приуроченность их к выступам берегов свидетельствуют об образовании в этих местах баров (Хаин, 1964).

Следовательно, учитывая особенности изменений «нормального фациального профиля», можно дать довольно подробную общую характеристику рельефа погребенных подводных равнин, а в соответствии с размещением участков «аномальных» фаций выявить положительные (валообразные и холмообразные возвышенности, подводные оползни, бары, косы и т. д.) и отрицательные (впадины) формы различного генезиса.

Распределение фаций в горизонтальном направлении на равнинах земного шара также подчинено определенной закономерности: они располагаются полосами — морские, лагунные и континентальные, образуя так называемый общий фациальный

профиль. Нарушения в расположении фаций по профилю могут послужить для характеристики особенностей рельефа территорий, развивающихся в континентальных и морских условиях. Например, отсутствие лагунных фаций может указывать на значительную амплитуду высот суши и подводной равнины.

Возвышенности и понижения в рельефе оказывают влияние на фациальные особенности отложений до момента погребения. Так, на погребенной плиоценовой Приднепровской равнине все разновидности пестрых глин встречаются на пониженных участках рельефа, а на холмах, созданных тектонически активными солянокупольными структурами, из разреза выпадают отдельные литологические разности. Они могут быть заменены зеленовато-серыми глинами, часто обогащенными песками и содержащими прослойки песков. Изменение литологического состава глин отмечается на многих морфоструктурах: они становятся запесоченными, а на равнине между холмами — вязкими, пластичными (Слензак, 1949).

Составление и анализ палеофациальных карт. Палеогеоморфологический анализ палеофациальных карт дает возможность не только установить отрицательные или положительные формы рельефа погребенных поверхностей земной коры, но и определить их возраст, восстановить геоморфологические особенности, ориентировку и соотношение друг с другом. Отсутствие осадков на каких-либо участках указывает на то, что они представляли собой положительные формы рельефа или денудационные процессы уничтожили отложившуюся здесь осадочную толщу.

Не менее ценны иногда палеофациальные схемы. Примером может быть палеофациальная схема позднебайосского времени (рис. 19), анализ которой свидетельствует о том, что на Среднерусской возвышенности и Приднепровской низменности размещались равнины различного генезиса: юго-западные склоны возвышенности и часть северо-запада низменности представляли собой денудационную равнину. К ней примыкала полоса прибрежной аккумулятивной низменной равнины, сложенной аллювиальными, озерно-аллювиальными и болотными отложениями. Средняя часть Приднепровской низменности и северо-запад Донецкого бассейна представляли шельфовую аккумулятивную равнину, поверхность которой, судя по размещению фаций, была наклонена к юго-востоку.

Составление и анализ литолого-палеогеографических карт. Палеогеографический метод А. П. Карпинского (1887) способствовал дальнейшему развитию палеогеографических реконструкций и составлению карт.

Серию литолого-палеогеографических карт, составленных для всех ярусов осадочной толщи, включает «Атлас литолого-палеогеографических карт СССР» (1960—1961). Условными знаками на них нанесены фации и их чередование. Определенным

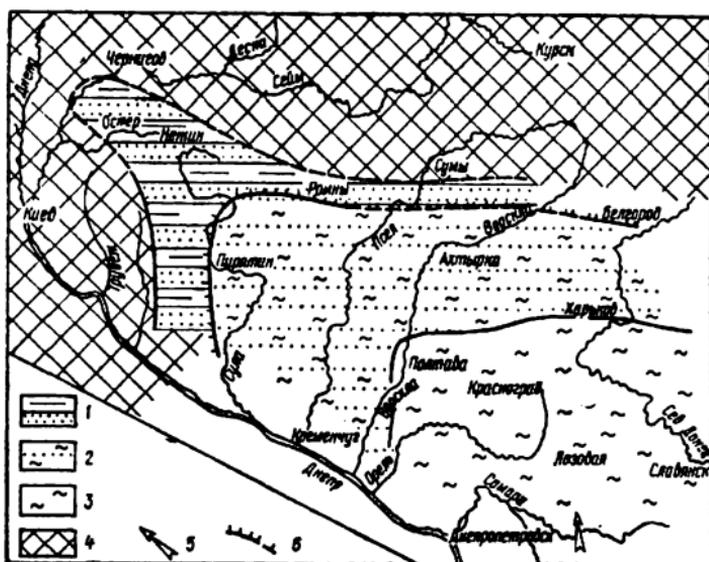


Рис. 19. Палеофациальная схема Восточно-Украинского газонефтяного бассейна в позднекаменноугольное время (по О. Д. Билыку и др., 1960).

Фации: 1 — песчано-глинистых аллювиальных, озерно-аллювиальных в болотных отложениях береговой низменности; 2 — глинисто-алевритовых, местами песчаных осадков сублиторали краевого материкового моря; 3 — глинистых осадков относительно углубленной части краевого материкового моря (более 100 м); 4 — области сноса; 5 — направление трансгрессии; 6 — береговая линия.

цветом изображена палеогеографическая обстановка — морская или континентальная. В море выделены шельф (мелководная и относительно глубоководная его части), батинальная область, заливы и лагуны с повышенной или пониженной соленостью и пр. На суше показаны прибрежные равнины, равнины с большим количеством озер и болот, аллювиальные равнины, горная суша, подножья гор, достоверные и предполагаемые области четвертичного и древних размывов. Стрелки указывают направление сноса обломочного материала, изопакиты — мощности отложений. На картах нанесены также месторождения полезных ископаемых, что способствует уточнению характеристики условий формирования рельефа. В «Атласе палеогеографических карт Украинской и Молдавской ССР», кроме отмеченных выше черт рельефа, показаны приподнятая и низкая суша, флювиогляциальные равнины, а также речные долины.

Следует учитывать, что литолого-палеогеографические карты составлены для довольно значительных отрезков времени, в связи с чем они отражают в большей или меньшей степени обобщенные (усредненные) физико-географические условия. Очевидно, что чем меньше отрезок времени, для которого со-

ставлена карта, тем детальнее будет характеристика погребенного рельефа. Серия литолого-палеогеографических карт последовательных этапов развития земной коры позволяет проанализировать вертикальное соотношение фаций и на основании этого восстановить историю формирования рельефа с древнейших времен и закономерности этого процесса (направленность, унаследованность и т. д.), определить время возникновения и изменение морфологических черт отдельных форм.

Литолого-палеогеографические карты используются на разных стадиях палеогеоморфологического анализа не только для общего представления о погребенном рельефе исследуемой территории, но и для получения данных о литологии, фациях для более детальной его характеристики.

Литолого-формационный анализ. Основой его является положение о том, что состав континентальных осадков определяется типом рельефа. Разработан коллективом литологов под руководством В. П. Казаринова. Характеристика метода дана В. П. Казариновым (1964, 1965) и В. И. Бгатовым (1970).

Литологи обратили внимание на то, что по минеральному составу горных пород можно судить о ландшафтах областей размыва. Было предложено выделить осадки различной «зрелости». «Зрелые» осадки, включающие устойчивые к выветриванию обломочные компоненты и повышено-глиноземистые минералы глин, формируются в условиях ослабленной тектонической активности и выровненного рельефа суши в областях питания. «Незрелые» полимиктовые осадки обрамляют высокоподнятые, значительно расчлененные участки суши.

Для выделения свойств пород, литологический состав которых отражает этапы денудации в областях размыва или фазы тектогенеза, коллектив литологов под руководством В. П. Казаринова разработал коэффициенты: коэффициент мономинеральности, представляющий собой частное от деления количества устойчивых при химическом выветривании породообразующих компонентов (кварца, обломков кремней, кварцитов и др.) на количество неустойчивых (полевых шпатов, слюд, амфиболов, пироксенов, обломков алюмосиликатных пород); коэффициент выветрелости — частное от деления количества кремнезема на количество Al_2O_3 , определенных для песчано-алевритовой фракции породы; коэффициент устойчивости, предложенный А. П. Сиговым, под названием палеогеографический коэффициент — отношение общего количества устойчивых к выветриванию минералов к неустойчивым в тяжелой фракции терригенных песчано-алевритовых частиц породы. Применяется в случае, когда кора выветривания переотложена на небольшом расстоянии от источников сноса.

Установив фациальную принадлежность осадка, минералогический состав глин, гранулометрический состав и мощность

осадка, можно определить интенсивность движения и степень расчлененности рельефа. Более мощные толщи, сложенные в большинстве случаев грубозернистыми осадками, указывают на значительное расчленение рельефа. Маломощные тонкозернистые осадки соответствуют этапам ослабления тектонической напряженности и сглаженности рельефа.

Для восстановления рельефа суши может служить также анализ состава хемогенных образований в области седиментации. При значительном расчленении рельефа в области размыва и большой интенсивности тектонических движений, когда господствует физическое выветривание, агенты химического выветривания успевают высвободить из разрушающихся пород только легкоподвижные элементы. Поэтому образовавшиеся полимиктовые осадки не содержат хемогенных образований или включают их скопления. На этом этапе денудации происходит скопление легкорастворимых элементов и формируются соли.

При средних степенях расчленения рельефа и усилении роли химического выветривания мигрируют элементы средней подвижности; происходит накопление карбонатных осадков. В стадии завершения выравнивания рельефа, когда в областях размыва господствует химическое выветривание, в условиях кислой среды высвобождается железо. Затем при развитии процесса каолинизации алюмосиликатных комплексов по пути миграции поступают массы кремнезема. В области седиментации в зависимости от фациальных условий образуются железистые и кремнистые осадки.

Особенности рельефа суши можно охарактеризовать также парагенетическими сочетаниями терригенной и хемогенной составляющих осадка. Наличие в разрезе обломочных, часто грубообломочных, осадков полимиктового состава, гипса и других солей свидетельствует о том, что в эпоху их формирования существовал значительный расчлененный рельеф. Если обломочная часть осадков сложена устойчивыми минералами, в составе глины есть каолинит или он преобладает, а хемогенные образования при соответствующих фациальных условиях представлены кремнеземом, то это указывает на значительно выровненный рельеф.

Н. М. Страхов (1964) критиковал литолого-формационный метод, сами авторы признали его некоторую недоработанность. В. П. Казаринов подчеркнул, что метод позволяет составить только общую характеристику рельефа — горный, среднегорный, равнинный — и определить в какой-то мере относительные превышения рельефа.

С помощью этого метода можно установить общую направленность развития рельефа и динамику этого процесса в областях размыва. При быстром и интенсивном поднятии участка суши осадки маломощны или вообще не фиксируются в разрезах. Если же скорость поднятия постепенно превышает скорость

денудации, а увеличение высоты и расчлененность рельефа происходят непрерывно-прерывисто в течение значительного отрезка времени, то поднимающийся участок суши проходит этапы химического выветривания как бы в обратном порядке. Это отражается на составе осадков области седиментации. В этом случае в разрезе снизу вверх постепенно увеличиваются полимиктовые осадки и исчезает каолинит. Кремнистые осадки сменяются осадками с повышенным содержанием железа и карбонатов. На стадии развития рельефа, характеризующейся уравниванием поднятия и денудации, а также на последующей стадии господства денудации наступает выравнивание горной страны.

Сопряженный анализ пространственного размещения погребенных форм рельефа и фаций. Встречаются случаи, когда в связи со слабой изученностью территории или отсутствием отложений очень трудно установить контуры и ориентировку в пространстве той или иной формы рельефа. Это в первую очередь относится к линейным эрозионным и аккумулятивным формам, созданным реками и имеющим значительную протяженность. Их верховья могут размещаться в поднимающейся крупной морфоструктуре возвышенности, а среднее и нижнее течения — в опускающейся морфоструктуре — низменности, на которой происходит аккумуляция аллювия.

Однако очертания площадей распространения осадков могут быть довольно расплывчаты или уничтожены последующим размывом. Для установления контуров речной долины следует границы эрозионного участка в пределах возвышенности продолжить по наиболее пониженной части аккумулятивной равнины. Примером подобной ситуации в датскую эпоху геоморфогенеза являются сопредельные площади Украинского щита — возвышенности и Украинской синеклизы — низменности. Эрозионные участки долин, расположенные на северо-восточном склоне возвышенности; направляются в сторону низменности и на границе с ней теряют свои очертания. Так как аллювий не обнаружен, то контуры долин можно предположительно продолжить далее на северо-восток до приосевой части низменности, где, судя по большим мощностям отложений маастрихтского времени, находился ее наиболее пониженный участок. Длинная ось ее вытянута с северо-запада на юго-восток, в связи с чем речная долина могла повернуть только в этом направлении к морю, покрывающему в то время территорию Донецкого бассейна.

Не менее важно восстановление дельт рек, с которыми могут быть связаны месторождения полезных ископаемых (например, месторождения нефти и газа с крупными дельтами раннекаменноугольных рек на территории Русской равнины). Н. И. Марковский (1965) считает, что расположение дельт

можно восстановить как по характеру изменения изопакит, так и по литолого-фациальным особенностям отложений. На территории дельт отложения представлены песчаниками и алевроитами (песчаники залегают мощными линзами, невыдержанными по простиранию), а также углистыми сланцами. Отмечается частый переход одних отложений в другие; мощности достигают максимальных значений, а изопакиты дельтовых толщ принимают очертания широко раскрытого веера.

Изучение антиседиментационных фаций. Следует использовать указание Д. В. Наливкина (1955) о том, что существует большое количество фаций, в которых осадки не отлагаются. Такими фациями являются все области разрушения. К. С. Маслов (1968) предложил назвать эти фации антиседиментационными. Это фиксируемая стратиграфическим несогласием палеогеографическая обстановка разрушения литосферы и удаления продуктов разрушения в область накопления седиментационных фаций. Область распространения антиседиментационных фаций обычно представляет собой древнюю сушу. Последние можно разделить на два типа: 1) фации отрицательных форм рельефа и 2) фации положительных форм рельефа, выраженных на поверхности стратиграфических несогласий. К первым относятся фации эрозионных речных долин, ко вторым — комплексы антиседиментационных фаций, выраженных островами суши в морских бассейнах.

К. С. Маслов описал несколько эрозионных долин — палео-Пшиша, Озексуат-су и др. Эрозионная долина палео-Пшиша, выработанная в отложениях нижнего хадума, белоглинской свиты и кумского горизонта, имеет глубину, превышающую 80 м. Аллювиальных отложений в долине нет, а в окрестностях г. Хадыженска ее заполняет глинистый конгломерат, представляющий базальный слой трансгрессивных осадков среднего майкопа. Сеноманская река Озексуат-су протекала по эрозионной долине глубиной 70—90 м. Она выработана в кровле песчано-глинистой толщи I пласта (по промысловой номенклатуре); ее с резким несогласием перекрывают отложения туронского возраста.

Для выявления антиседиментационных фаций этого типа необходимо построить карту изопакит отложений, в которых выработана эрозионная долина, приняв их кровлю или подошву за горизонтальную поверхность. Изопакиты будут представлять собой рельеф суши, выработанный во время перерыва в осадконакоплении и погребенный под более молодыми морскими отложениями.

Погребенные острова, по К. С. Маслову (1968), обнаружены под трансгрессивно залегающими отложениями среднего майкопа, среднего — верхнего миоцена и плиоцена. В конце раннего хадума были созданы антиклинальные складки, своды которых после регрессии позднехадумского моря представляли со-

бой прибрежную горную гряду. Среднемайкапское море покрывало только крылья складок, а их сводовые части оставались островами. Указанные участки суши были полностью погребены под понтическими отложениями.

МЕТОД АНАЛИЗА МОЩНОСТЕЙ ОТЛОЖЕНИЯ

Анализ мощностей осадочных толщ разработал В. В. Белоусов (1937, 1954) для изучения тектонических движений. Однако доказана зависимость мощностей осадочных толщ не только от тектонических движений земной коры, но и от рельефа. Так, А. Л. Яншин и Р. Г. Гарецкий (1960) отметили, что тектонические движения, создавая положительные и отрицательные формы макрорельефа, предопределяют тем самым размещение областей денудации и аккумуляции. К этому следует добавить, что тектонические движения создают не только макро-, но и мезо- и микроформы рельефа, соответственно влияющие на процессы денудации и аккумуляции и их пространственное размещение.

Положение о тесной зависимости мощностей отложений от рельефа позволяет использовать метод анализа мощностей для восстановления общих черт положительных и отрицательных форм рельефа, истории их формирования, а также восстановления рельефа подстилающей их поверхности. Одновременно можно установить изменения, происшедшие в результате дифференцированных тектонических движений за время образования изучаемых осадков. При этом следует признать справедливым положение о том, что осадконакопление компенсировало тектонические движения. Правда, следует оговориться, что не все исследователи придерживаются этого взгляда. Например, Д. В. Наливкин (1956), А. Л. Яншин и Р. Г. Гарецкий (1960) полагают, что в истории развития Земли наблюдалось как компенсированное, так и некомпенсированное осадконакоплением тектоническое прогибание геосинклиналей, краевых прогибов и платформ. Другие исследователи, в том числе В. Е. Хаин (1954, 1964), полагают, что в эпиконтинентальных морях, глубина которых редко превышала 200 м, происходила полная компенсация прогибания осадконакоплением. Следовательно, так как моря на платформах были мелководными, то это позволяет применять метод без оговорок. Положение о том, что осадконакопление компенсирует движение земной коры, распространяется на территории различных размеров. Это расширяет применение анализа мощностей в палеогеоморфологии.

Увеличение мощности осадков свидетельствует о прогибании, а следовательно, и соответствующих изменениях в морфоструктурных чертах рельефа поверхности земной коры. Уменьшение мощности или отсутствие осадочных толщ конкретного этапа указывает на поднятие участка и выраженность его в

рельефе возвышенностью. Существует также зависимость между характером развития морфоструктур и образующимися мощностями отложений. При непрерывно-прерывистом формировании от этапа к этапу мощности осадков по вертикали изменяются неравномерно: одни слои могут иметь слабо измененную мощность, другие будут значительно утонены и, наконец, третьи вообще могут отсутствовать. Изменение мощностей отложений хорошо заметно на небольших участках. Так, анализ мощностей отложений свидетельствует о существовании обособленных локальных морфоструктур на погребенных равнинах, возникших на различных этапах рельефообразования каледонского, герцинского и альпийского мегаэтапов геоморфогенеза в пределах современной Приднепровской низменной равнины. На вершинных частях морфоструктур она меньше, чем мощность однообразных отложений на склонах и отдаленных недислоцированных участках этих равнин. Анализ мощностей слоев последовательно отложившихся осадков также позволяет раскрыть историю развития локальных морфоструктур. В тех случаях, когда на участках равнины, прилегающих к погребенным возвышенностям, мощность отложений аномально увеличивается с соответствующими изменениями их фациальных особенностей, это свидетельствует о существовании в рельефе понижений.

Анализируя мощности толщ, можно выявить впадины, образованные карстовыми процессами. Примером служит погребенная датская равнина в Приднепровской низменности. Рельеф ее усложняли морфоструктуры — увалообразные возвышенности, вершины которых были созданы соляным тектогенезом. Высокоподнятые соляные штоки подвергались воздействию подземных вод, что привело к формированию карстовых впадин. Анализ мощностей эоценовых отложений, заполняющих эти впадины, позволяет определить их очертания, размеры и время образования. Одна из таких карстовых впадин возникла на своде Буромской возвышенности. В рельефе датской и последующих эпох была выражена впадина на своде Химо-Рябушинской морфоструктуры (рис. 20).

Анализ мощностей осадочных толщ можно применить для определения гипсометрии аккумулятивных равнин. А. Л. Яншин и Р. Г. Гарецкий (1960) рекомендуют применять его для характеристики аллювиальных равнин в тех случаях, когда слагающий их аллювий замещается морскими осадками. Можно предположить, что они образовались на отметках не выше 200 м, и ограничиться при анализе мощностей гипсометрической поправкой в пределах этой величины. В настоящее время существуют обширные аллювиальные равнины, как, например, Западносибирская низменность, низменность низовьев Хуан-хе, образовавшиеся в обширных областях погружения земной коры. Кроме значительных размеров, для таких равнин характерны небольшая абсолютная высота, выровненность рельефа, очень поло-

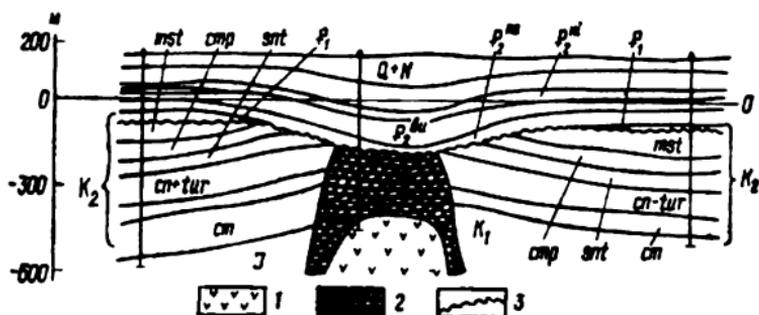


Рис. 20. Геологический разрез через Химо-Рябушинскую структуру (по В. И. Китыку и Г. С. Брайловскому, 1962):
1 — соляной шток; 2 — брекчия хепрока; 3 — несогласие.

гие углы наклона поверхности, речная сеть с замедленным течением, блужданием русел, широкими плоскими долинами и низменными междуречьями, многочисленны мелкие озера и обширные болота. Если какой-либо участок такой равнины опускается, ближайшая река по образовавшемуся наклону поверхности направляет свое течение к нему (участку) и заносит его аллювием. Если же вся аллювиальная равнина при неизменном базисе эрозин равномерно опускается, русла рек, окаймленные прирусловыми валами, оказываются выше междуречья. Прорвав эти валы, река направляется на нижележащее междуречье, на котором после длительного блуждания выработывает новое русло. Отлагая аллювий, река способствует постепенному выравниванию рельефа.

Аллювиальные равнины, прилегающие к морю, имеют почти горизонтальную поверхность, полого и постепенно поднимающуюся над уровнем моря. Если во время прогибания территории равнины река приносит недостаточное количество элювия, море начинает наступать и заливать ее низовья. Если же река приносит материала больше, чем надо для компенсации прогибания, начинает формироваться дельта, постепенно выдвигающаяся в море. Со временем образуются обширные аллювиально-дельтовые равнины. При определении их высоты следует учитывать положение В. В. Белоусова о том, что континентальные отложения накапливаются в небольшом диапазоне отметок (от 0 до 100 м).

Охарактеризовать рельеф равнин можно также на основании изучения мощности морен. Так как морены откладываются на неровной доледниковой поверхности, их мощность связана с рельефом и меньше — с тектоническими движениями. Следовательно, по мощности морены можно определить гипсометрические черты рельефа погребенной под ней древней поверхности.

Анализ мощностей осадков дает возможность установить очертания в плане и высоту (или глубину) отдельных морфоструктур и морфоскульптур. Очертание форм рельефа в большей или меньшей степени совпадает с границей размыва отложений, или с линией перехода от нормальной к повышенной мощности осадков. Высоту или глубину отдельной формы, конечно, с какой-то степенью приближенности можно определить сравнением мощностей слоев одновозрастных отложений на исследуемых и сопредельных участках с нормальной мощностью осадков. Уменьшение мощности будет указывать на высоту возвышенности, увеличение — на глубину понижения. Если на возвышенности отложения размывы, для определения ее относительной высоты следует восстановить мощность уничтоженных осадков, изучив нормальную мощность одновозрастных отложений на соседних площадях. При определении относительной высоты или глубины форм рельефа следует учитывать уплотнение осадков под воздействием процессов морфодиагенеза после захоронения. Так, глины под влиянием давления вышележащих слоев уплотняются почти в два раза (Хаин, 1954). Для глин девонского возраста, залегающих на Восточно-Европейской платформе, мощность уменьшается на 15% (Ронов, 1949). По И. И. Потапову (1964), глины уплотняются на 80%, алевролиты — максимально на 60—70%, чаще на 5—10%, а пески, известняки и доломиты практически не уплотняются. Мощность растительной массы при превращении ее в каменный уголь сокращается от 3,5 (каменные угли бобриковского горизонта в Башкирии; Буракаев, 1970) до 28—40 раз (Егоров, 1969). Зная мощность погребенного слоя и коэффициент его уплотнения под влиянием давления вышележащих толщ, можно определить его мощность к моменту погребения. Следовательно, высота или глубина форм рельефа будет всегда больше мощности слоев уплотненных пород, участвующих в их строении.

Анализ мощностей отложений позволяет также определить относительный возраст. В простом случае этот процесс можно представить следующим образом: пусть погребенная возвышенность сложена толщами *A*, *B*, *B* и *Г*, из которых первые две имеют одинаковую мощность по сравнению с таковой на прилегающих участках, а в третьей (*B*), более молодой, она уменьшается с вершинной части (рис. 21, *a*). Следовательно, во время отложения толщ *A* и *B* возвышенность не существовала, а на месте ее простиралась равнина, и поэтому осадки имеют одинаковую мощность. В период же отложения толщи *B* начала формироваться возвышенность. В связи с этим в ее вершинной части мощность уменьшилась, что свидетельствует о выраженности ее в рельефе и времени формирования. Если отмечается редуцированность мощностей более молодых толщ по сравнению с толщиной *B*, то это указывает на то, что возвышенность

продолжала существовать и развиваться (рис. 21, б). Иногда редуцированной в своде может быть средняя толща (Б), а подстилающая и покрывающие ее толщи (А, В и Г) имеют одинаковую нормальную мощность (рис. 21, в). Это значит, что возвышенность существовала в период формирования толщи Б, а затем ко времени отложения толщи В была погребена под молодыми осадками.

В последнем случае (рис. 21, г) идентичность мощностей на вершинной и периферических частях погребенного поднятия свидетельствует о том, что во время отложения толщ А, Б и В этот участок представлял собой плоскую равнину. Возникло же это поднятие значительно позже.

Изменение мощностей отложений может вызываться различными причинами: в одних случаях тектоническими, в других — денудационными процессами, в частности эрозионными (смывом и размывом). Роль эрозионных процессов в формировании мощностей отложений подчеркивали Л. Н. Розанов (1957), А. Л. Яншин и Р. Г. Гарецкий (1960), И. И. Потапов (1964) и др.

Структурно-фациальный анализ. Некоторые исследователи полагают, что при анализе мощностей осадочных толщ необходимо учитывать их фациальные особенности. Зависимость мощностей от фаций отмечали А. Ю. Косыгин (1952), С. С. Шульц и Е. П. Брунс (1955), А. Л. Яншин и Р. Г. Гарецкий (1960).

С. С. Шульц и Е. П. Брунс (1955) предложили для анализа истории формирования конседиментационных складок метод структурно-фациального анализа. Он включает сравнительное изучение мощностей осадочных отложений, которое сочетается с исследованием особенностей строения, состава и фациального характера отложений. По изменению фациального состава можно судить об условиях формирования структуры.

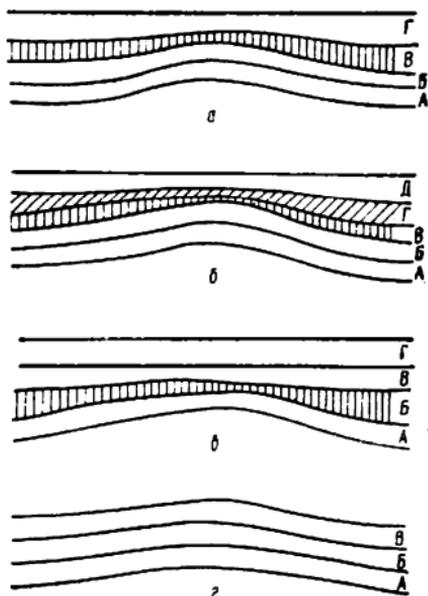


Рис. 21. Принципиальная схема установления выраженности участка в рельефе погребенной поверхности земной коры и определения его относительного возраста путем анализа мощностей разновозрастных отложений.

Участок был возвышенностью: а — в период отложения толщи В; б — во время отложения толщ В, Г и Д; в — в период отложения толща Б; г — во время отложения всех толщ (А, Б, В) участок представлял собой равнину. Поднятие возникло позже.

Для определения причин, вызывающих уменьшение мощности отложений или их уничтожение, необходимо проанализировать фациальные особенности осадков в пределах возвышенности и прилегающих к ней пространств, на которых сохранилась полная мощность данных отложений. Такой анализ помогает избежать ошибки в определении времени формирования рельефа. Если мощность толщи уменьшается одновременно с изменением фациальных черт осадка, следовательно, возвышенность существовала и формировалась в период отложения анализируемой толщи. Если мощность уменьшалась в результате уничтожения верхней части толщи, что устанавливается фациальным анализом, из этого следует, что размыв произошел в конце или после отложения пород.

Палеотектонический критерий выявления эрозионных форм. На основе анализа мощностей осадочных толщ В. Б. Нейман (1962) предложил методический прием, названный им палеотектоническим критерием выявления эрозионных форм. Эрозионные формы, образующиеся в эпохи перерывов осадконакопления, сравнительно легко выявить по вертикальной смене породы в определенном интервале на детально разбуренном участке, что дает возможность заметить нарушение обычных тектонических закономерностей соотношения осадочных толщ. Мощность верхней пачки, осадками которой выполнены эрозионные формы, увеличивается, а соответственно мощность нижней пачки осадочной толщи уменьшается. Так, по анализу мощностей осадочных толщ в районе Сызранского поднятия (табл. 5) удалось обнаружить эрозионную форму по подошве верейского горизонта (рис. 22).

Таблица 5
Изменение мощностей в районе Сызранского поднятия, м

Горизонт	Скважина				
	28	49	52	59	60
Верейский	76	74	121	70	63
Намюрский	58	54	9	61	63
Сумарная мощность	134	128	130	131	126

Резкое увеличение мощности верейского горизонта в скважине 52 (121 м) и уменьшение мощности намюрского горизонта (9 м) вызвано образованием на этом участке эрозионной формы. Эрозионные и тектонические формы резко отличаются друг от друга в плане: первые характеризуются резкими границами, вторые — плавными очертаниями. Это хорошо заметно при сравнении на рис. 28 карточки II с I и III.

Составление и анализ карт изопакит. Наглядное представление о распределении мощностей осадочных толщ дают карты изопакит. Они, как отметил А. И. Леворсен (1962), представляют собой простой метод размещения геологического тела в пространстве в трех измерениях.

Карты изопакит строят для любого стратиграфического подразделения. При построении карт допускается, что верхняя поверхность отложений, или так называемая верхняя опорная поверхность, в период формирования была горизонтальной. Изопакиты позволяют определить положение нижней поверхности стратиграфического подразделения.

На карте изопакит показан общий характер распространения мощностей отложений, но в то же время отмечено локальное их изменение. Последнее зависит от нескольких причин: тектонических движений различных знаков, рельефа, существующего до начала образования осадков, а также комплекса депудационных процессов, среди которых важную роль играет эрозия.

Анализ карты изопакит дает возможность выявить не только отдельные формы рельефа, существовавшие до отложения осадков, мощности которых использованы для построения карт, но и получить их морфографическую характеристику, установить закономерности развития и пространственного размещения на протяжении определенного этапа рельефообразования. Анализируя серию карт изопакит, составленных в хронологическом порядке, можно восстановить время возникновения и развития морфоструктур различных порядков в течение всей истории формирования земной коры, а также отдельных этапов рельефообразования.

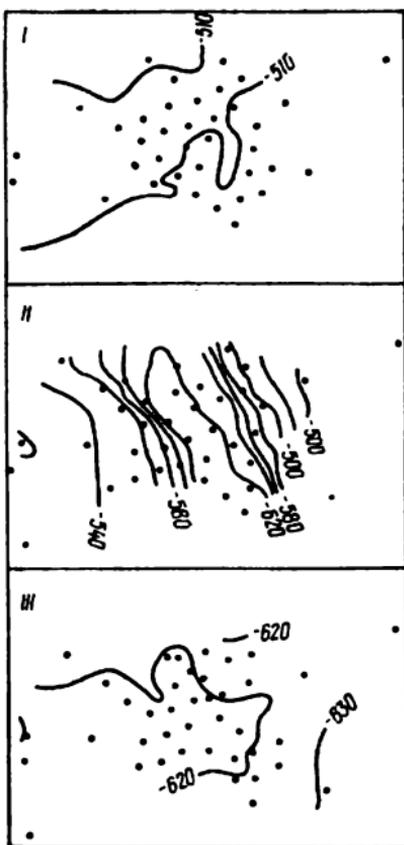


Рис. 22. Эрозионная форма (опраг) по подошве верейского горизонта (C_2^{2vr}) на площади Сызранского структурного поднятия (II) (по З. Б. Нейману, 1971). Для сравнения показана структура подошвы вышележащего горизонта C_2^2 (I) и нижележащего C_1^1 (III).

Наиболее хорошие результаты в изучении рельефа погребенных поверхностей земной коры исследователь получает, применяя дополняющие друг друга метод анализа фаций и метод анализа мощностей. В этих случаях следует составлять карты, на которых нанесены данные о фациях и мощностях осадков исследуемой области.

Метод анализа реперных поверхностей. Впервые применил И. М. Губкин. С помощью метода были выяснены орографические особенности древнего речного русла, существовавшего на поверхности фораминиферовых слоев, в котором отложились пески, содержащие нефть, на площади Нефтяно-Ширванского месторождения. Для восстановления размывтой поверхности фораминиферовых слоев и действительных очертаний речного русла был выбран опорный горизонт — один из выдержанных горизонтов внутри майкопской толщи и залегающих согласно с покрывающими его отложениями. От этого горизонта были высчитаны мощности до кровли размывтых фораминиферовых слоев и нанесены на карту. Соединив точки с одинаковой мощностью изолиниями, И. М. Губкин получил карту изопахит, представлявшую собой карту восстановленного рельефа в период формирования изучаемого древнего русла реки (рис. 23). В данном случае изопахиты являются изогипсами, характеризующими особенности восстановленного рельефа поверхности погребенных в настоящее время фораминиферовых слоев.

В дальнейшем метод был разработан В. А. Котлуковым (1936—1970). Он применялся для составления палеогипсометрических карт погребенных поверхностей земной коры А. С. Корженевской (1941), А. И. Леворсеном (1962, 1970), В. Н. Зайонц и В. П. Философовым (1967) и др.

Для выяснения орографических особенностей погребенной поверхности в геологическом разрезе буровых скважин или карротажных диаграмм выбирается слой, кровля или подошва которого принимаются за опорную (реперную) поверхность. Выбранный реперный слой должен иметь региональное распространение, устойчивые литологические и фаунистические признаки, указывающие на одинаковые батиметрические условия по всей площади отложения реперного слоя. Он должен залежать выше и относительно близко к реконструируемой поверхности. Последнее может указывать на сравнительно небольшой промежуток времени между образованием исследуемой поверхности и опорного горизонта, а следовательно, на небольшие морфодиагенетические преобразования реконструируемой поверхности после ее захоронения.

Кровля или подошва выбранного слоя условно принимаются за горизонтальную нулевую поверхность, являющуюся реперной поверхностью. От нее вниз до исследуемой поверхности измеряются расстояния в метрах, которые берутся со знаком минус.

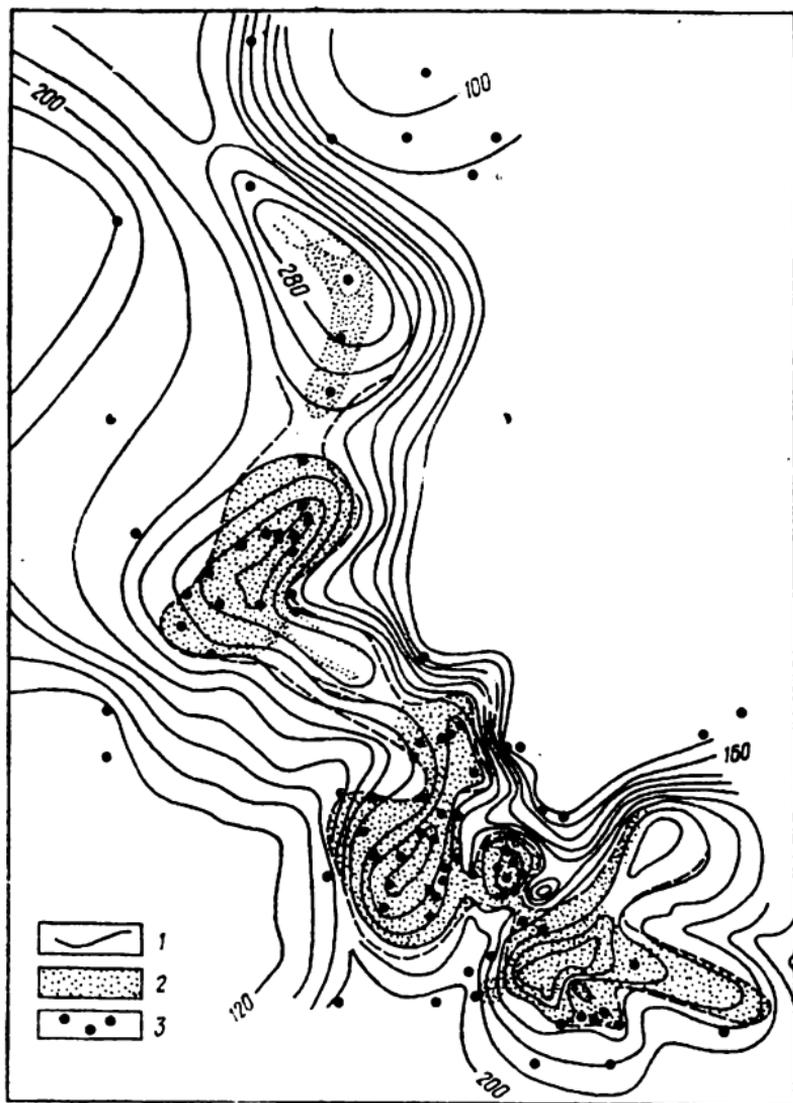


Рис. 23. Гипсометрическая карта погребенной поверхности фораминиферовых слоев (по И. М. Губкину, 1913):

1 — нивялсы, проведенные через 20 футов; 2 — русло; 3 — буровые скважины (фуровен 0,3048 м).

В тех же местах, где реперный слой выклинивается на повышенных участках древнего рельефа, высотные отметки берутся со знаком плюс. Так собирается исходный цифровой материал для построения гипсометрической карты изучаемой поверхности.

В. А. Котлуков отмечает, что по технике выполнения метод реперных поверхностей не отличается от метода построения карт равных мощностей осадочных толщ при палеотектоническом анализе, однако направленность его иная — палеогеоморфологическая. Метод, реконструируя рельеф погребенных поверхностей, снимает искажающее влияние тектонических движений, происшедших после захоронения исследуемой поверхности, и тем самым позволяет судить о первоначальном виде древних форм рельефа.

Недостаток описываемого метода заключается в том, что он не учитывает возможный первичный общий наклон морского дна во время накопления реперного слоя (горизонта), что, конечно, приводит к некоторому искажению первичного рельефа исследуемой поверхности при составлении палеогеоморфологической карты. Установив наклон реперной поверхности и его величину, следует внести поправку на региональный наклон. Определение величины регионального наклона поверхности и внесение поправки показано на конкретном примере М. В. Проницовой (1973).

В. А. Котлуков (1964) с помощью этого метода дал характеристику рельефа доугленосной поверхности на территории Подмосковского бассейна. В качестве идеальной реперной поверхности на Восточно-Европейской платформе он выбрал подошву известнякового слоя верхнеалексинского возраста.

Этим же методом А. С. Корженевская (1941) восстановила доугленосный рельеф Осташковского и Селижаровского районов Калининской области. Приведя в горизонтальное положение подошву алексинского известняка и освободившись от искажающего влияния последующих тектонических движений, автор установил первоначальное положение и все нижележащие слои в осадочной толще, в том числе поверхности слоев, подстилающих угленосную толщу. Этот же исследователь (1962) дал детальную характеристику восстановленного рельефа Белгородско-Обоянского района.

