

М. В. ПРОНИЧЕВА, П. И. ЖЕРНАКОВ

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ
АНАЛИЗА ПАЛЕОРЕЛЬЕФА

В статье рассматривается состояние палеогеоморфологических исследований в Советском Союзе и за рубежом, их задачи и практическое применение в нефтяной геологии для поисков ловушек нефти и газа неструктурного типа. Объектом опытно-методических исследований был предсантонский континентальный перерыв в юго-восточной части Прикаспийской впадины, рельеф которого восстановлен путем изучения мощностей и литолого-фациальных особенностей слагающих и перекрывающих его отложений. Особое внимание уделено количественной характеристике палеорельефа. Составлены палеогипсометрическая, палеогеоморфологическая и палеоморфоструктурная карты, выделены так называемые палеогеоморфологические ловушки, связанные с формами палеорельефа.

Постановка вопроса

В настоящее время назрела необходимость широкой планомерной постановки палеогеоморфологических исследований в нашей стране. Большое развитие получают науки, связанные с изучением особенностей прошлых геологических эпох, — палеогеография, палеотектоника, палеогидрогеология, среди которых свое место должна занять и палеогеоморфология.

Подобно тому, как структурно-геоморфологические исследования тесно связаны с практикой нефтепоисковых работ, так и развитие палеогеоморфологии обусловлено актуальными практическими задачами нефтяной геологии в ближайшие годы. В Советском Союзе разрабатываются в основном залежи нефти и газа структурного типа. По мере исчерпания фонда локальных структур должен наступить новый период поисков и разведки. В старых нефтяных районах Предкавказья, Урало-Поволжья такое положение уже имеет место. Поэтому в настоящее время большое внимание уделяется методике поисков неструктурных — литолого-стратиграфических ловушек (Алексин и др., 1968; Гроссгейм, 1967; Маслов, 1968 и др.). Определенная часть таких ловушек связана с рельефом древних поверхностей континентальных перерывов, его эрозионно-денудационными и аккумулятивными формами. Это — останцы, холмы, гряды, куэсты, уступы, речные террасы, формы эолового и прибрежно-морского рельефа, рифы.

В практике нефтепоисковых работ в СССР пока известно небольшое количество месторождений, обусловленных палеорельефом. Так, залежи нефти и газа приурочены к палеодолинам на Покровской, Дерюжевской, Кулешовской площадях в Куйбышевском Заволжье (Моргунов, Демин, 1961; Грачевский, Берлин, 1968); Красноленинском районе Западной Сибири (Карогодин, 1967). Эрозионными останцами являются Шакшинская и Эстачинская структуры Башкирии (Розанов, 1957). Куэстовым рельефом обусловлена залежь на месторождении Южный Аламышик в Фергане (Хуторов, 1958). При выявлении указанных ловушек применялись геолого-геофизические методы, палео-геоморфологический анализ не проводился. Геоморфологам необходимо обратить внимание на изучение рельефа древних эпох континентальных перерывов, раздвинув тем самым рамки структурно-геоморфологического анализа за пределы неоген-четвертичного этапа. Следует заметить, что эпохи размыва занимают значительную часть геологической истории. Например, в Прикаспийской впадине эпохи перерыва в осадконакоплении составляют одну треть общей продолжительности времени накопления мезо-кайнозойского комплекса, т. е. около 80 млн. лет.

Задачи, которые призвана решать палеогеоморфология, включают прежде всего восстановление и изучение рельефа эпох континентальных перерывов. Основные принципы и общие методические положения палеогеоморфологического анализа описаны в геоморфологической и геологической литературе (Мещеряков, 1965; Веклич, 1966; Галицкий, 1966; Гольберт и др., 1968). В 1967 г. в Уфе состоялось I Всесоюзное палеогеоморфологическое совещание, которое привело к научно-организационному оформлению палеогеоморфологии. Дальнейшее развитие палеогеоморфологических исследований и их внедрение в практику нефтепоисковых работ зависит от разработки научно-обоснованной методики. В этом отношении палеогеоморфология делает первые шаги (исследования геоморфологов ВНИГНИ, географического факультета МГУ).

Большой интерес представляет ознакомление с опытом палеогеоморфологических работ в США, Канаде и других зарубежных странах. Как известно, в этих странах добыча нефти и газа в большом объеме производится из ловушек неструктурного типа, связанных с поверхностями несогласий (Гроссгейм, 1967; Halbouty, 1968). В настоящее время в США и Канаде палеогеоморфология применяется непосредственно в нефтяной разведке (Martin, 1966). Характерны названия статей: «Палеогеоморфология, как практический метод разведки», «Погребенные холмы — кладовые новых месторождений в миссисипских отложениях Канады» (McKee, 1963; Martin, 1964).