В древних вулканических областях для характеристики рельефа, погребенного под лавой, в частности его черт к моменту погребения, в качестве опорных (реперных) поверхностей могут быть использованы лавовые покровы. По С. П. Бальяну (1969), верхнеплиоцен-четвертичная формация андезитовых эффузивов образует на Армянском нагорье покров, под которым погребен гетерогенный рельеф. Наибольшие мощности андезитов образовались в эрозионно-тектонических понижениях релье-

ефа, а на древних горст-антиклинальных поднятиях покровы выклиниваются.

Если же покров длительное время подвергался воздействию денудационных процессов, то он, естественно, разрушен. Однако и в этом случае он служит хорошим указателем гипсометрии подлавного рельефа: останцы покрова показывают, что здесь располагались понижения, а на участках его полного разрушения — приподнятые участки.

Составление и анализ палеотектонических карт и профилей. На палеотектонических картах отражены особенности тектонического развития территории в прошедшие геологические эпохи, которые необходимо учитывать при палеогеоморфологическом анализе. Выделяются три типа палеотектонических карт (Хайн, 1964): палеотектонического районирования, на которых показаны основные геоструктурные элементы соответствующего этапа — платформы и геосинклинали, а в их пределах — синеклизы, антеклизы, срединные массивы, частные геосинклинали и др.; 2) карты, на которых, кроме структурных зон, показано распределение формаций и их мощностей. К ним относятся палеотектонические карты в «Атласе литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинали» (1960—1961) и в «Атласе литолого-палеогеографических карт СССР» (1960). На них показаны платформы и геосинклинали, области поднятий и опусканий, обозначена величина опусканий, выраженная в мощностях, и относительная интенсивность поднятия, активные разломы. Карты первого и второго типов отражают условия тектонического развития в течение длительного отрезка времени; 3) карты, показывающие структуру, сложившуюся к концу определенного этапа тектонического развития, т. е. отражающие условия определенного момента.

Использование палеотектонических карт необходимо в связи с тем, что тектонические процессы не только создают морфологические черты земной коры, но и участвуют в преобразовании рельефа после его захоронения. Карты позволяют составить общую характеристику рельефа крупных территорий, выявить тектонические движения структур первого порядка (синеклиз, антеклиз и др.) и их роль в формировании морфоструктур. Серия палеоструктурных карт, составленных для следующих друг за другом этапов, дает возможность проследить историю развития главнейших морфоструктурных особенностей поверхности земной коры.

Так как палеотектонические профили показывают развитие структур и их выраженность на поверхности земной коры, то анализ их серии позволяет проследить поэтапное развитие рельефа региона или отдельной структуры. В качестве примера рассмотрим историю развития Роменской морфоструктуры, размещающейся на Приднепровской низменности. Анализ

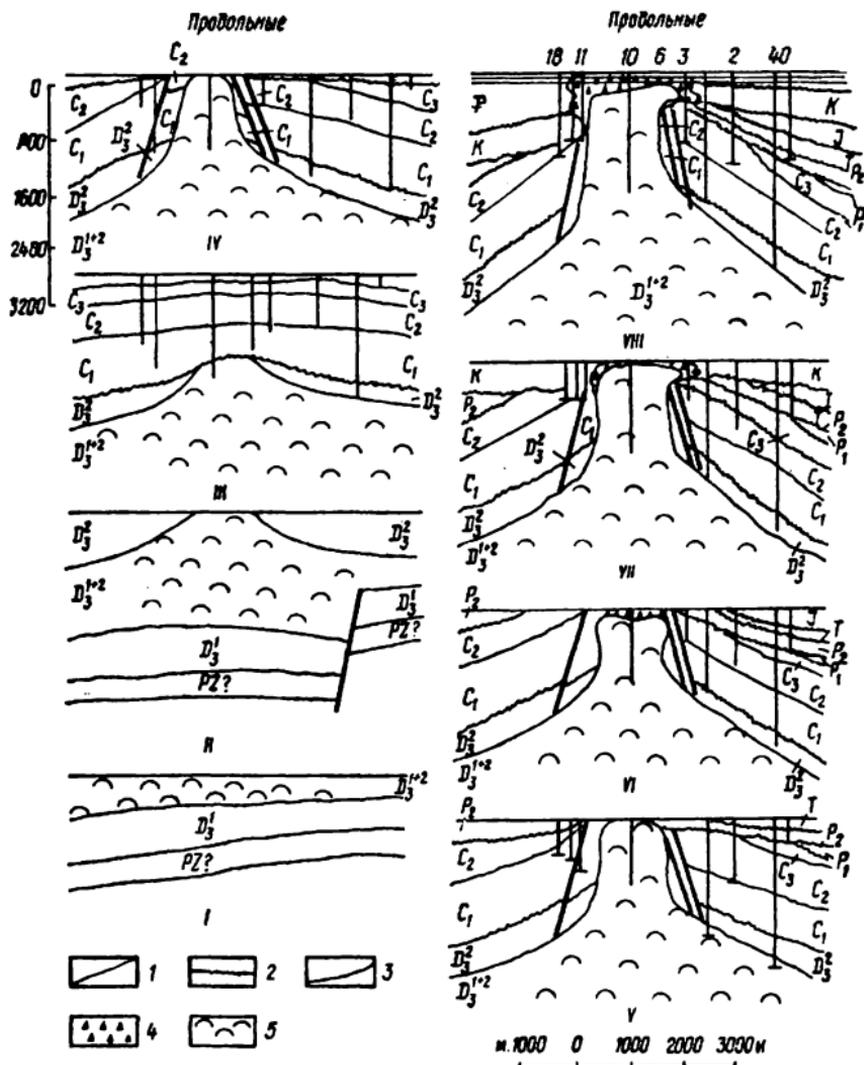


Рис. 24. Схематические палеотектонические профили через Роменскую соляную структуру (по И. Г. Баранову, 1965).

Границы: 1 — стратиграфических комплексов; 2 — стратиграфических и угловых несогласий; 3 — тектонические нарушения; 4 — брекчии колпика; 5 — позднедевонская каменная соль. Этапы развития структуры к началу: I — надсоляного верхнего девона; II — каменноугольного периода; III — поздней перми; IV — триасового периода; V — юрского периода; VI — мелового периода; VII — палеогена; VIII — к современному этапу.

палеотектонических профилей (рис. 24), построенных И. Г. Барановым (1965), свидетельствует, что Роменская структура начала развиваться в двонском периоде. Мощные толщи каменной соли, образовавшиеся в позднедевонскую эпоху, уже к началу каменноугольного периода сформировали ядро будущего соляного штока. Быстрый рост соляной структуры происходит в раннепермскую эпоху. На поверхности равнины, существовавшей в конце раннепермской эпохи, она образовала небольшую возвышенность. Денудационные процессы сильно разрушили сводовую часть возвышенности, и соляной шток оказался близко к поверхности земной коры. Под влиянием грунтовых вод соль растворялась, а находившиеся в ней обломки нерастворимых пород, в том числе и диабаз, образовали брекчию выщелачивания, слагающую кепрок на своде соляного штока.

В поздней перми и последующие эпохи мезозойской эры развитие Роменской структуры происходит конседиментационно. Усиление активности структуры, приведшее к образованию возвышенности, произошло в конце поздней перми и начале триаса, а также на границе триаса и юры. В раннемеловую эпоху структура вторично испытывает интенсивное развитие. Образовавшаяся возвышенность подвергается усиленному разрушению, с ее вершины сносятся все отложения, залегающие над кепроком соляного штока. В последующие этапы испытывает поднятие только соляной шток, свод которого был все время обнажен. С начала раннего мела до палеогена включительно соль в своде штока выщелачивалась, а мощность брекчии увеличивалась. К концу этого времени она достигла 300 м, а к современной фазе геоморфогенеза — почти 500 м. Давление большой массы брекчии вызвало перемещение соли от центральной части свода штока к его периферии. Это привело к образованию в центре свода понижения, а по краям штока — соляного карниза.

Анализ палеотектонических профилей показывает также неравномерность в развитии и различную степень выраженности в рельефе южного и северного крыльев структур, что зафиксировано в стратиграфическом разрезе и мощностях разновозрастных слоев. Разрез северного крыла более полный: здесь развиты отложения девона, карбона, перми, триаса, юры и мела. На южном же крыле уничтожены все осадки — от нижнемеловых до верхнекаменноугольных включительно. Мощности сохранившихся разновозрастных слоев (нижнекаменноугольных, верхнемеловых и особенно палеогеновых) на северном крыле структуры меньше, чем на южном.

Палеоструктурно-геологический анализ. Сушность анализа, предложенного В. К. Гавришем (1965), заключается в восстановлении и изучении палеоструктурно-геологических условий территории к определенному моменту геологического прошлого. «Это — суть дальнейшего развития,

признанного практикой анализа фаций и мощностей» (с. 6). В то же время палеоструктурно-геологический анализ отличается от анализа фаций и мощностей тем, что раскрывает природу изменения мощностей в результате размыва, эрозийного среза, пластического течения, уплотнения и метаморфизма отложений. Анализ проводится по палеоструктурно-геологическим картам и профилям. Эти карты представляют собой графическое изображение формы залегания и площади распространения разновозрастных горных пород определенной геологической эпохи. Фактически они совмещают палеоструктурную и палеогеологическую карты, построенные к определенному моменту геологического прошлого. Палеоструктурные карты изображают прежние формы залегания горных пород относительно горизонтальной поверхности определенного этапа осадконакопления. Они составляются по одному из маркирующих горизонтов к условному геологическому уровню. Формы и палеоглубины залегания исследуемой поверхности показываются палеостратонзогипсами (линиями равных относительных отметок). Палеогеологические карты изображают геологическое строение территории в определенную геологическую эпоху.

Палеоструктурно-геологические карты составляются для регрессивного и трансгрессивного этапов осадконакопления. Карта регрессивного этапа соответствует структурно-геологической карте, построенной к моменту осадконакопления. За условную опорную поверхность принимается поверхность несогласия или положение древнего уровня моря. От этой поверхности откладываются глубины залегания до маркирующего горизонта, залегающего под поверхностью перерыва. Карта трансгрессивного этапа отличается от карты, описанной выше, тем, что маркирующий горизонт залегают над поверхностью несогласия. Опорной плоскостью служит подошва или кровля маркирующего горизонта. От него откладываются мощности осадков между данным горизонтом и расположенной ниже поверхностью несогласия. Карта освещает условия залегания пород, наложенных на размывтую поверхность более древних отложений. В карту вводится батиметрическая поправка (наклон дна моря), что позволяет составить карту положения древнего уровня моря.

Методика составления палеоструктурно-геологической карты заключается в графическом совмещении палеоструктурной и палеогеологической карт определенного момента геологической истории с помощью светокопировального стола. При необходимости следует произвести уточнения, согласовав друг с другом совмещенные карты. Например, контур распространения стратиграфических горизонтов должен соответствовать или быть близким к простираанию палеостратонзогипс и т. д. Так как палеоструктурно-геологические карты дают представление только о форме и глубине залегания определенных маркирую-

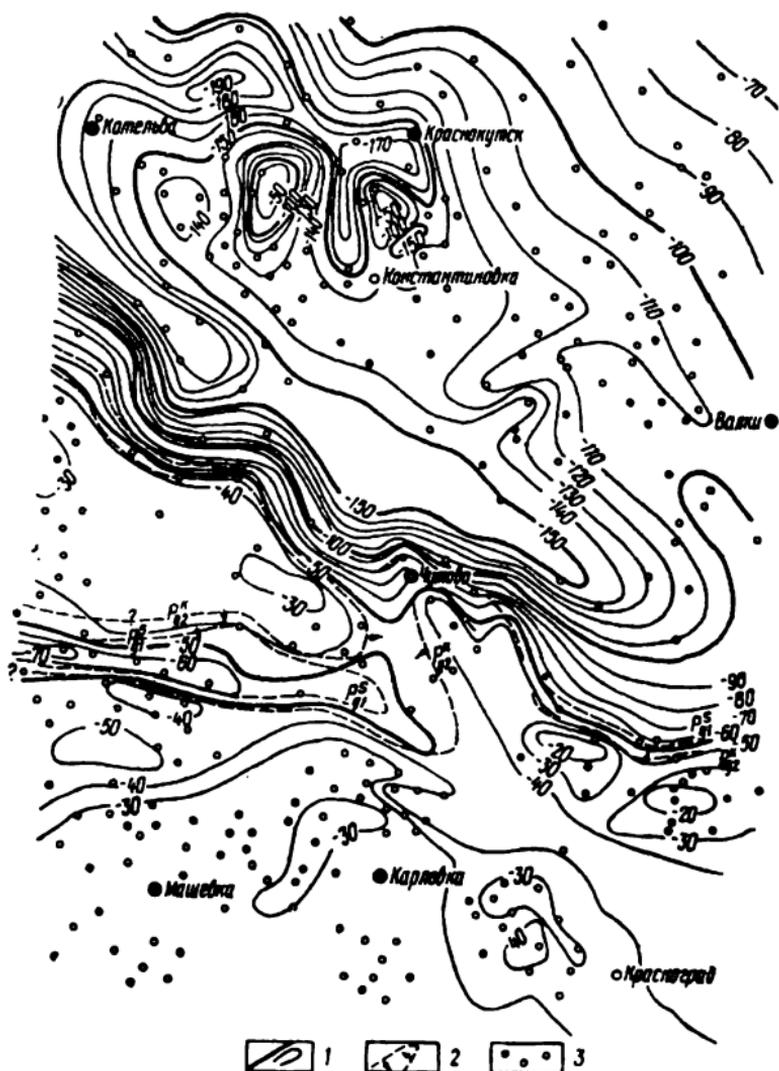


Рис. 25. Палеоструктурно-геологическая карта трансгрессивного этапа палеогеновых отложений предкиевского времени юго-восточной части Приднепровской низменной равнины (по В. К. Гавришу, 1965): 1 — палеостратизогипсы подошвы палеогеновых отложений; 2 — схематические палеогеологические границы распространения палеогеновых отложений: сумской свиты (P_2^s) и каневской свиты (P_2^k); 3 — буровые скважины.

ших горизонтов и не отражают поведение других слоев, поэтому они сопровождаются палеогеологическими или палеоструктурными профилями.

Палеоструктурно-геологические карты и профили дают необходимый материал для восстановления геоморфологического



Рис. 26. Метод упрощенной оценки величины поднятия без вычисления объемов (по В. Е. Хаину, 1964).

облика территории и условий его формирования в определенном этапе рельефообразования. Это касается как региональных черт рельефа исследуемой обширной территории, так и ее небольших участков. Анализ серий карт и профилей, построенных для нескольких эпох, позволяет восстановить историю развития рельефа.

В. К. Гавриш (1965) построил палеоструктурно-геологическую карту трансгрессивного этапа палеогеновых отложений предкиевского времени юго-восточной части Приднепровской низменной равнины (рис. 25). Палеогеоморфологический анализ этой карты позволяет дать характеристику рельефа поверхности земной коры перед отложением палеогеновых осадков или, другими словами, в конце датской эпохи геоморфогенеза, когда эта территория представляла собой обширную равнину, рельеф которой усложнялся небольшими возвышенностями и понижениями.

Объемный метод. Разработан А. Б. Роновым (1949) для изучения вертикальных движений земной коры. Для решения этого вопроса необходимо по картам мощностей подсчитать суммарный объем отложений; по картам литофаций и мощностей измерить объемы различных типов отложений (морских, континентальных, терригенных и карбонатных, угленосных и нефтеносных и т. д.); определить средние мощности отложений и средний размер погружений; определить среднюю скорость погружения, разделив средний размер погружения на продолжительность времени погружения; определить размер и среднюю скорость поднятия, вычислив объем снесенного и перетолженного в соседних прогибах материала.

Данные, полученные этим методом, дают возможность установить области накопления и сноса, т. е., говоря языком палеогеоморфологии, восстановить возвышенности и понижения на определенном этапе формирования, а также историю развития рельефа поверхности земной коры исследуемой территории. Одновременно можно выявить рельефообразующие процессы (вертикальные движения, денудацию и аккумуляцию), участвовавшие в формировании геоморфологического облика территории, и дать качественную их характеристику. Метод можно применить также для определения высоты возвышенности. Однако, как отмечает В. Е. Хаин (1964), величина поднятия будет несколько занижена, так как метод не учитывает вынос растворимых компонентов.

В. Е. Хаин рекомендует метод упрощенной оценки величины поднятия без вычисления объемов. Сущность метода объясняет рис. 26.

Для реконструкции общих черт рельефа прошедших этапов геоморфогенеза возможно использовать данные тафономии. Термин «тафономия» в 1940 г. предложил А. И. Ефремов, который, разрабатывая эту отрасль знаний, определил ее как учение о захоронении и образовании местонахождений погребенных животных и растений. А. И. Ефремов (1950) отмечает, что фаунистический и флористический состав ориктоценозов (фоссилизированные остатки, обнаруживаемые в местонахождениях) не следует принимать за подлинный биоценоз, а фациальную обстановку района захоронения остатков животных — за обстановку обитания фауны. В этом случае мы получаем характеристику рельефа района местонахождения погребенных организмов в эпоху их захоронения. Если же установить, откуда принесены эти остатки, можно дать общую характеристику рельефа области обитания организмов.

Флористическо-тафономический метод. Г. П. Радченко (1964) полагает, что, используя критерий заселенности областей древней суши наземными организмами, можно восстановить древние физико-географические условия, и в том числе дать общую характеристику рельефа. Например, данные о растительных ассоциациях раннего палеозоя позволяют выделить участки низменных морских побережий. В среднем палеозое растительный покров, становясь более разнообразным, «начал выходить за пределы прибрежных низменностей, постепенно захватывая более приподнятые участки суши — склоны речных долин, мелкосопочки, а также, вероятно, невысокие плато» (с. 175). Со среднего карбона при наличии растительных остатков можно характеризовать большую часть древней суши.

Критерий совокупности косвенных показаний палеонтологических данных, по Г. П. Радченко, позволяет выделить на одних участках низменную мезофильную лесную формацию, а на других — иную, не принадлежащую к первой. Эти данные могут помочь установить в первом случае наличие заболоченной низменной равнины, во втором — более сухие приподнятые участки (возвышенности).

Для наших целей пригодны только автохтонные тафоценозы, заключающие остатки растений, произраставших на месте захоронения или недалеко от него. Захоронялись же на месте и переходили в ископаемое состояние остатки растений, входившие в состав ассоциаций, произраставших в гумидном климате на аллювиальных равнинах, дельтах рек, прибрежных низменностях, занятых болотами и озерами. Другими словами, захоронение происходило на площадях непосредственной седиментации осадков или на близко расположенных участках, что прямо указывает на особенности погребенного рельефа.

Аллохтонные тафоценозы только косвенно свидетельствуют о том, что площадь их размещения имела расчлененный рельеф (возвышенности и равнинные участки, хребты и межгорные впадины), а наклоны поверхности способствовали переносу остатков растений и захоронению их на пониженных участках. Аллохтонные комплексы, по В. А. Вахромееву (1964), как правило, связаны с прибрежно-морскими или озерными отложениями. Таким образом, по флористическо-тафономическому методу можно восстановить площади расчлененного рельефа и расположение аккумулятивных равнин на суше, а также некоторые характерные черты рельефа (понижения, занятые озерами и болотами).

Автохтонные флористические комплексы возвышенных местообитаний сохраняются редко. Известны остатки растительности преимущественно в третичных травертинах, образующихся на склонах возвышенностей. Более древние травертины уничтожены денудацией. Конфигурация фитогеографических провинций определяется главным образом очертаниями суши, моря и рельефа суши. Следовательно, границы фитогеографических провинций могут служить для установления границ типов рельефа суши или крупных форм рельефа.

Г. П. Радченко (1964) предлагает для изучения растительных ориктоценозов применять комплексный литолого-тафономический метод, сочетающий тафономические наблюдения с фациально-литологическим анализом толщи осадков, заключающих захоронения растительных организмов. При тафономических исследованиях необходимо выяснить закономерности захоронения и образования месторождений остатков организмов в зависимости от условий их переноса и фациальной обстановки в районе их захоронения.

Фаунистическо-тафономический метод. По Б. П. Жижченко (1959), гиппарионовая фауна в плиоценовых отложениях указывает на широкое развитие наземных равнинных степных пространств. Находки в чокракских отложениях Центрального Предкавказья *Platybelodon danovi* Вог., *Dicerorhinus caucasicus* Вог. и *Paruchitehrum karpinskii* Вог. указывают на то, что кавказские берега в это время были низменными и заболоченными. А. И. Ефремов (1950) приводит примеры, характеризующие общие черты рельефа суши. Так, в Монголии местонахождения динозавров обнаружены в верхнемеловых отложениях в субэаральной части дельты небольшого потока, впадающего в озеро, расположенное в межгорной котловине. В золотых песках обнаружены яйца динозавров в том положении, в каком они были отложены. Захоронение на Северной Двине происходило в условиях крупной дельты. Обитали же парейзавры, иностранцевин и другие животные в удаленной от реки местности, представляющей собой засушливую низменность с мелкими временными водоемами. Восстановив направление рек, переноса

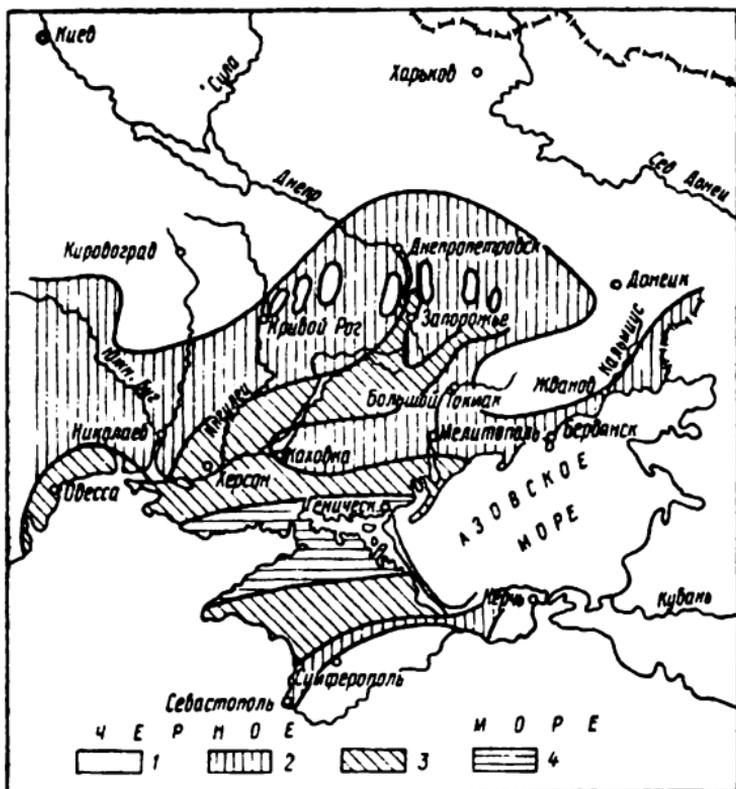


Рис. 27. Схематическая батиметрическая карта среднесарматского бассейна, располагавшегося в Причерноморской впадине (по В. Я. Дидковскому, из В. К. Гавриша, 1965):
 1 — суша; глубины моря (в м): 2 — 0—20; 3 — 20—40; 4 — 40—60.

сивших костные остатки животных, можно определить месторасположение этой засушливой изменности.

Для характеристики рельефа могут быть использованы батиметрические карты и профили, составленные на основании изучения ориктоценозов. В. Я. Дидковский (Гавриш, 1965), учитывая данные об условиях обитания и характере распространения фораминифор, восстановил батиметрические условия среднемиоценовых морей. Они отражены на батиметрической карте среднесарматского бассейна, располагающегося на юге Украины в новомосковское время (рис. 27), и профиле, характеризующем батиметрические и фациальные условия этого же района (рис. 28). Палеогеоморфологический анализ карты и профиля позволяет восстановить рельеф поверхности земной коры юга Украины в новомосковское время среднего сармата. Эта терри-

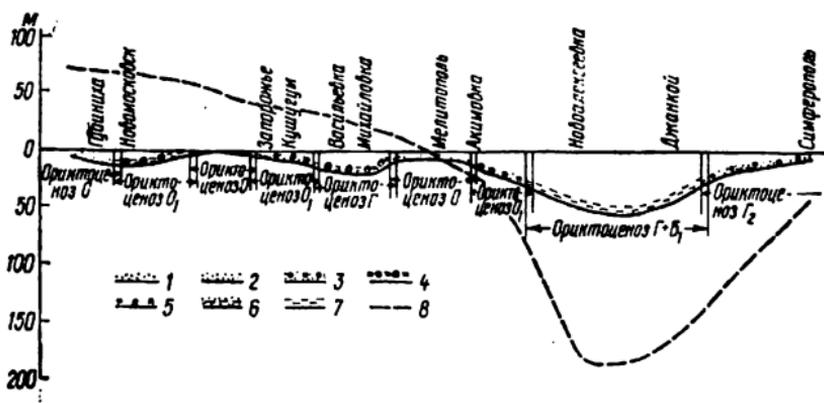


Рис. 28. Профиль, характеризующий багметрические и фациальные условия формирования фораминиферовых ориктоценозов в среднесарматском бассейне Причерноморской впадины (по В. Я. Дидковскому; В. К. Гавриш, 1965).

Дно: 1 — песочно-галечниковое; 2 — песчаное; 3 — песчано-ракушечное; 4 — илесто-ракушечное; 5 — ракушечно-фораминиферовое; 6 — песчано-илестое; 7 — илестое; 8 — схематическая линия современного гипсометрического положения подошвы осадков.

тория представляла собой шельфовую волнистую аккумулятивную равнину, амплитуда высот которой достигала 70—80 м, в северной части размещались острова-возвышенности.

БИОИНДИКАЦИОННЫЙ МЕТОД

К этой группе методов относится геоботанический метод, который можно использовать как вспомогательный для изучения сохранившихся форм погребенного рельефа. Описан Е. А. Востковой (1961), применившей его для поисков подземных вод. Сущность метода заключается в том, что один из компонентов ландшафта — растительный покров — используется как индикатор литологического или химического состава породы и подземных вод. Основанием для этого является положение о том, что между растительным покровом и грунтовыми водами существует тесная закономерная связь. Изучение пространственной смены растительных сообществ позволяет определить глубину залегания подземных вод и степень их минерализации. Растительность может служить показателем контактов водоносных и водоупорных горизонтов на склонах и т. д.

Исходя из возможностей метода, его можно использовать для палеогеоморфологических исследований. Пространственная смена растительности, вызванная глубиной залегания грунтовых вод, позволяет определить наличие и расположение отрицательных и положительных неглубоко залегающих форм рельефа, изучить их размеры и конфигурацию. Растения-индикаторы пере-

увлажненных местообитаний укажут на существование погребенных поднятий, особенно в тех случаях, когда последние продолжают унаследованно развиваться до настоящего времени. Д. П. Резвой (1947) отметил, что при дешифрировании аэрофотоснимков в Южной Ферганае обнаружены полосы кустарниковой и травянистой растительности, приуроченные к участкам, на которых коренные породы испытывают антиклинальные перегибы. Появление растительности на этих участках связано с повышением влаги, вызванным подпором подруслового потока растущей антиклинальной складкой.

Установлена также тесная связь растительности с карстующимися породами, что дает возможность использовать ее как индикатор последних (Чалидзе, 1974). Погребенные карстовые формы влияют на растительность через дренаж подземных вод. Это проявляется в более ксерофильном характере растительности, в остепенении растительности на фоне таежных и тундровых ландшафтов. Глубину залегания погребенных форм можно определить по отдельным видам растений или сообществам. Черный саксаул указывает на глубину залегания подземных вод до 40 м, джантан (верблюжья колючка) — до 20, ива — до 5 м.

Следует также использовать гидроиндикационные карты, отражающие распределение растительных сообществ.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ

Анализ рельефа видимой поверхности Земли может дать ценную информацию о погребенном рельефе в тех случаях, когда его формы развивались унаследованно.

Визуальное изучение погребенных форм рельефа. Если погребенные формы рельефа вырисовываются полностью или частично на стенках естественных или искусственных обнажений, карьеров и шахт, возможно визуальное их изучение и, следовательно, составление наиболее полной качественной и количественной характеристики, особенно небольших форм. По залеганию обнажающихся слоев можно обнаружить положительные и отрицательные формы рельефа различного происхождения: сводовые части небольших морфоструктур, овраги, балки, русла небольших рек, карстовые, суффозионные формы и т. д.

Наиболее четко формы рельефа видны в тех случаях, когда плоскость обнажения сечет их поперек, что дает возможность установить их особенности в поперечном профиле. В то же время точно определить их ориентировку в пространстве и подлинные линейные размеры не удастся.

Для составления характеристики крупных форм рельефа или рельефа обширных площадей необходимо изучить большое количество обнажений и применить метод интерполяции.



Рис. 29. Погребенная карстовая воронка у с. Куриловки Курской области (фото В. И. Галицкого).

го песка с речной слоистостью (Михайлова, 1954). Максимальная мощность песков, показывающая глубину русла реки, превышает 2,6 м (рис. 30). Река проложила русло в торфянике, что подтверждается мощностью углей, подстилающих пески: в береговой части русла она равна 1,1, в центральной — 0,80 м. Верхний слой угля, покрывающий заполненное песком русло и прилегающую местность, имеет различную мощность. Так как слой формировался в то время, когда еще существовала река, его мощность над руслом уменьшается от 0,55 до 0,15 м. Горными выработками русло реки прослежено на протяжении 500 м, ширина его 50—90 м.

Представление о рельефе могут дать погребенные почвы. Установление их возраста позволяет определить возраст формы рельефа, на поверхности которой они образовались. В качестве примера можно привести погребенные балки среднечетвертичного возраста в лессовидных суглинках, обнажающихся на стенках Михайловского железорудного карьера (Галицкий, 1962). В одной из балок четвертичные суглинки и разделяющие их погребенные почвы плавно переходят из горизонтального залегания в наклонное. На участке длиной 30 м они образуют с горизонтальной поверхностью угол 10—12°. В другой балке погребен-

Примером погребенных форм, хорошо вырисовывающихся на стенках обнажений, могут быть карстовые воронки. Так, на стенках мелового карьера, расположенного в древней балке у с. Куриловки Суджапского района Курской области (юго-западные склоны Среднерусской возвышенности), обнаружено несколько карстовых воронок, образовавшихся в толще белого пясчег мела сенопского яруса. Одна из воронок (рис. 29) имеет глубину около 2 м, ширина ее в верхней части достигает 1,8, в нижней — 0,7 м. О полных ее размерах судить трудно, так как низ закрыт осыпью. На стенке вентиляционного штрека угольной шахты Подмосковского бассейна обнаружено погребенное русло реки. В средней части угольного пласта раннекаменноугольного возраста залегает линза мелкозернистого черного

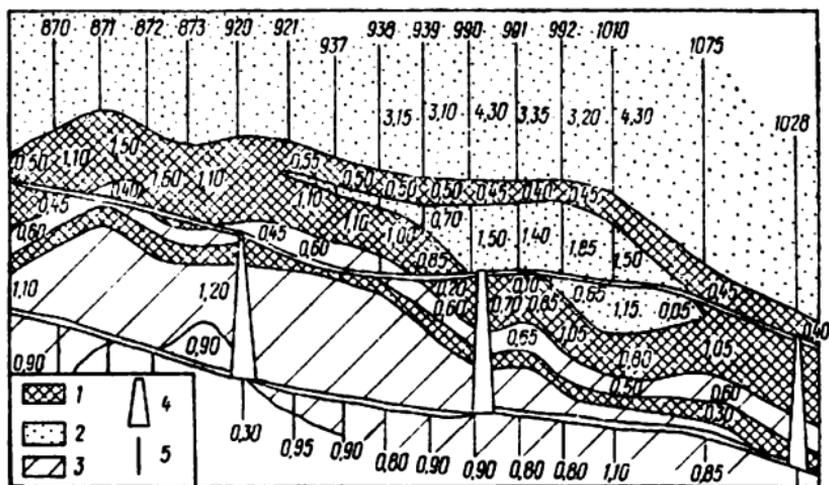


Рис. 30. Геологический разрез по 87-му северному главному откаточному штреску шахты № 8 (по Е. В. Михайловой, 1954):

1 — уголь; 2 — песок; 3 — глина; 4 — сечение горных выработок, пересекающих штрек; 5 — зондировочные скважины. Целые числа означают номер скважины, дробные — мощности отложений.



Рис. 31. Погребенная балка четвертичного возраста. Контуры балки определяются по форме залегания погребенной почвы (темная полоса на фото). Фото В. И. Галицкого.

ная почва залегает в виде пологой дуги, обращенной выпуклостью вниз (рис. 31). Одна из погребенных балок подходит к современной балке под углом, что свидетельствует об ином направлении стока поверхностных вод и созданных ими эрозионных форм в среднечетвертичное время.

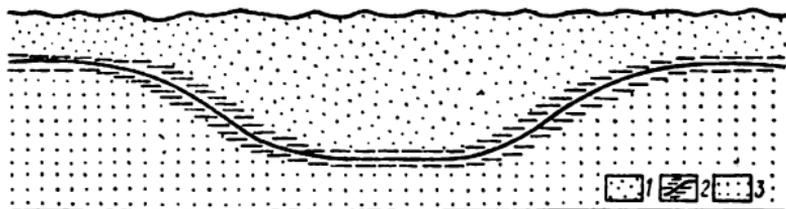


Рис. 32. Расположение погребенной почвы на уступе поймы Днестра у с. Прохоровки, Рис. В. И. Галицкого:

1 — аллювиальные пески, покрывающие старицу, и прилегающие участки поймы; 2 — погребенная пойменная почва; 3 — аллювиальные пески, подстилающие погребенную почву.

Для палеогеоморфологического анализа можно использовать погребенные почвы различного возраста и генезиса. Например, почвы поймы Днестра. Так, в районе с. Прохоровки (в 3 км от пристани вверх по течению реки) на уступе поймы, сложенной песками и супесями, выражена маломощная почва. Черной полосой она располагается горизонтально на глубине 1 м от поверхности почвы, а на участке длиной более 20 м изгибается вниз и залегает на глубине 3 м (рис. 32). Пойменная почва подчеркивает поперечный профиль погребенного понижения, представляющего собой рукав (старичу) Днестра на определенной стадии формирования поймы. В дальнейшем рукав был занесен аллювиальными песками. В этом же районе располагается вторая старица глубиной более 2,5 м.

На стенках крупных обнажений могут вырисовываться полностью или частично вершинные части погребенных небольших морфоструктур. Одним из таких примеров является свод Радченковской морфоструктуры. Река Псёл, пересекающая поперек растущую структуру, отклоняется влево по течению, благодаря чему здесь наблюдается левосторонняя асимметрия речной долины (Галицкий, 1958). Подмывая левый коренной берег, река обнажает эоценовые слои в вершинной части Радченковской морфоструктуры, которые залегают здесь выше базиса эрозии. Кровля этих слоев на склонах морфоструктуры понижается как вверх, так и вниз по течению реки.

Изучение морских аккумулятивных форм. Морские аккумулятивные формы, по О. К. Леонтьеву и др. (1971), могут быть индикаторами погребенных поднятий. Процессы морской аккумуляции четко регистрируют даже не весьма малые уклоны поверхности. Если погребенная морфоструктура развивается в неоген-четвертичное время, она может создавать заметный перегиб дна моря, приводящий к возникновению мелководной банки, на которой развиваются аккумулятивные формы (бары). Таким образом, последние являются индикаторами погребенных поднятий, осложнивших строение подводного бере-

гового склона. При понижении моря аккумулятивные формы возникли на периферии ранее сформировавшихся аккумулятивных образований.

Очевидно, что на дне некоторых морей поднятия могут быть созданы солянокупольными структурами, на склонах которых образуются бары, нарастающие при понижении уровня моря. На побережьях, как, например, на восточном побережье Каспия (Леонтьев, 1960), основанием аккумулятивных форм служат погребенные поднятия, сформировавшиеся до альпийского орогенеза, сnivelированные и захороненные под более молодыми осадками. Примером может быть Карабогзская пересыпь, развивающаяся на поднятии олигоценовых слоев.

Изучение «откопанных» и реликтовых форм рельефа. Погребенные формы рельефа могут быть полностью или частично вскрыты агентами денудации. Непосредственное изучение древних «откопанных» форм дает богатые данные о генезисе, возрасте, морфологических чертах и особенностях их развития. Так, пенеплен определенного возраста, впоследствии «откопанный», дает представление не только о рельефе «откопанных», но и погребенных его участков и, следовательно, позволяет составить характеристику пенепленизированного рельефа, возникшего в определенный этап геоморфогенеза. Примером может быть «откопанная» предороговая поверхность выравнивания в Тянь-Шане. Участки ее, располагавшиеся в межгорных впадинах, отличаются равнинностью, участки на склонах и периклиналях хребтов характеризуются полого-холмистым, бугристым или мелкопесочным рельефом; иногда сохраняются реликты первичной гидросети в виде пологих долин (Иванова и др., 1974). Различная морфология первичного рельефа поверхности свидетельствует о том, что в эпоху ее формирования орография была неоднородной. Реконструкция поверхности выравнивания требует всестороннего анализа рельефа, тектонической структуры и соотношения тектонических и эрозионных процессов.

Древние формы рельефа, возникшие в прошедшие эпохи рельефообразования, могут остаться выраженными в рельефе Земли, конечно, в той или иной степени преобразованными последующей денудацией. Аналоги реликтовых форм встречаются в погребенном состоянии. Поэтому изучение реликтов способствует составлению характеристики разновозрастных с ними погребенных форм, условий их развития до погребения под толщей осадков. Примером этой довольно широко распространенной категории форм рельефа могут служить пенеплены, зафиксированные корой выветривания (например, в Казахстане), ложбины стока, созданные потоками талых ледниковых вод на территории Русской равнины.

Сопоставление видимых и погребенных форм рельефа можно проиллюстрировать на примере карстовых форм. Провальные

впадины указывают на существование карстовых полостей в толще осадочных пород. Формы и размеры первых позволяют судить о форме и размерах погребенных форм рельефа — карстовых полостей. По Е. П. Дорофееву (1970), совмещение плана ходов Кунгурской ледяной пещеры и карстовых впадин над ними показало, что карстовые воронки с поперечником 5—60 м образовались в результате провала покровных отложений в горизонтальные полости на глубину 40—70 м. Поперечные размеры крупных воронок совпадают с шириной подземной галереи (41%) или несколько меньше их (41%).

Восстановление погребенных форм рельефа по сохранившимся элементам ограничения. Основной метод, предложенный В. И. Галицким (1969), является положение о корреляции черт рельефа. В процессе реконструкции погребенного рельефа и восстановления внешнего облика (морфографических и морфометрических черт) его форм важно провести корреляцию признаков, или элементов внешнего ограничения. Как известно, любая форма рельефа состоит из взаимообусловленных, парагенетически возникающих в процессе морфогенеза, элементов внешнего ограничения, находящихся в определенном сочетании, т. е. коррелятивно связанных между собой. Элементы внешнего ограничения форм рельефа, или физиономические признаки, по А. И. Спиридонову (1970), обусловлены генезисом последнего. Зная основы коррелятивной связи отдельных частей определенной генетической формы рельефа, можно по одному или нескольким сохранившимся в погребенном состоянии элементам ограничения сделать заключение относительно других, уничтоженных элементов внешнего ограничения, и восстановить ее общий внешний облик. Положение о корреляции черт рельефа следует именовать законом корреляции морфологических черт рельефа: в процессе возникновения формы рельефа любого генезиса создаются определенные элементы внешнего ограничения, влекущие за собой возникновение других, образующих в комплексе ее морфологический облик.

Корреляция морфологических черт рельефа дает материал для уяснения особенностей происхождения и развития его форм, а также может быть использована для практических целей (например, в нефтяной геологии при поисках и прогнозе поисков месторождений нефти).