Имеющийся опыт отечественных и зарубежных исследований показывает, что изучение палеорельефа осуществляется методами генетической геоморфологии и палеотектоники. Анализ мощностей отложений, перекрывающих палеорельеф, составляет основу палеогеоморфологического анализа. Дальнейшие пути исследований наших и зарубежных геологов различны. В практике американских работ исследования ведутся чисто морфологическими методами, у нас же намечается путь широкого использования литолого-фациальных данных.

Методика исследований

В течение последних четырех лет во Всесоюзном научно-исследовательском геолого-разведочном нефтяном институте (ВНИГНИ) проводятся специальные палеогеоморфологические исследования применительно к задачам нефтяной геологии. При этом большое внимание уделяется получению количественных характеристик палеорельефа. Рельеф отдельных эпох континентальных перерывов восстановлен и изучен в двух различных по геологическим условиям районах Русской платформы: солянокупольной области Прикаспия и в пределах Приволжской возвышенности.

Общая характеристика района. Основная территория исследований площадью 12 000 км² расположена на юге Подуральяского плато, в юго-восточной части Прикаспийской впадины. Характерной чертой геологического разреза является наличие мощной толщи соли, что обуславливает широкое развитие выраженных в современном рельефе соляных куполов. Различная устойчивость пород к эрозии при полупустынном климате и интенсивном проявлении соляной тектоники создает благоприятные условия для развития структурных форм рельефа.

Задача палеогеоморфологического анализа состояла в реконструкции и характеристике поверхности предсантонского континентального перерыва. Это был длительный перерыв на границе ранне- и позднемиловых эпох, длившийся около 20 млн. лет. В середине альбского века море отступило на запад от изучаемого района в сторону Прикаспийской впадины и образовалась низменная прибрежная равнина. В позднеальбское время поднятие территории усиливается и на большей площади ее отлагается толща косослонистых кварцево-полевошпатовых разно-

зернистых песков и песчаников, источником сноса которых на востоке служили Южный Урал и Мугоджары (Вахромеев, 1952). Отложения сеномана отсутствуют и известны западнее района исследований. В последующий за сеноманским — турон-коньякский век значительная часть территории также была сушей, и морской бассейн этого времени лишь ингрессировал в понижения палеорельефа. Сантонское и последующие позднемеловые моря уже полностью перекрывали район исследований (рис. 1).

Таким образом, формирование рельефа в предсантонский континентальный перерыв происходило под воздействием тектонических и экзогенных процессов в течение второй половины альбского, сеноманский,

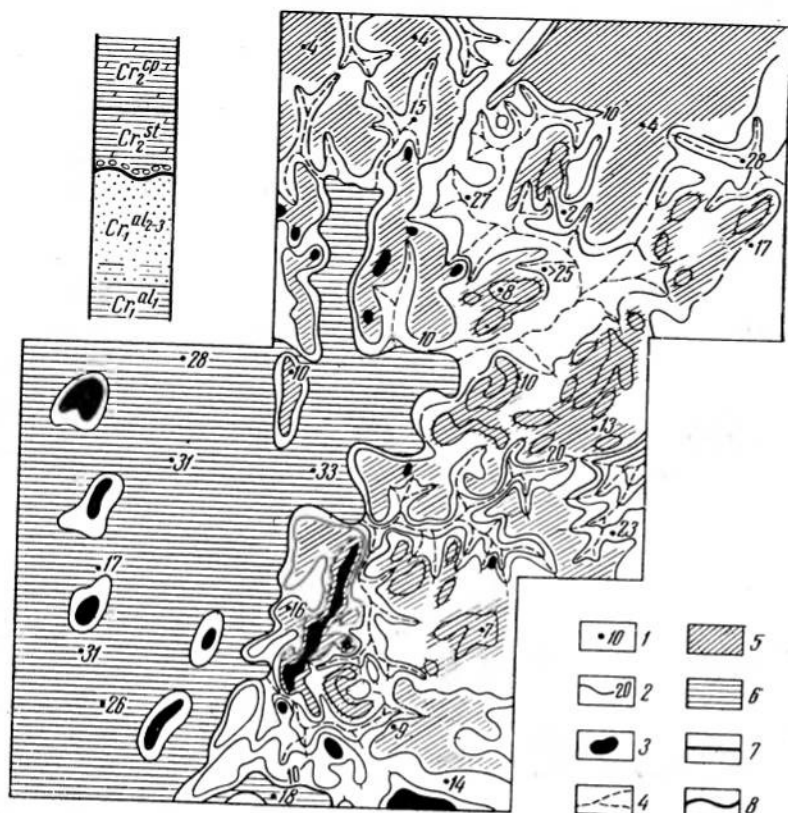


Рис. 1. Карта мощностей сантонских отложений юго-восточной части Прикаспийской впадины

1 — мощности, м; 2 — изопакты; 3 — участки отсутствия отложений сантона (останцы палеорельефа); 4 — основные долинообразные понижения; 5 — повышенные участки палеорельефа; 6 — туронский бассейн. На врезке — стратиграфическая колонка; 7 — опорный горизонт; 8 — поверхность реконструкции

туронский и коньякский века. Поверхность сложена различными горизонтами альбских и более древних пород, а захоронена почти повсеместно морскими отложениями сантона. Поэтому в последующие этапы позднемеловой эпохи и кайнозойской истории рельеф изучаемой поверхности был погребен, и его преобразование происходило под воздействием лишь общерегиональных тектонических движений и локальных перемещений соли. На современном этапе поверхность находится в погребенном состоянии и «откопана» в пределах отдельных солянокупольных структур. Для нее характерны большие неровности с колебаниями высот до 800 м. Построение карты современного положения поверхности

не вызывает затруднений и выполняется как составление структурной карты по абсолютным отметкам кровли размытой поверхности.

Фактическим материалом для изучения палеорельефа послужили разрезы 10 тыс. скважин, пробуренных при структурно-геологической съемке трестом «Актюбнефтеразведка» по сетке квадратов со стороной 1—1, 5—2 км. Скважины прошли верхнемеловые отложения и углубились в изучаемую поверхность на 10—20 м. Предварительный этап работ состоял в сборе на перфокарты данных о мощностях, литологии, текстуре перекрывающих и слагающих палеорельеф пород.

Ниже охарактеризуем последовательно примененную нами методику палеогеоморфологического анализа.

Выбор опорного слоя и анализ мощностей перекрывающих рельеф отложений. Как известно, для первоначального общего представления о палеорельефе определяют по материалам бурения глубину залегания кровли искомой поверхности рельефа по отношению к какому-либо выше- или нижележащему горизонту, принимаемому за исходный и условно приведенному в горизонтальное положение (Зеккель, 1958; Колтуков, 1964). Исходя из этого, существует два пути восстановления палеорельефа — реконструкции «сверху» и «снизу».

При реконструкции «сверху» анализируются мощности отложений, перекрывающих палеорельеф, от выбранного условного нулевого уровня — опорного слоя. Большое значение имеет правильный выбор такого опорного слоя (репера). Необходимо, чтобы репер имел региональное распространение, был хорошо стратиграфически обоснован, характеризовался устойчивостью литологических признаков, которые должны указывать на сходные условия в бассейне седиментации при отложении реперного слоя. Эти опорные слои должны залегать относительно близко к реконструируемой поверхности, чтобы влияние тектонических движений за время накопления изучаемого интервала мощности было минимальным. Измеряя мощности отложений от выбранного опорного слоя до поверхности палеорельефа, строят карту мощностей в изолиниях (карту изопакит). Изопакиты отразят палеорельеф, и сокращенные мощности будут соответствовать положительным формам, а увеличенные — отрицательным элементам рельефа.

Путь реконструкции «снизу» предусматривает выбор опорного слоя внутри слагающих палеорельеф отложений и также построение карты мощностей. В этом случае мы получаем непосредственно рельеф размытой поверхности: увеличенные мощности интерпретируются как положительные формы, сокращенные отражают отрицательные элементы рельефа. Несмотря на такое преимущество, реконструкция «снизу» при палеогеоморфологическом анализе будет иметь ограниченное распространение из-за недостаточности материалов бурения.

На территории исследований рельеф формировался главным образом в однообразных песчаных породах верхнего и среднего альба мощностью до 200 м. Поэтому выбрать горизонт, пригодный для реконструкции «снизу», не представляется возможным. Такой горизонт и не мог образоваться из-за активного проявления соляной тектоники во время отложения альбских осадков. Поэтому нами применен путь реконструкции «сверху», при котором анализировались мощности морских сантонских отложений, трансгрессивно перекрывших и захоронивших палеорельеф. При этом предполагается, что к концу сантонского осадконакопления образовалась близкая к горизонтальной поверхность кровли этих отложений, принятая за условный нулевой уровень. Важным моментом в данном случае является то, что следующая кампанская трансгрессия продолжила сантонскую без континентального перерыва, сохранив кровлю от размыва. Одновременно кровля сантона четко фиксируется в разрезах скважин по геофизическим, литологическим и фаунистическим данным (Колтыпин, 1957). Максимальное расстояние кровли сантона до

восстанавливаемой поверхности палеорельефа невелико — 30—35 м. Палеоструктурный анализ показывает, что сantonский век характеризуется стабильными тектоническими условиями. Таким образом, кровля сantonа как опорный репер отвечает указанным выше условиям реконструкции.