Так как внешний облик форм погребенного рельефа (размеры морфологические и морфографические черты) восстанавливается без его непосредственного (визуального) изучения, корреляцию элементов внешнего ограничения необходимо производить на основании фактического материала, полученного различными методами палеогеоморфологического анализа.

Иллюстрацией применения метода могут быть частично разрушенные локальные морфоструктуры, созданные соляным тектогенезом и выраженные на погребенных равнинах позднеперм-

ско-раннеюрской и датской эпох геоморфогенеза на территории Приднепровской низменной равнины.

Изучение погребенных карстовых форм. Изучение погребенных форм карста для выявления новейших тектонических движений предложил В. И. Галицкий (1958, 1963). Принципиально этот метод применим и для анализа тектонических движений древних этапов рельефообразования, так как погребенные формы карста довольно широко распространены в толще разновозрастных отложений, а развитие их связано с тектоническими поднятиями. Разновозрастные погребенные карстовые формы описаны на территории многих платформ.

Влияние геоморфологических условий на процесс карстообразования подчеркнул Ф. П. Саваренский (1935), отметивший, что «для развития карста необходимо не только наличие в трещиноватой породе воды, но и условия, обеспечивающие движение этой воды, с выносом продуктов выщелачивания породы... Отсюда вытекает следствие, что для карстообразования необходимы определенные условия, обеспечивающие циркуляцию воды». Ф. П. Саваренский отмечает, что возобновление карстовых процессов или проявление их на новых участках может произойти только в тех случаях, если определенные факторы усилят циркуляцию воды. К ним относятся углубление эрозионной сети, поднятие массивов карстующихся пород, тектонические процессы, обеспечивающие выведение карстовых пород на некоторую высоту. Н. А. Гвоздецкий утверждает, что «тектонические движения земной коры являются не случайными причинами, нарушающими нормальный ход эволюции гидрографии карста, а общим закономерным фоном» (1950, с. 108—109), на котором эта эволюция происходит.

Погребенные формы карста указывают не только на проявление в данном районе эпейрогенических движений, но и на их направление. По Ф. П. Саваренскому, существуют две фазы разработки массива карстующейся породы: вертикальная, с углублением зоны коррозии, и горизонтальная, с расширением существующих каналов и пещер. При понижении базиса карста происходит дальнейшее углубление последнего, при повышении — расширение каналов и пустот («разработка карста в ширину»). При заполнении эрозионных долин осадками или при опускании участка, на котором происходит процесс карстообразования, последний при известных гидрогеологических условиях затухает в нижних зонах, в то время как в верхних деятельная разработка продолжается. По погребенным карстовым формам рельефа можно восстановить условия развития рельефа на конкретном этапе геоморфогенеза, геоморфологический ландшафт закарстованной территории; определить относительную высоту участка, где происходили карстовые процессы по отношению к близра-

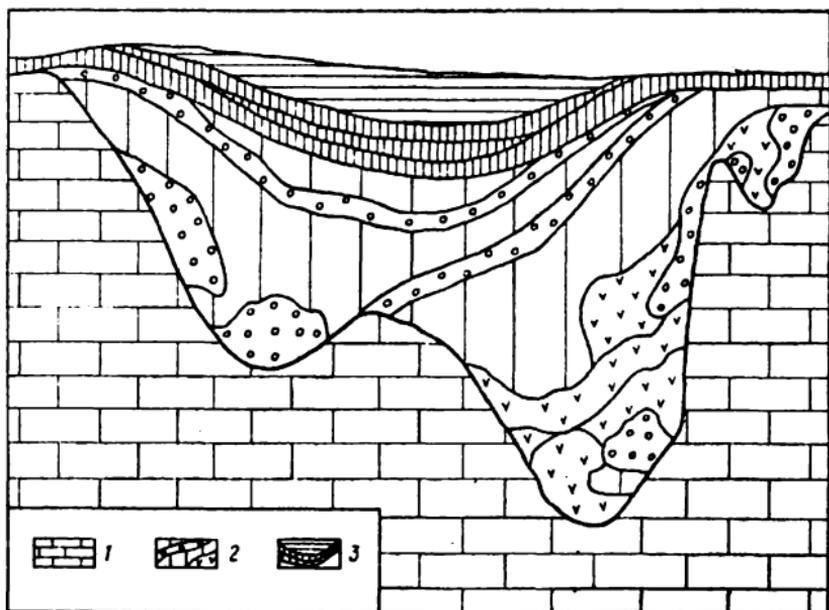


Рис. 33. Карстовая погребенная впадина на Исачковском соляном куполе.
Зарисовка автора:

1 — отложения девонского возраста (глины, гипсы); 2 — глины дочетвертичного возраста; 3 — глины и суглинки четвертичного возраста.

положенным дренам (палеорекам), используя для этого данные о вертикальном расположении карстовых форм рельефа и общей протяженности их в этом направлении; по этим же данным (развитие только форм вертикальной разработки или чередование этих форм с формами горизонтальной разработки) можно восстановить тектонический режим карстующейся области и определенные им особенности геоморфогенеза; сравнивая степень сохранности погребенных форм, можно установить количественную сторону денудационных процессов, проявившихся после образования карстовых форм и до их захоронения; выявить особенности формирования исследуемой территории по количеству этажей карстовых форм в геологическом разрезе, приуроченных, как известно, к континентальным эпохам геоморфогенеза.

Особым типом карстовых процессов является соляной карст, развивающийся на сводовых частях соляных штоков, поднятых над местными базисами эрозии. Многочисленные погребенные карстовые формы на сводах солянокупольных структур известны на территории Приднепровской низменной равнины (Галицкий, 1966). Одна из них выявлена нами на Исачковской солянокупольной структуре, выраженной в рельефе холмов. На стен-

ке карьера в северо-западной части холма вырисовывается крупная погребенная впадина, вполне возможно, состоящая из двух или даже трех слившихся друг с другом воронок (рис. 33). Ширина впадины превышает 25 м, наибольшая глубина 8 м. Впадина образовалась в девонских черных глинах, содержащих прослойки гипса. По данным бурения глины размещаются на своде соляного штока, что также благоприятствует развитию карста. Карстовая впадина выполнена осадками, отличающимися друг от друга цветом, а также залеганием. Как видно на рисунке, части некоторых слоев, сползая по крутым склонам впадины, разрывались и нагромождались друг на друга. Все залегающие в карстовой впадине осадки перекрыты суглинками четвертичного возраста.

Изучение погребенных форм карста имеет практическое значение, так как с ними связаны месторождения бокситов, каменного угля, нефти, газа и других полезных ископаемых.

Метод реконструкции истинных высотных соотношений форм древнего рельефа. Предложен В. Н. Нагирным, Н. П. Семенюком и В. В. Фуртесом (1971). Критерием метода реконструкции высотных соотношений крупных форм древнего рельефа является положение о том, что береговые линии древних морей занимали горизонтальное положение.

Все отклонения от горизонтального положения в современном их залегании свидетельствуют о воздействии на них процессов морфодиагенеза, главным образом тектонических движений. Так, береговая линия бучакского моря, заливавшего Днепровско-Донецкую впадину, в пределах Украинского щита располагается на различных участках на высотах 135—140, 90—95 м выше современного уровня моря и 10 м ниже этого уровня. Определив величину отклонения (в сопоставлении с современным положением уровня моря), можно установить суммарную амплитуду тектонических движений.

При близком расположении (в разрезе или территориально) береговых линий нескольких геологических этапов суммарную амплитуду можно разложить на амплитуды изменений по этим этапам. Приняв береговую линию за реперную (нулевую), можно по полученным данным рассчитать первичные высотные соотношения крупных форм древнего рельефа разновозрастных береговых линий островных и полуостровных массивов древней суши или на континентальных перешейках. При учете поэтапного денудационного среза и аккумуляции на этих массивах можно определить высотные отметки территории в отдельные геологические этапы.

Анализ гипсометрического положения древних береговых линий и воссоздание на его основе особенностей и амплитуды тектонических движений — необходимое условие, повышающее достоверность палеогеоморфологических реконструкций. Однако

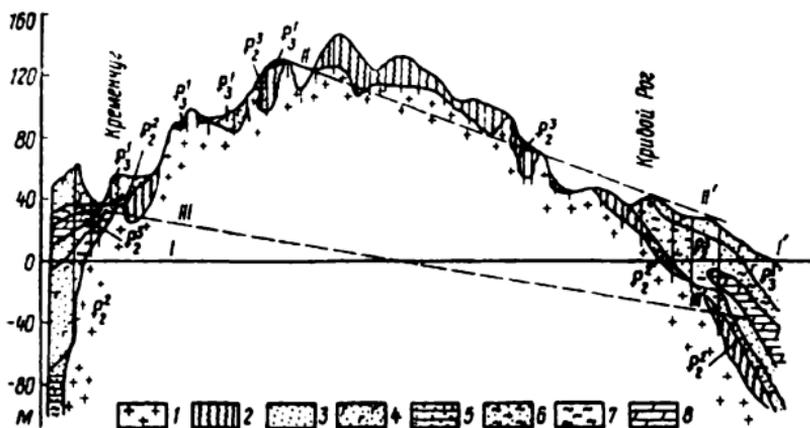


Рис. 34. Субмеридиональный геолого-палеогеоморфологический профиль через Украинский щит по линии Кременчуг—Кривой Рог—Ингулец (по В. Н. Нагирному, 1975): I—I' — современный уровень моря; II—II' — линия, соединяющая наивысшие точки современного залегания морских отложений олигоцена; III—III' — линия, соединяющая наивысшие точки современного залегания морских отложений среднего эоцена:

1 — докембрийские кристаллические породы; 2 — кора выветривания кристаллических пород; 3 — пески кварцево-глауконитовые; 4 — пески глинистые; 5 — песчаники; 6 — пески и глины углистые; 7 — глины; 8 — мергели.

для более полной характеристики погребенного рельефа необходимо еще использовать фацнальный анализ, анализ мощностей и метод интерпретации.

В. Н. Нагирный (1971, 1977) рассчитал первичный наклон продольных профилей среднеэоценовых (бучакских) долин. Для этого был проанализирован геолого-геоморфологический профиль по линии Ингулец — Кривой Рог — Кременчуг (рис. 34). Современная гипсометрия среднеэоценовых береговых линий на юге щита составляет 40 м ниже уровня моря, на севере — 30 м выше уровня моря. Разность высот составляет 70 м, расстояние между береговыми линиями на данном участке 170 м. Следовательно, изменение наклона гипсометрической среднеэоценовой поверхности в послезоценовое время достигло в среднем 0,4 м/км. Таким образом, наклон северного склона щита в среднем эоцене был приблизительно на 0,4 м/км больше, а нижнего на 0,4 м/км меньше современного.

Эти расчеты проводились по формуле

$$i = \frac{h_0 - h'_0}{L}, \quad (1)$$

где i — показатель наклона бучакской нулевой поверхности, возникшего в послепобучакское время; h_0 — современная абсолютная высота бучакской береговой линии на севере щита; h'_0 — то же

на юге шита; L — расстояние между бучакской береговой линией на севере и юге.

Поправка наклонов дна большинства речных раннепалеогеновых долин определена интерполяцией. По этим поправкам высчитаны высоты верховьев древних долин над среднеэоценовым уровнем моря. Для этого определялась поправка высоты, представляющая собой разницу современных высот данной точки (верховье древней долины) и древней береговой линии по формуле

$$\Delta h = l_i, \quad (2)$$

где Δh — поправка высоты; l — расстояние от древней береговой линии до данной точки (верховье древней долины). После этого высчитывалась приблизительная высота верховья древней долины над уровнем среднеэоценового моря по формуле

$$H_6 = H_c - h_0' + \Delta h, \quad (3)$$

где H_6 — приблизительная высота точки над среднеэоценовым уровнем моря; H_c — современная высота данной точки.

Зная высоту верховьев среднеэоценовых долин над уровнем среднеэоценовых морей и длину долин, можно вычислить среднеэоценовые наклоны продольных профилей долин по формуле

$$\varphi = \frac{H_6}{l'}, \quad (4)$$

где φ — среднеэоценовый наклон продольных профилей древних долин; H_6 — высота верховьев древних долин над среднеэоценовым уровнем моря; l' — длина древней долины.

На основании расчетов, произведенных по формулам (1) — (3), реконструирована высота междуречий среднеэоценовой суши над уровнем среднеэоценового моря (рис. 35).

Морфоструктурный анализ. Морфоструктурный анализ складывается из многих геоморфологических методов и методических приемов, направленных на выявление связи (прямой или косвенной) между формами рельефа видимой поверхности земной коры и древними и новейшими ее структурами (Герасимов, 1946; Мещеряков, 1965). Характеристика методов и их применение на территории страны, и особенно в нефтегазоносных провинциях, описаны во многих статьях и монографиях.

Выявление погребенных форм, созданных эндогенными процессами, наиболее результативно в тех случаях, когда последние продолжают унаследованно развиваться в неоген-четвертичное время.

Морфоструктурный анализ рельефа можно применять на первоначальном этапе изучения как положительных, так и отрицательных форм погребенного рельефа. Картографирование морфоструктурных элементов рельефа позволяет предполагать наличие

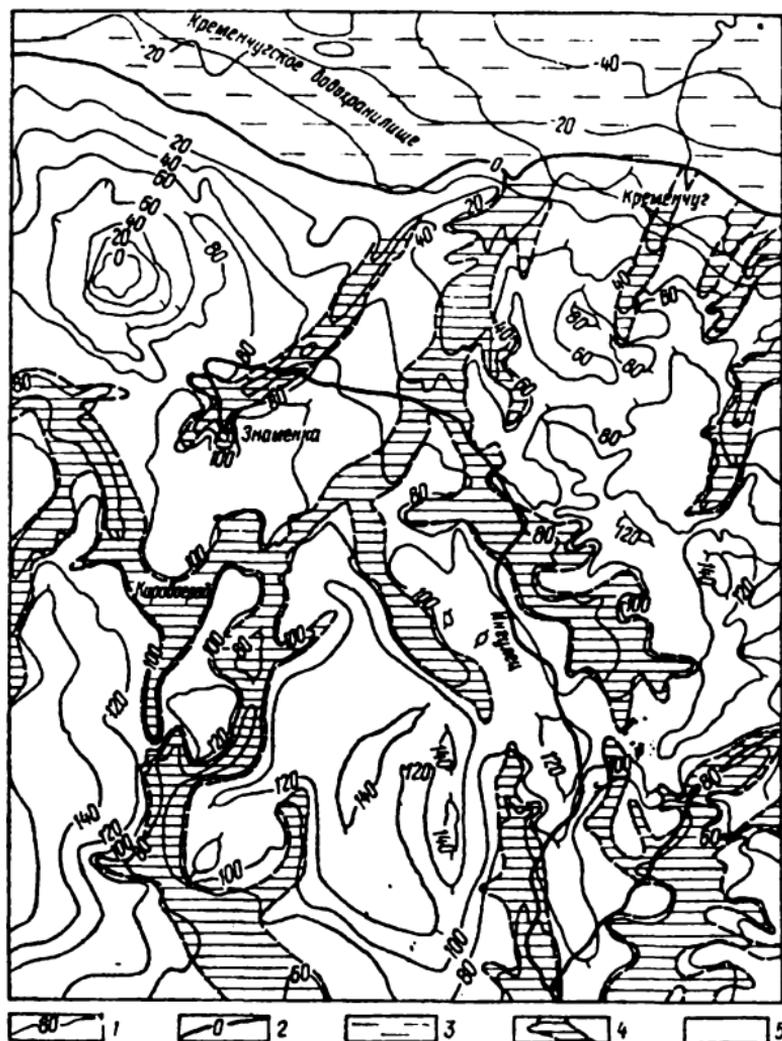


Рис. 35. Реконструированная гипсометрия среднемиоценового рельефа территории Днепровского бурогоугольного бассейна (фрагмент) (по В. П. Нагирному, 1975):

1 — изогипсы среднемиоценового рельефа; 2 — нулевые изогипсы (береговые линии среднемиоценовых морей); 3 — море; 4 — речные долины; 5 — междуречья.

погребенных форм, а также судить об их контурах и размерах площади.

Рассмотрим связь между видимым и погребенным рельефом на примере Приднепровской низменной равнины, влияющую на ее геоморфологические черты (Галицкий, 1968). Последние отличаются в зависимости от их расположения на междуречьях

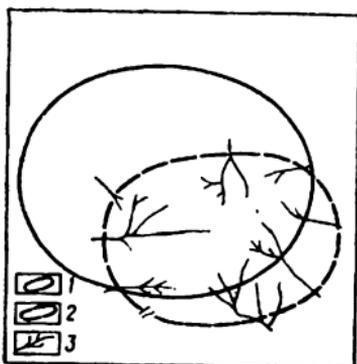


Рис. 36. Рисунок эрозионной сети на площади тектонически активной Роменской морфоструктуры.

Контур погребенной структуры: 1 — по геологическим данным; 2 — по данным морфометрического метода; 3 — эрозионная сеть.

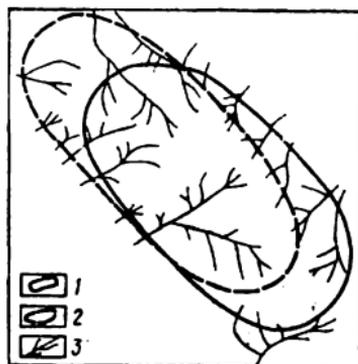


Рис. 37. Рисунок эрозионной сети на площади тектонически активной Самаринской морфоструктуры.

Условные обозначения те же, что и на рис. 36.

или в долинах рек. На междуречьях отмечены следующие черты: 1) холмистый рельеф, созданный активными унаследованно развивающимися соляными структурами. Он представлен небольшими, хорошо морфологически выраженными холмами и увалами (гора Золотуха, Исачковский холм, увал на правобережье Псла, созданный Радченковской структурой, и др.); 2) эрозионный рельеф, созданный на растущих структурах. Рисунок эрозионной сети характеризуется радиальным или близким к нему расположением оврагов и балок в плане. Примером такого расположения эрозионных форм может быть Роменская (рис. 36) и Самаринская (рис. 37) морфоструктуры. На схемах хорошо видно частичное соответствие погребенных и видимых морфоструктур, оконтуренных по геологическим или геофизическим данным и данным морфометрического метода, примененного сотрудниками Черниговского филиала УкрНИГРИ. Следует также обратить внимание на густоту, глубину расчленения и интенсивность роста оврагов, которые значительно выше, чем на прилегающих участках равнины; 3) гравитационные формы. На склонах многих морфоструктур (Роменской, Исачковской, Полтавской и др.) интенсивно происходит оползнеобразование. Древние и современные оползни образуют многоярусные системы (Великобогачанская морфоструктура). Местами возникают псевдотеррасы (Полтавская морфоструктура).

В речных долинах развитие морфоструктур обуславливает следующие черты: 1) размещение речной сети в плане. Под влиянием погребенных, но активных в новейшее время структур возникают аномальные изменения речной сети в плане. Они

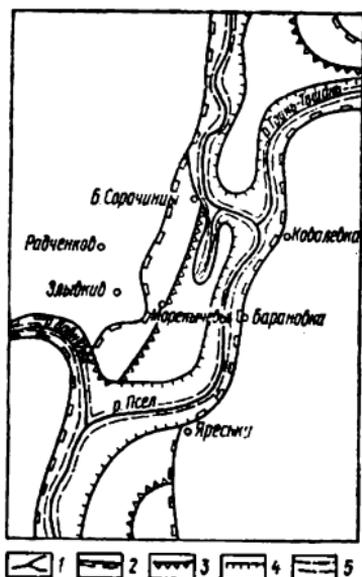


Рис. 38. Схематическая карта долины Псла между селами Ковалевкой и Ярьесками. Составил В. И. Галицкий:

1 — русла рек; 2 — коренные берега долины; 3 — уступ второй надпойменной террасы; 4 — уступ первой надпойменной террасы; 5 — пойма.

известны на всех притоках Днестра (Ворскле, Псле, Суле и ее притоке Удае). Растущая Радченковская структура отклоняет русло Псла на участке между селами Ковалевкой и Ярьесками к востоку. Этот процесс происходит в течение всего четвертичного периода, что подтверждается образованием надпойменных террас на правобережье долины (рис. 38); 2) аномальную асимметрию. На отмеченном участке р. Псел левый коренной берег высокий и крутой, а на правобережье долины размещены пойма и две надпойменные террасы; 3) озеровидные расширения долин. Четкообразное строение долин, выраженное в чередовании расширенных и суженных участков, связано с воздействием активных локальных структур. Структуры вызывают сужение долины, а к междупольным участкам приурочены озеровидные расширения; 4) деформацию поверхности речных террас. Развивающаяся Радченковская структура деформировала поверхности надпойменных

террас р. Псла на 3—3,5 м. Под влиянием этой же и соседних структур поверхность надпойменной террасы Грунь-Ташань наклонена от устья к среднему течению, т. е. в направлении, противоположном наклону, созданному рекой в процессе формирования террасы; 5) раздвоение уровня одновозрастной террасы. Под влиянием тектонически активной Роменской структуры первая надпойменная терраса р. Сулы представлена двумя уровнями (амплитуда между ними достигает 4—4,5 м). В долине Псла и в долине Ворсклы наблюдается раздвоение уровня поймы (в районе Бельской, Диканьской и Полтавской морфоструктур).

Многие из отмеченных геоморфологических черт могут характеризовать одну и ту же морфоструктуру, оказывающую деформирующее влияние на сопредельные участки междуречий и речных долин, как это наблюдается на площади Роменской, Исачковской, Полтавской и других морфоструктур.

Анализ аэрофотоснимков. Применяв дешифрирование аэрофотоснимков, А. В. Сидоренко (1958) установил на Кольском полуострове под молодыми ледниковыми осадками более древние формы рельефа: на север от Ловозерских гор обнаружены древние конусы выноса, хорошо выраженная пере-

стройка гидрографической сети и наложение молодых русел на более древние.

Г. С. Ананьев (1968) применил этот прием в бассейне верхней Колымы для поисков погребенных отрицательных форм рельефа. Линейно вытянутые контуры болот, заросли кустарника или их цепочки обычно свидетельствуют о существовании погребенных русел или западин. Аномальные контуры растительного покрова в целом повторяют контуры погребенных долин. Слабая залесенность отдельных участков склонов указывает на погребенные долины, в которых суглинисто-щебнистые осадки вмещают жилы, линзы и другие формы ледяных образований.

О погребенных долинах свидетельствуют так называемые исчезающие потоки. Это небольшие (до 1—2 км длиной) ручьи, расположенные параллельно друг другу, которые, не дойдя до своего базиса эрозии, исчезают на ровном пологом склоне. Вода просачивается в мощные толщи рыхлых осадков в зоне «исчезновения» ручьев, соответствующей погребенной долине. Тыловой шов погребенной террасы можно определить по образовавшемуся на видимой поверхности земной коры распадку, который как бы отсекает террасу от коренного склона или вышерасположенной террасы.

В. Маркунас (1974) отмечает, что на аэрофотоснимках крупного и среднего масштабов детально дешифрируются все формы рельефа, погребенные долины и уступы. Так, на правом берегу Нямунаса, близ г. Пренай, по своеобразному закономерному расположению растительности и фототону устанавливаются места «блуждания» русла реки и его погребенных потоков.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД

Характеристика крупных форм рельефа различного генезиса, образовавшихся на континентах или морском дне, а также небольших форм в их пределах, их морфологических черт и глубину расположения от видимой поверхности земной коры может быть составлена на основании данных, полученных геофизическими методами.

Гравиметрический метод. Метод основан на исследовании распределения силы тяжести на поверхности Земли. Величина силы тяжести не постоянна, что связано как с общепланетарными, так и местными условиями. Местные (аномальные) отклонения от нормального значения гравитационного поля Земли вызваны изменениями плотности масс, слагающих слои горных пород на сравнительно небольших участках земной коры. Последние обусловлены изменениями литологического состава слоев горных пород, их мощности и структурными особенностями строения изучаемой области.

К антиклинальным структурам, сложным более древними и, следовательно, более плотными породами, приурочены, как

правило, максимумы силы тяжести. Однако к солянокупольным структурам в связи с тем, что плотность соли меньше плотности окружающих ее горных пород, как это наблюдается, например, на территории Прикаспийской низменной равнины, приурочены минимумы силы тяжести. В то же время в строении кепрока многих солянокупольных структур Приднепровской низменной равнины участвуют плотные магматические породы, создающие в их пределах максимумы силы тяжести.

Метод можно использовать для палеогеоморфологического анализа, так как на гравитационное поле значительное воздействие оказывает рельеф кристаллического фундамента. Данные, полученные гравиметрическим методом, указывают на наличие структур кристаллического фундамента и их выраженность в погребенном рельефе (выступы, впадины, уступы и т. д.). Подобные структуры в той или иной степени могли сохраниться со времени возникновения на поверхности кристаллического фундамента. В этом случае мы получаем характеристику рельефа древнейшего этапа геоморфогенеза. Если же рельеф претерпел морфодиагенетические изменения, то можно судить о степени преобразования.

С помощью метода можно обнаружить погребенные морфоструктуры различных размеров: крупные (синеклизы — низменности, антеклизы — возвышенности) и сравнительно небольшие (брахиантеклинальные и соляные купола — возвышенности и т. д.), выраженные в рельефе любой погребенной поверхности осадочного чехла платформы. Погребенные небольшие морфоструктуры могут быть обнаружены и в осадочной толще, отложившейся перед перерывом осадконакопления. Если морфоструктуры существовали до перерыва, то в течение последнего они могли быть полностью или частично уничтожены денудационными процессами, а на поверхности обнажились более древние (и более плотные) породы, к которым приурочены максимумы силы тяжести. В этом случае гравиметрические исследования помогают определять не только линейные размеры, но и относительный возраст погребенных форм рельефа.

Описываемый метод применим также для выявления погребенных морфоскульптур. Так, на склонах Канадского щита, в Онтарио, локальные гравитационные максимумы приурочены к рифовым массивам силурийского возраста (Борисов, Косыгин, 1961). Погребенные долины рек Белой и Демы, выполненные осадочной толщей третичных отложений, отчетливо вырисовываются по данным детальной площадной гравиметрической разведки повышенной точности в виде узких «рукавообразных» минимумов силы тяжести (Насыров, Куряева, Хатьянова, 1971).

Детальные гравиметрические исследования дают сведения о форме залегания и размерах отдельных геологических тел, тем самым освещая морфологию и морфометрию погребенного рельефа. Совместно с другими методами (анализ палеофаций, ана-

лиз мощностей отложений можно определить время формирования той или иной формы рельефа, т. е. ее возраст.

Магнитометрический метод. Основывается на изучении распределения магнитных сил на поверхности Земли. Нормальное значение магнитных сил Земли определяется планетарными причинами, а возможные отклонения в магнитном поле зависят от местных условий. Среди последних немаловажную роль играют породы верхней части земной коры (до глубины 20—30 км). Магнитной съемкой фиксируют значение этих сил для отдельных участков земной поверхности и устанавливают наличие или отсутствие магнитных аномалий. Магнитометрический метод используется для изучения погребенного рельефа поверхности кристаллического фундамента. Локальные морфоструктуры могут быть обнаружены в том случае, если в осадочной толще, слагающей их, содержатся рассеянные ферромагнитные минералы. Метод применим также при поисках морфоструктур, созданных соляным тектогенезом.

Сейсмические методы основаны на разделении геологического разреза на отдельные слои, отличающиеся характером и скоростью распространения в них упругих (сейсмических) волн. К ним относятся: метод отраженных волн (МОВ), корреляционный метод преломленных волн (КМПВ), метод регулируемого направленного приема сейсмических волн (МРНП), метод глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ).

Первые два метода (МОВ и КМПВ) — основные при изучении строения осадочного чехла платформ.

Метод отраженных волн — основной при изучении погребенных локальных структур (включая и созданные соляным тектогенезом) до глубины от 200—300 м и до 4—5 км. Он дает возможность выявить структуры даже с небольшой амплитудой (до 100 м). На Восточно-Европейской платформе, в частности в Волго-Уральской и Восточно-Украинской нефтегазоносных областях, применение метода позволило оконтурить локальные структуры с амплитудой до 50 м и менее.

По данным МОВ составляются структурные карты по одному из опорных сейсмических горизонтов. На них изображают в изогипсах залегание слоя, в котором находится опорный горизонт. Такие карты дают характеристику рельефа поверхности слоя на современном этапе развития земной коры. По результатам анализа серии структурных карт можно восстановить историю развития морфоструктур.

Методом отраженных волн можно также изучать и погребенные морфоскульптуры (погребенные речные долины, дельты, карстовые формы и т. д.). На глубинах, превышающих 150 м, возможно обнаружить эрозионно-карстовые впадины. Достоверно и детально картируются неглубоко расположенные погребенные долины. Так, сейсмическими исследованиями намечена долина пра-Белой, расположенная в 5—8 км к югу от современно-

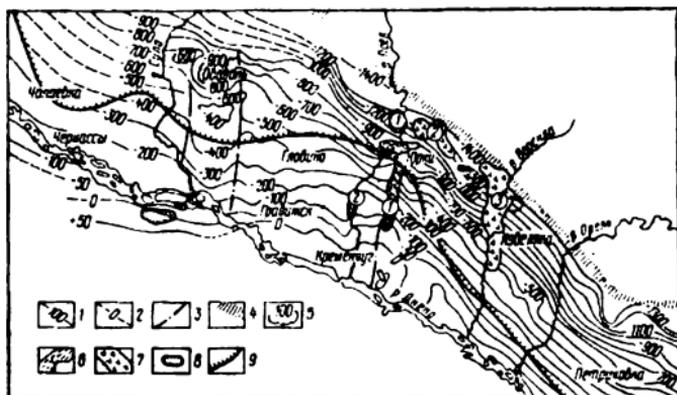


Рис. 39. Схематическая карта изогипс поверхности докембрийского кристаллического фундамента в междуречьи рек Орел и Сулы (по З. А. Крутиховской, 1955):

1 — изогипсы поверхности фундамента; 2 — предполагаемые изогипсы поверхности фундамента; 3 — линии разломов; 4 — зона резкого погружения фундамента; 5 — впадины в фундаменте (Оболонская); 6 — площадь развития пород железорудной формации криворожского типа (цифры на карте); 7 — площади развития железисто-эффузивных образований верховцевского типа: 1 — Хорольская аномалия; 2 — Толоко-Подаянская аномалия; 3 — Кобелькинская аномалия; 8 — площадь распространения каменноугольных отложений; 9 — граница выклинивания каменноугольных отложений.

го русла Белой в Кармаскалинском районе Башкирской АССР (Насыров, Куряева, Хатьянов, 1971). Обнаружены рифы девонского возраста на северо-западе Канадской платформы (Борисов, Косыгин, 1961), а также позднедевонско-турнейские рифовые массивы и эрозионно-карстовые впадины в Башкирии, Удмуртии и Татарии (Насыров, Куряева, Хатьянов, 1971).

Корреляционный метод преломленных волн (КМПВ). По этому методу можно получить сведения о рельефе поверхности кристаллического фундамента. Рельеф этой поверхности на Восточно-Европейской платформе состоит из чередующихся между собой выступов и депрессий. Отдельные депрессии достигают глубины 1—2 км и более при ширине несколько десятков километров.

При помощи КМПВ З. А. Крутиховская (1955) получила подробную характеристику поверхности докембрийского кристаллического фундамента юго-западной части территории Приднепровской низменности в среднем течении Днепра (рис. 39). Интерпретация данных КМПВ позволила выделить на участке от г. Золотоноши до г. Днепродзержинска линейно-вытянутые небольшие возвышенности, сложенные кристаллическими породами и разделяющими их понижениями.

Одна из возвышенностей — Кременчугская — вытянута в субмеридиональном направлении вдоль нижнего течения Псла, вторая — Хорольская — имеет северо-западное простирание. Тре-

тье поднятие — Кобелякское — размещается вдоль нижнего течения Ворсклы, четвертое — Толоко-Подьянское — находится между реками Пслон и Ворсклой и вытянуто в северо-западном направлении.

Отмеченные валоподобные возвышенности разделены линейно-вытянутыми понижениями, направляющимися в сторону Днепровского (центрального) прогиба Украинской синеклизы. Одно из понижений (долин, ущелий) вырисовывается восточнее с. Петриковки, две долины — между реками Орелью и Ворсклой, затем сливающиеся в одну восточнее с. Маячки. Четвертая долина находится между Кременчугской и Толоко-Подьянской валобразными возвышенностями. Несколько долин намечается между реками Пслон и Сулой. В. Г. Бондарчук (1959) считает, что линейные понижения в кристаллическом фундаменте имеют денудационное происхождение и, очевидно, представляют собой долины, даже ущелья, дно которых наклонено в сторону Днепровского центрального прогиба.

Параллельный анализ данных КМПВ и фаций позволяет установить возраст этих возвышенностей и разделяющих их понижений — они существовали уже в первую половину палеозоя.

С помощью КМПВ могут быть также обнаружены погребенные морфоскульптуры. Этим методом выявлены, например, рифогенные морфоскульптуры в Приуральском прогибе (Борисов, Косыгин, 1961). В нагорье Швабского Альба (ФРГ) под чехлом рыхлых отложений обнаружена закарстованная поверхность, основными элементами которой являются долины; установлены их размеры и ориентировка в связи с тектоникой района (Scheuch, 1971).

Наиболее целесообразно совместное применение МОВ и КМПВ, что значительно повышает степень надежности интерпретации данных, полученных названными методами.

Регулируемый направленный прием сейсмических волн (РНП) позволяет выявить морфоструктуры осадочного чехла. Результаты наблюдений РНП, оформленные в виде разрезов по профилям, дают наглядную и более точную, чем другие геофизические методы, картину погребенного рельефа. Примером может служить профиль (рис. 40) участка Припятского прогиба (Рябинкин и др., 1962), на котором четко вырисовываются морфоструктуры, созданные соляным тектонезом. Наличие поверхностей несогласия между девонской соляной толщей, каменноугольными, пермскими, триасовыми, юрскими и меловыми осадками свидетельствует о сложности истории формирования рельефа исследуемого участка. Отсутствие отложений каменноугольного возраста на своде морфоструктур указывает на их выраженность в рельефе. Некоторое увеличение мощностей около одной из структур говорит о формировании на этом участке каменноугольного прогиба — понижения. Рост структур прекратился в пермском периоде, к концу которого они

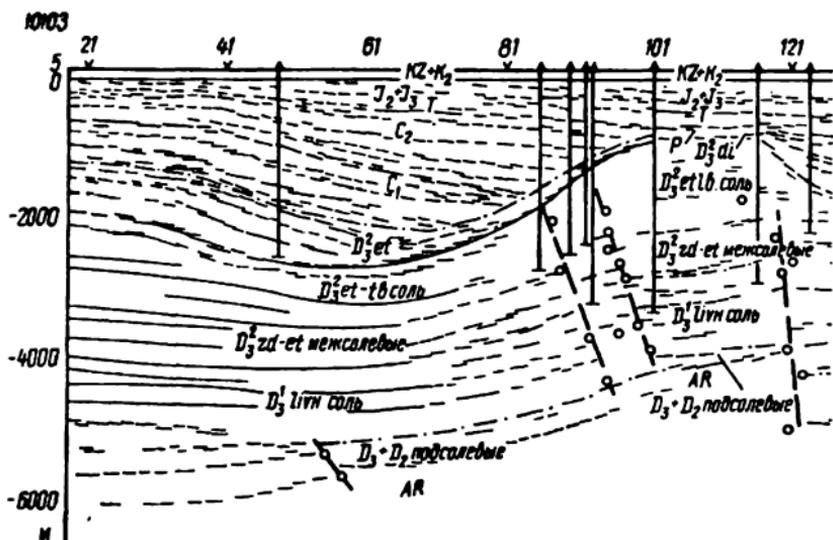
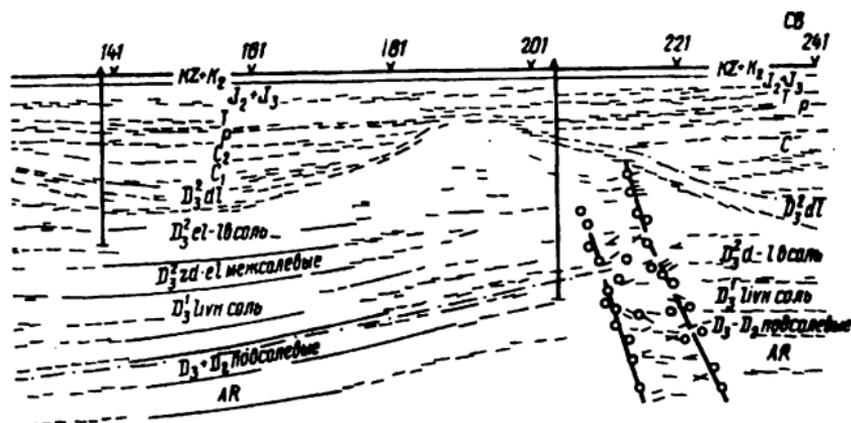


Рис. 40. Сейсмический профиль через участок Приняцкого прогиба по

были разрушены и погребены под осадками этого же или триасового возраста. В дальнейшем участок представлял собой равнину, а наличие перерывов в осадконакоплении свидетельствует об изменившихся условиях формирования ее рельефа.

На втором профиле, заложенном на Новониколаевском участке в юго-восточной части Приднепровской низменности (рис. 41), вырисовывается локальная морфоструктура. Сближение отражающих горизонтов в связи с уменьшением мощностей в сводовой части структуры, а также выклинивание отражающих поверхностей на ее склонах свидетельствуют о выраженности ее в рельефе. В процессе формирования морфоструктуры происходило некоторое смещение вершинной части в юго-западном направлении. В дальнейшем рост структуры прекратился, она была разрушена денудационными процессами и в последующие этапы в рельефе не была выражена.

Регулируемый направленный прием сейсмических волн позволяет выявить также погребенные морфоскульптуры. Так, обнаружены рифы различного возраста (девонского, пермского) в нескольких местах на Канадской и Восточно-Европейской платформах. В Предуральском прогибе обнаружены Канчуринский, Кумертауский (рис. 42) и Совхозный рифы ассельско-артинского возраста (Хатьянов, Шульц Куряева, 1963), рифы позднефранко-фаменского возраста (Хатьянов, Мкртчян, 1966). В некоторых случаях выявлены особенности строения мезокайнозойских эрозивно-тектонических впадин (Насыров и др., 1971).



методу РИП (по Л. А. Рябикину и др., 1962).

Глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ). С помощью ГСЗ получают сведения о строении всей толщи земной коры (до слоя Мохоровичича). По данным ГСЗ строятся профили, а также карты рельефа поверхности отдельных глубинных горизонтов в изолиниях. Изучение результатов исследований строения Земли ГСЗ дает возможность проследить мега- и макроформы погребенного рельефа — мегатектуры, морфоструктуры первого порядка, а также крупные морфоструктурные элементы, входящие в их состав.

На одном из профилей ГСЗ, составленном Ю. Б. Демиденко и М. Г. Маниута (1963), по линии Звенигородка — Яготин — Новгород-Северский (рис. 43) отчетливо видны общие черты рельефа поверхности кристаллического фундамента Днепровско-Донецкой впадины. Не менее четко вырисовываются черты погребенного рельефа осадочной толщи, возникшие под влиянием соляного тектогенеза.

Электрометрические методы основаны на изучении естественного или искусственно созданного электрического поля. По данным одного из них — электропрофилеирования — составляют электропрофили и карты равных сопротивлений. Интерпретация профилей и карт дает возможность установить наличие погребенных морфоструктур (возвышенностей и понижений) разных порядков на поверхности опорных горизонтов. Карты равных сопротивлений помогают определить размеры их площадей и ориентировку в пространстве.