По данным о мощностях сantonских отложений построена карта изопакит, на которой проведена на основании изучения распространения осадков турона береговая линия туронского бассейна (рис. 1). На карте четко видны вытянутые участки увеличенных мощностей, образующих относительно узкие древовидные формы. Нарастание мощности в них происходит от мелких форм к более крупным, а в крупных формах — при приближении к берегу туронского моря. Это позволило интерпретировать такие формы как эрозионные долинообразные понижения. Одно из таких понижений с ответвлениями расположено в центре территории и имеет юго-западное направление. Оно соответствует современной долине Эмбы. Зоны сокращенных мощностей представлены изометричными формами и повсеместно приурочены к водораздельным пространствам. В этих же зонах расположены участки отсутствия сantonских отложений, которые образуют наиболее повышенные формы палеорельефа — останцы. Они существовали в сantonском море как острова.

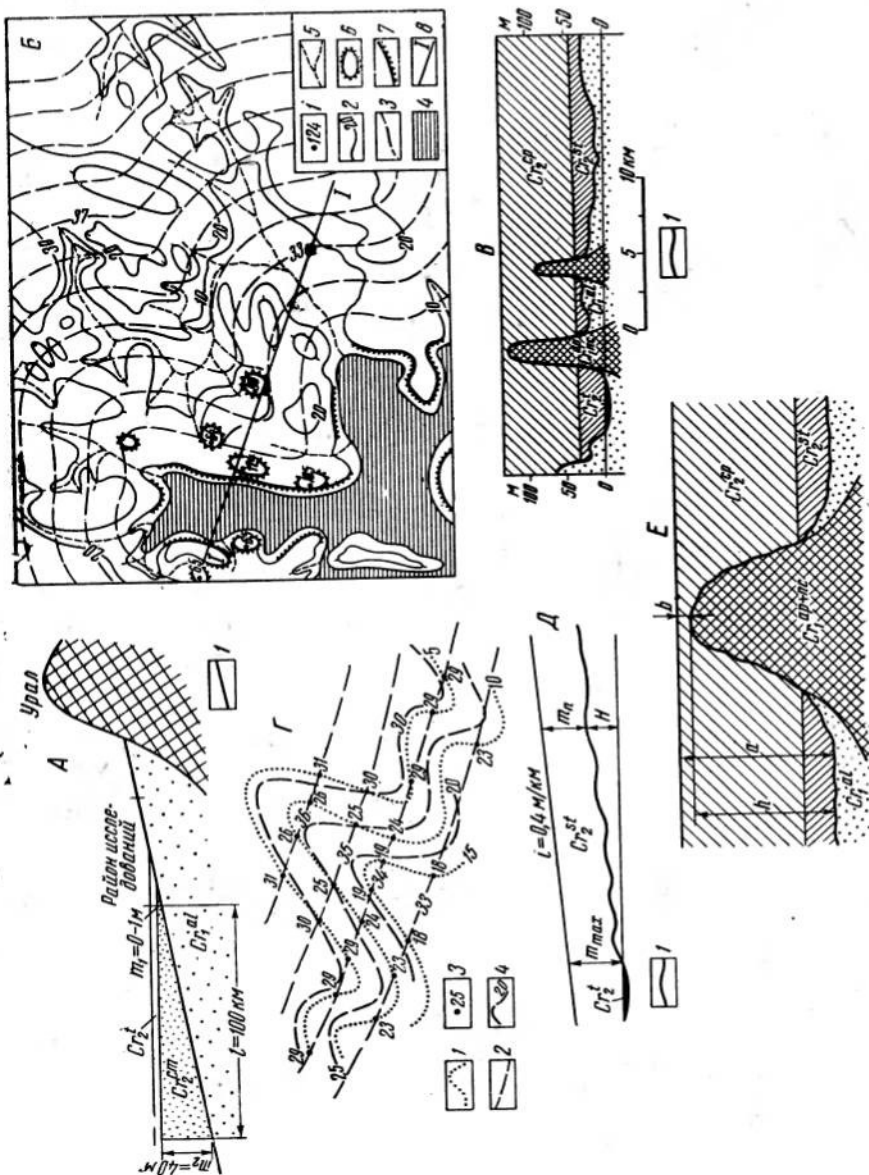
В расположении водораздельных поверхностей и останцов наблюдается определенная закономерность. В восточной части района совершенно не встречаются места отсутствия отложений сantonа, в то время как на западе останцы пользуются широким распространением. По данным палеотектонического анализа, большинство из них приурочено к зонам интенсивного вертикального внедрения соли, где и образовались наиболее приподнятые формы первичнотектонического рельефа.

Таким образом, на карте изопакит сantonских отложений выделяют все основные формы палеорельефа: долинообразные эрозионные понижения, водоразделы с осложняющими их пологими формами и наиболее повышенные формы останцового рельефа. Эта карта является первым основным документом при палеогеоморфологических реконструкциях.

Восстановление регионального наклона, абсолютных и относительных высот палеорельефа. Мощности перекрывших рельеф отложений отражают лишь относительные превышения форм палеорельефа на близких расстояниях и дают о нем общее представление. Необходимо отыскать путь к тому, чтобы оценить рельеф не только с точки зрения взаимного расположения близлежащих форм, но и определить положение реконструированного захороненного рельефа в пространстве на большом протяжении, количественно определить высоты палеорельефа. Эти данные необходимы как для построения палеогипсометрической и палеогеоморфологической карт, так и для решения других частных практических вопросов. Вычисление высот положительных форм рельефа позволяет несколько иначе подходить к интерпретации и данных бурения. Например, значительные по высоте захороненные формы палеорельефа могут быть интерпретированы как тектонические образования типа горстов, хотя являясь останцами палеорельефа. Для выявления палеогеоморфологических ловушек нефти и газа необходимо знать и высоты форм палеорельефа. Нами сделана попытка рассмотреть эти не освещенные в литературе вопросы.

К решению данного вопроса можно подойти путем выяснения пространственного положения палеорельефа к моменту его захоронения под более молодыми осадками. Поверхность рельефа континентального перерыва, обычно связанного с подъемом территории, будет иметь свой региональный наклон. Поэтому задача сводится прежде всего к определению величины этого наклона.

Рис. 2. Схема восстановления региональ-
ного наклона и получения палеовысот
А — профиль регионального наклона; 1 — ли-
ния регионального наклона. В — палеогипсо-
метрическая карта предантогонского времени;
1 — палеовысоты; 2 — палеонизогипсы; 3 — изо-
линии базисной поверхности; 4 — турочский
бассейн; 5 — гидрографическая сеть; 6 — ос-
танцы; 7 — уступы; 8 — линия профиля. В — про-
филь палеогипсометрический профиль 1—1; 1 — про-
филь палеорельефа; Г — схема рисовки базис-
ной поверхности; 1 — изопакхиты; 2 — изолинии базис-
ной поверхности; 3 — палеовысоты; 4 — палео-
изогипсы. Д — пример расчета палеовысот;
1 — профиль палеорельефа. Е — определение
высот останцовых форм палеорельефа. Пояс-
нения в тексте



Региональный наклон территории представляется в виде определенной базисной поверхности, имеющей общее направление снижения на юго-запад, в сторону Прикаспийской впадины (рис. 2, А). На фоне этой поверхности и происходило формирование рельефа древней суши. Вычисление наклона выполнено для времени изучаемого континентального перерыва на основе анализа мощностей предыдущего геологического времени, в нашем случае — сеноманского века:

$$i = \frac{m_2 - m_1}{l}, \quad (1)$$

где i — величина регионального наклона, м/км; m_2 — максимальная мощность отложений сеномана; m_1 — минимальная мощность отложений сеномана; l — расстояние между точками, в которых измерены m_2 и m_1 .

Мощности сеноманского яруса на территории исследования увеличиваются с востока на запад от 0 до 40 м на расстоянии 100 км (Колтыпин, 1957). По формуле (1) получаем величину регионального наклона

$$i = \frac{40 \text{ м} - 0 \text{ м}}{100 \text{ км}} = 0,4 \text{ м/км},$$

или иначе наклон составляет 1 м на 2,5 км.

Описанный прием основан на том предположении, что мощности отложений равномерно увеличиваются от источника сноса (в данном случае Урала) в сторону опущенной территории Прикаспийской впадины. К концу этапа осадконакопления они образовали ровную, близкую к горизонтальной поверхность, тем самым фиксируя наклон территории, на которую они отлагались.

Получив величину регионального наклона, можно изобразить базисную поверхность на карте (рис. 2, Б). Это достигается путем проведения изолиний высот базисной поверхности, через 2,5 км, что будет соответствовать изменению по высоте в 1 м. Изолинии проводятся параллельно береговой линии туронского бассейна, поверхность которого принимается за исходный нуль.