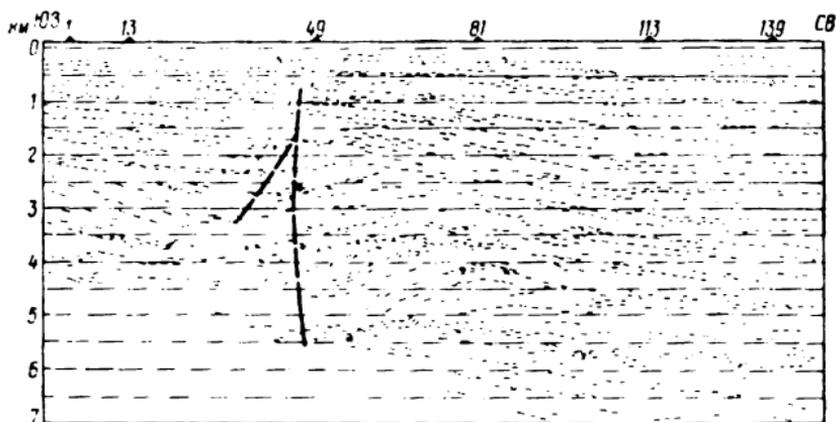


Рис. 41. Сейсмический профиль через Ново-Николаевский участок на юго-востоке Приднепровской низменной равнины (по Ивановой и др., 1962).

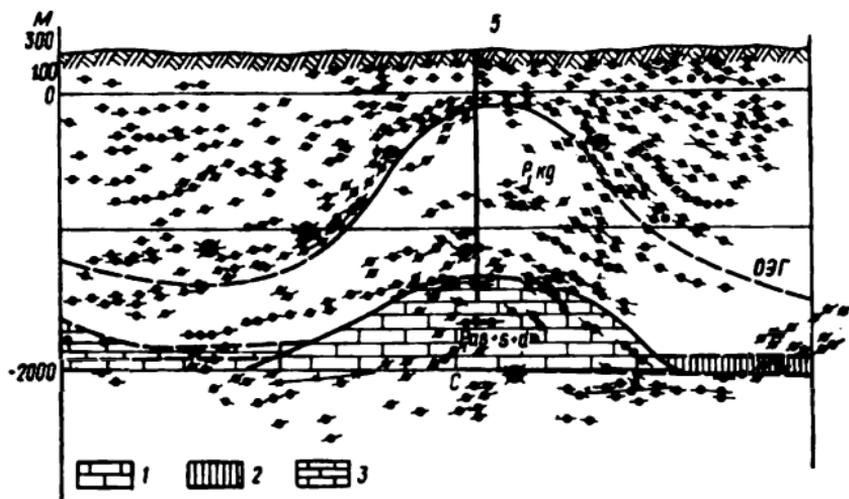


Рис. 42. Сейсмогеологический профиль через Кумертауский рифовый массив (по Ф. И. Хатьянову и др., 1963):

1 — рифовая фация (Р₁₂₃ + s + a — ассельско-самаро-артинского возраста); 2 — глубоководная депрессионная фация; 3 — платформенная фация (того же возраста); ОЭГ — опорный электрический горизонт.

Широко применяемые для изучения земной коры вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) и дипольное электрическое зондирование (ДЭЗ) дают достаточно достоверный материал для характеристики структурного рельефа фундамента разного возраста (докембрийского, палеозойского), а также вышележающих слоев горных пород осадочного чехла. Наиболее

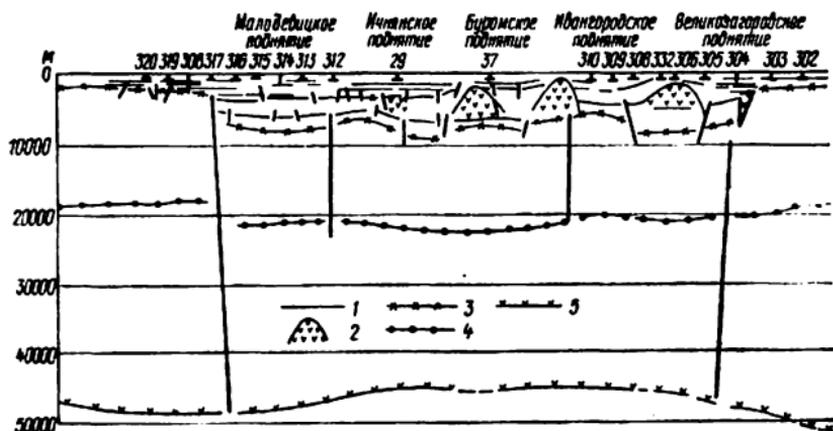


Рис. 43. Поперечный профиль через Днепровско-Донецкую впадину по линии Звенигородка — Новгород-Северский по данным МОВ, КМПВ и ГСЗ:

1 — опорные сейсмические горизонты в осадочном комплексе; 2 — контуры соляных масс; 3 — поверхность кристаллического фундамента; 4 — поверхность базальтового слоя; 5 — поверхность Мохововичья.

положительные результаты ВЭЗ дает при неглубоком залегании фундамента.

Локальные структурные формы могут быть обнаружены ВЭЗ и ДЭЗ достаточно точно в тех случаях, когда опорный горизонт залегает на глубине до нескольких сотен метров от поверхности Земли. В Предуральском прогибе этими методами были обнаружены рифовые постройки.

Методом ВЭЗ можно выявить погребенные долины, как это, например, было сделано в бассейнах левых притоков Волги (Розанов, 1948; Розанов, Чирвинская, 1970). Узкие зоны долин, располагающиеся на поверхности пород позднепермского возраста, заполненные акчагыльскими породами, характеризуются особым типом кривых ВЭЗ. Левые ветки кривых имеют пониженное значение электрических сопротивлений. Эти низкие сопротивления отвечают проводящим акчагыльским глинам, залегающим в верхней части разреза и достигающим мощности от нескольких десятков до нескольких сотен метров. Качественная интерпретация ВЭЗ позволила установить существование многих погребенных речных долин: Большой Кинель, Малый Кинель, Самара, Сок, Кондура и др. (рис. 44). По кривым ВЭЗ иногда можно определить мощность проводящего слоя акчагыльских отложений, что дает возможность восстановить особенности рельефа доакчагыльских погребенных долин. Расположение долин согласуется с тектоническим строением области: большинство их приурочено к прогибам и простирается вдоль флексур. Долины были погребены в результате трансгрессии акчагыльского моря.

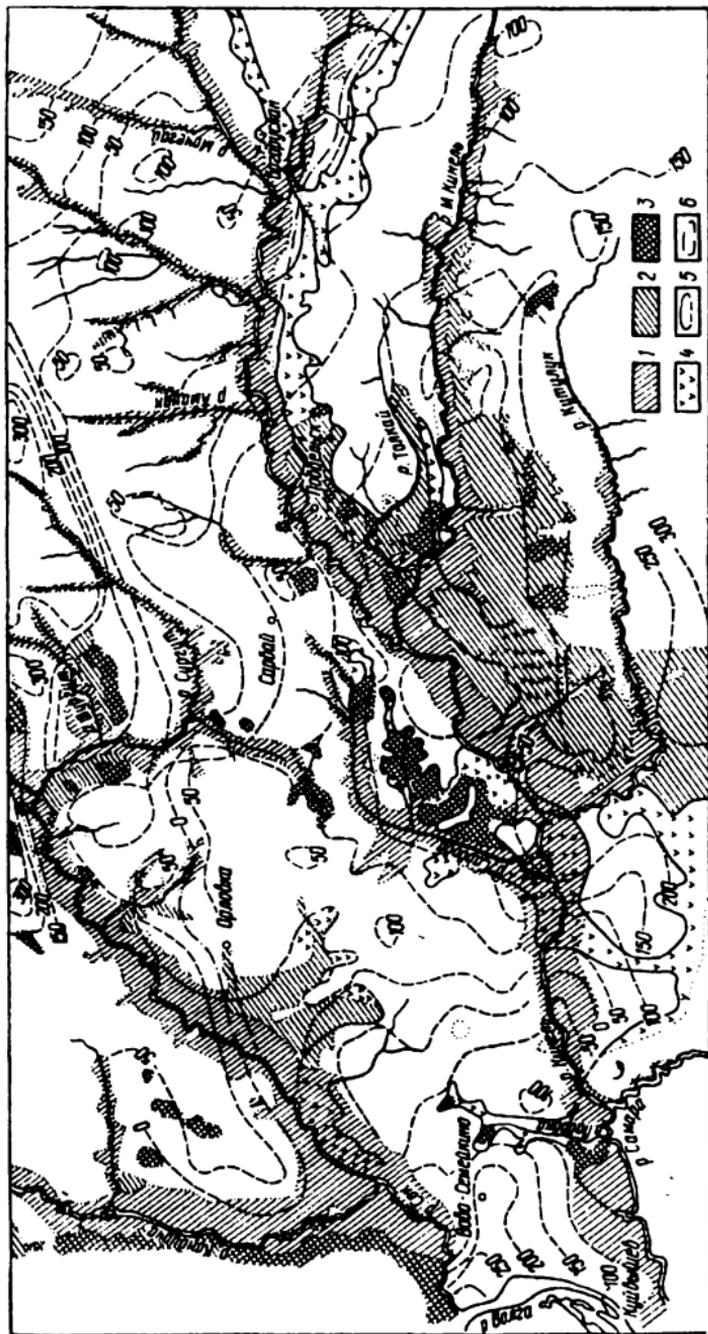


Рис. 44. Схематическое расположение погребенных долин Бутурусланского нефтеносного района (по Л. П. Розанову и М. П. Цирвинской, 1966):

1 — современный аллювий; 2 — древнечетвертичный аллювий; 3 — аккумулятские образования; 4 — зона распространения акчатглы по давним эскарразломам; 5 — контуры древних долин; 6 — изогипсы кровли казанского яруса (через 50 м).

структуры в рельефе на определенном этапе рельефообразования. Если на изучаемой площади пробурено несколько скважин, то они используются для корреляции отложений, возраст которых известен, и сейсмических данных.

Применив метод равных отношений мощностей для позднепалеозойских отложений, авторы установили, что Солоховско-Диканьская брахиантиклиналь (бассейн рек Псла и Ворсклы) в предпозднепермскую эпоху представляла собой довольно крупное поднятие, на сводовой части которого располагалось несколько небольших поднятий, разделенных депрессиями. Анализ мощностей осадочных толщ, выраженных в условных единицах, показывает их уменьшение в сторону сводовой части поднятий. Это свидетельствует о том, что поднятия были выражены в рельефе равнины предпозднепермской эпохи в виде крупных валобразных возвышенностей с отдельными холмообразными вершинами.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД

Рассмотренные методы и приемы дают качественную характеристику погребенного рельефа. Однако при изучении истории развития конкретных форм необходимо выяснить взаимосвязь ее разновозрастных поверхностей. В этом случае, чтобы исключить субъективную оценку, следует использовать математические методы, которые позволяют дать количественную оценку взаимосвязи поверхностей.

Статистический анализ рельефа. Предложен М. Ф. Мирчинком и В. П. Бухарцевым (1959) и успешно применяется для выявления нефтегазоносных структур, может быть использован при решении многих вопросов, связанных с исследованием погребенного рельефа, а именно: изучение морфологии и истории формирования морфоструктур; выявление перерывов осадконакопления и выяснение их влияния на соотношение между рельефом разновозрастных поверхностей; определение времени заложения антиклинальных морфоструктур, что важно для выяснения их нефтегазоносности.

В основу метода положены принципы теории вероятности и математической статистики с прямым применением теории корреляции. Возможность применения теории корреляции основывается на принципе определения одного, важного в конкретном исследовании, аргумента при полном отсутствии сведений о числе и качестве остальных независимых переменных. Корреляция может быть линейной и нелинейной, положительной и отрицательной, иметь ту или иную тесноту связи. Если с увеличением одной величины увеличивается и вторая, корреляция называется линейной. Если с увеличением одной величины уменьшается другая, корреляция называется линейной отрицательной.

Структурная поверхность может быть задана распределени-

ем абсолютных отметок глубин ее залегания, которые получают различными способами: геологической съемкой, геофизическими методами, структурным и глубоким бурением.

При линейной корреляции теснота связи оценивается коэффициентом линейной корреляции (r), что может быть выражено формулой

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n\delta x \delta y}, \quad (5)$$

где x и y — абсолютные отметки сравниваемых поверхностей; \bar{x} и \bar{y} — среднеарифметические их значения; δx и δy — средние квадратические отклонения (стандарты); n — число наблюдений.

Прсобразование формулы (5) дает возможность получить рабочую (расчетную) формулу

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot \sum (y - \bar{y})^2}}, \quad (6)$$

в которой стандарты δx и δy соответственно заменены на сумму $(x - \bar{x})^2$ и $(y - \bar{y})^2$. Значения \bar{x} и \bar{y} дают представление о средних глубинах залегания структурных поверхностей изучаемой территории (x — абсолютная отметка нижней, y — абсолютная отметка верхней поверхности). Эти показатели могут быть использованы для построения мелкомасштабных сводных структурных карт. Разность между ними позволяет построить карты равных мощностей.

Стандарты δx и δy характеризуют средние отклонения от уровня с отметками x и y и дают возможность объективного воспроизведения амплитуд структурных поверхностей и их дальнейшего сопоставления.

Показатель r — обобщенная количественная характеристика степени соответствия структурных планов любых двух структурных поверхностей, например подошвы и кровли любого стратиграфического подразделения. Он представляет собой коэффициент линейной корреляции зависимости между абсолютными глубинами залегания сравниваемых поверхностей. Коэффициент линейной корреляции может изменяться от $+1$ до -1 .

При совпадении поверхностей, при так называемом точном плановом соответствии, коэффициент линейной корреляции равен 1 . Выделяются два вида точного планового соответствия — прямое и обратное. В прямом точном плановом соответствии могут находиться любые однотипные пары поверхностей: две антиклинальные, две синклинальные, две моноклинальные. Обратному плановому соответствию отвечает соотношение замкнутых антиклиналей и синклиналей; двух моноклиналей, падающих в противоположные стороны, и т. д. Коэффициент линейной корреляции здесь будет соответственно равен $+1$ и -1 . Однако может наблюдаться и полное плановое несоответствие, как,

например, соотношение симметрично замкнутой антиклинали и моноклинали. Тогда линейная связь отсутствует и, естественно, коэффициент линейной корреляции равен нулю.

Могут быть зафиксированы и промежуточные случаи неполного планового соответствия и неполного планового несоответствия. Примером последнего может быть сочетание двух антиклинальных структурных поверхностей, отличающихся по форме; при этом варианте $l > r > 0$.

Для изучения закономерностей изменения плановых и амплитудных структурных соотношений по стратиграфическому разрезу В. П. Бухарцев и М. Ф. Мирчинк (1962) предложили следующую методику. На основании детальной корреляции каротажных диаграмм геологического разреза скважин на исследуемых площадях выделяются 15—20 структурных поверхностей. Затем последовательно сравниваются смежные пары структурных поверхностей и вычисляется коэффициент корреляции (r_s). Полученные значения r_s сводятся в график функции $r_s = R_s(M)$, где M — накопленная от начального стратиграфического уровня вертикальная мощность, а r_s — значение коэффициентов корреляции для исследуемых поверхностей. График функции $r_s = R_s(M)$ строится следующим образом: по горизонтальной оси откладываются значения M , а по вертикальной — r_s . Форма данной зависимости $r_s = R_s(M)$ — важнейшая характеристика исследуемых структур.

Применяя описанную методику, можно выявить плановое соотношение вышележащих слоев с какой-либо одной более древней поверхностью. Эта самая древняя наиболее глубоко залегающая поверхность принимается за базисную. Показатель геолого-статистического параллельного сравнения любой поверхности с базисной обозначается индексом баз. Показатель планового соотношения пары сравниваемых поверхностей обозначается индексом $r_{баз}$.

Расчетная формула $r_{баз}$ будет такой же, как и для r_s , а именно

$$r_{баз} = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot \sum (y - \bar{y})^2}}. \quad (7)$$

В качестве примера, иллюстрирующего расчет планового соотношения погребенных поверхностей вышележащих толщ и базисной поверхности, взята Чернухинская морфоструктура, расположенная в северо-западной части Приднепровской низменной равнины. Базисной поверхностью избрана подошва пересажской свиты верхней перми (P₂рг). С ней сравнивался рельеф погребенных поверхностей — кровли пересажской свиты, дроновского репера (средина дроновской свиты верхней перми), подошвы триаса, второго песчаника внутри триасовых отложений, подошвы среднеюрских, келловейских, оксфордских, нижнеме-

ловых, сеноманских, каневских отложений и видимой поверхности земной коры.

Расчет планового соотношения рельефа базисной и вышележащих погребенных поверхностей производится попарно: сравнивается рельеф базисной поверхности и кровли пересажской свиты, базисной поверхности и подошвы отложений триаса и т. д. Данные расчета планового соотношения рельефа каждой пары сравниваемых поверхностей заносятся в таблицу (табл. 6),

Таблица 6
Расчет планового соотношения рельефа видимой и базисной поверхностей Чернухинской морфоструктуры

Скважина	x	y	$x - \bar{x}$	$y - \bar{y}$	$(x - \bar{x}),$ $(y - \bar{y})$	$(x - \bar{x})^2$	$(y - \bar{y})^2$
1	1395	161	-51	+3	-153	2601	9
2	1495	155	+49	-3	-147	2401	9
3	1410	161	-36	+3	-108	1296	9
4	1460	161	+14	+3	+42	196	9
5	1480	162	+34	+1	+136	1146	16
6	1600	161	+154	+4	+616	23 716	16
8	1465	154	+19	-4	-76	361	16
10	1540	160	+94	+2	+188	8836	4
11	1230	142	-216	-16	-3456	46 656	256
12	1390	164	-56	+6	-336	3136	36
Сумма	14 465	1582			+3616	90345	380
Среднее	14 46	158					

а затем по расчетной формуле (7) вычисляется показатель планового соотношения.

Подставив выведенные данные в расчетную формулу (7), получаем

$$r_{\text{пл}} = \frac{3616}{\sqrt{90345 \cdot 380}} = \frac{3616}{\sqrt{34331100}} = 0,61.$$

На основании значений показателей планового соотношения, или коэффициента корреляции $r_{\text{баз}}$, строится график изменений планового соотношения. График планового соотношения рельефа видимой и погребенных разновозрастных поверхностей с базисной поверхностью Чернухинской морфоструктуры (рис. 46) наглядно показывает высокое значение коэффициента корреляции для всего мезозойского отрезка истории ее развития (более 0,90).

На графике отмечается два минимума, из которых один приурочен к средние триаса, а другой — к раннемеловой эпохе. Для рельефа поверхностей того времени коэффициент корреляции равен соответственно 0,90 и 0,85. Плановое соответствие

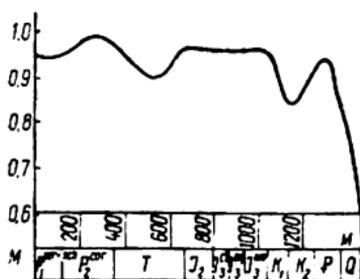


Рис. 46. Плановое соотношение рельефа разновозрастных погребенных поверхностей земной коры с рельефом базисной поверхности (поверхности пересажской свиты) Чернухинской морфоструктуры.

между рельефом базисной и видимой поверхностями морфоструктуры уменьшается, о чем свидетельствует коэффициент корреляции, равный 0,61.

График позволяет сделать вывод о степени плановой связи (соответствия) рельефа разновозрастных погребенных поверхностей земной коры и, следовательно, особенностей развития унаследованной морфоструктуры. Унаследованное развитие и высокая степень связи между погребенным и видимым рельефом обеспечивают успешный поиск локальных морфоструктур различными геоморфологическими методами.

Плановые соотношения (или коэффициенты линейной корреляции) были рассчитаны также для Видельцевской и Олишевской морфоструктур, и на основании их построены графики плановых соотношений в мезозойский и альпийский мегаэтапы развития.

На графике плановых соотношений Видельцевской морфоструктуры (рис. 47) наблюдается довольно плавное уменьшение значения коэффициента линейной корреляции от 0,98 до 0,80 при переходе от более древних погребенных поверхностей к более молодым, т. е. по мере формирования этой сложной морфоструктуры в течение мезозоя и кайнозоя. Однако, несмотря на уменьшение, коэффициент планового соотношения остается высоким (0,80). Высокая степень соответствия рельефа всех поверхностей на площади морфоструктуры свидетельствует о ее выраженности в рельефе в течение очень длительного периода развития.

Несколько сложнее развивалась Олишевская морфоструктура. Анализ кривой графика плановых соотношений (рис. 48) показывает, что коэффициент линейной корреляции постепенно уменьшается от 0,99 до 0,91 для подошвы триаса. Затем значение его увеличивается и для рельефа поверхности подошвы келловоя достигает 0,97. Для рельефа поверхностей отложений от оксфорда до сеномана наблюдается некоторое постоянство значения коэффициента линейной корреляции, после чего начинается значительное его понижение, достигающее

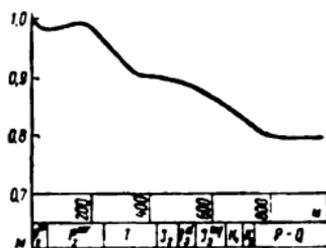


Рис. 47. Плановое соотношение рельефа разновозрастных погребенных поверхностей земной коры с рельефом базисной поверхности (поверхности пересажской свиты) Видельцевской морфоструктуры.

для рельефа поверхности подошвы палеогена всего 0,54. Значение коэффициента для рельефа видимой поверхности Олишевской морфоструктуры составляет — 0,03, т. е. практически равно нулю.

График плановых соотношений показывает, что перед триангом развитие морфоструктуры вступило в эпоху значительного выравнивания; затем, до палеогена, интенсивность поднятия и выраженность ее в рельефе возросли: после палеогена формирование структуры прекращается, и она перестает быть выраженной в рельефе как возвышенность (холм).

Восстановление поэтапного развития морфоструктур. В теоретическом и практическом отношении важно изучение характера и закономерностей поэтапного развития локальных структур и созданного ими рельефа. В практике это важно для выяснения времени формирования замкнутой структурной формы рельефа как выраженной ловушки углеводородов, а также восстановления поэтапного ее развития. Эта задача решается палеотектоническим методом. Сопоставление серии палеоструктурных карт, построенных для определенных этапов развития, с современным структурным планом позволяет проследить поэтапное развитие в целом, дать характеристику палеоструктурных особенностей и установить степень соответствия (унаследованности).

Нами (Галицкий, Цыпко, 1967; Баранов, Галицкий, Цыпко, 1969; Галицкий, Цыпко, 1973) предлагается новый метод решения этих задач, позволяющий восстановить историю развития структуры, одновременно дав при этом количественную характеристику. Сущность метода заключается в том, что, применяя геолого-статистический анализ, используют не абсолютные отметки глубин залегания современных структурных поверхностей, а мощности отложений. Последнее дает возможность выяснить соотношение рельефа любой поверхности с ее положением к определенному этапу развития, сохранив при этом основной принцип палеотектонического анализа. Предлагаемая методика выяснения поэтапного развития не требует построения серии палеотектонических карт, а ограничивается математическими вычислениями. Для установления количественной характеристики степени соответствия между современной поверхностью и

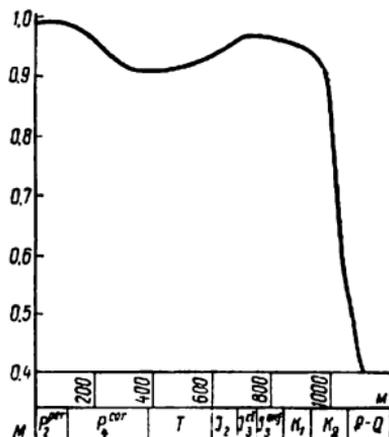


Рис. 48. Плановое соотношение рельефа разновозрастных погребенных поверхностей земной коры с рельефом базисной поверхности (поверхности пересажской свиты) Олишевской морфоструктуры.

ее положением к определенному этапу развития структуры используется формула

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot \sum (y - \bar{y})^2}}, \quad (8)$$

предложенная М. Ф. Мирчинком и В. П. Бухарцевым (1959). Эта формула применима также для выяснения характера соотношения смежных структурных поверхностей, где x и y абсолютные отметки современной поверхности; \bar{x} и \bar{y} — соответственно их средние значения. В указанной выше формуле x — абсолютная отметка глубины залегания интересующей современной поверхности, а y — мощности, заключенной между выбранной поверхностью и ее положением к определенному этапу развития.

Как и в случае с современными структурными поверхностями, значение коэффициента корреляции (r) изменяется от $+1$ до -1 . При коэффициенте корреляции, равном $+1$, можно говорить о полном прямом соответствии восстановленной структурной поверхности с ее современной формой. Если коэффициент корреляции равен -1 , соотношение современной и восстановленной поверхностей может рассматриваться как прямое обратное соотношение (антиклиналь — синклиналь).

В связи с тем что прямое полное соответствие встречается очень редко, необходимо выяснить это соотношение при промежуточных значениях коэффициента линейной корреляции, т. е. при $0,5 > r > 0$ и $1 > r > 0,5$. В первом случае форма восстановленной поверхности будет резко отличаться от современной (структурный нос — антиклиналь), во втором — их формы будут близки.

Рассмотрим применение предлагаемого метода на примере Видельцевского поднятия, расположенного в северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины (рис. 49). Сопоставляя палеотектонические карты Видельцевской структуры по кровле межслоевых отложений к началу каменноугольного и третичного периодов, можно сделать вывод, что существовавшая в предкаменноугольное время незамкнутая структурная форма к началу третичного времени превратилась в замкнутую, соответствующую по морфологическим чертам современной структуре по кровле межслоевых отложений девона.

Аналогичный вывод можно сделать при составлении количественной характеристики, если рассчитать значение коэффициента корреляции между современной поверхностью и ее положением к началу каменноугольного и третичного периодов. В первом случае полученный коэффициент корреляции будет равен $0,24$, а во втором — $0,94$. Низкое значение коэффициента корреляции свидетельствует о резком несоответствии форм восстановленной структурной поверхности кровли межслоевых отложений девона ее современной структуре, а следовательно, — об отсут-

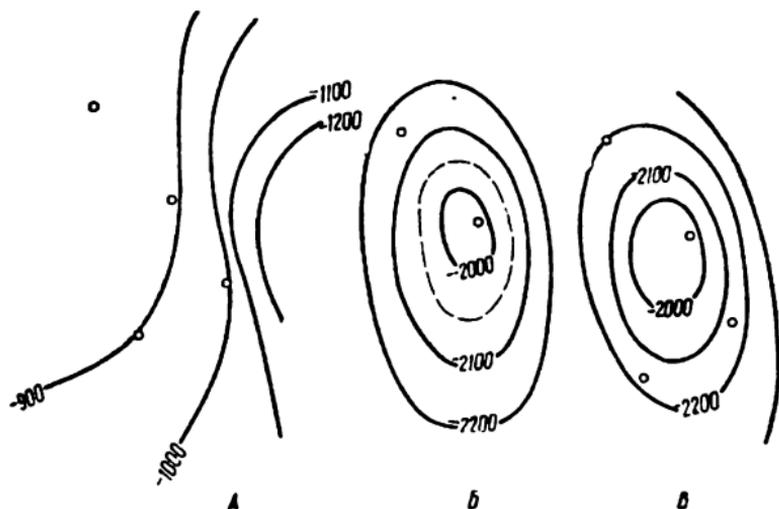


Рис. 49. Поэтапное развитие Видельцевской морфоструктуры (по И. Г. Баранову, В. И. Галицкому и А. К. Цыпко, 1969). Палеоструктурные карты по кровле межслоевых отложений девона: А — к началу камбрийского периода; Б — к началу третичного периода; В — современная структурная карта.

ствии на Видельцевском поднятии к этому времени замкнутой структурной формы. Коэффициент линейной корреляции 0,94 указывает на высокую степень соответствия между современной структурной поверхностью по кровле межслоевых отложений девона и ее положением к началу третичного периода. Отсюда можно сделать заключение, что к этому времени Видельцевское поднятие уже существовало как замкнутая структурная форма, что полностью согласуется с выводами палеотектонического анализа, полученными при сопоставлении соответствующих палеоструктурных карт. Предлагаемый метод ценен также тем, что его можно использовать как экспресс-метод при решении вопросов о времени формирования структурных палеоловушек нефти и газа.

Палеогеоморфологический синтез. Различные методы дают конкретные сведения об отдельных формах погребенного и восстановленного рельефа, их генезисе, возрасте, морфологических особенностях и истории формирования.

Однако целостное представление о рельефе погребенных поверхностей земной коры на любом этапе геоморфогенеза можно получить только с помощью палеогеоморфологического синтеза. Его значение определяется самой сущностью палеогеоморфологии, являющейся, как отметил А. В. Сидоренко (1970), наукой синтетической, так как ей приходится изучать древний рельеф, широко используя разнообразные материалы, включающие

данные литологии, тектоники, геофизики, геоморфологии и др. Синтез заключается в изучении фактического материала, обратного методами палеогеоморфологического анализа, приведении его в систему, сравнении, палеогеоморфологической интерпретации и выводах.

Палеогеоморфологический анализ дает возможность наиболее полно восстановить условия развития древнего рельефа, установить его генезис, возраст, морфологические черты, историю формирования по этапам, морфоэволюционные преобразования после захоронения, а также обосновать закономерности развития. Одним из результатов палеогеоморфологического синтеза является составление палеогеоморфологических карт.

Палеогеоморфологический синтез призван способствовать решению теоретических вопросов, познанию региональных особенностей рельефа исследуемых территорий, разработке и совершенствованию методов палеогеоморфологических исследований и картографирования рельефа погребенных поверхностей земной коры, а также составлению рекомендаций по прогнозу поисков полезных ископаемых.

Глава 7

ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Вопросы составления палеогеоморфологических карт заслуживают самого пристального внимания, так как любая словесная характеристика рельефа погребенных поверхностей Земли не может заменить карту. Согласно высказыванию Л. С. Берга (1947) о значении географической карты, палеогеоморфологическая карта — альфа и омега палеогеоморфологии. Это совершенно новый тип карты, отражающий сохранившийся погребенный и реконструированный рельеф определенного этапа геоморфогенеза. Картографирование этих категорий рельефа очень важно как в научном, так и в практическом аспекте, в частности при установлении закономерностей размещения многих полезных ископаемых, прогнозе и поисках их месторождений.

Л. Б. Рухин (1962, с. 538) высказался против составления палеогеоморфологических карт на том основании, что палеорельеф, являющийся важнейшим элементом ландшафта, должен изображаться на палеогеографических картах и эскизах.

Так как палеогеоморфологические карты любого этапа геоморфогенеза включают различные компоненты географической оболочки, то вполне очевидно, что палеорельеф не может изображаться на них с такой степенью детальности, как на палеогеоморфологических картах. Для успешного решения задач, стоящих перед палеогеоморфологией, рельеф погребенных поверхностей земной коры необходимо изображать на самостоятельных палеогеоморфологических картах.

Палеогеоморфологическая карта представляет собой карту рельефа погребенной поверхности земной коры определенного этапа геоморфогенеза с обозначением его генезиса, возраста и морфологических особенностей.

Палеогеоморфологическая карта — аналог геоморфологической, однако отличается от последней следующим: на ней изображен рельеф погребенный, сохранившийся или восстановленный; она построена на фактическом материале, собранном иными, чем для геоморфологической, методами; при ее построении необходимо более широко применять интерполяцию и интерпре-

тацию. Принципиальные положения методики составления и многие приемы изображения особенностей рельефа на геоморфологической карте могут быть использованы для составления палеогеоморфологической карты.

Самым крупным отрезком времени, для которого следует составлять карту, является этап геоморфогенеза. Однако фактический материал на такой карте будет сильно генерализован, и поэтому более целесообразно составлять карты для частей этапа — эпох или фаз (Галицкий, 1966; Соколовский, 1966; Чемяков, 1970; Наумов, Востряков, Зайонц, 1970). Вполне естественно, что чем меньше отрезок времени, для которого составлена палеогеоморфологическая карта, тем полнее будут отражены на ней характерные черты рельефа и особенности его развития.

Палеогеоморфологическая карта — результат изучения рельефа погребенных поверхностей земной коры определенной территории. В то же время она — источник для палеогеоморфологического анализа, ведущего к обобщениям и выводам и выявлению закономерностей, а следовательно, решению проблем формирования и развития древнего рельефа. Одновременно карта должна обладать качествами, позволяющими выяснить закономерности формирования и размещения месторождений полезных ископаемых экзогенного происхождения, и способствовать решению многих практических задач (прогнозирование поисков полезных ископаемых, проведение инженерных работ и пр.) А. В. Сидоренко (1970) считает, что следует изучать континентальные режимы и составлять палеогеоморфологические карты этих эпох. Для выполнения этой задачи необходимо детально картографировать погребенные формы рельефа, характеризующие длительные континентальные перерывы в осадконакоплении. В этом направлении уже сделан важный шаг: в 1971 г. опубликована составленная коллективом авторов (с участием и автора настоящей работы) под руководством И. П. Герасимова и А. В. Сидоренко «Карта поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР» масштаба 1 : 2 500 000. Эта крупная обобщающая карта, включающая погребенные поверхности выравнивания и коры выветривания, позволит решить теоретические вопросы и научно обосновать прогноз поисков месторождений полезных ископаемых гипергенного происхождения. Серия карт, объединенных в палеогеоморфологический атлас, позволит проследить формирование рельефа, выделить этапы геоморфогенеза.

А. И. Спиридонов (1963, 1970) считает, что следует составлять следующие карты: палеоорграфические, палеогипсометрические, палеотопографические; морфохронологические (карты возраста рельефа) и собственно палеогеоморфологические. На картах первого типа отражаются внешние морфографические и морфометрические черты рельефа. На палеоорграфические карты наносят возвышенности, низменности, гряды, горные хребты,

речные долины и другие орографические единицы. Все формы показывают цветным фоном, штрихами и линейными условными знаками. На палеогипсометрических и палеотопографических картах внешний облик рельефа передается горизонталями. Карты морфохронологические отображают возраст рельефа. Каждая возрастная генерация форм и элементов рельефа выделяется цветным фоном. Эти карты могут быть дополнены морфогенетическими показателями. На собственно палеогеоморфологические карты наносят крупные единицы рельефа с их орографической и генетической характеристикой.

В зависимости от задач должны составляться общие и частные палеогеоморфологические карты. Общая палеогеоморфологическая карта наиболее полно отражает генезис, возраст и морфологические черты рельефа погребенных поверхностей земной коры. Однако при наибольшей полноте палеогеоморфологическая карта не может быть универсальной.

Запросы теории и практики могут быть удовлетворены составлением общих палеогеоморфологических карт двух типов: 1) сохранившегося погребенного и восстановленного рельефа и 2) погребенного преобразованного рельефа.

На картах первого типа показываются формы рельефа определенного возраста, полностью или частично сохранившиеся в том виде, какой они имели в момент захоронения, а также формы древнего рельефа, которые были уничтожены к моменту захоронения и требуют восстановления. Карты второго типа комбинируют сведения о рельефе погребенных поверхностей земли, созданном на любом этапе геоморфогенеза и последующих его преобразованиях под влиянием процессов морфодиагенеза.

На конкретные теоретические и практические вопросы отвечают частные палеогеоморфологические карты, содержание которых должно соответствовать поставленным задачам. Обычно такие карты составляются для прогнозирования поисков месторождений полезных ископаемых гипергенного генезиса.

Необходимо также составлять карты палеогеоморфологических районов. По содержанию они должны быть аналогичными картам геоморфологических районов. На картах показываются палеогеоморфологические районы (провинции, области, районы и т. д.) любого прошлого этапа (эпохи, фазы) геоморфогенеза.

Выбор масштаба палеогеоморфологической карты зависит от ее назначения и детальности палеогеоморфологических исследований. Обзорные палеогеоморфологические карты материков и их крупных областей, которые могут быть использованы для установления общих закономерностей развития рельефа земной коры и общего прогноза размещения полезных ископаемых, следует составлять в масштабе от 1 : 2 500 000 до 1 : 25 000 000. Для региональных палеогеоморфологических карт применимы масштабы от 1 : 500 000 до 1 : 2 500 000. Карты таких масштабов помогают выяснить основные черты палеорельефа, историю его

а также могут быть использованы для установления закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых. Карты небольших участков строятся в масштабе от 1 : 50 000 до 1 : 500 000. Они позволяют выявить небольшие отрезки времени развития рельефа (эпохи, фазы) и дать палеогеоморфологическую характеристику условий образования месторождений полезных ископаемых.

Отметим, что детальность палеогеоморфологической карты определяется не только масштабом, но и величиной отрезка времени, для которого она составляется. М. Ф. Веклич (1966) рекомендует обзорные карты создавать для мегаэтапов, региональные и местные — для этапов, эпох и фаз геоморфогенеза. Примером региональной карты может быть карта рельефа ложа осадочного покрова области Украинского щита (рис. 50).

Общие и частные вопросы методики составления палеогеоморфологических карт с той или иной степенью детальности рассмотрели В. А. Котлуков (1956), А. И. Леворсен (1962), Л. Б. Рухин (1962), М. Ф. Веклич (1966), В. И. Галицкий (1966), Л. Б. Аристархова, С. О. Чертова (1970), Ю. Е. Журенко, И. К. Зиняшина (1970), В. Ф. Игнатов (1970), Г. Ф. Лунгерсгаузен и В. Е. Ханн (1970), Ю. Ф. Чемяков (1970), А. Д. Наумов, А. В. Востряков и В. Н. Зайонц (1966, 1970), А. А. Романов, К. Н. Разумов (1970), М. В. Проничева и П. И. Жернаков (1970), М. В. Проничева (1973).

Основой методики составления палеогеоморфологических карт должен быть историко-генетический подход к изображению рельефа погребенных поверхностей земной коры. Этот принцип предложил К. К. Марков (1929) для составления геоморфологических карт, отметивший, что они должны органически совмещать три главных элемента: морфографию, генезис и возраст рельефа. Историко-генетический принцип при выделении районов применил И. П. Герасимов (1939). З. А. Сваричевская (1937, 1948), исходя из классической триады — генезис, возраст, морфология, — разработала методику составления геоморфологических карт. Историко-генетический принцип картографирования разрабатывали Д. В. Борисевич (1950, 1959, 1966), А. И. Спиридонов (1952, 1958, 1970), Г. С. Ганешин и С. В. Эпштейн (1959), Н. В. Башенина (1959) и др. Идею отражения на палеогеоморфологической карте генезиса, возраста и морфологических черт поддерживают большинство исследователей.