Построив карту, которая дает информацию о наклоне базисной поверхности, нужно увязать ее с картой изопакит перекрывающих рельеф отложений. Принято считать, что изопакиты прямо отражают палеорельеф. Поскольку карты мощностей строятся от условной горизонтальной плоскости, для правильной интерпретации и рельефа, изображенного в изопакитах, нужно придать поверхности палеорельефа положение, соответствующее региональному наклону. Для этого необходимо совместить две карты — карты изопакит и наклона базисной поверхности. Затем в точках пересечения изолиний и изопакит следовало бы из высоты базисной поверхности (H_i) вычесть значение изопакиты, т. е. мощность в данной точке (m_n) (рис. 2, Г). Полученная разность должна соответствовать превышению над уровнем туронского бассейна (H_1):

$$H_1 = H_i - m_n \quad (2)$$

Поскольку за основу приняты мощности перекрывающих отложений, простое вычитание ($H_i - m_n$) не даст правильного представления о положении палеорельефа. В этом случае его поверхность окажется ниже уровня туронского бассейна на величину максимальной мощности отложений сантона (m_{max}) (рис. 2, Д). Значит, для правильной интерпретации необходимо увеличить значение регионального наклона на эту величину, т. е. прибавить 30 м к нулевой изолинии регионального наклона и ко всем последующим, что даст соответственно 31, 32, 33 м и т. д.

После сделанных уточнений превышение конкретной точки выразится формулой:

$$H = H_i + m_{\max} - m_n, \quad (3)$$

где H — превышение данной точки над уровнем туронского бассейна; H_i — высота базисной поверхности в данной точке; $m_{\max}$ — максимальная мощность сантонских отложений, перекрывших палеорельеф; m_n — мощность сантонских отложений в данной точке.

В результате вычислений получаем сеть точек, имеющих определенные превышения над уровнем туронского бассейна. По этим точкам путем линейной интерполяции проводятся изогипсы палеорельефа и строится палеопипсометрическая карта (см. рис. 2, Б, В). Следует отметить, что полученные палеовысоты приблизительные, но и одновременно наиболее вероятны.

Описанным выше путем можно получить палеовысоты форм рельефа, полностью захороненных сантонской трансгрессией. Ряд останцовых форм были островами в сантонском море и оказались захороненными лишь следующей — кампанской трансгрессией (рис. 2, Е). Относительную высоту этих палеоформ вычислим по формуле

$$h = a - b, \quad (4)$$

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

$$H_{\text{останца}} = H_i + h. \quad (5)$$

Таким путем получены высоты отдельных останцов. Например, для возвышенности Илемесаймак имеем: $h = 125 \text{ м} - 16 \text{ м} = 109 \text{ м}$. В районе останца проходит изогипса в 15 м, поэтому $H_{\text{останца}} = 15 \text{ м} + 109 \text{ м} = 124 \text{ м}$.

Анализ литолого-фациальных особенностей пород, слагающих и перекрывающих палеорельеф — один из важных методов восстановления форм палеорельефа. Детальному изучению подлежали верхняя часть разреза слагающих рельеф альбских пород и низы перекрывших этот рельеф сантонских морских отложений. Это обусловлено тем, что при формировании рельефа в сеноман-турон-коньякское время наибольшему разрушению и переработке подвергалась верхняя часть альбского разреза, которая сформировалась под воздействием рельефообразующих процессов континентального перерыва. В последующем, на начальной стадии развития сантонской трансгрессии, существовавший рельеф оказывал непосредственное влияние на характер осадков. Затем это влияние ослабевало и прекратилось совсем. Опыт показывает, что величина анализируемой мощности разрезов как слагающих, так и перекрывающих рельеф пород может не превышать 10—20 м. В нашем примере имеющиеся скважины вскрыли толщу слагающих палеорельеф пород альба на глубину 15—20 м. Эта вскрытая часть разреза и была изучена. Для сантонских отложений, перекрывших палеорельеф, мощность исследуемой нижней части толщи не превышала 5—7 м. Лишь в этом интервале состав пород сантона характеризуется разнообразием, зависящим от подстилающего рельефа, в то время как выше по разрезу распространены однообразные серые известковистые глины.