Палеогеоморфологическая карта должна отражать в первую очередь происхождение рельефа, что поможет решить многие теоретические и практические вопросы. В частности, это необходимо для прогноза поисков месторождений полезных ископаемых, так как известно, что формирование и распространение многих из них связано с формами рельефа определенного генезиса. Сведения о генезисе форм и типов рельефа погребенных поверхностей земной коры мы получаем в результате палеогео-

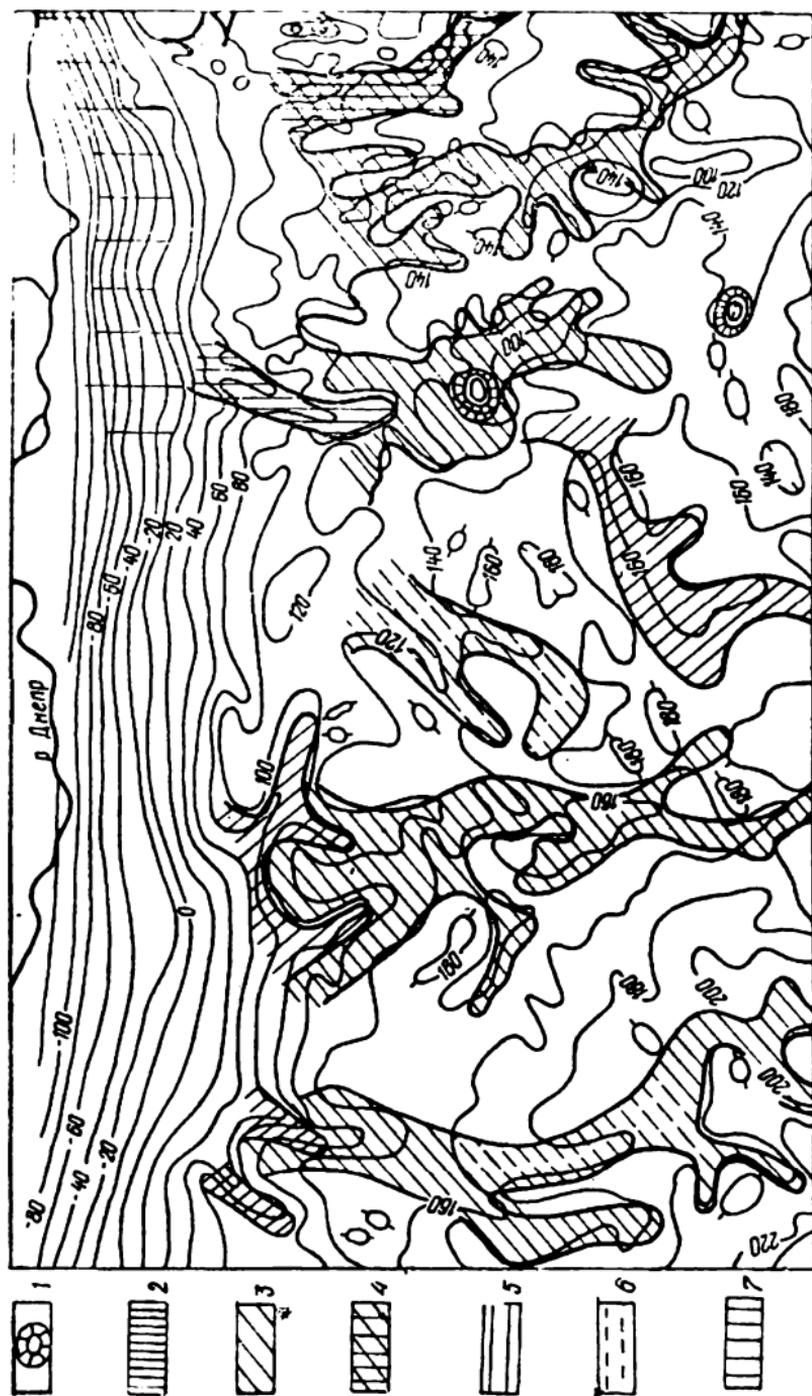


Рис. 50. Фрагмент карты доантропогенного рельефа ложа осадочного покрова Украинского щита (по М. Ф. Веклячу, 1967).
 Тектонические формы: 1 — котловина конца меза — начала палеогена Речные долины: 2 — раннепалеогенные, 3 — раннепалеогенные, 4 — раннепалеогенные, 5 — раннепалеогенные, 6 — раннепалеогенные, 7 — раннепалеогенные. Условные обозначения: 1 — котловина конца меза — начала палеогена Речные долины: 2 — раннепалеогенные, 3 — раннепалеогенные, 4 — раннепалеогенные, 5 — раннепалеогенные, 6 — раннепалеогенные, 7 — раннепалеогенные.

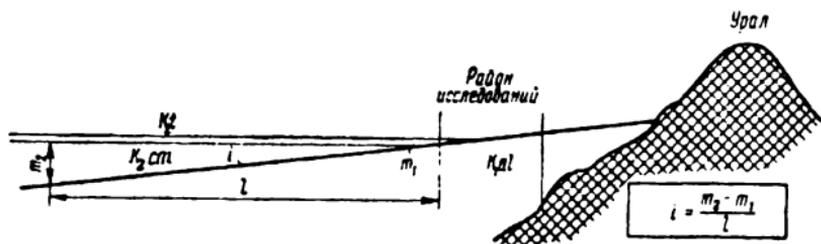


Рис. 51. Способ определения величины регионального наклона (по М. В. Проницовой, 1973).

морфологического анализа и синтеза данных, собранных с помощью отдельных частных методов.

Палеогеоморфологическая карта дает представление о возрасте изображенных форм рельефа. Это один из трудных вопросов картографирования, однако с той или иной степенью точности его можно решить анализом фаций, сравнительным анализом геологического разреза, палеогеологической карты и профиля, палеотектонической карты и профиля. Более полные сведения о возрасте рельефа можно получить, анализируя серию подобных карт, построенных для предшествующей и последующих эпох.

Морфологические черты погребенного рельефа могут быть восстановлены с помощью метода анализа мощностей отложений, в том числе метода реперных поверхностей. Так как опорный горизонт принимается за горизонтальную плоскость, то при восстановлении морфологических черт погребенного рельефа допускается определенная погрешность. Она может возникнуть в том случае, если при формировании поверхность опорного горизонта имела наклон. Величину этого наклона можно определить по методу, предложенному М. В. Проницовой и П. И. Жернаковым (1970). Они вычисляли наклон по материалам буровых скважин для поверхности предсантонского времени на площади, расположенной в юго-восточной части Прикаспийской впадины. Региональный наклон площади представляется в виде безысходной поверхности, снижающейся в общем на юго-запад, в сторону Прикаспийской низменности, на фоне которой формировался рельеф древней суши (рис. 51). Величина наклона поверхности определена для континентального перерыва предсантонского времени анализом мощностей предыдущего геологического времени (сеноманского века) по формуле

$$i = \frac{m_2 - m_1}{l}, \quad (9)$$

где i — величина регионального наклона, м/км; m_2 — максимальная мощность отложений сеномана; m_1 — минимальная мощ-

ность отложений этого же времени; l — расстояние между точками, в которых измерены максимальная и минимальная мощности.

Мощности сеноманского яруса увеличиваются с востока на запад от нуля до 40 м на расстоянии 100 км. Величина наклона, вычисленная по формуле (F), будет равна $i = \frac{40 \text{ м} - 0 \text{ м}}{100 \text{ км}} =$

$= 0,4 \text{ м/км}$, или 1 м на 2,5 км. По этим данным

можно высчитать градусное выражение наклона γ° . Описанный прием основан на том предположении, что мощности отложений равномерно возрастают от источника сноса в сторону области аккумуляции. Осадки образовали ровную, близкую к горизонтальной, поверхность, тем самым зафиксировав наклон территории, на которой они отлагались.

По данным о величине регионального наклона можно построить карту изолиний регионального наклона (карту базисной поверхности). Для этого на карте проводятся изолинии высот базисной поверхности через 2,5 км, что соответствует изменению высоты в 1 м. Изолинии высот суши проводятся параллельно береговой линии туронского бассейна, уровень которого принят за исходный нуль.

Карту наклона базисной поверхности следует увязать с картой изопакит отложений, перекрывающих рельеф исследуемой поверхности. Карты изопакит, как известно, отражают древний рельеф. Так как карты мощностей строятся от условной горизонтальной плоскости, то для правильной характеристики поверхности рельефа, изображенного в изопакитах, необходимо придать ей положение, соответствующее региональному наклону.

Придать поверхности рельефа положение, соответствующее региональному наклону, можно двумя способами — графическим и аналитическим. Более простой, графический, способ требует совместить карты базисной поверхности и карты изопакит. В точках пересечений изолиний регионального наклона и изопакит из величины первого вычитается значение изопакиты (рис. 52). Полученная разность должна соответствовать превышению данной точки над уровнем морского (туронского) бассейна. Но так как для определения превышения использовались мощности перекрывающих рельеф отложений, то простое вычитание не дает правильного представления о положении палеорельефа. Его поверхность окажется ниже уровня туронского бассейна на величину максимальной мощности отложений сантона. Для правиль-

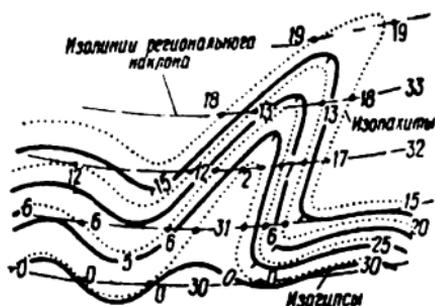


Рис. 52. Графический способ определения палеовысот (по М. В. Проничевой, 1973).

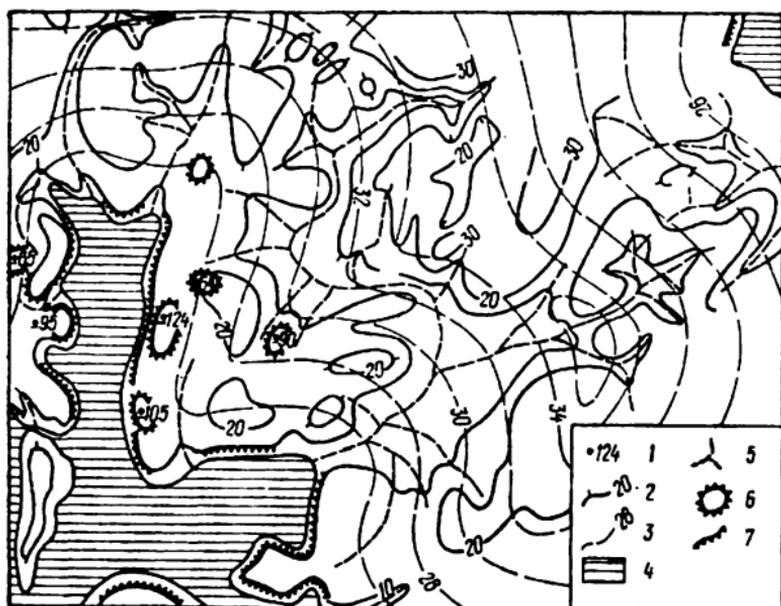


Рис. 53. Палеогипсометрическая карта предсантонского времени (по М. В. Проничевой, 1973):

1 — абсолютные высоты останцов над уровнем туронского бассейна; 2 — палеогипсы; 3 — изолинии регионального наклона; 4 — туронский бассейн; 5 — долинообразные понижения; 6 — оазисы; 7 — обрывы.

ной интерпретации следует увеличить значение регионального наклона на максимальную мощность сантонских отложений в этом бассейне. Так, если мощность равна 30 м, то к нулевой и всем последующим изолиниям регионального наклона необходимо прибавить 30 м, что даст соответственно 31, 32, 33 м и т. д. Полученная разность изопакит и изолиний наклона будет соответствовать искомому превышению.

В результате проведенных вычислений на совмещенной карте возникает сеть точек с определенными превышениями над уровнем туронского бассейна. С помощью метода линейной интерполяции по этим точкам проводятся изогипсы палеорельефа и строится палеогипсометрическая карта предсантонского времени (рис. 53).

Аналитический способ требует большего количества данных и более трудоемкий. Нами уже получено значение ряда величин (рис. 54): постоянные — величина регионального наклона (i°), максимальная мощность сантонских отложений (m_{\max}); переменные — расстояние от туронского бассейна до данной точки (l), мощность сантонских отложений в данной точке (m_n). По этим данным необходимо найти величину превышения над уровнем туронского бассейна.

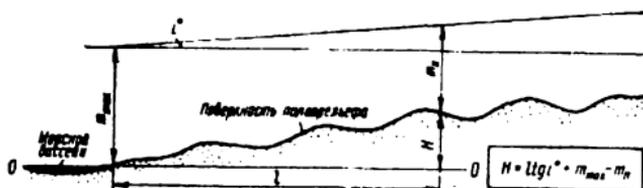


Рис. 54. Аналитический способ определения палеовысот (по М. В. Проничевой, 1973).

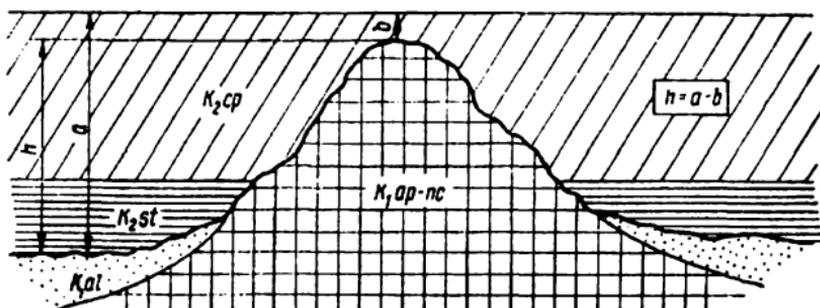


Рис. 55. Способ определения относительных высот останцовых форм (по М. В. Проничевой, 1973).

Соотношение перечисленных величин можно выразить формулой

$$H = l \operatorname{tg} i + m_{\max} + m_n. \quad (10)$$

Полученные по формуле (10) превышения подписываются у точек замера мощности. Затем с помощью метода интерполяции строится палеогипсометрическая карта (см. рис. 53).

Описанным способом можно определить палеовысоты форм рельефа, погребенных под сантонскими отложениями. Те же останцовые формы рельефа, которые были островами в сантонском море, захоронены под более поздними кампанскими осадками (рис. 55). Относительная высота их вычисляется по формуле

$$h = a - b, \quad (11)$$

где h — относительное превышение останца; a — суммарная мощность сантон-кампанских отложений у подножия останца; b — мощность кампанских отложений над вершиной останца. Для определения высоты останца над уровнем туронского моря (H) следует к значению палеоизогипсы прибавить полученную относительную высоту останца:

$$H_{\text{останца}} = H_i + h. \quad (12)$$

Например, полученная таким образом относительная высота конкретной возвышенности равна 109 м ($h = 125 \text{ м} - 16 \text{ м} = 109 \text{ м}$). Но так как в ее районе проходит изогипс 15 м, то, следовательно, $H_{\text{останца}} = 15 \text{ м} + 109 \text{ м} = 124 \text{ м}$.

При составлении палеогеоморфологических карт следует использовать ряд вспомогательных, что значительно обогатит содержание и достоверность первых. М. Ф. Веклич (1963) рекомендует использовать карты изогипс подошвы и изогипс кровли стратиграфического горизонта, литолого-фациальную; мощностей осадков этого горизонта (последние две карты могут быть совмещены). Основой для построения палеогеоморфологической карты, по А. Д. Наумову, А. В. Вострякову и В. Н. Зайонцу (1970), является структурно-фациальная карта, а при ее отсутствии — данные достаточно густой сети буровых скважин и описания разрезов. В. Ф. Игнатова (1970) при составлении палеогеоморфологической карты азиатской части СССР раннетриасового времени использовала карты структурно-палеогеологической состава и мощностей нижнетриасовых отложений и типов земной коры. Для составления палеогеоморфологической карты альбского времени Л. Б. Аристархова и С. О. Чертова (1970) использовали данные о распределении литолого-фациальных комплексов и мощностей (абсолютные отметки подошвы и кровли верхнеальбских отложений и сведения об их мощности были нанесены на карту фактического материала), карту современной поверхности верхнеальбских отложений и тектоническую схему.

В тех случаях, когда степень изученности картографируемого участка погребенной поверхности земной коры недостаточна или геолого-геоморфологическая летопись неполна, следует применять метод интерполяции. При этом необходимо учитывать общие закономерности формирования в данный и последующие этапы.

Вполне очевидно, что требования, предъявляемые к палеогеоморфологическим картам разных типов, обуславливают некоторую индивидуализацию методов их составления.

До настоящего времени сделано несколько попыток составления палеогеоморфологических карт и картосхем отдельных районов и областей СССР. Карта погребенного рельефа поверхности девонских отложений одного из районов Ленинградской области (рис. 56) составлена Е. П. Брунс (1939) на основании данных, полученных комплексным анализом фациального состава, мощностей и морфологии осадков, покрывающих эту поверхность, и ее гипсометрии. Установлено, что нижнекаменноугольные отложения тесно связаны с рельефом поверхности девонских осадков, созданы текучими водами в течение длительного континентального перерыва, предшествовавшего отложению раннекаменноугольных осадков. На карте вырисовывается обширная и глубокая впадина, которую прорезают долинообразные понижения шириной от 100 м до 2 км и более и глубиной до

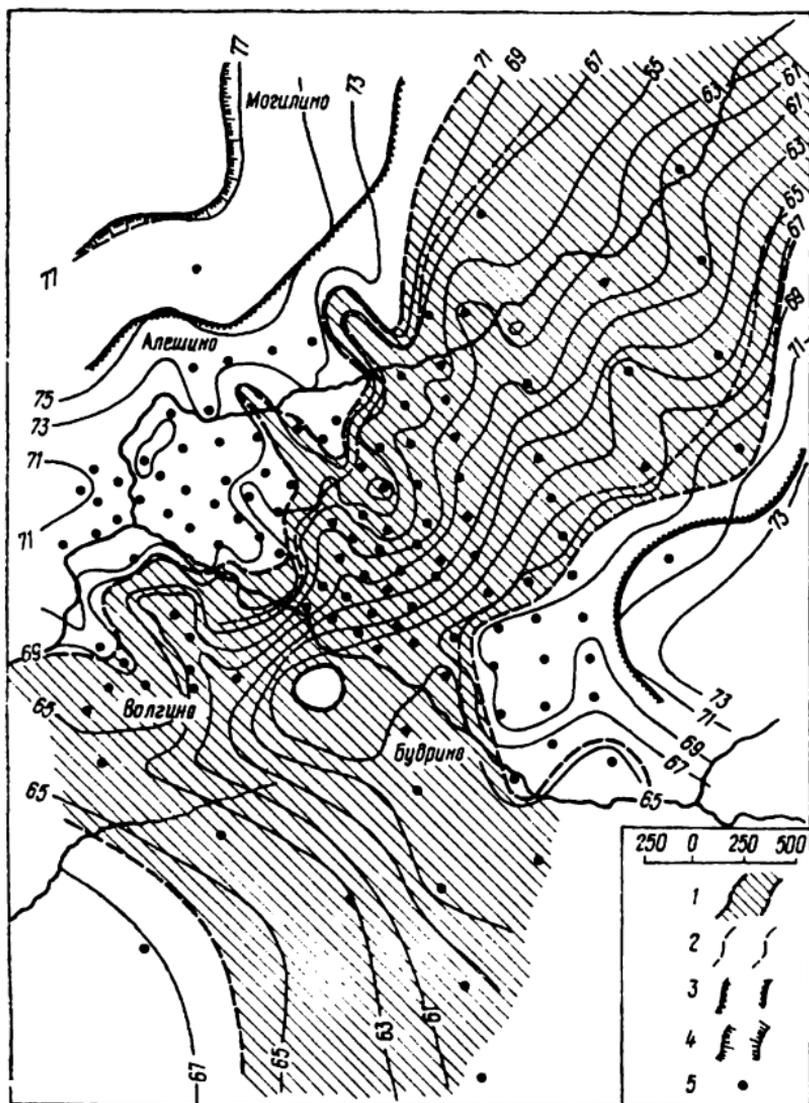


Рис. 56. Карта рельефа поверхности девонских отложений на участке Волгино (по Е. П. Брунс, 1939).

Сечение рельефа через два метра: 1 — площадь распространения нижнего песчано-глинистого комплекса. Границы (генетического) выклинивания; 2 — верхней углито-глинистой пачки слоев нижнего песчано-глинистого комплекса; 3 — сухарного комплекса; 4 — пачки слоев углито-глинистого комплекса; 5 — буровые саважины.

30 м. Склопы долин пологие, прорезаны оврагами. Покрывающие девонскую поверхность нижекаменноугольные осадки повторяют форму подстилающего их рельефа. Так, пески, по условиям образования близкие к аллювиальным, залегают линзами, прослеживаемыми в плане на несколько километров. Их отложению предшествовала эрозия, выработавшая руслообразные понижения. Углисто-глинистым породам нижнего карбона свойственна тип морфологии — слои мощностью до 0,5 м прослеживаются на площади несколько десятков километров. Морфология и состав указывают на образование их в обширных и застойных водоемах. Гипсометрическая характеристика рельефа дана на карте с помощью изогипс, проведенных через 2 м.

Карта доугленосного рельефа Селижарово-Андреанопольского района была построена А. С. Корженевской (1941) на современной топооснове по данным буровых скважин. На карте показана гипсометрия доугленосной эрозионной поверхности, абсолютная величина которой выражена через глубину залегания этой поверхности в метрах от подошвы алексинского известняка, принятой за опорный слой (по методу В. А. Котлукова). На карту нанесены контуры (предполагаемые и уточненные) впадин доугленосной эрозионной поверхности.

Примером карт, дающих качественную характеристику восстановленного рельефа, является карта погребенной ранневизейской низменности на территории Среднего Поволжья (рис. 57), составленная Н. И. Марковским (1956).

Качественную характеристику рельефа больших территорий дают палеогеоморфологические схемы Северного Кавказа (рис. 58), составленные И. Н. Сафроновым (1972) по данным анализа распределения мощностей и фаций, сравнительного изучения вещественного и гранулометрического состава коррелятных наземному рельефу отложений и сведений о сохранившихся погребенных формах рельефа.

Палеогеоморфологическая карта предсантонского времени (рис. 59) составлена Ф. М. Мешалкиным и М. В. Проничевой (Проничева, 1973) на основании данных, полученных в результате анализа мощностей сантонских отложений, перекрывающих исследуемую поверхность, карты изопакит отложений этого возраста, восстановления регионального наклона, абсолютных и относительных высот палеорельефа, анализа литолого-фациальных особенностей горных пород, слагающих и перекрывающих палеорельеф, а также изучения палеоклиматических особенностей эпохи формирования рельефа предсантонской поверхности. Штриховкой и условными знаками на карте показаны различные типы рельефа: структурно-денудационные возвышенности с грядово-останцовым рельефом, полого-волнистые денудационные возвышенности; плоско-волнистые равнины, долины, останцы, платформенные возвышенности, реликты первичной аккумулятивной равнины и денудационные равнины.

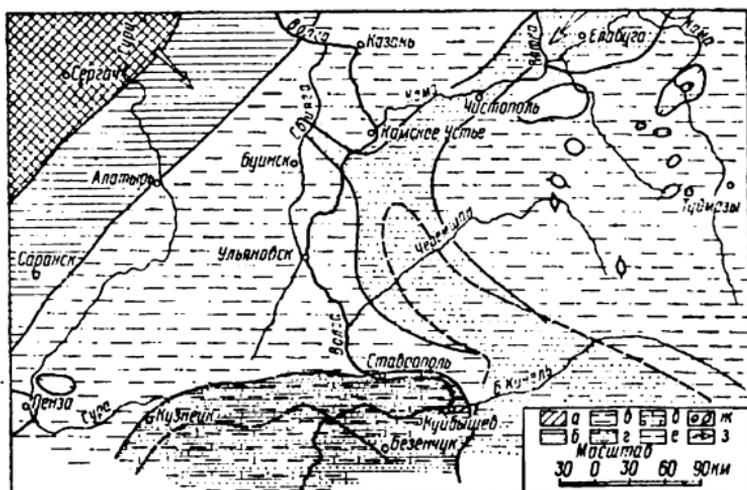


Рис. 57. Карта раннелизвийской низменной озерно-болотной равнины на территории Среднего Поволжья (по Н. П. Марковскому, 1956): а — область повышенного рельефа; б — переходная зона от повышенных частей рельефа к пониженным; в — болотно-озерная равнина; г — речная долина; д — прибрежно-морская низменность; е — граница ингрессии моря (предположительная); ж — местные понижения рельефа; з — направление стока.

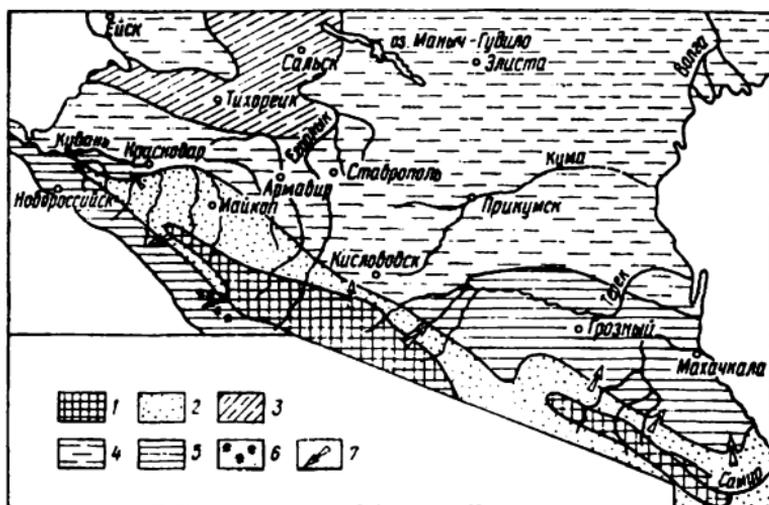
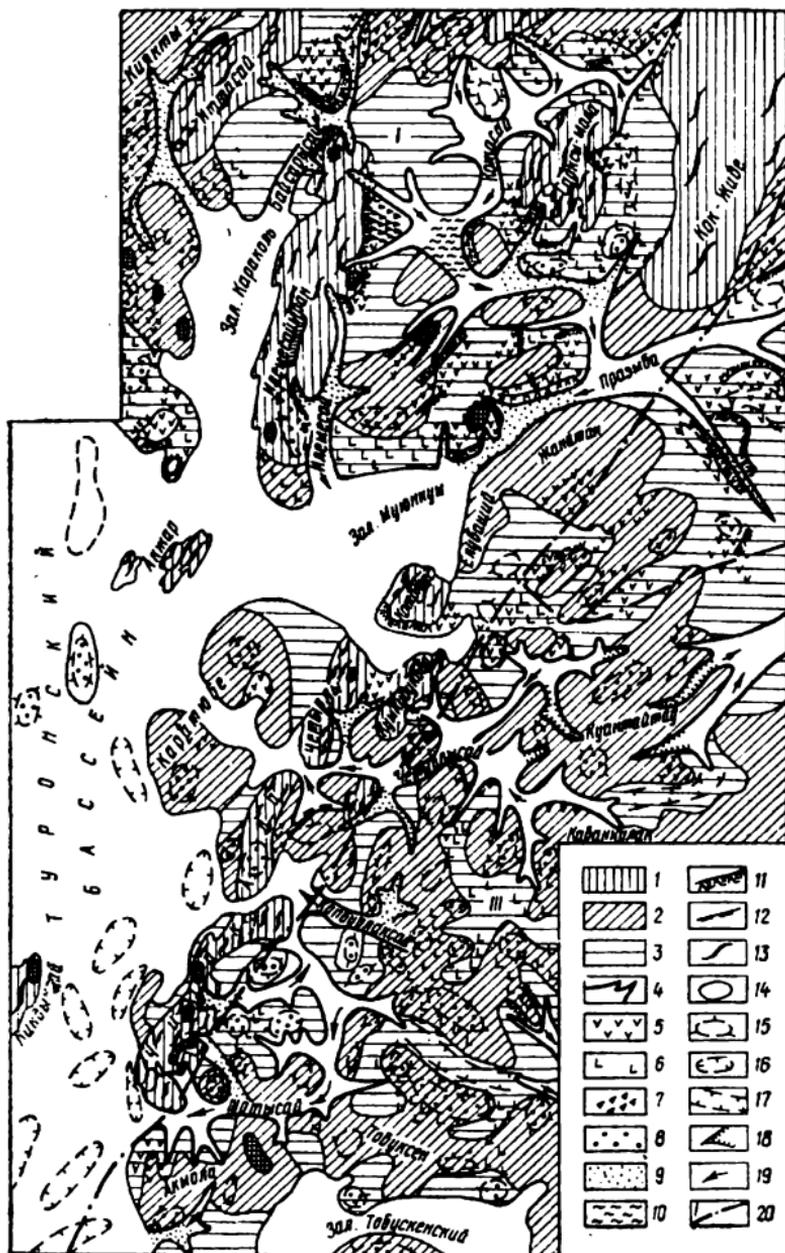


Рис. 58. Палеогеоморфологическая схема Северного Кавказа в позднем мелу (по Н. И. Сафронову, 1972):

1 — устойчивые островные поднятия; 2 — участки островных поднятий, периодически погружавшиеся под уровень моря; 3 — чередование наземных и подводных аккумулятивных равнин; 4 — мелкое море с подводным поднятием на месте Ставрополя; 5 — чередование мелкого и относительно глубоководного моря; 6 — очаги сеноманского вулканизма; 7 — предполагаемое направление речного стока.



Для получения количественной морфографической характеристики рельефа во время его формирования следует исключить влияние тектонических движений и других процессов морфодиагенеза, проявившихся в последующие после захоронения эпохи, применив, в частности, метод реперных поверхностей.

В тех случаях, когда нет данных для восстановления древней орографии рельефа погребенной поверхности, палеогеоморфологическая карта может отражать качественную характеристику рельефа. Если позволяет масштаб, на нее следует нанести современную гипсометрию, возникшую после захоронения картографируемого участка земной коры. Примером может служить карта рельефа ложа дочетвертичного осадочного покрова Украинского щита (см. рис. 50). На ней отражены формы рельефа различного генезиса (тектонические, структурно-денудационные, эрозионные и абразивные), изогипсам — современная гипсометрия. На палеогеоморфологической карте территории Приднепровской низменной равнины изображен восстановленный рельеф датской эпохи (рис. 60), а изогипсы указывают глубину залегания этой погребенной равнины.

Подобные карты отражают те преобразования, которые претерпел рельеф картографируемой поверхности после захоронения под влиянием процессов морфодиагенеза, а также помогают установить унаследованно развивающиеся морфоструктуры, степень смещения их вершинных частей и морфоструктуры, прекратившие развитие; возникновение новых структур (положительных и отрицательных), деформировавших поверхность погребенной равнины.

Палеогеоморфологическая карта должна наиболее четко отражать генезис форм рельефа погребенных поверхностей земной коры и одновременно показать их возраст и морфологию. Чтобы решить эту задачу, в легенде должны сочетаться цветовая раскраска, штриховка, индексы и внемасштабные условные знаки. Генезис рельефа должен быть показан на палеогеоморфологической карте наиболее ярко — цветом (Сваричевская, 1963; Галицкий, 1966; Чемяков, 1970; Наумов и др., 1970;

Рис. 59. Палеогеоморфологическая карта предантонского времени (по Ф. М. Мешалкину и М. В. Проничевой, 1973).

Типы рельефа: 1 — структурно-денудационные возвышенности с грядово-куэстовым рельефом, сильно расчлененные (отн. высоты до 150 м); 2 — полого-волнистые возвышенности, сильно расчлененные (отн. высоты более 50 м); 3 — плоско-волнистые равнины (отн. высоты до 20 м); 4 — долины. Генезис рельефа: 5 — участки рельефа с преобладающим развитием денудационных процессов; 6 — то же, аккумулятивных делювиальных и пролювиальных; 7 — скопление грубообломочного материала; 8 — возвышенные участки рельефа, соответствующие первичной аккумулятивной равнине альбской эпохи, сложенные крупнозернистыми песками; 9 — участки долины с русловой фасцией; 10 — то же, с пойменной фасцией. Формы рельефа: 11 — уступы эрозионно-денудационные, выработанные в глинах на контакте с подстилающими песками; 12 — уступы денудационные, выработанные в песчанниках на контакте с подстилающими песками; 13 — гряды; 14 — останцы; 15 — повышенные участки рельефа; 16 — замкнутые понижения; 17 — долинообразные понижения; 18 — крутосклонные участки верховьев долин; 19 — направление водостоков; 20 — границы палеогеоморфологических районов и их номера.

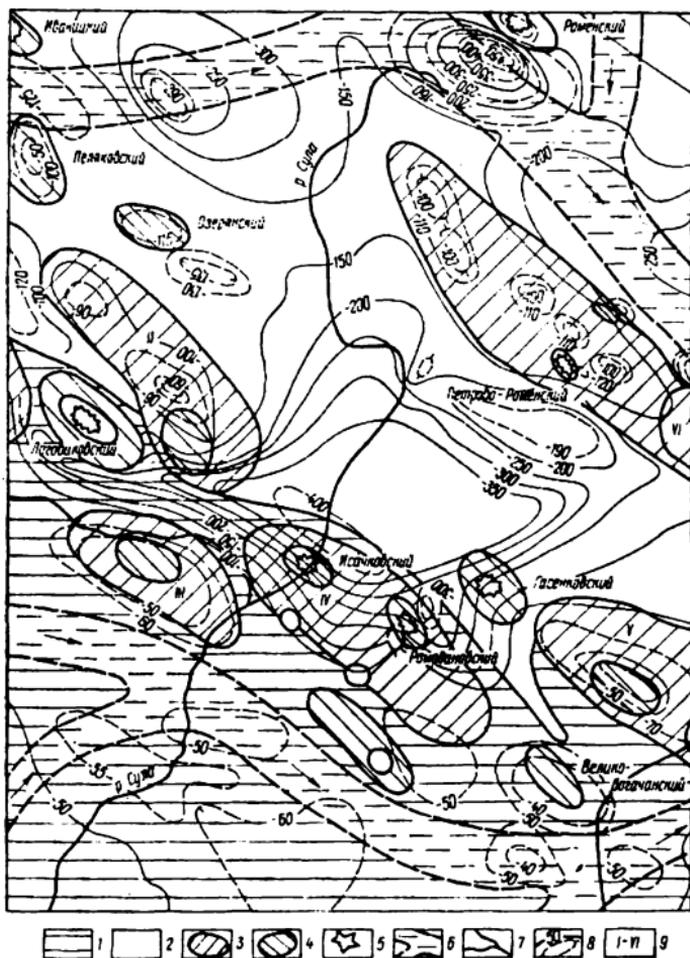


Рис. 60. Палеогеоморфологическая карта участка территории Приднепровской низменной равнины датской эпохи (по В. И. Галицкому, 1969):

1 — средневысотная денудированная платровая равнина; 2 — низкая слабоденудированная денудированная платровая равнина; 3 — крупные валобразные возвышенности; 4 — холмы и увалы, созданные соляным тектогенезом; 5 — солянокарстовые воронки; 6 — речные долины (предполагаемые); 7 — современная гидрографическая сеть; 8 — современная гипсометрия; 9 — крупные валобразные возвышенности: I — Каплицевско-Журавская; II — Глилицево-Позняковская; III — Калайдицкая; IV — Исаковский-Ромодановская; V — Радченковская; VI — Глиско-Розбышевская.

Журенко, Зиняхина, 1970). За каждым рельефообразующим процессом, создающим определенные генетические формы рельефа, должен быть закреплен определенный цвет. Он должен быть таким же, как и цвет, которым обозначается генезис аналогичного типа рельефа видимой поверхности (Методическое руководство..., 1972).

Генетическая цветовая раскраска карты создаст общий фон, на котором другими условными обозначениями показываются возраст и морфология. Возраст форм рельефа, возникших как на суше, так и на дне морей следует обозначать оттенками генетической раскраски и индексами геохронологической шкалы (Галицкий, 1966; Чемяков, 1970; Наумов и др., 1970). Густота раскраски должна возрастать от более молодых форм рельефа к древним. Несколько отличное мнение высказали Ю. Е. Журенко и И. К. Зиняхина (1970), которые считают, что возраст должен быть показан штриховкой и геологическими индексами. Ю. Ф. Чемяков (1970) отметил, что на карте следует отдельно показывать реликтовые формы рельефа, находящиеся в регрессивной стадии развития, и формы, находящиеся в прогрессивной стадии развития, т. е. формирующиеся в то время, для которого составлена карта. Для показа реликтовых форм применяются наложенные обозначения (крап или штриховка) соответствующих «генетических» цветов.

Морфологическая характеристика рельефа, пластика его форм должны быть показаны на картах наиболее совершенным картографическим средством — изогипсами; если сделать это невозможно, — системой штриховых условных обозначений.

Небольшие формы рельефа, которые не могут быть выражены в масштабе палеогеоморфологической карты, но имеют принципиальное значение для его характеристики, следует обозначать внесмачтабными условными знаками. Последние должны иметь цвет, соответствующий цвету, которым показан генезис крупных форм.

Так как точки палеогеоморфологических исследований привязываются к современной обстановке, то изображение рельефа на палеогеоморфологической карте необходимо давать на современной топографической основе. На ней должны быть нанесены градусная сетка, гидрографическая сеть и населенные пункты.

Особенности составления палеогеоморфологической карты, связанные с тем, что на ней должны быть изображены формы рельефа различной степени сохранности и уничтоженные, а также с неполнотой геолого-геоморфологической летописи Земли, требуют введения условных знаков, которые бы одновременно показывали фактическую обоснованность изображенных на ней форм рельефа. Исходя из этого в легенду следует ввести такие условные знаки, которые показывают, что формы рельефа: а) сохранились без значительных изменений после захороне-

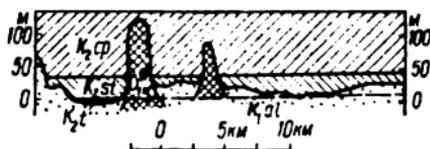


Рис. 61. Палеогеоморфологический профиль (по М. В. Проницовой и П. П. Жернакову, 1970).

ния; б) восстановлены по косвенным признакам; в) нанесены предположительно, исходя из общих закономерностей развития рельефа. Если рельеф наносится на карту линиями, контуры сохранившихся форм показываются сплошными линиями или знаками черного цвета, восстановленных — прерывистыми пунктирными линиями или знаками серого цвета, а нанесенные предположительно — точками или знаками желтого цвета.

Совершенствование методики составления палеогеоморфологических карт требует разработки: нормативов фактического материала для карт различных масштабов; методов изображения на карте фактических данных о рельефе; инструкций по палеогеоморфологическому картографированию.

Палеогеоморфологический профиль. Результаты палеогеоморфологических исследований могут быть изображены также на палеогеоморфологическом профиле. Последний должен давать наглядное представление о рельефе исследуемой территории в определенном этапе геоморфогенеза.

Принципы построения палеогеоморфологического и геоморфологического профилей аналогичны. Однако первый отличается тем, что на нем изображен как сохранившийся погребенный, так и восстановленный рельеф. Поэтому прежде всего необходимо восстановить орографические особенности изучаемой погребенной поверхности земной коры по линии простирания профиля. В этом случае в отложениях, покрывающих или подстилающих поверхность, для которой составляется палеогеоморфологический профиль, выбирается опорный горизонт (например, слой морских известняков), о котором известно, что он в период образования залегал горизонтально. Приняв кровлю или подошву опорного горизонта за условную нулевую (горизонтальную) линию, от нее вниз (или вверх, если нулевая линия находится под изучаемой поверхностью) до изучаемой поверхности измеряются в метрах мощности слоев осадочных пород в точках заложения буровых скважин по профилю. Мощности изображаются отрезками линий, отложенных в определенном масштабе. Соединив крайние точки этих отрезков линий, получаем восстановленный орографический (топографический) профиль изучаемой погребенной поверхности. В точках, где наблюдаются наименьшие мощности, будут находиться приподнятые участки орографического профиля, а в точках наиболее значительных мощностей — пониженные. По данным буровых скважин под орографическим профилем изображается залегание слоев гор-

ных пород с обозначением условными знаками их литологических особенностей.

Составленный профиль по содержанию — палеогеоморфологический. Анализ литофаций и мощностей осадков, залегающих под изучаемой поверхностью, позволяет показать на профиле особенности геологического строения каждой формы рельефа и определить ее происхождение. Составление палеогеоморфологических профилей для выделенных в геологическом разрезе поверхностей даст возможность проследить историю развития рельефа исследуемого участка земной коры.

Палеогеоморфологический профиль можно также построить по данным палеогипсометрической (палеотопографической) карты. В этом случае необходимо установить положение береговой линии моря на этапе, для которого составляется профиль. Приняв ее современное высотное положение за абсолютный нуль, надо откладывать по линии профиля высоту отдельных точек, определяемых по палеотопографической карте исследуемой погребенной поверхности. Соединив точки линией, получим палеотопографический профиль. Фациальный анализ отложений, слагающих исследуемую погребенную местность, по данным буровых скважин или палеофациальных карт, и соответствующая их палеогеоморфологическая интерпретация позволяют составить палеогеоморфологический профиль. В качестве примера можно привести профиль, составленный М. В. Проничевой и П. И. Жернаковым (1970) (рис. 61).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИИ

Глава 8

НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты палеогеоморфологических исследований следует широко использовать для практических целей во многих отраслях народного хозяйства: при строительстве различных подземных (туннелей, подземных хранилищ газа, шахт и пр.) и наземных (крупных зданий, плотин электростанций, каналов, карьеров и т. д.) сооружений. При проектировании различных гидротехнических сооружений, в частности плотин водохранилищ и гидроэлектростанций, следует учитывать наличие погребенных речных долин, русел рек и карстовых форм, которые могут способствовать интенсивной фильтрации воды из водоемов. Материалы палеогеоморфологических исследований должны быть использованы при планировке населенных пунктов, размещении жилых зданий и промышленных объектов. Примером могут быть районы распространения погребенного карста. В связи с развитием погребенных форм карста в пос. Полазна Пермской области принято свободное расположение зданий. На территории застройки меняются их размеры и этажность в зависимости от размеров и надежности целиков (Лукин, 1970).