В начале работы над этим сложным вопросом была составлена рабочая карта фактического материала, на которой тщательно (в виде колонок) были изображены разрезы отложений и дана возможно полная характеристика отложений (цвет, гранулометрия, текстура, включения, возраст). Было замечено, что литологические разности пород могут быть

объединены в определенные комплексы (чистые глины, глины с галькой, пески крупнозернистые и др.). Это дало возможность построить отдельно для слагающих и перекрывающих палеорельеф пород карты их литологических комплексов (рис. 3). Для суждения по литологическим комплексам о характере палеорельефа карты литологического состава сопоставили с картой мощностей перекрывающих рельеф отложений (в данном случае сантонских). Установленные закономерности связи мощностей и литологического состава приведены в таблице.

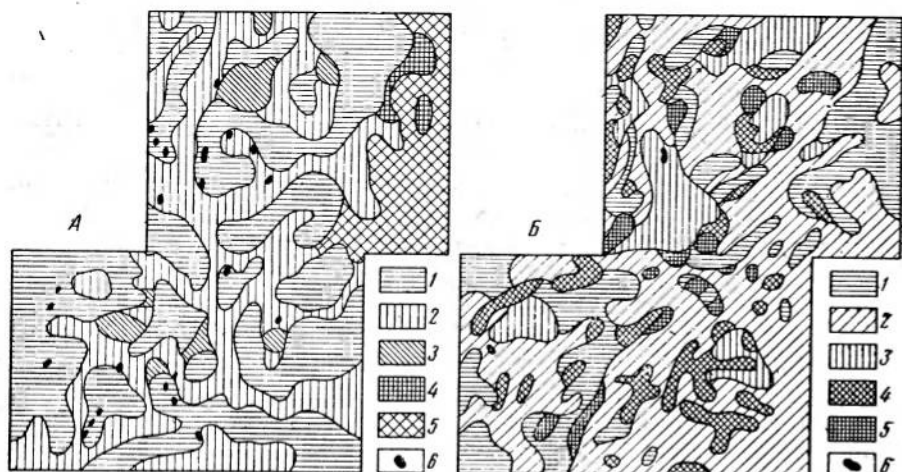


Рис. 3. Карты литологических комплексов

Составил Ф. М. Мешалкин.

А — перекрывающих палеорельеф сантонских отложений: 1 — глины; 2 — глины с включениями фосфоритовой гальки; 3 — глины с конгломератом в основании; 4 — глины с песчаником в основании; 5 — глины, в основании песчаник с галькой; 6 — выходы более древних пород. Б — слагающих палеорельеф альбских отложений: 1 — глины; 2 — пески мелкозернистые; 3 — пески разнозернистые; 4 — пески крупнозернистые; 5 — песчаники; 6 — выходы древних пород

Таким образом, литологический состав перекрывших рельеф отложений указывает на его крупные морфологические особенности. Слагающие рельеф породы свидетельствуют о формах, генезисе рельефа и позволяют наметить коррелятивные рельефу отложения. В других районах будут встречены, очевидно, иные литологические комплексы пород, но принципы их изучения и использования для палеогеоморфологических реконструкций, по-видимому, сохранятся.

Составление палеогеоморфологической карты. Рассмотренные выше данные, дополненные палеоклиматическими особенностями, позволяют перейти к составлению палеогеоморфологической карты (рис. 4). В соответствии с имевшимся фактически материалом палеогеоморфологическая карта составлена по морфогенетическому принципу. Каждому типу рельефа на карте соответствует определенный комплекс признаков. Структурно-денудационные возвышенности грядово-останцового рельефа с превышениями до 150 м имеют, например, следующие признаки: перекрывающие отложения характеризуются глинистым составом, сокращены в мощности до 1—5 м или отсутствуют, на палеопереходности местами обнажены древние породы, нередко различной устойчивости (возвышенности Чиркала, Илемесаймак). Для выделения полого-волнистого возвышенного рельефа основными признаками служили приуроченность к нему сильно песчаных сантонских глин без включений фосфоритов мощностью 5—10 м; поверхность естественного среза сложена преимущественно песками альба; выходы более древних пород

отсутствуют. Внимательный анализ материала дает возможность выделить отдельные формы — промоины, уступы, холмы, гряды, останцы.