Результаты палеогеоморфологических исследований необходимо учитывать при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом, эксплуатации горнорудных предприятий и т. д. В процессе разработки карьеров, строительных котлованов и дорожных выемок могут возникнуть деформации (оползни, оплывины, обвалы и осыпи), часто связанные с погребенным рельефом. Так, на откосах Михайловского железорудного карьера (Курская область) деформации связаны с древними погребенными ложбинами стока; на Ермолаевском карьере образование оползней — с погребенными долинами (Терпювская, Артюшков, Славянов, 1966). Палеогеоморфологические условия привели к формированию огромного оползня, вовлекшего в деформацию 8 млн. м³ горных пород на Ангренском буроугольном месторождении (Комлев, Могилко, 1973). Значительные деформации могут привести к авариям и дли-

тельным прерывам в работе. В связи с этим необходимо инженерно-геологическое прогнозирование устойчивости откосов и возможных деформаций, при котором следует учитывать палеогеоморфологические особенности развития территории. Это относится и к ведению строительных работ по строительству крупных сооружений (зданий, плотин, электростанций).

Изучение рельефа погребенных поверхностей земной коры и покрывающих их глинистых осадков, по мнению японских исследователей (Никано Такамаса и др., 1968), важно для предсказания землетрясений и предотвращения вызываемых ими разрушений.

В связи с поисками и прогнозированием поисков месторождений многих полезных ископаемых перед палеогеоморфологией открывается широкое поле деятельности как по изучению погребенных форм рельефа, сохранившихся полностью или частично, так и по реконструкции рельефа погребенных поверхностей земной коры, что дает возможность установить генезис многих полезных ископаемых, закономерности формирования и размещения их месторождений. Значение палеогеоморфологических исследований при поисках месторождений полезных ископаемых отмечено А. В. Сидоренко (1970): «Мы, геологи, палеогеоморфологическим исследованиям придаем очень большое значение, ибо без них невозможен поиск полезных ископаемых. Все твердые полезные ископаемые, связанные с континентальным режимом, могут быть планомерно выявлены и разведаны на основе глубоких палеогеоморфологических исследований». Развитие палеогеоморфологии, совершенствование методов поисков и прогноза полезных ископаемых откроют перед ней широкие перспективы, и «в будущем палеогеоморфология будет одной из важнейших наук, применяемых при поисках полезных ископаемых, концентрирующихся в определенных формах ископаемого рельефа» (Сидоренко, 1970).

Палеогеоморфологические исследования будут также способствовать выработке наиболее рациональных направлений работ при поисках и разведке разнообразных полезных ископаемых. Как это уже подтверждено практикой, палеогеоморфологический анализ при поисках месторождений нефти и газа несколько не уступает по своей эффективности классическим методам палеогеографических исследований (Грачевский, Берлин, 1968).

Составной частью работ, проводимых при поисках погребенных месторождений полезных ископаемых, должно быть картографирование погребенного сохранившегося и восстановленного рельефа.

Палеогеоморфологические исследования применимы к месторождениям, которые по предложению участников совещания СЭВ, посвященного вопросам поисков скрытых полезных

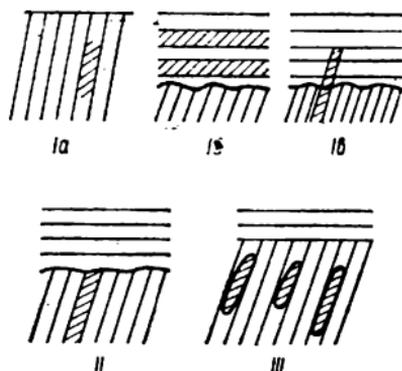


Рис. 62. Классификация скрытых (не выходящих на дневную поверхность) месторождений полезных ископаемых.

расположенные ниже древней эрозионной поверхности в тех случаях, когда последняя покрыта молодыми осадками (рис. 62, III).

РОЛЬ ДРЕВНЕГО РЕЛЬЕФА В ФОРМИРОВАНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Древний рельеф играл важную роль как один из факторов образования экзогенных полезных ископаемых и размещения их месторождений; геоморфологическая обстановка на всех этапах развития Земли являлась необходимым, а в эпохи континентального развития определяющим условием формирования и пространственного размещения месторождений всех экзогенных полезных ископаемых. В ряде случаев палеогеоморфологические условия обусловили мощность и даже состав, а следовательно, и качество залежи полезного ископаемого.

Это относится в первую очередь к месторождениям марганцевых руд, некоторых разновидностей железных руд, никелевых руд, бокситов, каменного и бурого углей, нефти и газа, фосфоритов; россыпным месторождениям платины, алмазов, золота, титана, ильменита, рутила, циркония, редкоземельных минералов, топаза, берила, касситерита и других минералов; месторождениям огнеупорных глин, янтаря, различных строительных материалов и т. д.

Значение рельефа как фактора образования и размещения месторождений полезных ископаемых подчеркнул М. Ф. Веклич (1966), который отметил, что месторождения осадочного происхождения обусловлены геоморфологической обстановкой времени их образования.

В формировании месторождений рельеф прошедших этапов рельефообразования играл как положительную, так и отрица-

ископаемых, названы месторождениями, не выходящими на поверхность. К ним отнесены (Хрушов, 1961) три группы месторождений: 1) не обнаженные эрозионным срезом. Они включают месторождения, залегающие в фундаменте (рис. 62, Ia); в осадочном покрове (рис. 62, Ib); в осадочном покрове и фундаменте одновременно (рис. 62, Ib); 2) Погребенные, обнаженные древним эрозионным срезом, а затем погребенные под более молодыми осадками (рис. 62, II); 3) скрыто-погребенные,

тельную роль. Положительная его роль заключалась в том, что формы рельефа различных размеров на определенной стадии развития благоприятствовали концентрации того или иного полезного ископаемого. Так, обширные участки пенепленизированного выровненного рельефа определили широкое площадное развитие коры, с которой связаны месторождения разнообразных перурдных и рудных полезных ископаемых (железа, марганца, никеля, циркония, титана, алмазов, огнеупорных глин и многих других).

Относительная тектоническая стабильность Восточно-Европейской платформы и господство на обширных участках континентальных условий способствовали, по Л. В. Пустовалову (1965), пенепленизации рельефа, развитию мощных кор выветривания и связанных с ней полезных ископаемых. Равнинная поверхность и влажный климат прошлых эпох развития Земли благоприятствовали заболачиванию и накоплению растительного вещества, из которого образовался уголь. В восстановительной среде торфяников осаждались соединения металлосульфидов и карбонатов железа, иногда сульфидов свинца и цинка. Стекавшие с гор реки образовывали на равнине дельты, с которыми связаны месторождения руд тяжелых металлов (медистые песчаники Приуралья, Донбасса, Прикарпатья).

Важную роль в накоплении полезных ископаемых играли также средние и мелкие формы различного генезиса. В эрозионных формах накапливался уголь, бокситы и другие полезные ископаемые. Косы, пересыпи, бары и другие формы рельефа, располагавшиеся под или над эрозионной поверхностью, служили хорошими ловушками нефти и газа; мировую известность приобрели шнурковые залежи нефти и газа, представляющие собой речные русла, заполненные песчаным аллювием. Образованию прибрежных форм древнего рельефа — баров, отмелей, кос и пляжей — благоприятствовал сглаженный рельеф дна эпиконтинентальных морей. Равнинный рельеф континентов способствовал формированию широких речных долин, крупных дельт. В карстовых формах накапливались бурые железняки (Липецкие месторождения), фосфориты и др.

Велико значение древнего рельефа в формировании россыпных месторождений. Положительные формы — возвышенности — благоприятствовали разрушению и переносу матернала; низменные участки различного генезиса служили местами аккумуляции этих продуктов разрушения, содержащих компоненты, являющиеся ценным минеральным сырьем. Так, цирконий-титановые россыпи в олигоцен-миоценовом этапе рельефообразования формировались следующим образом. Металлоносные источники питания располагались в Воронежской антеклизе, представлявшей в то время возвышенный участок суши. Разрушались отложения палеогена и ранее образовавшиеся россыпи сеноманского яруса. Продукты разрушения сносились на терри-

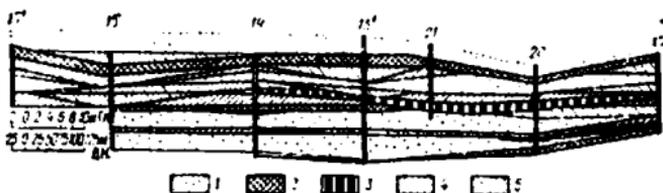


Рис. 63. Разрез через угленосную толщу штольни им. Володарского Кизеловского каменноугольного бассейна (по П. В. Васильеву, 1937):

1 — песчаник; 2 — уголь; 3 — «матовки» (глинистый уголь); 4 — глинистый сланец; 5 — песчано-глинистая порода.

торию Приднепровской низменности и аккумуляровались на олигоценовой подводной прибрежной равнине, образуя морские, аллювиальные и озеро-аллювиальные россыпи.

Древние речные долины определяли направление переноса продуктов разрушения, содержащих россыпные минералы; растительного матернала, из которого формировались пласты угля; кусочков янтаря и др. Они являлись также местами образования россыпей золота (золотоносные пески долины Лены) и т. д.

Отрицательное влияние процессов геоморфогенеза прошлых эпох развития Земли и создаваемых ими форм рельефа заключалось в том, что они разрушали полностью или частично существующие или формирующиеся залежи. Например, речные долины разделили угольный пласт каменноугольного возраста Подмосковского бассейна на изолированные участки (Котлуков, 1939). На одном участке древняя река частично размывала угольный пласт, а в другом месте — заместила его аллювиальными песками, сделав некондиционным по мощности (Михайлова, 1954). Разрушение угольного пласта в Кизеловском каменноугольном бассейне, по П. В. Васильеву (1937), могло произойти в процессе его формирования или после завершения. В последнем случае пласт размывает до или после погребения его под более молодыми осадками. Древняя долина, расчленившая второй кизеловский угольный пласт, достигает ширины 350 м (рис. 63).

Известны случаи частичного уничтожения залежи нефти в результате формирования на этом участке древней эрозивной формы рельефа. Разрушение залежей нефти и газа и миграция углеводородов в приподнятые участки происходили под влиянием активных солянокупольных структур. Такое явление отметили И. А. Бертельс и др. (1970) в центральной зоне Прикаспийской низменности. Месторождения самородной серы, солей, гипса, карбонатных и других пород разрушались формирующимися карстовыми формами рельефа, как это наблюдается в Среднем Поволжье (Тихвинский, 1971). Отсутствие необходимых палеогеоморфологических данных может привести к одно-

сторонним, неправильным выводам. Так, уменьшение мощности угольного пласта на участке его частичного размыва в процессе формирования древней эрозионной формы ведет к неправильному выводу о выклинивании пласта и прекращению поисков угля в этом направлении, а при разработке пласта — к прекращению добычи угля.

Древний рельеф также определял форму месторождения полезного ископаемого. Так, особенности рельефа поверхности докембрийского кристаллического фундамента Курской магнитной аномалии определили форму залежей богатых железных руд Михайловского железорудного бассейна. Одна из них — Веретеннская — представляет собой огромную линзу, вытянутую на 20 км; наибольшая ее мощность в центральной части достигает 70 м; к краям мощность уменьшается до 3 м (Галицкий, Антипова, 1970).

ДРЕВНИЙ РЕЛЬЕФ И РОССЫПНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Палеогеоморфологические исследования способствовали открытию погребенных месторождений золота, платины, алмазов, титано-циркониевых минералов во многих областях нашей страны (Северо-Восток Сибири, Якутия, Урал, Украина и др.).

При поисках россыпных месторождений необходимо, по М. Ф. Векличу и П. К. Заморию (1959), установить палеогеоморфологические критерии поисков месторождений и выявить расположение областей питания россыпей (участков эндогенной концентрации минералов) и путей сноса. Необходимо изучить процессы рельефообразования каждого этапа развития земной коры, так как они обуславливают возникновение россыпей и, что очень важно, их сохранение до погребения. С этой целью, например, в области Украинского щита изучались погребенные эрозионные формы рельефа и древние побережья, а также строение и литология выполняющих (или слагающих) их толщ осадочных пород. Оказалось, что самые крупные россыпи с высокой концентрацией полезных компонентов приурочены к аллювиальным, аллювиально-делювиальным и прибрежно-морским отложениям мезозойского и третичного возраста. Этапы образования континентальных россыпей непосредственно следовали за тектоническими поднятиями Украинского щита и Воронежской антеклизы, являвшимися источниками питания россыпей. Выявление погребенных форм рельефа, с которыми связаны россыпи, возможно только с помощью палеогеоморфологического анализа фактического материала, полученного при бурении, геофизических исследованиях и т. д.

М. Ф. Веклич (1966) обращает внимание на ритмическое образование россыпей, которое обусловлено колебаниями климата,

происходящими на фоне тектонического поднятия материка. В геократические и орогенные периоды, особенно во второй их половине, формируются крупные россыпи аллювиального и дельтового происхождения. В первую половину трансгрессивных фаз образуются крупные прибрежно-морские и остаточные россыпные месторождения.

Таким образом, палеогеоморфологические исследования при поисках россыпных месторождений должны включать не только выявление погребенных форм рельефа, но и установление периодичности развития рельефа, выделение этапов, эпох и фаз геоморфогенеза.

Различные генетические типы россыпей (от аллювиальных до прибрежно-морских) образуются на путях переноса выветрелого материала от области сноса до моря (Трофимов, 1960). Формирование их происходит начиная с возвышенностей и заканчивается прибрежно-морскими низменными равнинами. Благоприятные условия для возникновения россыпей существуют также на прибрежных подводных равнинах: относительная прямолинейность берегов моря, отлогие берега и слабый наклон поверхности подводной шельфовой равнины, наличие в устьях рек баров, отмелей и других аккумулятивных форм рельефа, которые при размыве поставляют материал для образования россыпей.

Довольно часто встречаются погребенные россыпи золота. Они, например, приурочены к аллювиальным отложениям погребенных речных долин, расположенных в районах Восточной и Северо-Восточной Сибири; к погребенным карстовым формам и речным долинам западной части Восточной Сибири (Рожков, 1970). На Урале формирование россыпных месторождений золота, ныне погребенных, происходило в юрском и меловом периодах и олигоценую эпоху при наличии пенеплена и развитии на нем коры выветривания.

Россыпи платины образовались в понижениях. Известны долинные, террасовые аллювиальные и пролювиальные россыпи мезозойского и кайнозойского возраста (Сигов, 1964, 1970). С погребенными формами рельефа и фиксирующими их корами выветривания мезозойского и палеогенового возраста на Восточном Урале и в прилегающих к горам районах Западно-Сибирской низменности связан обширный комплекс полезных ископаемых экзогенного происхождения — железные и никелевые руды, бокситы, россыпи благородных металлов (Гузовский, 1966).

Г. Ф. Крашенинников (1963) полагает, что древние россыпи алмазов, особенно пермского возраста, можно обнаружить в дельтах рек, стекавших с Уральских гор. Алмазоносные россыпи Западной Якутии связаны с древними погребенными речными долинами (Плотникова, Кардопольцева, Салтыков, 1970). И. С. Романов (1971) выделяет в области Приднепровской низ-

менной равнины погребенные россыпи титана, циркона и редких земель двух генетических типов: прибрежно-морские и аллювиальные. Первые формировались в мелководном море и на пляже, вторые — в долинах рек.

Если учесть, что полтавские пески являются континентальными (кроме юго-восточной части низменности), то очевидно, что большинство россыпей относится ко второму типу. Реки, стекавшие в миоцене с Приднепровской возвышенности, выйдя на прилегающую низменную равнину с довольно плоской, слабо расчлененной поверхностью, образовали крупные дельты, к которым приурочены россыпи.

В областях с гумидным климатом формируются россыпи в долинах рек, как, например, олигоценные ильменит-цирконные россыпи Тургайского прогиба, миоценовые ильменитовые россыпи р. Самоткани на правом берегу Украины. Примером россыпей, образовавшихся в областях с аридным климатом, являются дельтовые алмазные россыпи мелового возраста в Анголе, плейстоценовые алмазные россыпи в устье Оранжевой (юго-западная Африка). К. М. Заруцкий и С. Н. Цымбал (1966) отметили, что на правом берегу Приднепровья россыпи титановых древних минералов приурочены к раннемеловым и раннепалеогеновым долинам. Линзовидная форма залежей и их размеры определены морфологией речных долин.

ПОГРЕБЕННЫЙ РЕЛЬЕФ И ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА

Практикой поисковых работ в нашей стране и за рубежом установлено, что залежи нефти и газа часто приурочены к погребенным формам рельефа различного генезиса. В этом отношении интересны «шнурковые» залежи (морфоскульптурный тип), открытые И. М. Губкиным в 1913 г. Этот тип месторождений известен в Западной Сибири (Карогодин, 1967) и на востоке Русской равнины (Грачевский, Берлин, 1968). На территории севера Куйбышевской области, в районах Татарской и Башкирской АССР известны погребенные долины, образовавшиеся в конце башкирского и начале московского веков. Они обнаружены на разрезах Дерюжевской (рис. 64), Сарбайской и других площадей на севере Куйбышевской области. Одно из древних русел реки, врезавшееся в башкирские известняки на 30—35 м, было выполнено песками в первую половину верейского времени. Следующий эрозионный врез достиг глубины 20—25 м.

Шнурковый тип залежей известен на многих нефтяных площадях в Оклахоме, Канзасе и Техасе. Длина этих залежей достигает 20—22 км при ширине от нескольких десятков метров до 1 км и более. Мощность песков в них 30—35 м. Залежи в

Канзасе представляют песчаные отложения древних речных русел. Они прослеживаются в виде изгибающихся полос на многие километры (20 км) при ширине 300—500 м и мощности песчаной залежи до 15—30 м (Успенская, 1950). В долине Сакраменто (Калифорния) погребенное русло (Dickas, Payne, 1967) длиной более 80 и шириной 10 км выполнено морскими палеогеновыми осадками, мощность которых достигает 600 м. С осадками погребенного русла связано образование нескольких месторождений нефти и газа.

Ловушками нефти и газа также могут быть дельты рек, морские пересыпи, бары и косы, коралловые рифы, карстовые пустоты и т. д. В нашей стране залежи нефти и газа приурочены к разновозрастным рифовым массивам Волго-Уральской и Тимано-Печерской провинций, Украины, северо-востока Кавказа, Средней Азии и других районов. В бассейне Альберта (Зан. Канада) месторождения нефти связаны с девонскими известковыми и доломитовыми рифами. Запасы одного из месторождений этого бассейна достигают 6,5 млн. т. В Северной Дакоте (США) нефть приурочена к крупному силурийскому рифу. Крупное месторождение нефти и газа связано с раннемеловым рифом Петтет, расположенным в штате Луизиана. По М. Т. Халбоути (Halbouty, 1969), запасы нефти равны 9,7 млн. т, газа — 18,9 млрд. м³. Нефтяные и нефтегазовые месторождения, приуроченные к коралловым рифам, известны также в Мексике, Иране и Ливии.

Необходимость исследования рифов подтверждается тем, что в Западной Канаде 45% нефти и 16% газа добывается из рифовых отложений (Борисевич, Любимцева, 1971). Наиболее полная сводка о нефтегазоносности рифов опубликована В. Г. Кузнецовым (1971).

Месторождения нефти и газа, приуроченные к дельтам рек, Г. Ф. Крашенинников (1963) относит к той группе месторождений полезных ископаемых, которые генетически связаны с дельтовыми осадками, но перераспределены в ходе диагенеза. На Северном Кавказе это месторождения нефти, приуроченные к майкопской свите, на Русской равнине — к равновозрастным погребенным дельтам крупных рек — Тимано-Печерской, Кизеловской дельте, дельте верховьев пра-Камы раннекаменноугольного возраста (Марковский, 1964).

Промышленные залежи нефти и газа могут быть связаны с карстовыми формами рельефа (пещерами, кавернами), возникшими в карбонатных толщах различного возраста. Карстовые коллекторы отмечены для Припятской и Днепровско-Донецкой впадин, Пермского Прикамья, Башкирии, Куйбышевского Поволжья, Восточной Сибири, Средней Азии и других областей СССР. Залежи нефти и газа встречаются в карстовых формах, образовавшихся в сводовых частях некоторых погребенных локальных морфоструктур на территории Приднепров-

ской низменной равнины и других областей. Здесь солянокарстовые впадины заполнены терригенными осадками и погребены под глинистыми отложениями, являющимися хорошей покрывкой. В Крыму многие месторождения имеют запасы газа до 1 млрд. м³, а Глебовское — 4,9 млрд. м³ (Карстовые коллекторы нефти и газа, 1973). По данным Г. А. Максимовича (1963), около 1/3 добываемой нефти в мире приходится на карстовые коллекторы.

Промышленные залежи нефти и газа связаны с погребенным куэстовым рельефом. Так, на Южно-Аламышской площади в Фергане нефть приурочена к слоям палеогена и массагетского яруса неогена, образовавшим куэсту на крыле антиклинальной складки, и к бактрийскому ярусу неогена, образовавшему структуру облекания этой куэсты (рис. 65) (Хуторов, 1958). На Вешняковско-Захаровском валу (Волгоградское Поволжье) обнаружены залежи газа, приуроченные к ангидритам кунгурского яруса, резко выклинивающимся на запад (Кузнецов, Хенвин, 1970). Покрывающие куэсту слои образовали структуру облекания, ставшую ловушкой углеводородов.

Однако многие исследователи считают подобные залежи нефти и газа стратиграфическими и литологическими, хотя вполне ясно, что в их образовании определяющую роль играли формы рельефа. Н. И. Марковский (1964) отнес к литологическому типу ловушек месторождения восточной части Восточно-Европейской платформы, связанные с дельтами крупных рек ранневизейской равнины, а В. А. Гроссгейм (1967) — прибрежные песчаные бары, отмели, косы и пляжи, дельты крупных рек и речные долины. Е. Д. Войтович (1967) считает стратиграфическими экранированными залежи нефти, обнаруженные в слоях пород на склонах Нурлатского, Эштебенькинского (рис. 66) и Сотниковского (рис. 67) выступов кристаллического фундамента в южной Татарии. А. Леворсен (1970) называет стратиграфическими ловушками нефти, приуроченные к любым формам рельефа. К. С. Маслов (1968), разделив залежи на рукавообразные, дельтовые и конусовидные (заливообразные), отнес их к литологическому типу.

В последнее время ловушки нефти и газа, а также их залежи, в образовании которых определяющую роль играли формы погребенного рельефа, именуют палеогеоморфологическими.

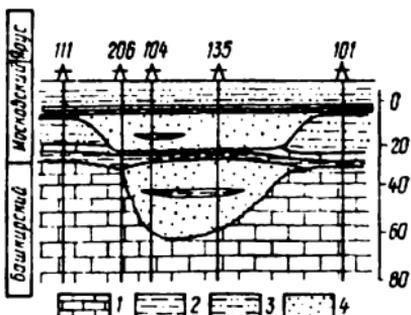


Рис. 64. Руслу речных долин на Дерзженской площади, заполненные нефтеносными песчаниками (по М. М. Грачевскому, Ю. М. Берлину, 1968):

1 — карбонаты; 2 — глины; 3 — алевролиты; 4 — песчаники.

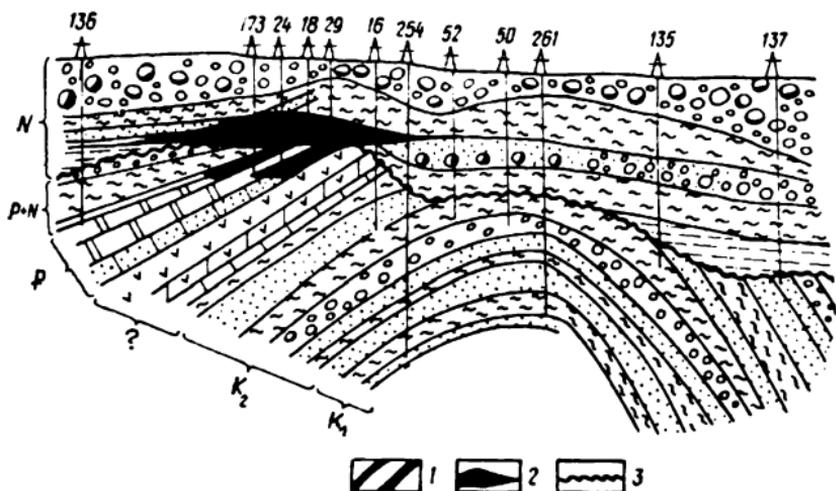


Рис. 65. Поперечный разрез через Южно-Аламышскую структуру (по А. М. Хуторову, 1958):
 1 — нефтяные пласты палеогена; 2 — нефти вторичного происхождения; 3 — перерыв осадконакопления.

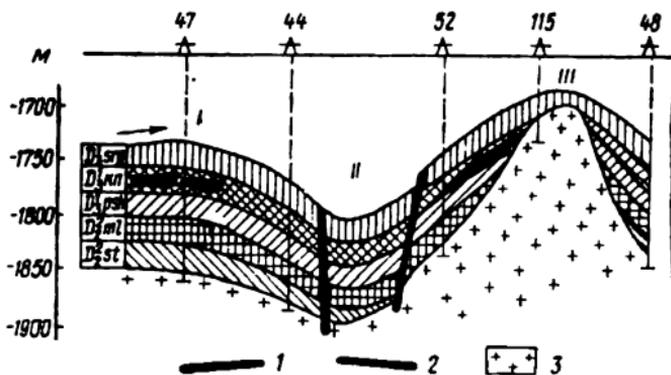


Рис. 66. Схематический геологический профиль Шурлятского и Эштебенькинского нефтяных месторождений (по Е. Д. Войтович, 1967):
 1 — нефтеносные пласты; 2 — предполагаемые разломы; 3 — кристаллический фундамент. I — Эштебенькинский выступ; II — Андреевский прогиб; III — Шурлятский выступ.

Выделение этого типа ловушек, их изучение и поиски определяются той ролью, которую они играют в увеличении запасов и добычи нефти и газа. На нефть, полученную из ловушек палеогеоморфологического типа в штате Саскачеван в Канаде, приходится 32% всей ее добычи (Mc Kee, 1963). Выделить особый тип ловушек нефти и газа и именовать их палеогеоморфологическими предложил Р. Мартин (1960). Погребенный рельеф

должен заинтересовать нефтяников, так как с ним непосредственно или косвенно связаны ловушки углеводородов. Изучение погребенного рельефа не менее важно, чем изучение стратиграфии осадочных пород и структурных особенностей территории.

В нефтяной геологии должны сочетаться как структурно-тектонические, так и палеогеоморфологические исследования, что будет способствовать познанию закономерностей размещения месторождений нефти и газа и использования их для прогнозирования поисков последних.

Р. Мартин (1960, 1966) предложил классификацию палеогеоморфологических ловушек нефти и газа, которые различаются по непосредственному или косвенному влиянию погребенного рельефа на формирование залежей этих полезных ископаемых.

Непосредственное скопление углеводородов может встречаться как ниже, так и выше погребенной морфологической поверхности (рис. 68). Скопление нефти под морфологической поверхностью (А, I) может быть связано с эрозионными формами рельефа, чередованием погребенных холмов и долин, а также с куэстами (А, I, а); аккумулятивными формами — рифами, барями, дюнами (А, I, б). Скопление нефти над морфологической поверхностью (А, II) или непосредственно на ней может быть связано с песками погребенных русел рек и морских проливов (А, II, а); коллекторскими толщами на склонах погребенных холмов (А, II, б). Залежь нефти может образоваться в осадочной толще, слагающей речную или морскую террасу (А, III).

Косвенные ловушки углеводородов также располагаются выше и ниже морфологической поверхности и могут быть созданы различными процессами. Ниже морфологической поверхности (Б, I) грунтовые воды, выщелачивая карбонатные породы (известняки, ангидриты), образуют в них пустоты (Б, I, а). Грунтовые воды, несущие карбонаты, сульфаты и пр., откладывают в пористых породах вторичный кальцит, ангидрит или кварц, вызывая цементацию пород вблизи эрозионной поверхности. Так образуются покрывки, способствующие накоплению углеводородов (Б, I, б). Скопление углеводородов выше морфологической поверхности (Б, II) может быть вызвано рядом

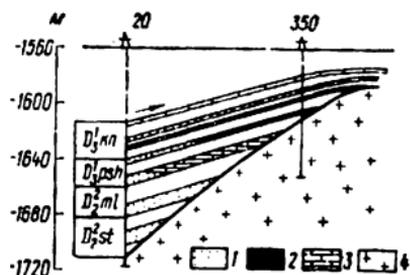


Рис. 67. Схематический геологический профиль Сотниковского нефтяного месторождения (по Е. Д. Войтович, 1967).

Песчанники: 1 — водоносные; 2 — нефтеносные; 3 — возможно нефтеносные; 4 — Сотниковский кристаллический выступ. Стрелкой указано направление миграции нефти.

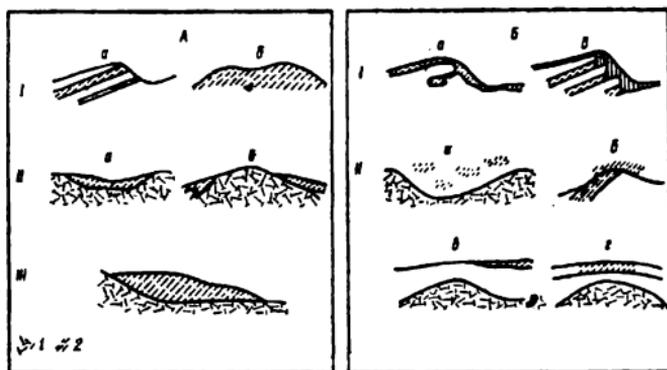


Рис. 68. Классификация палеогеоморфологических ловушек нефти и газа (по Р. Мартину, 1962):

1 — породы, залегающие ниже эрозивной поверхности; 2 — породы-коллекторы.

причин: избирательным (линзообразным) отложением песков во впадинах прогибающихся древних поверхностей земной коры (Б, II, а); образованием песчаных пластов в результате разрушения более древних песчаников во время морской трансгрессии (Б, II, б). Дифференцированным уплотнением осадочных толщ, перекрывающих погребенные элементы рельефа. На суше это может произойти над погребенными руслами (долинами) рек (Б, II, в), а ниже уровня моря — над погребенными холмами (Б, II, г).

Анализируя классификацию Р. Мартина, следует отметить ее односторонность: в ней речь идет только о палеоскульптурных ловушках. Ю. А. Мещеряков (1965) справедливо считает, что необходимо учитывать влияние структурно-тектонических факторов на создание древних форм рельефа, а классификация ловушек должна быть полностью палеогеоморфологической и включать как палеоскульптурные, так и палеоструктурные формы рельефа.

На территории Восточно-Украинского нефтегазоносного бассейна главный упор делался на поиски солянокупольных структур в связи с возможной их нефтегазоносностью. Палеогеоморфологические ловушки, созданные экзогенными процессами (морфоскульптуры), не привлекали к себе должного внимания. Известные здесь палеогеоморфологические залежи неправильно относились к другим типам, в частности к стратиграфическому. Однако факты свидетельствуют о том, что в этом бассейне обнаружены залежи нефти, которые следует отнести к палеогеоморфологическому типу. Н. И. Марковский (1962) установил, что в ранневизейское время северо-западная часть Днепровско-Донецкой впадины представляла собою низменную равнину. На ней, северо-западнее г. Полтавы, крупная

река создала дельту, с песчаными отложениями которой связаны залежи нефти и газа.

Нередко на одном участке встречается сочетание морфоструктурных и морфоскульптурных форм рельефа, что создает еще более благоприятные условия для образования залежей нефти и газа. Так, на восточном склоне Гнединцевской морфоструктуры располагаются фации песчаных отложений пересыпей, кос и баров (Трухан, 1963), образовавшиеся в позднекаменноугольно-раннепермский этап геоморфогенеза. Морфоскульптурные формы рельефа — бары, пересыпи и косы — превратились в ловушки нефти не только благодаря их гранулометрическому составу осадков, но и деформациям в процессе формирования Гнединцевской локальной морфоструктуры. Приведенный пример свидетельствует о том, что в палеогеоморфологическом типе ловушек (морфоструктурных и морфоскульптурных) следует выделить третий (смешанный) подтип, являющийся комбинацией первых двух.

Наиболее перспективной для поисков морфоструктурного, морфоскульптурного и смешанного подтипов палеогеоморфологических ловушек является та часть нефтегазоносного бассейна, которая располагается над Днепровским прогибом. Если морфоструктурные палеогеоморфологические ловушки приурочены к локальным структурам, то морфоскульптурные ловушки следует искать не только на периклиналях погребенных морфоструктур, но и в межструктурных пространствах, где в более или менее ненарушенном состоянии могли быть захоронены морфоскульптуры. Не следует исключать и участки, залегающие на моноклиналиях склонах впадины, так как здесь в одни эпохи размещались моря, а в другие господствовали континентальные условия и могли формироваться морфоскульптурные ловушки. В частности, это относится к зонам выклинивания ниже- и среднекаменноугольных отложений. В каменноугольные эпохи геоморфогенеза эти участки представляли собой средневысотные равнины, подвергавшиеся воздействию денудационных процессов, в связи с чем можно встретить морфоскульптурные ловушки нефти и газа, залегающие над или под морфологической поверхностью.

На территории равнины, где в течение многих прошлых эпох господствовали континентальные условия, можно встретить палеогеоморфологические ловушки нефти и газа, залегающие как под морфологической, так и над морфологической поверхностями, созданными денудационными процессами.

Р. Мартин к эрозионным относит только те ловушки, которые созданы при формировании куэстового ландшафта. Как нам представляется, палеогеоморфологические ловушки могут возникнуть и в тех случаях, когда моноклиналию залегающие пласты срезаны горизонтальной или несколько наклонной денудационной (эрозионной) поверхностью. Такие ловушки

возможны на северо-восточном и юго-западном моноклинальных склонах Днепровско-Донецкой впадины в зонах выклинивания ниже- и среднекаменноугольных отложений. В каменноугольные эпохи геоморфогенеза эти участки представляли собой средневысотные равнины, подвергавшиеся воздействию денудационных процессов. Возникшие эрозионные поверхности, под которыми находились ловушки, были погребены под более молодыми отложениями.

Важной задачей исследователей является составление палеогеоморфологических характеристик рельефа погребенных поверхностей земной коры конкретных этапов рельефообразования. Восстановление обстановки конкретного этапа и нанесение ее на палеогеоморфологическую карту позволит прогнозировать поиски месторождений нефти и газа. Такую задачу для территории Приднепровской равнины выдвинул Д. Н. Соболев (1949), который считал, что характеристику рельефа в первую очередь надо составить для девонского, каменноугольного, пермского и юрского периодов.

Изложенное показывает, что к древним формам рельефа приурочены залежи нефти и газа, в связи с этим необходимо проводить палеогеоморфологические исследования, что будет способствовать увеличению ресурсов нефти и газа. Залежи могут быть приурочены к формам рельефа, образовавшимся в различные этапы геоморфогенеза и, следовательно, располагавшимся друг над другом в несколько этажей. Иными словами, при поисках и прогнозе поисков залежей нефти и газа этого типа следует учитывать этажность погребенного рельефа. В расположении залежей нефти и газа по разрезу может быть несколько комбинаций: 1) когда друг над другом располагаются только залежи нефти; 2) когда залегают только залежи газа; 3) когда между собой чередуются залежи нефти и газа.

Многоэтажное строение имеют некоторые месторождения Восточно-Украинского нефтегазосносного бассейна. На Зачепиловском месторождении обнаружены два этажа газа, а над ними — залежи нефти, приуроченные к хорошо выраженным несогласиям в отложениях раннего карбона. Выше, в отложениях среднего карбона, располагается залежь газа. На Качановском месторождении отмечено шесть, на Радченковском — четыре этажа чередующихся залежей нефти и газа.

Явление, когда залежи полезного ископаемого одного и того же месторождения приурочены к разновозрастным частям морфоструктуры, в связи с чем они располагаются друг над другом, мы предлагаем называть этажностью месторождений.

Этажное расположение залежей полезных ископаемых объясняется закономерностями развития древнего рельефа Земли: направленностью, непрерывно-прерывистым характером развития, периодичностью и унаследованностью.

На территории Донецкого, Днепровского, Подмосковного, Кузнецкого, Карагандинского и других каменноугольных бассейнов нашей страны, а также за рубежом установлена тесная связь процессов угленакопления и формирования месторождений с древним рельефом. При этом древний рельеф играл контролирующую роль в распределении угольных месторождений. А. С. Корженевская (1941) отметила, что «при изучении дельтовых разрезов вскрывается очень интересная и четкая картина прямой зависимости между древним рельефом и развитием пластов угля. Даже детали форм поверхности имеют определяющее влияние на внутреннее строение и контуры угольных залежей» (с. 27).

Угленакопление происходило в условиях сильно заболоченных прибрежно-морских равнин. На некоторых участках Большого Донбасса угленакопление было связано с озерами и речными долинами, что отразилось на форме залегания угольных пластов. Так, образование угольных пластов Ивнянско-Обоянского района происходило в каменноугольной речной долине. На юго-востоке Приднепровской низменности на территории собственно Донбасса разновозрастные угольные пласты, залегающие друг над другом, образовались на обширных аллювиально-озерных равнинах каменноугольного периода.

В. Н. Нагирный и В. В. Фуртес (1973) отметили, что крупные месторождения бурого угля генетически связаны с речными долинами среднеэоценового возраста. Нагирный сделал вывод о том, что даже интенсивность угленакопления зависит от палеогеоморфологических условий. Неодинаковая интенсивность угленакопления в западных и восточных районах Днепровского бурого угольного бассейна объясняется величиной продольного наклона дна всей речной долины и отдельных ее участков (при уменьшении наклона интенсивность угленакопления увеличивается); особенностями морфологии речных долин (наличием котлообразных форм и размерами площадей низких террас).

Каменноугольные месторождения приурочены также к древним погребенным дельтам. Пласты каменного угля Подмосковного бассейна образовались на дельтах, возникших в конце турнейского и начале визейского времени (Швецов, 1938). Сложный дельтовый комплекс представляет угольная толща среднекаменноугольного возраста Донбасса (Жемчужников, Яблоков и др., 1959, 1960). С крупными дельтами связано образование угленосных отложений Кузнецкого и Карагандинского каменноугольных бассейнов (Крашенинников, 1963).

Месторождения угля встречаются в карстовых формах рельефа. Они известны в Предуралье и Зауралье, на Урале и

Русской равнине. В Сумской области угленакопление связано с карстовыми впадинами на поверхности ныне погребенной датской равнины. В одной из карстовых воронок мощность залежи каменного угля достигает 50 м. Крупные залежи угля бобринского возраста в карстовых формах известны на северо-западе Башкирии (Буракаев, 1971). На территории Приднепровской низменности и северо-западной окраины Донецкого бассейна с карстовыми воронками на сводах солянокупольных структур связаны месторождения бурого угля. Они, по В. С. Попову (1967), образовались в воронках выщелачивания, возникших в течение палеогена и неогена. На Новодмитриевской морфоструктуре на площади 7,5 км² запасы бурого угля равны 500 млн. т. Основные запасы угля сосредоточены в линзе мощностью 80 м. Буроугольные месторождения приурочены также к понижениям, образовавшимся в процессе формирования компенсационных прогибов близ активных солянокупольных структур (Дмитриевской, Прилукской). Углепроявление приурочено также к депрессионным воронкам на сводах Нежинской, Химо-Рябушинской, Буромской, Ивангородской, Иваницкой и Парафиевской солянокупольных структур.

С рельефом четвертичного возраста связаны месторождения торфа. Погребенные торфяники, известные во многих областях нашей страны, приурочены к разнообразным формам рельефа — днищам балок, поймам рек и плоским заболоченным низменностям на междуречьях. Погребенный торфяник средне-четвертичного возраста обнаружен на севере Якутской АССР (Катасонов, 1968). Он вытянут на 50 км, мощность его достигает 6—7 м.

РОЛЬ ДРЕВНЕГО РЕЛЬЕФА В ОБРАЗОВАНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУД ЭКЗОГЕННОГО ТИПА

Влияние палеогеоморфологических условий на пространственное размещение и состав экзогенных рудных тел рассмотрел Н. М. Страхов (1947). Он сделал вывод о том, что в прошлые эпохи элювиальные железные, марганцевые и бокситовые руды возникли исключительно в условиях пенепленизирующегося рельефа; озерно-болотные — в условиях слабых оледенений рельефа. В крупных понижениях происходило накопление железных руд, приподнятые участки были источниками рудных растворов. Примером являются руды Халиловского месторождения, руды алапаевского типа, липецкие и горьковские руды, железоалюминиевые руды Урала, Казахстана и Енисейского края.

Сравнивая значение различных компонентов обстановки формирования озерно-болотных руд, Н. М. Страхов отмечает, что в климатических зонах, благоприятных для рудообразования, решающее влияние имеют геоморфологические условия;

влияние же литологического фактора второстепенно, а тектоническая структура подстилающих пород непосредственного влияния не оказывает. В локализации железных руд по простиранию прибрежной полосы решающую роль играл геоморфологический фактор; литологический же фактор, накладывавшийся на благоприятные геоморфологические условия, усиливал или ослаблял рудонакопление, но без должных геоморфологических условий, как и фактор тектонический, рудонакопления не вызывал.

Н. М. Страхов считает, учитывая геохимическую аналогию железных, марганцевых и бокситовых руд, что механизм их пространственной локализации в общих чертах такой же, как и железных руд.

Пенепленизированный рельеф кристаллического фундамента Русской равнины благоприятствовал образованию древнейшей докембрийской элювиальной коры выветривания. С последней связаны крупнейшие месторождения богатых железных руд Кривого Рога и Курской магнитной аномалии.

Л. В. Пустовалов (1933), исследуя Тульское и Липецкое месторождения железных руд, установил тесную зависимость мощности рудного тела от рельефа дна озерной впадины: на пониженных участках — карстовых формах — она возрастает до известных пределов, а на повышенных — уменьшается. Прямая связь подмечена также между увеличением мощности рудного тела и содержанием в нем железа. Вполне очевидно, что рельеф в эпоху формирования рудных тел был одним из факторов, способствовавших обогащению тульских и липецких руд. Это общая закономерность распределения рудного материала в осадках древних озер южного крыла Подмосковного бассейна.

А. П. Сигов (1970) связывает эпохи экзогенной металлогении с историей развития рельефа. В частности, важнейшие металлогенические эпохи совпадали с пенепленизацией. Синхронно пенепленизации происходило образование кор выветривания, к которым приурочены залежи полезных ископаемых в различных частях света.

Тесную связь с древним рельефом месторождений марганцевых руд отмечали многие исследователи. Крупнейшее в мире месторождение осадочных марганцевых руд на Украинском щите также связано с древним, ныне погребенным, рельефом (Веклич, 1966; Нагирный, Фуртес, 1973). Марганцеворудные месторождения (Никопольское, Великотокмакское и др.) образовались на раннеолигоценовой равнине и в прибрежной части морской аккумулятивной равнины. Пространственное размещение окисных и карбонатных марганцевых руд в значительной мере обусловлено древним рельефом. Окисные марганцевые руды приурочены почти исключительно к неглубоким с плоским дном раннеолигоценовым долинам, а карбонатные и пе-

реходные от карбонатных к окисным — к морской аккумулятивной равнине.

Г. П. Бушинский (1958), отмечая закономерности образования и размещения бокситовых месторождений, подчеркнул, что распределение этих руд на платформах контролировалось рельефом поверхности подстилающих пород. Бокситы встречаются на склонах долин, на дне древних балок, в карстовых воронках и озерно-болотных котловинах. Д. Г. Сапожников (1970) отметил, что с древними корами выветривания непосредственно или косвенно связаны месторождения остаточных и осадочных бокситов. Благоприятные условия для формирования кор выветривания создаются в тектонически обусловленных формах рельефа. Однако из-за размывов здесь развиты линейные и трещинные коры выветривания. Бокситовые руды более высокого качества, с выдержанными залежами пластобразной формы, относящиеся к осадочному типу, формируются в пределах плит. На платформах коры выветривания часто приурочены к поверхностям выравнивания мезозойского и кайнозойского возраста, где они залегают непосредственно под почвой или перекрыты рыхлыми наносными образованиями. На Украинском щите бокситы залегают на приподнятых участках погребенной возвышенности. Кора выветривания возникла в раннемеловую эпоху на типичном пенеплене, расчлененном мелкими широкими долинами и балками (Веклич, 1966). Приуроченность бокситов к долинному рельефу отмечена в Тихвинском бокситоносном районе (Вишняков, 1935; Котлуков, 1939).

С областями развития карста связаны некоторые месторождения бокситов и никеля на Урале; бокситов в центральных областях Русской равнины и Красноярского края (Попов, 1962). Бокситы, образовавшиеся в карстовых воронках, известны в Казахской складчатой стране и Тургайском прогибе (Лисичкина, 1962; Николаев, 1964). На месторождениях Северо- и Южноуральского бассейнов (Красная Шапочка, Ивдельское, Юртищенское и др.) бокситы приурочены к закарстованной поверхности известняков. Котловина и воронки достигают 8—30 м глубины и 50—60 м в диаметре (Гуткин, 1964). Бокситовидное вещество заполняет гнезда, каверны и пещеры объемом тысячи и даже десятки тысяч кубических метров (рис. 69). Высококачественные бокситы формируются в пониженной средней части карстовой области, защищенной известняками от привноса грубообломочного терригенного материала (Плотников, Миловидов, 1962).

Карстовые формы при образовании бокситов играли роль ловушек, в которых материал не только осаждался, но и сохранялся от последующего размыва.

Определяющее влияние древнего рельефа на мощность и типы коры выветривания и формирование полезных ископаемых, связанных с ней (богатые железные руды, элювиальные

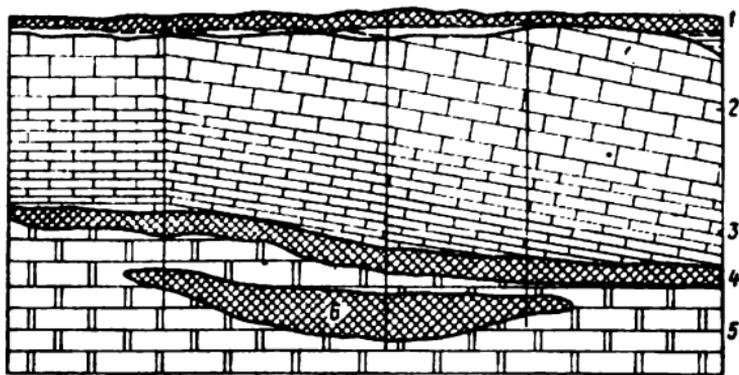


Рис. 69. Геологический профиль месторождения Красная Шапочка (по Н. И. Плотникову и Е. Д. Миловидову, 1962):

1 — почвенно-растительный слой; 2 — светло-серые рифогенные известняки D_2^1 с; 3 — темно-серые амфиболовые известняки с редкими пропластками известково-глинистых сланцев D_2^2 в; 4 — рудная залежь D_2^2 а; 5 — светло-серые рифогенные известняки D_1^1 ; 6 — карстовая полость, выполненная бокситом.

бокситы) и с перекрывающими отложениями (осадочные железные руды, бокситы, огнеупорные глины и угли) на юго-западном склоне Воронежской антеклизы, отметили Н. П. Хожанпов и С. Т. Акаемов (1970). Локализация осадочных бокситов (аллювиальных, прибрежно-морских и озерно-болотных) контролировалась фаціальным планом и палеорельефом. Они приурочены к долинам в районах размещения богатых железных руд и элювиальных бокситов. За пределами долин и с удалением от источников сноса наблюдается обеднение и рассевание бокситового вещества.

ДРЕВНИЙ РЕЛЬЕФ И ФОРМИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ «АГРОНОМИЧЕСКИХ» РУД, ГЛИН, ПЕСКОВ И ХРУСТАЛЕННЫХ РОССЫПЕЙ

В формировании месторождений фосфоритов рельеф играл не менее важную роль, чем в создании месторождений других полезных ископаемых. Согласно теории Л. В. Казакова, образование фосфоритов происходило на глубине от 50 до 150 м в верхней и средней частях шельфа. Это подводная наклонная равнина, на которую донные течения выносили и откладывали соединения фосфатов, образовавших стяжения фосфоритов.

Месторождения фосфоритов часто связаны с погребенными карстовыми формами рельефа (Бушинский, 1958; Максимович, 1963). Этот тип месторождений известен в Башкирии, во Франции, Австрии, США (Флорида), Вьетнаме и других странах. О ценности месторождений фосфоритов этого типа можно судить по тому, что разработка их дает 33% мировой добычи фосфоритов (Бушинский, 1962).

Древний рельеф определил также распространение разнообразных глин. Месторождения первичных глин располагаются на выровненных междуречных пространствах. Первичные каолины на Украинском щите приурочены к древним погребенным междуречьям и к ложу раннемеловых долин (Веклич, 1966). Глины осадочного происхождения формировались в отрицательных формах рельефа, занятых озерами и болотами. Рельеф определяет также форму залежи: в одних случаях это линзы, в других — несколько изогнутые пласты. На западном крыле Подмосковного бассейна с морфологией доугленосного рельефа связаны месторождения огнеупорных глин в районе Дорогобужа, Селижарово и Боровичей. Во время возникновения месторождений поверхность названных районов представляла собой плоскую прибрежную равнину, покрытую озерами, болотами, замкнутую лагунами и формирующимися дельтами (Котлуков, 1939). В понижениях рельефа, занятых озерами и болотами, существовавшими на раннемеловой равнине, образовалось Латненское (Воронежская область) месторождение огнеупорных глин; в понижениях на палеогеновой равнине — Часовоярское и другие месторождения (Пустовалов, 1965). С карстовыми формами в Башкирии связаны месторождения огнеупорных глин, стекольных и формовочных песков (Максимович, Костов, 1971).

Равнинная поверхность Восточно-Европейской платформы в различные этапы геоморфогенеза благоприятствовала скоплению кварцевых песков, приносимых реками с соседних возвышенных участков земной коры. По Л. В. Пустовалову (1965), это разновозрастные пески (от кембрийских до четвертичных), которые используют как стекольное и формовочное сырье.

Погребенные россыпи кварца известны на Урале (Ламаев, 1971). Связь хрусталеносных россыпей на восточном склоне Южного Урала с карстовыми воронками и особенно с погребенными логами мезозойского, палеогенового и олигоценного возраста отметил Б. В. Рыжов (1966).

ПОГРЕБЕННЫЙ РЕЛЬЕФ И ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Погребенные крупные морфоструктуры — антеклизы — возвышенности и синеклизы — низменные равнины, речные долины, русла рек, ложбины стока и другие формы рельефа играли в прошлом и играют в настоящее время важную роль в накоплении и территориальном распределении запасов подземных вод. В качестве примера можно привести крупные артезианские бассейны подземных вод на территории Русской равнины (Подмосковный, Днепровско-Донецкий и др.).

Погребенные формы рельефа способствуют направленной миграции подземных вод, играя в одних случаях роль подземных барражей, в других — каналов стока. Погребенный рельеф,

концентрируя подземные воды, может вызвать превращение пластовых вод в подземные потоки (Славянов, 1963), способствовать образованию сравнительно небольших подземных озер (водоемов). На поверхности юрских отложений на территории Лебединского железорудного месторождения Курской магнитной аномалии обнаружены замкнутые впадины, заполненные сеноман-альбскими песками. Они, задерживая большой объем воды, представляют собой подземные водоемы (Терновская, 1963). Значительными коллекторами подземных напорных вод являются погребенные речные долины (Медоев, 1956). Изучение их необходимо при поисках источников воды для снабжения населения, особенно в районах, где ощущается недостаток или отсутствие поверхностных вод.

Коллекторами подземных вод служат также разнообразные подземные карстовые формы (полости, каналы, каверны). Они, будучи образованными подземными водами, в дальнейшем становятся коллекторами последних. Ценно также то, что закарстованные карбонатные и галогенные породы содержат воды различного химического состава и отличаются степенью минерализации, например бирские, красноусольские и другие воды Башкирии, питающие минеральные источники (Максимович, Косторов, 1971).

Погребенные формы рельефа необходимо изучать и в случаях, когда решаются инженерно-геологические задачи при добыче полезных ископаемых открытым способом в карьерах, а также при строительстве дорог. Это вызвано тем, что в карьерах, котлованах и дорожных выемках возможны деформации горных пород в виде оползней, оплывин и обвалов, вызванных подтоком подземных вод по погребенным руслам и долинам.

Изучение недр Земли дало возможность обнаружить на погребенных поверхностях земной коры различные по происхождению, возрасту и морфологии формы рельефа, образовавшиеся в разных эпохах геоморфогенеза в результате совместного действия эндодинамических и экзодинамических рельефообразующих процессов.

Накопление и анализ собранного фактического материала о древнем рельефе Земли, ныне расположенном на разновозрастных погребенных поверхностях, создали необходимые предпосылки для возникновения новой отрасли знаний — палеогеоморфологии, результаты исследований которой могут быть использованы для решения некоторых проблем современного естествознания.

Развитие древнего рельефа подчиняется закономерностям, лежащим в основе формирования геоморфологического лика Земли, из которых наиболее общими являются направленность и необратимость, непрерывно-прерывистый характер геоморфогенеза, повсеместность, периодичность, унаследованность и новообразование, местная индивидуальность.

Важнейшие черты древнего рельефа использованы как основа для создания классификации форм рельефа погребенных поверхностей, имеющей не только теоретическое, но и практическое значение, в частности для палеогеоморфологического картографирования и прогнозирования поисков месторождений экзогенных полезных ископаемых.

Различные методы и приемы палеогеоморфологического анализа рельефа погребенных поверхностей позволяют давать не только качественную, но и количественную характеристику как погребенных, так и реконструированных форм рельефа. Описание рельефа погребенных поверхностей всегда дополняется палеогеоморфологической картой, что потребовало разработки принципов и методов ее составления. Они легли в основу карт, составленных для отдельных эпох и фаз геоморфогенеза. Методы палеогеоморфологического анализа и картографи-

рования использованы для составления палеогеоморфологических карт многих районов платформенных равнин. Установлено, что древний рельеф играл важную роль в формировании месторождений экзогенных полезных ископаемых. Он не только определял место образования полезного ископаемого, но очень часто влиял на его запасы и качество. Эта закономерность должна широко использоваться при прогнозе поисков месторождений полезных ископаемых экзогенного происхождения.

Палеогеоморфологические исследования широко проводятся на платформенных равнинах. Они дают новые материалы о развитии рельефа в древние эпохи геоморфогенеза. Однако не менее актуальна задача распространения их на горные области и дно мирового океана с тем, чтобы собранные данные помогли глубже изучить древний рельеф Земли, составить палеогеоморфологические карты и прогнозировать поиски полезных ископаемых этих областей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ананьев Г. С.* Методика поисков погребенной речной сети (на примере бассейна верхней Колымы).— Изв. Забайк. фил. Геогр. о-ва СССР, 1968, № 5, с. 89—92.
- Аристархова Л. Б., Чертова С. О.* Опыт составления палеогеоморфологической карты альбского времени для междуречья Саянза и Эмбы (Предуральское плато).— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 217—222.
- Аристова Г. Б.* К вопросу о выявлении тектонического рельефа дна по данным литологических исследований (на примере альба центральной части Северного Кавказа и Предкавказья).— Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол., 1968, вып. 4, с. 58—61.
- Асаткин Б. П.* Древнейшие слои среднего девона Ленинградской области.— Изв. Ленингр. геол.-гидро-геодез. треста, 1934, № 3, с. 2—18.
- Асеев А. А., Благоволит Н. С., Доскач А. Г., Серебрянный Л. Р.* Основные этапы геоморфологического развития Русской равнины в четвертичном периоде.— Геоморфология, 1972, № 4, с. 19—24.
- Балуховский Н. Ф.* Геологические циклы.— Киев: Наук. думка, 1966.— 128 с.
- Бальян С. П.* Структурная геоморфология Армянского нагорья и окаймляющих областей.— Ереван: Изд-во Ереван. ун-та, 1969.— 390 с.
- Баранов И. Г.* Формирование структур Днепровско-Донецкой впадины и их нефтегазоносность.— М.: Недра, 1965.— 234 с.
- Баранов И. Г., Галицкий В. И., Цыпко А. К.* О методике выявления позднепалеогенового развития локальных структур.— Докл. АН СССР, 1969, 186, № 3, с. 645—646.
- Баранова Ю. П., Биске С. Ф.* Северо-Восток СССР: История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока.— М.: Наука, 1964.— 290 с.
- Батурич В. П.* Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам.— М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1947.— 338 с.
- Башенина Н. В.* Формирование современного рельефа земной поверхности.— М.: Высш. школа, 1967.— 388 с.
- Башенина Н. В., Л. В. Зорин, О. К. Леонтьев, М. В. и др.* Методические указания по геоморфологическому картированию и производству геоморфологической съемки в масштабе 1 : 50 000 — 1 : 25 000.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1959.— 228 с.
- Бгатов В. И.* Литолого-формационный анализ осадочных толщ как один из методов реставрации эпох развития кор выветривания.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 81—87.
- Белоусов В. В.* Изучение мощности отложений как метод геотектонического анализа и приложение этого метода к исследованию верхнеюрских и нижнемеловых отложений Кавказа.— Пробл. сов. геологии, 1937, 7, № 2, с. 121—141.
- Белоусов В. В.* Общие закономерности геотектонического процесса.— Изв. АН СССР. Сер. геол. 1948, № 5, с. 67—87.

- Белоусов В. В., Богданов А. А., Страхов Н. М.* Палеогеография.— БСЭ. 2-е изд., 1955, т. 31,— с. 580—583.
- Бергельс-Успенская А. И., Васильев Ю. М., Досмухамбетов Д. А.* Доакчагыльский рельеф Прикаспийской впадины и характер выраженности в нем современных структур.— Тр. / Моск. ин-т нефтехим. и газовой пром-сти, 1970, вып. 90, с. 180—187.
- Бирина Л. М.* Рельеф и тектоническое строение турнейского континента в южном Подмосковье.— Тр. Моск. фил. Всесоюз. н.-и. геол.-разведоч. ин-та, 1951, вып. 2, с. 78—99.
- Бирина Л. М.* О соотношении древнего эрозийного рельефа с тектоническими формами в палеозое Русской платформы.— Сов. геология, 1960, № 12, с. 119—124.
- Бондарчук В. Г.* Геология Украины.— К.: Вл.-во АН УРСР, 1959.— 831 с.
- Бондарчук В. Г.* Основные вопросы тектоогенеза.— Киев: Изд.-во АН УССР, 1961.— 382 с.
- Борисевич Д. В.* Универсальная легенда для геоморфологических карт.— Землеведение, 1950, 3(43), с. 169—182.
- Борисевич Д. В.* Единый метод геоморфологического картирования в средних масштабах.— М., 1969.— 23 с.— (Материалы Второго геоморфол. совещ.).
- Борисевич Д. В., Любимцева Е. А.* Вопросы палеогеоморфологии в зарубежной литературе.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 159—165.
- Борисевич Д. В., Любимцева Е. А.* Геоморфологическое картирование 1965—1969 гг.— М., 1971.— 150 с. (Итоги науки и техники Геоморфология. / ВИНТИ; Вып. 2).
- Борисов А. А., Косыгин Ю. А.* Применение геофизических методов исследования при изучении тектонических структур.— В кн.: Методы изучения тектонических структур. М.: Изд.-во АН СССР, 1961, вып. 2, с. 142—219.
- Брунс Е. П.* Основные черты строения и условия образования песчано-глинистой угленосной толщи Ленинградской области.— Сб. Ленингр. геол. упр., 1939, № 3, с. 3—32.
- Буракаев Д. Н.* О необходимости восстановления первоначальных мощностей осадочных пород при изучении погребенного рельефа.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 249—257.
- Бухарцев В. П., Мирчик М. Ф.* К методике геолого-статистического анализа локальных структур.— В кн.: Опыт применения математической статистики при изучении локальных структур Волго-Уральской нефтегазоносной области. М.: ЦНИИТЭНЕФТЕГАЗ, 1962, с. 5—12.
- Бушинский Г. И.* О генетических типах бокситов.— В кн.: Бокситы, их минералогия и генезис. М.: Изд.-во АН СССР, 1958, с. 176—263.
- Бушинский Г. И.* Роль карста в образовании и распространении бокситовых месторождений.— Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол., 1962, вып. 6, с. 143—144.
- Васильев П. В.* Типы разрывов пластов углей в отложениях угленосной толщи в период ее формирования в Кизеловском каменноугольном бассейне.— Разведка недр, 1937, № 24, с. 14—17.
- Васильев П. В.* Роль разрывов в выявлении условий образования угленосных отложений.— Разведка недр, 1938, № 8/9, с. 24—27.
- Вахримеев В. А.* Роль древних растений в восстановлении физико-географических, особенно климатических, условий геологического прошлого.— В кн.: Методы палеогеографических исследований. М.: Недра, 1964, с. 184—191.
- Веклич М. Ф.* Основные этапы развития речковых долин.— В кн.: Геоморфология речковых долин Украины. К.: Наук. думка, 1965, с. 7—26.
- Веклич М. Ф.* До методики вивчення давнього і похованого рельєфів.— В кн.: Геоморфологічне картування Української РСР. К.: Наук. думка, 1966, с. 10—18.
- Веклич М. Ф.* Палеогеоморфологія області Українського щита.— К.: Наук. думка, 1966.— 119 с.

- Веклич М. Ф., Заморий П. К. Геоморфологические основы поисков россыпных месторождений в юго-западной части Русской платформы.— М., 1959.— 13 с.— (Материалы Второго геоморфол. совещ.).
- Вишняков С. Г. Предварительные результаты литологического исследования в Тихвинском бокситоносном районе.— Изв. Ленингр. геол.-гидро-геод. треста, 1936, вып. 2/3, с. 64—69.
- Войтович Е. Д. О некоторых особенностях тектонического строения кристаллического фундамента и нефтеносности терригенного девона южной части Татарии.— Тр. Татар. нефт. НИИ, 1967, вып. 10, с. 111—118.
- Воскресенский С. С. Одновременность основных этапов развития рельефа в северной половине Евразии.— В кн.: Сов. геогр. XXI междунар. геогр. конгрессу: Тез. докл., 1968, с. 17—18.
- Востокова Е. А. Влияние погребенного рельефа на растительный покров в пределах Жанадарьинской равнины.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1959, № 3, с. 94—95.
- Востокова Е. А. Геоботанические методы поисков подземных вод в засушливых областях Советского Союза.— М.: Госгеолтехиздат, 1961.— 86 с.
- Гавриш В. К. О тектоническом развитии Днепровско-Донецкой впадины.— Новая нефт. и газовая техника. Сер. геол., 1962, № 1, с. 19—23.
- Гавриш В. К. Метод палеоструктурно-геологического анализа.— К.: Наук. думка, 1965.— 142 с.
- Галицкий В. И. Новейшие тектонические движения и их влияние на формирование рельефа центральной части Днепровско-Донецкой впадины.— В кн.: Природные ресурсы Левобережной Украины.— Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1961, т. 1, с. 254—262.
- Галицкий В. И. О древних погребенных формах рельефа на северо-восточном борте Днепровско-Донецкой впадины.— Вести. Моск. ун-та, География, 1962, № 6, с. 79—80.
- Галицкий В. И. Использование ископаемых форм карста для выявления новейших тектонических движений.— В кн.: Тр. Всесоюз. совещ. по методике изуч. карста. Пермь, 1967, вып. 4, с. 33—47.
- Галицкий В. И. Основні закономірності палеогеоморфологічного розвитку Придніпровської низовини.— В кн.: Геоморфологія річкових долин України. К.: Наук. думка, 1965, с. 47—52.
- Галицкий В. И. Предмет и задачи и методы палеогеоморфологии.— Курск, 1966.— 128 с.— (Учен. зап. Курск. пед. ин-та; Вып. 36).
- Галицкий В. И. Роль соляного тектогенеза в формировании рельефа Приднепровской низменности: (Палеогеоморфол. очерк).— Учен. зап. Курск. пед. ин-та, 1967, вып. 29, с. 134—145.
- Галицкий В. И. О периодичности развития рельефа Земли и принципах выделения этапов рельефообразования.— Учен. зап. Курск. пед. ин-та, 1968, вып. 46, с. 3—19.
- Галицкий В. И. О связи между рельефом видимой и погребенных поверхностей земной коры: (На примере Приднепр. низменности).— Материалы Харьк. отд. Геогр. о-ва, 1968, вып. 6, с. 39—44.
- Галицкий В. И. Основные принципы и методы палеогеоморфологического анализа: На примере территории Приднепр. низменной равнины: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук.— Л., 1969.— 48 с.
- Галицкий В. И. Предмет и задачи палеогеоморфологии.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 27—33.
- Галицкий В. И. О некоторых особенностях формирования поверхностей выравнивания в пределах поднимающихся и опускающихся участков платформ.— В кн.: Поверхности выравнивания. Иркутск, 1970, вып. 1, с. 24—26.
- Галицкий В. И. Значение палеогеоморфологического анализа при поисках и прогнозировании россыпных месторождений на платформах.— Науч. тр. Курск. пед. ин-та, 1973, 30, с. 73—82.
- Галицкий В. И. О классификации рельефа Земли и некоторых вопросах терминологии.— Геоморфология, 1974, № 1, с. 38—44.

- Галицкий В. И.* О терминологии погребенных поверхностей выравнивания.— Науч. тр. Курск. пед. ин-та, 1975, 45(138), с. 18—22.
- Галицкий В. И.* Палеогеоморфологическая карта и некоторые особенности ее составления.— В кн.: Проблемы геоморфологического картирования. Л., 1975, с. 199—200.
- Галицкий В. И.* Роль палеогеоморфологического анализа в поисках месторождений нефти и газа.— В кн.: Геоморфология и палеогеография. Л., 1975, с. 69—72.
- Галицкий В. И.* Теоретические и практические проблемы палеогеоморфологии.— В кн.: Палеогеографические основы рационального использования природных ресурсов. Киев: Наук. думка, 1977, ч. 1, с. 41—43.
- Галицкий В. И., Ахтилова Р. В.* Важнейшие черты палеорельефа западных склонов Среднерусской возвышенности.— В кн.: Геоморфология центральной части Русской равнины. М., 1971, с. 43—50.
- Галицкий В. И., Стерлин Б. П., Томашунас Э. В., Цылко Д. К.* К вопросу о классификации структурных форм локальных поднятий Восточно-Украинского нефтегазозоносного бассейна.— Тр. Укр. НИИ природных газов, 1966, вып. 11, с. 27—37.
- Галицкий В. И., Цылко А. К.* Применение метода математической статистики для определения особенностей поэтапного развития локальных структур и их палеорельефа.— В кн.: Природные трудовые ресурсы Левобережной Украины и их использование. Харьков, 1967, вып. 2, с. 140—141.
- Ганешин Г. С., Соловьев В. В., Чемяков Ю. Ф.* Проблема возраста рельефа.— Геоморфология, 1970, № 3, с. 6—11.
- Ганешин Г. С., Эпштейн С. В.* Современное состояние вопросов геоморфологического картирования в средних масштабах и основные пути их решения.— М., 1959.— 27 с.— (Материалы Второго геоморфол. совещ.).
- Герасимов И. П.* Рельеф и поверхностные отложения Европейской части СССР.— В кн.: Почвы СССР, М.: Изд-во АН СССР, 1939, т. 1, с. 27—100.
- Герасимов И. П.* Общая схема истории развития рельефа западной части СССР.— В кн.: Тр. II Всесоюз. геогр. съезда, 1948, т. 2, с. 47—56.
- Герасимов И. П.* Предисловие.— В кн.: Проблемы поверхностей выравнивания. М.: Наука, 1964, с. 5—6.
- Герасимов И. П.* Палеогеоморфология и ее проблемы.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 11—19.
- Герасимов И. П., Марков К. К.* Ледниковый период на территории СССР.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939.— 462 с.
- Герасимов И. П., Мещеряков Ю. А.* Геоморфологический этап в развитии Земли.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1964, № 6, с. 3—12.
- Гинзбург И. И.* Кора выветривания, ее диагностические признаки и ее значение в фацциальном составе.— В кн.: Методы изучения осадочных пород. М.: Госгеолтехиздат, 1957, т. 2, с. 319—348.
- Гольберг А. В., Маркова Л. Г., Полякова И. С. и др.* Палеоландшафты Западной Сибири в юре, мелу и палеогенс.— М.: Наука, 1968.— 152 с.
- Горелов С. К.* Морфоструктурный анализ нефтегазозоносных территорий: (На примере юго-востока Русской равнины).— М.: Наука, 1972.— 216 с.
- Горский Г. И.* Аллювий великих антропогенных прарек Русской равнины.— М.: Наука, 1964.— 416 с.
- Грачевский М. М.* Некоторые проблемы палеогеоморфологии.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 52—61.
- Грачевский М. М., Берлин Ю. М.* О погребенной речной сети на востоке Русской платформы.— Нефтегазовая геология и геофизика, 1968, № 6, с. 12—15.
- Губкин И. М.* О геологическом строении Нефтяно-Шарванского месторождения нефти.— Спб., 1913.— 95 с.— (Тр. геол. ком. Новая сер.; вып. 88).
- Гузовский Л. А.* Погребенные коры выветривания восточного склона Урала.— В кн.: Вопросы региональной палеогеоморфологии. Уфа, 1966, с. 104—105.
- Гуткин Е. С.* Критерий оценки перспектив бокситоносности девонских отложений Урала.— Сов. геология, 1964, № 7, с. 112—116.

- Даньшин Б. М. Доюрский рельеф в связи с условиями отложения юрских осадков в центральной и юго-восточной части Московской губернии.— Вестн. геол. ком., 1927, № 1, с. 4—7.
- Динев Антон Л. Палеогеоморфология.— География (НРБ), 1971, № 6, с. 15—17.
- Дмитриев М. I. Рельеф УРСР: (Геоморфол. нарис).— Х., 1936.— 168 с.
- Добровольский В. В. Вещественный состав и морфология коры выветривания.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964.— 231 с.
- Дорофеев Е. П. Соотношение размеров провалных и карстовых полостей в сульфатных породах.— Вопр. карстоведения, Пермь, 1970, вып. 2, с. 11—16.
- Думитрашко Н. В., Лунгерсаузен Г. Ф., Мещеряков Ю. А., Рождественский А. П. Палеогеоморфологическая интерпретация поверхностей несогласия и некоторые задачи палеогеоморфологического анализа.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 61—68.
- Дурдыс Х. Обращенные формы рельефа Юго-Западного Колет-Дага и Мессеринской тектонической зоны.— Изв. АН ТССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук, 1968, № 5, с. 116—118.
- Егоров А. И. Механизм накопления биомассы и формирование угольного пласта.— В кн.: Геология угольных месторождений М.: Наука, 1969, т. 1, с. 66—74.
- Ефремов А. И. Тафономия и геологическая летопись.— М.: Изд-во АН СССР, 1950.— Кн. 1. 178 с.— (Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР; Т. 24).
- Жемчужников Ю. А. Основные выводы из изучения аллювиальных накоплений в угленосной толще Донецкого бассейна.— Тр. Ин-та геол. наук, 1954, вып. 151. Угольн. сер., № 5, с. 273—293.
- Жемчужников Ю. А., Яблоков В. С., Боголюбова Л. И. и др. Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна.— М.: Изд-во АН СССР, 1959—1960.— Ч. 1—2.
- Жижченко Б. П. Методы палеогеографических исследований.— Л.: Гостехиздат, 1959.— 372 с.
- Жуков В. А., Константинович А. Э. Развитие ископаемого рельефа поверхности каменноугольных отложений юго-запада Московской палеозойской котловины.— В кн.: Памяти акад. А. Д. Архангельского. М.: Изд-во АН СССР, 1951, с. 433—474.
- Журенко Ю. Е., Зимяхина И. К. К палеоморфологии восточной части южного Приуралья в неогене.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 267—270.
- Зайонц В. Н., Философов В. П. К методике построения крупномасштабных палеогеоморфологических и палеогеологических карт.— В кн.: Респ. межвед. координац. совещ. по структур. геоморфологии и неотектонике Украины. Харьков, 1967, с. 15—17.
- Заруцкий К. М., Цымбал С. Н. Палеогеоморфологические условия образования залежей: (На примере правобереж. Приднепровья).— В кн.: Вопросы региональной палеогеоморфологии. Уфа, 1966, с. 35—36.
- Зверев С. М., Ковылин В. М., Удинцев Г. Б. Мощиость донных отложений в океане.— В кн.: Современные осадки морей. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 306—300.
- Зеккель Я. Д. О связи между распределением остатков организмов и палеорельефом: (На примере казан. отложений Совера).— Ежегодник Всесоюз. палеонтол. о-ва, 1956, 15, с. 341—348.
- Зеккель Я. Д. О палеогеоморфологии.— Изв. Всесоюз. Геогр. о-ва, 1958, вып. 4, с. 366—368.
- Зубаков В. А. О соотношении этапности и ритмичности в геологическом развитии и некоторых общих вопросах учения о ритмах.— В кн.: Ритмичность природных явлений. Л.: Гидрометеониздат, 1971, с. 22—25.
- Иванов А. П. Геологические исследования распространения и продуктивности фосфоритносных отложений в западной части Московской губернии.— Тр. Ком. по исслед. фосфоритов, 1911, 3, с. 327—514.

- Иванова М. Ф., Макаров В. И., Макарова Н. В., Соловьева Л. Н. Предорожная поверхность выравнивания в Тянь-Шане.— Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек, 1973, № 5, с. 112—121.
- Игнатов В. Ф. О рельефе Азиатской части в раннетриасовое время.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 270—272.
- Казаринов В. П. Восстановление физико-географических условий древней суши по литологическим признакам.— Методы палеогеогр. исслед., 1964. Сб. 1, с. 145—151.
- Калесник С. В. О «монизме» и «дуализме» в советской географии.— Изв. Всесоюз. Геогр. о-ва, 1952, вып. 1, с. 15—25.
- Колесник С. В. Развитие общего земледения в СССР за советские годы.— Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1967, вып. 5, с. 376—383.
- Карогодин Ю. И. О залежах нефти шнуркового типа в Западной Сибири.— Нефтегазовая геология и геофизика. Науч.-техн. сб. М., 1967, № 10, с. 8—10.
- Карпинский А. П. Очерк физико-географических условий Европейской России в минувшие геологические периоды (1887).— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947.— 206 с.
- Карстовые коллекторы нефти и газа.— Пермь, 1973.— 153 с.— (Вопр. карстования, вып. 3).
- Келлер Б. М. О значении мощностей при тектонических построениях.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1948, № 6, с. 105—112.
- Комлев В. М., Могилко А. Н. О палеогеоморфологических причинах формирования северного оползня на Ангренском бурогольном месторождении.— Докл. АН УзССР, 1973, № 9, с. 37—40.
- Корженевская А. С. Угленосность Осташковского и Селижаровского районов Калининской области.— Л., 1951.— 57 с.— (Тр. Ленингр. геол. упр.: Вып. 22).
- Корженевская А. С. Белгородско-Обоянский угленосный район.— В кн.: Геологические месторождения угля и горючих сланцев СССР. М., 1962, т. 2, с. 445—458.
- Лоржув С. С. Происхождение и возраст рельефа Восточной Сибири и некоторые общие вопросы геоморфологии: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук.— М., 1969.— 56 с.
- Косыгин Ю. А. Основы тектоники нефтеносных областей.— М.; Л.: Гостоптехиздат, 1952.— 509 с.
- Котлуков В. А. Геология угольных месторождений западного крыла Подмосковского бассейна.— В кн.: Тр. 17 сессии Междунар. геол. конгр. М.: ГОНТИ, 1939, т. 1, с. 642—643.
- Котлуков В. А. Закономерности нижнекарбонového угленакопления на Русской платформе и методика поисковых работ.— Тр. Лаб. геологии угля, 1956, в. с. 358—365.
- Котлуков В. А. Значение и методы построения палеорельефа суши платформенных областей.— Методы палеогеогр. исслед., 1964, сб. 1, с. 96—109.
- Котлуков В. А. Палеогеоморфологические исследования при поисках углей.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 121—129.
- Крашенинников Г. Ф. Некоторые вопросы современной методики палеогеографических исследований.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1962, № 6, с. 99—107.
- Крашенинников Г. Ф. Ископаемые дельты в СССР и некоторые проблемы их изучения.— В кн.: Дельтовые и мелководно-морские отложения. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 7—13.
- Крутиховская Э. А. Некоторые новые данные о структурах фундамента Среднеднепровского склона Украинского кристаллического щита.— Сов. геология, 1955, сб. 48, с. 195—204.
- Круть И. В. О субординации земного планетарного времени.— В кн.: Ритмичность природных явлений. Л.: Гидрометеоиздат, 1971, с. 8—9.
- Кузнецов В. Г. Основные черты геологии рифов и их нефтегазоносность.— М., 1971.— 60 с. (Темат. науч.-техн. обзоры. Сер. Нефтегазовая геология и геофизика / ВНИИ организации, упр. и экономики нефтегазовой пром.).

- Кузнецов В. Г., Хенвин Т. И.* Погребенные куэсты Волгоградского Поволжья и их влияние на газоносность пермских отложений.— Геология и разведка газовых и газоконденсат. месторождений: Информ. сб. / М-во газовой пром-сти, 1970, № 7, с. 4—19.
- Кузнецов Н. П.* Анализ корреляционных связей между погребенными денудационными поверхностями и современным рельефом в пределах бассейна верхнего Дона.— Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр., 1966, № 3, с. 102—103.
- Ламаев А. В.* О поисках погребенных мезозойских россыпей кварца на Урале.— В кн.: Материалы по геоморфологии Урала. М.: Недра, 1971, вып. 2, с. 144—147.
- Леорсен А. И.* Палеогеологические карты.— М.: Гостоптехиздат, 1962.— 152 с.
- Леорсен А. И.* Геология нефти и газа.— М.: Мир, 1970.— 639 с.
- Леонтьев О. К., Мякоким В. С., Лукьянова С. А. и др.* Древнекаспийские аккумулятивные формы как индикатор существования погребенных поднятий.— В кн.: Геоморфология и литология береговой зоны морей и других крупных водоемов. М.: Наука, 1971, с. 29—35.
- Лисицина Н. А.* Карстовые бокситы Казахской складчатой страны и Тургайского прогиба.— Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол., 1962, № 6, с. 144—145.
- Лихт Ф. Р.* Палеогеоморфологические реконструкции в складчатых областях: (На примере Сихотэ-Алиня).— М.: Наука, 1975.— 140 с.
- Ломоносов М. В.* О слоях земных (1763).— В кн.: О слоях земных и другие работы по геологии. М.; Л.: Госгеолгиздат, 1949, с. 17—105.
- Лукин В. С.* Инженерно-геологическое районирование и прогноз карстовых провалов на малых площадях.— Вопр. карстоведения, 1970, вып. 2, с. 8—11.
- Лунерсгаузен Г. Ф.* Основные черты орографии Забайкалья в верхнемезозойское время.— В кн.: Вопросы региональной геологии СССР. М.: Недра, 1971, с. 112—118.
- Лунерсгаузен Г. Ф., Хаин В. Е.* Опыт составления атласа палеогеографических карт СССР и некоторые задачи палеогеоморфологического картирования.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 155—159.
- Лунов Б. С.* Метод оценки современных движений земной коры по гранулометриии и тяжелым минералам.— Учен. зап. Перм. ун-та, 1961, 18, вып. 2, с. 107—108.
- Лунов Б. С., Галицкий В. И.* Тяжелые минералы аллювия Приднепровья в районах соляных куполов.— Учен. зап. Перм. ун-та, 1964, № 121, вып. 1, с. 165—167.
- Максимович Г. А.* Карстовый тип месторождений фосфоритов.— Учен. зап. Перм. ун-та, 1960, 20. Докл. геол. ф-та, вып. 1, с. 3—8.
- Максимович Г. А.* Основы карстоведения.— Пермь: Кн. изд-во, 1963—1969.— Т. 1—2.
- Максимович Г. А., Костров В. П.* О распространении полезных ископаемых карстовых полостей и впадин Башкирии.— В кн.: Карст Башкирии. Уфа, 1971, с. 14—16.
- Марков К. К.* О геоморфологической карте.— Геол. вестн., 1929, вып. 1/3, с. 34—41.
- Марков К. К.* Основные проблемы геоморфологии.— М.: Географгиз, 1948.— 342 с.
- Марков К. К.* Палеогеография.— М.: Географгиз, 1951.— 276 с.
- Марков К. К.* География территории СССР в четвертичном периоде — антропогене (основные положения).— В кн.: Очерки по географии четвертичного периода. М.: Географгиз, 1955, с. 338—346.
- Марков К. К.* Палеогеография.— 2-е изд., перераб.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1960.— 268 с.
- Марковский Н. И.* Новые угленосные районы восточной части Русской платформы.— Докл. АН СССР, 1956, 108, № 6, с. 1148—1151.

- Марковский Н. И.* Перспективы поисков залежей нефти и газа в нижнем карбоне Днепровско-Донецкой впадины.— *Новости нефт. и газовой техники. Геология*, 1962, № 10, с. 11—15.
- Марковский Н. И.* Палеогеографические условия размещения крупных залежей нефти.— *М.: Недра*, 1965.— 39 с.
- Мартин Р.* Изучение палеогеоморфологии ряда районов Западной Канады.— *М.*, 1962.
- Мартынов А. А., Хныкин В. И.* Тектоника Днепровско-Донецкой впадины и Донбасса.— *Тр. Укр. н.-н. геол.-развед. ин-та*, 1963, вып. 3, с. 35—49.
- Маслов К. С.* Научные основы поисков литологических и стратиграфических залежей нефти и газа в терригенных толщах.— *М.: Недра*, 1968.— 218 с.
- Медоев Г. Ц.* Погребенные долины Сары-арка (Центральный Казахстан).— *Изв. Всесоюз. геогр. о-ва*, 1966, вып. 2, с. 174—178.
- Методическое руководство по геоморфологическим исследованиям.*— *Л.: Недра*, 1972.— 384 с.
- Мещеряков Ю. А.* Морфоструктура равнинно-платформенных областей.— *М.: Изд-во АН СССР*, 1960.— 112 с.
- Мещеряков Ю. А.* Крупные циклы в развитии рельефа платформенных равнин.— *Изв. АН СССР. Сер. геогр.*, 1963, № 2, с. 3—13.
- Мещеряков Ю. А.* Полигенетические поверхности выравнивания.— В кн.: *Проблемы поверхностей выравнивания.* М.: Наука, 1964, с. 9—22.
- Мещеряков Ю. А.* Структурная геоморфология равнинных стран.— *М.: Наука*, 1965.— 390 с.
- Милановский Е. В.* К методике геологического картирования.— *Вести. Всесоюз. геол.-разведоч. об-ния*, 1931, № 5/6, с. 1—25.
- Мирчик М. Ф., Бухарцев В. П.* О возможности статистического исследования структурных соотношений.— *Докл. АН СССР*, 1959, 126, № 5, с. 1062—1065.
- Михайлова Е. В.* Древнее русло карбововой реки на одном из бурогольных месторождений Подмосковского бассейна.— *Разведка и охрана недр*, 1954, № 6, с. 17—21.
- Маркунас В.* Применение аэрофотометодов при геологическом картировании.— В кн.: *Вопросы методики геоморфологического картографирования рельефа Литовской ССР.* Вильнюс: Периодика, 1974, с. 14—17.
- Мусин А. Г., Магомедов К. К.* Карбонатные брекчии гипсового карста Дагестана.— *Вопр. карстоведения*, 1970, вып. 2, с. 92—93.
- Нагирный В. Н.* Палеогеоморфологические условия времени образования месторождений Днепровского бурогольного бассейна: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук.— *Киев*, 1971.— 28 с.
- Нагирный В. Н.* Реконструкция древних высот поверхности кристаллических щитов: (На примере Украинского щита).— В кн.: *Геоморфология и палеогеография.* Л., 1975, с. 63—65.
- Нагирный В. М., Семенов Н. П., Фуртес В. В.* О методике реконструкции раннепалеогенового рельефа центральной части Украинского щита.— *Геол. журн. АН УССР*, 1971, вып. 4, с. 112—116.
- Нагирный В. Н., Фуртес В. В.* Применение палеогеоморфологического метода для изучения залежей полезных ископаемых (на примере Украинского щита).— В кн.: *Теория и методы прогноза изменений географической среды.* Иркутск, 1973, вып. 1, ч. 1, с. 139—140.
- Наливкин Д. В.* Учение о фациях.— *М.; Л.: Изд-во АН СССР*, 1955—1956.— Т. 1—2.
- Насиров С. С., Куряева В. В., Хатыянов Ф. И.* Использование комплекса геофизических методов разведки с целью изучения древних эрозионных врезов и палеокарста в Башкирском Приуралье.— В кн.: *Карст Башкирии.* Уфа, 1971, с. 88—91.
- Наумов А. Д., Востряков А. В., Зайонц В. Н.* Основные принципы и методы составления палеогеоморфологических карт: (На примере юго-востока Рус. платформы и юж. частей Урала и Зауралья).— В кн.: *Проблемы палеогеоморфологии.* М.: Наука, 1970, с. 225—232.

- Нейман В. Б.* Вопросы методики палеотектонического анализа в платформенных областях.— М.: Госгеолтехиздат, 1962.— 86 с.
- Нейман В. Б.* О некоторых общих закономерностях проявления ритмичности в природе.— В кн.: Ритмичность природных явлений Л.: Гидрометеоздат, 1971.
- Несмеянов С. А.* Количественные палеорекострукции горного рельефа: (На примере Зап. Ферганы и смеж. хребтов).— В кн.: Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969, сб. 2, с. 16—39.
- Нефтегазоносность морей и океанов.*— М.: Недра, 1973.— 291 с.
- Никитин С. Н.* Общая геологическая карта России, 57 лист.— Спб., 1890.— 321 с.— (Тр. Геол. ком.; Т. 5. № 1).
- Николаев И. Д.* К вопросу об истории формирования бокситов западного борта Тургайского прогиба.— Сов. геология, 1964, № 7, с. 122—127.
- Николаев Н. И.* Палеогеоморфология материковых платформ и быстрые тектонические движения.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии.— М.: Наука, 1970, с. 43—52.
- Павлов А. П.* Геологический очерк окрестностей Москвы: Пособие для экскурсий.— М.: Изд. журн. «Естествознание и география», 1907.— 80 с.
- Палеогеоморфология.*— В кн.: Геологический словарь. М.: Недра, 1973, т. 2, с. 65.
- Пайве А. В.* Глубинные разломы в геосинклинальных областях.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1945, № 5, с. 23—46.
- Петров В. П.* Основы учения о древних корях выветривания.— М.: Недра, 1967.— 343 с.
- Плотников И. П., Миловидов Е. Д.* О генезисе Североуральских бокситовых месторождений.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1962, № 5, с. 52—62.
- Плотникова М. И., Кардопольцева О. И., Салтыков О. Г.* Значение и методы палеогеоморфологических исследований при поисках погребенных россыпей (на примере алмазонских россыпей Западной Якутии).— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 279—284.
- Полынов Б. Б.* Кора выветривания.— Л.: Изд-во АН СССР, 1934.— Т. 4. 240 с.
- Попов В. И.* Палеогеографическая реконструкция наземных равнин и наземных поднятий и их признаки.— В кн.: Методы палеогеографических исследований, М.: Недра, 1964, сб. 1, с. 109—144.
- Попов В. С.* Успехи в изучении геологического строения и минеральных ресурсов Украины.— Сов. геология, 1967, № 12, с. 3—12.
- Попов И. В.* Обзор состояния изучения карста в СССР и за границей.— В кн.: Общие вопросы карстоведения. М.: Изд-во АН СССР, 1962, с. 8—17.
- Потапов И. И.* Геотектоника.— Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 1964.— 255 с.
- Применение геоморфологических методов в структурно-геологических исследованиях.*— М.: Недра, 1970.— 296 с.
- Проницева М. В.* Палеогеоморфология в нефтяной геологии.— М.: Наука, 1973.— 173 с.
- Проницева М. В., Жернаков П. И.* Опыт разработки количественных методов анализа палеорельефа.— Геоморфология, 1970, № 4, с. 70—82.
- Пузач А. П., Супрунук К. С.* О соотношении структурных планов мезозойских и палеозойских отложений северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины.— Тр. Укр. н.-н. геол.-разведоч. ин-та, 1964, вып. 8, с. 172—177.
- Пустовалов Л. В.* Изучение и геологические перспективы рудоносности осадочного чехла Русской платформы.— В кн.: Рудоносность Русской платформы. М.: Наука, 1965, с. 3—28.
- Пятицкий П. П.* Отчет о геологических исследованиях. Ч. 1. Бассейн рек Псла и Ворсклы в пределах Курской и Харьковской губерний.— Тр. о-ва испытателей природы при Харьк. ун-те, 1889, 22, с. 143—208.
- Радченко Г. П.* Критерий и методы палеогеографических реконструкций прежних условий в областях древней суши по палеонтологическим данным.— В кн.: Методы палеогеографических исследований. М.: Недра, 1964, с. 167—183.

- Рождественская А. А.* Палеоэкологический анализ остракод и его значение для палеогеоморфологических реконструкций позднедевонского бассейна Русской платформы.— В кн.: Материалы по геоморфологии и новейшей тектонике Урала и Поволжья. Уфа, 1974, сб. 4, с. 31—37.
- Рождественский А. П.* Новейшая тектоника и развитие рельефа Южного Приуралья.— М.: Наука, 1971.— 303 с.
- Рождественский А. П., Журенко Ю. Е., Зимяхина И. К.* К вопросу о предмете и методах палеогеоморфологии.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 20—26.
- Рожков И. С.* Палеогеоморфологические исследования при поисках древних россыпей.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 109—121.
- Рознов Л. Н.* Вопросы генезиса структур Бугурусланского нефтяного района.— Сов. геология, 1948, № 28, с. 31—47.
- Розин Л. Н., Чирвинская М. В.* Выявление древних долин рек методами геофизической разведки.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 150—154.
- Романов А. А., Разумова К. Н.* Реконструкция погребенного рельефа методом построения палеогеоморфологических карт по данным картировочного бурения.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 223—225.
- Романов И. С.* Геология и условия образования олигоцен-миоценовых циркониево-титановых россыпей Днепровско-Донецкой впадины: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук.— Киев, 1971.— 23 с.
- Ронов А. Б.* История осадконакопления и колебательных движений Европейской части СССР.— Тр. Геофиз. ин-та АН СССР, 1949, вып. 3, 390 с.
- Рухин Л. Б.* Основы общей палеогеографии.— 2-е изд.— Л.: Гостоптехиздат, 1962.— 628 с.
- Рыжков О. А.* Некоторые данные по тектонике брахантиклиналей предгорий Ферганы.— Тр. Ин-та геологии АН УзССР, 1949, вып. 4, с. 52—59.
- Рыжков Б. В.* К вопросу о погребенном рельефе и хрусталеносных россыпях Южного Зауралья.— В кн.: Вопросы региональной палеогеоморфологии. Уфа, 1966, с. 126—128.
- Саваренский Ф. П.* Гидрогеология.— 2-е изд.— М.; Л.: ОНТИ, 1935.— 334 с.
- Самборский Н. А., Денисов Ю. М.* Использование сейсморазведочных данных для палеотектонического анализа.— Нефть и газовая пром-сть, 1963, № 2 (14), с. 19—22.
- Сапожников Д. Г.* Древние коры выветривания и месторождения полезных ископаемых гипергенного типа.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 87—102.
- Сафронов И. Н.* О некоторых современных проблемах палеогеоморфологии Северного Кавказа и Предкавказья.— В кн.: Актуальные проблемы науки. Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1967, с. 220—228.
- Сафронов И. Н.* Палеогеоморфология Северного Кавказа.— М.: Недра, 1972.— 158 с.
- Сварчевская Э. А.* Легенда для геоморфологической карты крупного масштаба.— Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1937.— 28 с.
- Сварчевская Э. А.* Основные этапы рельефообразования и геоморфологическое строение Восточного Казахстана.— Вестн. Ленингр. ун-та, 1957, № 6, с. 122—141.
- Сварчевская Э. А., Селиверстов Ю. П.* Цикличность рельефообразования как один из критериев палеогеоморфологического анализа.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 75—80.
- Сварчевская Э. Я., Селиверстов Ю. П.* Этапы развития рельефа земной поверхности в связи с эволюцией географической оболочки.— В кн.: Палеогеографические основы рационального использования естественных ресурсов. Киев: Наук. думка, 1977, ч. 1, с. 37—39.
- Сигов А. П.* Вопрос изучения поверхностей выравнивания в целях поисков гипергенных полезных ископаемых.— В кн.: Проблемы поверхностей выравнивания. М.: Наука, 1964, с. 202—208.

- Сигов А. П.* Палеогеоморфология и металлогения.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 102—109.
- Сидоренко А. В.* Доледниковая кора выветривания Кольского полуострова.— М.: Изд-во АН СССР, 1958.— 108 с.
- Сидоренко А. В.* Геоморфология и народное хозяйство.— Геоморфология, 1970, № 1, с. 9—18.
- Славянов В. Н.* Гидрогеология подземных ложбин стока и ее значение при инженерно-геологических работах.— Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол., 1963, вып. 3, с. 140—141.
- Слензак И. Е.* Изменение фаций в области солянокупольных структур Днепро-Донецкой впадины.— В кн.: Тр. науч.-геол. совещ. по нефти, озокериту и горючим газам Украины. Киев: Изд-во АН УССР, 1949, с. 208—218.
- Соболев Д. Н.* К палеогеоморфологии Североукраинского бассейна.— Зап. НИИ геологии Харьк. ун-та, 1938, 6, с. 53—79.
- Соболев Д. Н.* Проблема нефти в Амадоцийском бассейне.— В кн.: Тр. науч.-геол. совещ. по нефти, озокериту и горючим газам Украины. Киев: Изд-во АН УССР, 1949, с. 141—166.
- Соколов Н. Н.* О геоморфологической терминологии.— Геогр. сб. Всесоюз. геогр. о-ва, 1958, вып. 10, с. 160—164.
- Соколовский И. Л.* О составлении палеогеоморфологических карт территории Украины.— В кн.: Вопросы региональной палеогеоморфологии. Уфа, 1966, с. 77—78.
- Сонкин Л. С.* Палеорельеф междуречья рек Самары и Сухого Торца (Донбасс).— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1966, № 5, с. 91—96.
- Спиридонов А. И.* Геоморфологическое картирование.— М.: Географиз, 1952.— 186 с.
- Спиридонов А. И.* Геоморфологическое изучение погребенного рельефа.— В кн.: Методы географических исследований.— М.: Географиз, 1960, с. 166—175.
- Спиридонов А. И.* Основы общей методики полевых геоморфологических исследований.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963.— Ч. 3. Вып. 1, 199 с.
- Спиридонов А. И.* Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картирования.— М.: Высш. школа, 1970.— 456 с.
- Станкевич Е. Ф.* О возможности использования палеогидрогеологических данных при восстановлении палеогеографических и палеогеоморфологических условий.— В кн.: Вопросы региональной палеогеоморфологии. Уфа, 1966, с. 79—80.
- Стрихов Н. М.* О так называемом литолого-фациальном методе.— Литология и полез. ископаемые, 1964, № 6, с. 143—150.
- Стрелков С. А.* О принципах выделения этапов в истории развития рельефа Земли.— В кн.: Палеогеографические основы рационального использования естественных ресурсов.— Киев: Наук. думка, 1977, ч. 1, с. 40—41.
- Структурная геоморфология и неотектоника Украины.*— М.: Недра, 1970.— Т. 2. 200 с.— (Материалы Харьк. отд. Геогр. о-ва Украины; Вып. 9).
- Структурно-геоморфологические исследования при нефтегазовых работах.*— Л.: Всесоюз. н.-н. геол.-разведоч. ин-т, 1969.— 276 с.
- Терновская В. Т.* Влияние погребенных форм рельефа на развитие деформаций откосов карьеров КМА.— Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол., 1963, вып. 3, с. 141—142.
- Терновская В. Т., Артюшков Е. В., Славянов В. Н.* Палеогеоморфологический метод прогноза деформаций.— М.: Наука, 1966.— 114 с.
- Тетяев М. М.* Основы геотектоники.— Л.; М.: ГОНТИ, 1934.— 288 с.
- Тихвинский И. Н.* Карстовые и элювиально-делювиальные образования нижнепермских отложений Среднего Поволжья.— Тр. Геол. ин-та, Казань, 1971, вып. 31, с. 153—160.
- Толстихина М. М.* Девонские отложения центральной части Русской платформы и развитие ее фундамента в палеозое.— М.: Госгеолиздат, 1952.— 142 с.

- Троцюк В. Я. Методика структурно-геоморфологических исследований аккумулятивных равнин при нефтегазописковых работах.— М.: Наука, 1967.— 152 с.
- Трухан Л. А. Литолого-фацциальная характеристика нижнепермских — верхнекаменноугольных продуктивных отложений Гнедншевского нефтяного месторождения.— Нефт. и газовая пром-сть, 1963, вып. 1, с. 18—21.
- Успенская Н. Ю. Нефтегазоносность палеозоя Северо-Американской платформы.— М.; Л.: Гостоптехиздат, 1950.— 408 с.
- Успенская Н. Ю. Некоторые закономерности нефтенакопления на платформах.— М.: Гостоптехиздат, 1952.— 156 с.
- Флоренсов Н. А. О некоторых общих понятиях в геоморфологии.— Геология и геофизика, 1964, № 10, с. 78—89.
- Хабаров Л. В. Динамическая палеогеография, ее задачи и возможности.— Тр. Второго Всесоюз. геогр. съезда, 1948, вып. 2, с. 115—131.
- Хаин В. Е. Опыт классификации явлений смещения сводов антиклинальных поднятий.— Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол., 1953, вып. 3, с. 67—73.
- Хаин В. Е. Геотектонические основы поисков нефти.— Баку; Азнефтеиздат, 1954.— 692 с.
- Хаин В. Е. Общая геотектоника.— М.: Недра, 1964.— 479 с.
- Хатьянов Ф. И., Мкртчян О. М. Послойная зональность физических свойств осадочных пород как предпосылка геофизических поисков платформенных некомпенсированных прогибов и приуроченных к ним рифов.— Сов. геология, 1966, № 6, с. 136—144.
- Хатьянов Ф. И., Шульц Я. Н., Курлева В. В. О применении сейсморазведки методом РНП для поисков рифовых массивов в южном Предуралье.— Геология нефти и газа, 1963, № 2, с. 27—33.
- Хожашов Н. П., Акаемов С. Т. Основные черты палеорельефа и палеографии раннего карбона территории Курской магнитной аномалии.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 194—198.
- Хрущев Н. А. Итоги совещания по вопросу поисков скрытых полезных ископаемых стран СЭВ.— Сов. геология, 1961, № 6, с. 141—143.
- Хуторов А. М. О формировании вторичных залежей нефти в Ферганской депрессии.— Геология нефти, 1959, № 7, с. 34—41.
- Чалидзе Ф. Н. Ландшафтно-индикационные исследования карстовых процессов.— В кн.: Биогеография и народное хозяйство. М., 1974, с. 42—44.
- Чемеков Ю. Ф. Геоморфологические циклы.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1964, № 4, с. 136—141.
- Чемеков Ю. Ф. Интерпретация структурных несогласий стратиграфических перерывов при палеогеоморфологических исследованиях.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 69—74.
- Чемеков Ю. Ф. Палеогеоморфология, ее методы и задачи.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 33—39.
- Чемеков Ю. Ф. Ритмичность морфогенеза.— В кн.: Ритмичность природных явлений. Л.: Гидрометеоздат, 1971, с. 75—78.
- Чемеков Ю. Ф., Галицкий В. И. Погребенный рельеф платформ и методы его изучения.— Л.: Наука, 1974.— 207 с.
- Шатский Н. С. О тектонике Центрального Казахстана.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1938, № 5/6, с. 737—768.
- Шатский Н. С. Основные черты строения и развития Восточно-Европейской платформы.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1946, № 1, с. 5—62.
- Швецов М. С. История Московского каменноугольного бассейна в данантскую эпоху.— Тр. Моск. геол.-развед. ин-та, 1938, 12, с. 3—111.
- Шульц С. С., Брунс Е. П. Структурно-фацциальный анализ отдельных конседиментационных складок.— В кн.: Вопросы геологии Азии. М.: Изд-во АН СССР, 1955, т. 2, с. 34—49.
- Эдельштейн Я. С. Основы геоморфологии.— М.; Л.: Госгеолиздат, 1947.— 400 с.
- Эпштейн С. В. Геоморфология, палеогеография, палеогеоморфология.— В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970, с. 39—43.

- Янишин А. Л.** Методы изучения погребенной складчатой структуры на примере выяснения соотношений Урала, Тянь-Шаня и Мангышлака.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1948, № 5, с. 135—154.
- Янишин А. Л., Гарецкий Р. Г.** Тектонический анализ мощностей.— Методы изучения тектон. структур, 1960, вып. 1, с. 115—333.
- Boye M., Mouline M., Praetzel L., Viquier C.** Relations entre la forme des cours inferieurs de la Garonne et de la Dordogne et les topographies souterraines des terrains tertiaires.— Rev. geomorphol. dynam., 1968, 18, N 2, p. 83—91.
- Bridge J.** The geology of the Eminence and Cardareva quadrangles Missouri Bur.— In: Geol. Mines. Ser. 2nd, 1930, p. 23.
- Busch D. A.** Genetic units in delta prospecting.— Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1971, 55, N 8, p. 1137—1154.
- Chaline I., Clair A., Puissegur J.-J., Rat P.** Les formations villafranchiennes en marge du fosse bressan, entre Dijon et Beaune (Cote — d'Or).— C. r. Acad. sci., D, 1974, 278, N 26, p. 3295—3298.
- Dionne J.-G.** Formes de cryoturbation fossiles dans le sud-est du Quebec.— Geogr. Bull., 1967, 9, N 4, p. 13—24.
- Diskas A. B., Payne J. L.** Upper Paleocene buried channel in Sacramento Valley, California.— Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1967, 54, N 6, Pt 1.
- Halbouty M. T.** Hidden trends and subtle traps in Gulf Coast.— Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1969, 53, N 1, p. 3—29.
- Kay M.** Paleogeographie and palinspastic maps.— Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1945, 29, N 4, p. 426—450.
- Klimaszewski M.** Geomorfologia ogalna.— Warszawa: PWN, 1961.— 522 p.
- Martin R.** Principles of paleogeomorphology.— Can. Mining and Met. Bull., 1960, 53, N 579, p. 529—538.
- Martin R.** Paleogeomorphology and its application to exploration for oil and gas (with examples from Western Canada).— Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1966, 50, N 10, p. 2277—2311.
- Martin R.** Paleogeomorphology.— In: The Encyclopedia of Geomorphology: Encyclopedia of Earth Sciences series. New York etc.: Reinhold Book Cor., 1968, vol. 3, p. 804—813.
- Mc Kee E. M.** Paleogeomorphology a practical exploration technique.— Oil and Gas J., 1963, 61, N 42, p. 140—143.
- Mercier H.** Determination des directions d'ecoulement des cours d'eau ayant varticipé a la mise an place des conglomérats de Valensole sur la feuille de Manosque au 1/50000.— Ann. Univ. Provence Sci., 1971, 46, p. 211—233.
- Rühle B.** Metoda paleogeomorfologiczna w geologii.— Przegl. geogr., 1968, 40, N 2, p. 377—385.
- Scheuch J.** Anwendung der Flachseismik in der Karstmorphologie, ein Beispiel aus der Schwäbischen Alb.— Z. Geomorphol., 1971, Suppl 12, p. 153—154.
- Thomas C. R.** Flank production of the Nemaha Mountain, Kansas.— In: Structure of Typical American oil fields, London, 1929, vol. 1, p. 60—72.
- Thornbury W. D.** Principles of geomorphology.— 2nd ed.— London; New York: Willy, 1969.— 594 p.
- Teisseyre W.** Paleomorfologia Podola.— Sprawozd. Komisji fiziogr. Krakow, 1894, t. 29, p. 188—191.
- Trautschold H.** Wissenschaftliche Ergebniss der in und um Moscau Zum Zweck der Wasserversorgung und Canalisation fon Moscau ausgeführten Bohrungen.— Bull. Soc. Imp. Natur. Moscau, 1882, N 4, p. 333—343.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Альпийский этап 34, 110
Антиседиментационные фации 108
- Байкальский этап геоморфогенеза 34
Биоиндикационный метод 71, 128
- Виды соотношений рельефа погребенных поверхностей 60, 61
Возраст погребенных поверхностей выравнивания 10
Возраст погребенных поверхностей 7, 8, 9
Возрождение (регенерирование) форм рельефа 39
Вторично унаследованные формы рельефа 39
Вторичное (эпигенетическое) смещение (несоответствие) вершинных частей погребенных форм рельефа 51, 52
- Генетическая классификация погребенных форм рельефа 45
Геоботанический метод 71, 120
Геократическая эпоха развития рельефа 35
Геоморфогенез 9, 10, 20, 29, 30, 186
Геоморфологические и палеогеоморфологические методы 71, 129
Геофизический метод 72, 143
Герцинский этап геоморфогенеза 34, 110
График планового соотношения рельефа разновозрастных поверхностей 157, 158, 159
- Диагональное смещение вершинных частей морфоструктур 54, 58
Древний рельеф 7, 8, 9, 10, 184, 187
— — — — — непогребенный 7
— — — — — погребенный 7, 183
— — — — — полностью погребенный 7
— — — — — частично погребенный 7
- Закон корреляции морфологических черт рельефа 134
- Инверсионные формы погребенного рельефа 58
— — — — — полностью обращенные 58
— — — — — частично обращенные 58
Ископаемый рельеф 5, 6, 183
- Каледонский этап геоморфогенеза 34, 110
Катаморфное несоответствие форм погребенного рельефа 61
Категории рельефа Земли 5, 9
Классификация погребенных форм рельефа 44, 45
— погребенных морфоструктур 46
— погребенных морфоскульптур 46
— по степени сохранности 44, 48
— по размерам 44, 48
— по выраженности в рельефе 43, 48
— по особенностям тектонического режима 44, 49
— по расчленению и морфологическим различиям 44, 49
— по возрасту 44, 47
— по генезису 44, 45
— по эволюционно-морфологическим чертам 44, 50
- Классификация скрытых месторождений полезных ископаемых 184
Классификация соотношений рельефа локальных погребенных поверхностей 53, 60, 61
- Корреляция элементов внешнего ограничения форм погребенного рельефа 134
- Мегаэтап геоморфогенеза 33, 34, 36
Местная индивидуальность развития древнего рельефа 28, 41
Метод анализа мощностей 69, 109

- анализа карт изопахит 70, 115
- анализа палеотектонических карт и профилей 70, 119
- анализа реперных поверхностей 70, 116
- анализа структурно-фациального 70, 113
- объемный 70, 124
- палеоструктурно-геологический 70, 121
- палеотектонического критерия выявления эрозионных форм 70, 114
- Метод палеофациальный 74**
- анализа брекчий 69, 100
- анализа литолого-палеогеографических карт 69, 103
- анализа минерального состава обломочных пород (терригенноминералогических пород) 68, 84
- анализа «нормального» и «общего» фациального профиля 69, 102
- анализа ориентировки удлиненных частиц осадков 96
- анализа орографических фациальных комплексов 69, 97
- анализа палеогеологических карт 68, 80
- анализа палеофациальных карт 69, 103
- анализа перерывов осадконакопления и несогласий 68, 80
- анализа сингенетических и эпигенетических минеральных образований 68, 87
- анализа углеродсодержащих толщ 69, 101
- изучения аптиседиментационных фаций 69, 108
- изучения геологических разрезов (профилей) 68, 75
- изучения погребенного аллювия 69, 89
- изучения погребенных кор выветривания 69, 98
- изучения тяжелых минералов аллювия 69, 94
- литолого-формационный 69, 105
- совместного изучения литологических особенностей осадков 68, 87
- сопряженного анализа пространственного размещения погребенных форм рельефа и фаций 69, 107
- Метод геоморфологический и палеогеоморфологический 71, 129**
- анализа аэрофотоснимков 72, 142
- визуального изучения погребенных форм рельефа 71, 129
- восстановления погребенных форм рельефа по сохранившимся элементам ограничения 71, 134
- изучения морских аккумулятивных форм рельефа 71, 132
- изучения «откопанных» и реликтовых форм рельефа 71, 133
- изучения погребенных карстовых форм 71, 135
- морфоструктурного анализа 71, 139
- реконструкции истинных высотных соотношений форм древнего рельефа 71, 137
- Метод геофизический в палеогеоморфологии 72, 143**
- анализа равных соотношений мощностей 72, 153
- глубинного сейсмического зондирования 72, 149
- гравиметрический 72, 143
- магнитометрический 72, 145
- корреляционный преломленных волн 72, 146
- отраженных волн 72, 145
- регулируемого направленного приема сейсмических волн 72, 147
- электрометрический 72, 149
- Метод математический в палеогеоморфологии 73, 154**
- восстановления поэтапного развития морфоструктур 73, 159
- — оценки соотношений рельефа разновозрастных погребенных поверхностей в системе «соответствие несоответствие» 60, 61, 62
- — в системе «совмещение — несовмещение» 60, 61, 62
- — статистического анализа рельефа 73, 154
- Метод палеонтологический 71**
- флористическо-тафономический 71
- фаунистическо-тафономический 71
- Морфодиагенез 9**
- Морфоскульптуры погребенные 45, 46**
- Морфоструктуры погребенные 45, 46**
- Направленность развития древнего рельефа Земли 28**
- Необратимость развития древнего рельефа Земли 28**
- Неполное совмещение вершинных частей погребенных морфоструктур 53, 61**
- Непрерывно-прерывистый характер геоморфогенеза 28, 29**
- Неунаследованные погребенные морфоструктуры 58**
- — несогласные (обращенные, инверсионные) 58

- Несоответствие вершинных частей погребенных возвышенностей 50, 60, 61
- катаморфное 61
 - обратное 61
 - эпиморфное 61
- Новообразование форм рельефа 38, 40
- Обращенный рельеф полностью 58
- — частично 58
- Объемный метод 70, 144
- Определение степени совмещения рельефа разновозрастных погребенных поверхностей 62
- Определение относительного возраста погребенных локальных форм 112
- Определение очертаний и высоты локальных форм 112
- Палеогеоморфологическая карта 163, 164, 166, 168
- — сохранившегося и восстановленного рельефа 165, 174, 175, 176
 - — погребенного преобразованного рельефа 165, 177
 - — палеогеоморфологических районов 165
 - методы составления 168, 169, 170, 172
- Палеогеоморфологическая кривая 36, 37
- Палеогеоморфологический анализ 10, 21, 27, 38, 43, 44, 65, 75, 80, 101, 124, 127, 132, 134, 144, 162, 164, 182, 183, 204
- Палеогеоморфологический подход к поискам месторождений 182, 183, 184, 185, 186
- — — золота, платины, алмазов 188
 - — — нефти и газа 189, 190, 193
 - — — каменных углей и торфа 197
 - — — железных руд экзогенного типа 198
 - — — марганцевых руд 199
 - — — бокситов 200, 201
 - — — «агрономических» руд 201, 202
 - — — коллекторов подземных вод 202, 203
- Палеогеоморфологический профиль 180
- Палеогеоморфологический синтез 161
- Палеогеоморфологический тип ловушек нефти и газа 191, 192, 193, 194, 195
- морфоскульптурный подтип 194, 195
 - морфоструктурный подтип 194, 195
 - смешанный подтип 195
- Палеогеоморфология 18, 19, 20, 25, 42, 109
- общая 24
 - прикладная 24
 - региональная 24
- Палеогипсометрическая карта 170
- Палеонтологический метод 71, 125
- Палеофациальный метод 68, 74
- Первичное (сингенетическое) смещение (несоответствие) сводов погребенных форм рельефа 51
- Периодичность (этапность) развития рельефа Земли 28, 31
- Поверхность выравнивания погребенная 10
- — преобразованная 10
 - — реконструированная 10
 - — смешанного типа 10
 - — сохранившаяся полностью 11
 - — частично 11
 - — частично сохранившаяся 11
 - — полигенетическая 11
- Погребенные морфоструктуры с несоответственными сводами 53
- Погребенные морфоструктуры с совмещенными сводами 53
- Подземный рельеф 6
- Полное несоответствие вершинных частей погребенных морфоструктур 55, 58, 61
- — продольное 54, 58
 - — поперечное 54, 58
 - — диагональное 54, 58
- Полное несоответствие вершинных частей локальных морфоструктур 54, 61
- Полное обратное совмещение вершинных частей погребенных морфоструктур 61
- Полное совмещение вершинных частей погребенных морфоструктур 53
- — вписанное 53, 54
 - — описанное 53, 54
- Полностью обращенный рельеф 58
- Поперечное смещение вершинных частей морфоструктур 54, 55
- Преобразованный погребенный рельеф 9
- Принципиальная схема совмещения вершинных частей погребенных возвышенностей 54, 55
- Продольное совмещение вершинных частей морфоструктур 54
- Рельеф видимой поверхности Земли 5, 8, 9
- древний 8, 9, 10
 - ископаемый 6

- откопанный (экспонированный) 9, 133
- полупогребенный 8, 9, 10
- реликтовый 9, 10, 133
- современный 9
- Рельеф погребенных поверхностей Земли 5, 6, 7
 - — — восстановленный (реконструированный) 9
 - — — под водами океанов 9
 - — — под материковыми льдами 9
 - — — под осадочными породами 9
 - — — под покровом лав и туфов 9
 - — — преобразованный после захоронения 6, 9
 - — — сохранившийся полностью 8
 - — — сохранившийся частично 8
 - — — неунаследованный 50, 58
 - — — унаследованный 38, 39, 50
- Смещение вершинных частей погребенных форм рельефа 50
- Соответствие форм рельефа погребенных поверхностей 60, 61
 - — полное 61
 - — частичное 61
- Степень совмещения рельефа разновозрастных погребенных поверхностей Земли 53, 62
- Степень соответствия (соотношения) рельефа разновозрастных погребенных поверхностей 155, 156, 158
- Талассократическая эпоха развития рельефа 35
- Узлы схождения 11
 - Узлы схождения погребенных поверхностей выравнивания 11, 30
 - Унаследованное развитие 38, 39
 - — морфоскульптур 39
 - — морфоструктур 38
 - Унаследованность развития древнего рельефа 27, 38
 - Унаследованность форм рельефа погребенных поверхностей 38
 - Унаследованные погребенные формы рельефа 39
 - Унаследованные регенерированные (возрожденные) формы рельефа 39
 - Унаследованные сквозные древние формы рельефа 39
- Фаза геоморфогенеза 33, 36.
 - Частичное совмещение вершинных частей погребенных морфоструктур 53
 - — диагональное 54
 - — поперечное 54
 - — продольное 54
- Эпоха геоморфогенеза 33, 35, 36
- Этажность месторождений полезных ископаемых 196
- Этажность погребенного рельефа 11, 29, 30
- Этажность погребенных поверхностей выравнивания 11
- Этап геоморфогенеза (рельефообразования) 33, 34, 35, 36
- Этапность развития древнего рельефа Земли 31.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
-----------------------	---

ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЯ КАК НАУКА

Глава 1

<i>Терминология, употребляемая при характеристике погребенного рельефа</i>	5
--	---

Глава 2

<i>История изучения погребенного рельефа и формирования палеогеоморфологических воззрений</i>	13
---	----

Глава 3

<i>Предмет изучения и задачи палеогеоморфологии</i>	19
Основные проблемы в задачи палеогеоморфологии	20
Разделы палеогеоморфологии	24
Положение палеогеоморфологии среди наук о Земле и связь ее с другими отраслями естествознания	25

Глава 4

<i>Теоретические вопросы палеогеоморфологии</i>	27
Основные закономерности развития древнего рельефа Земли	27
Теоретическое значение палеогеоморфологии	42

Глава 5

<i>Классификация рельефа погребенных поверхностей земной коры</i>	44
---	----

МЕТОДЫ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 6

<i>Методы изучения рельефа погребенных поверхностей земной коры</i>	65
Обзор методов и приемов палеогеоморфологических исследований	67
Палеофациальный метод	74
Метод анализа мощностей отложений	109
Палеонтологический метод	125
Биоиндикационный метод	128

Геоморфологический и палеогеоморфологический методы	129
Геофизический метод	143
Математический метод	154

Глава 7

<i>Палеогеоморфологическая карта</i>	163
--------------------------------------	-----

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИИ

Глава 8

<i>Народнохозяйственное значение палеогеоморфологических исследований</i>	
Практическое использование данных палеогеоморфологических исследований	182
Роль древнего рельефа в формировании месторождений полезных ископаемых	184
Древний рельеф и россыпные месторождения полезных ископаемых	187
Погребенный рельеф и формирование залежей нефти и газа	189
Древний рельеф и его роль в формировании месторождения бурых и каменных углей и торфа	197
Роль древнего рельефа в образовании месторождений руд экзогенного типа	198
Древний рельеф и формирование месторождений «агрономических» руд, глин, песков и хрусталеносных россыпей	201
Погребенный рельеф и подземные воды	202
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	204
Список литературы	206
Предметный указатель	219

Василий Иванович Галицкий

ОСНОВЫ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИИ

Печатается по постановлению ученого совета Сектора географии АН УССР

Редактор *И. Я. Чехович*. Редактор-библиограф *А. Т. Чусов*. Оформление художника *Г. М. Балюна*. Художественный редактор *Н. Н. Косарева*. Технический редактор *Н. А. Ратнер*. Корректоры *Л. Н. Вырова, Э. М. Киянская, С. Е. Ногкина*.

Информ. бланк № 3280.

Сдано в набор 26.07.79. Подп. в печ. 11.02.80. БФ 00032. Формат 60×90/16. Бумага типогр. № 3. Лит. гарн. Выс. печ. Усл. печ. л. 14,00. Уч.-изд. л. 15,38. Тираж 1000 экз. Заказ № 9—1851. Цена 2 руб. 60 коп.

Издательство «Наукова думка», 252601, Киев, ГСП, Репина, 3.

Отпечатано с матриц Головного предприятия республиканского производственного объединения «Полиграфкинг» Госкомиздата УССР, 252057, Киев-57, Довженко, 3 в областной книжной типографии Львовского облполиграфиздата, Львов, Стефанька, 11. Зак. 3352.