Типы и формы рельефа приурочены к определенным районам, что позволяет провести палеогеоморфологическое районирование и установить связь районов с тектоническими особенностями. Например, юго-восточный (III) район характеризуется развитием полого-волнистого воз-

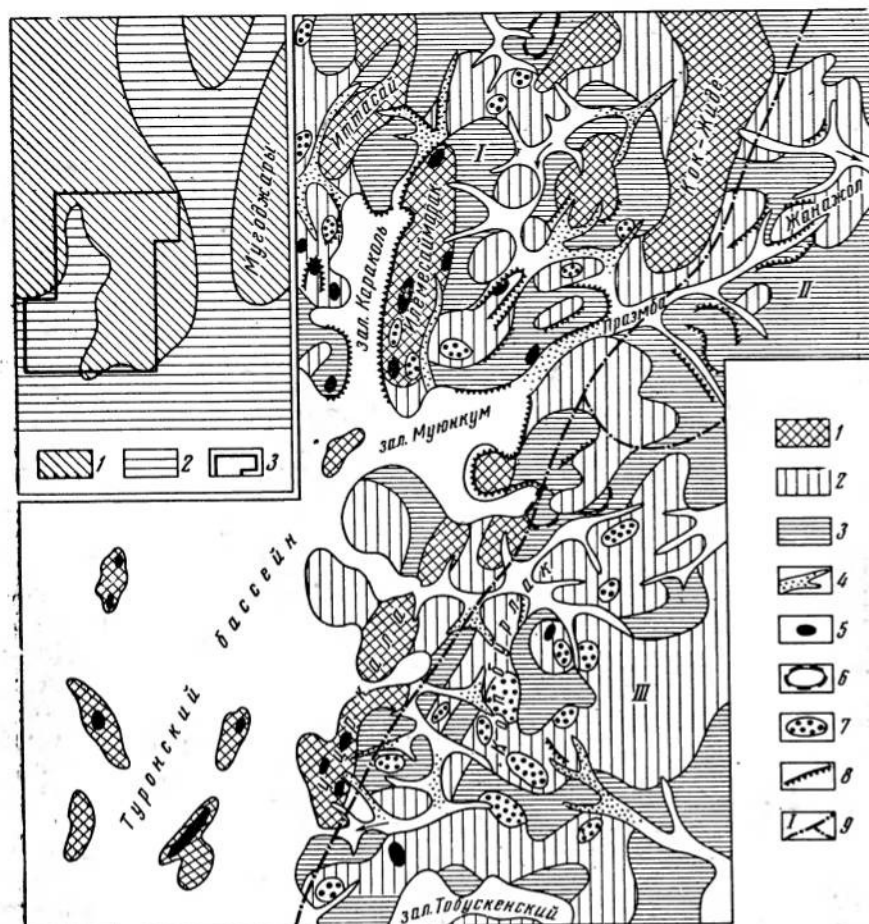


Рис. 4. Палеогеоморфологическая карта предсантонского времени

Составили Ф. М. Мешалкин, М. В. Проницева.

1 — структурно-денудационные возвышенности с грядово-останцовым рельефом, сильно расчлененные (отн. высоты до 150 м); 2 — полого-волнистые денудационные возвышенности, слабо расчлененные (отн. высоты более 50 м); 3 — плоско-волнистые равнины (отн. высоты менее 50 м); 4 — долины и места скопления аллювиальных отложений; 5 — останцы; 6 — платообразные возвышенности, бронированные песчаниками; 7 — реликты первичной аккумулятивной равнины альбского времени; 8 — денудационные уступы; 9 — границы геоморфологических районов. На врезке палеогеографическая схема туронского времени: 1 — туронский бассейн; 2 — суша; 3 — граница района исследований

вышенного рельефа, сложенного песчаными отложениями и соответствующего крупному сводовому Жаркамышскому поднятию.

Описание истории развития рельефа реконструированной поверхности является составной частью палеогеоморфологических исследований. При этом может быть определен и возраст рельефа. Так, в районе работ выделены реликтовый первично-тектонический рельеф альбского века и полого-волнистая равнина турон-коньякского времени, разделенные уступом века сеноманской денудации.

Связь литологических комплексов с палеорельефом

Мощность перекрывающих отложений (<i>sm. м.</i>)	Литологический состав отложений		Элементы палеорельефа	Крутизна склонов	Генезис палеорельефа и коррелятных отложений
	перекрывающих палеорельеф (<i>sm.</i>)	слагающих палеорельеф (<i>alb.</i>)			
Менее 5	Чистые глины	Песчаники, крупнозернистые пески	Возвышенности	до 20°	Куэсты, эоловые накопления, останцы древней равнины
До 10	Базальный горизонт (песчаники и галька)	Глины	Платообразные возвышенные участки	—	Абразивный
5—10	Глины с единичными галькой и фосфоритами	Разнозернистые пески	Склоны, подножия, слабо наклонные равнины	до 10°	Делювиально-пролювиальные
Более 10	Глины с фосфоритовой плитой в основании	Крупно- и среднезернистые пески, глины	Плоские, долинообразные понижения	—	Аллювий (русловой, пойменный)

Построение палеоморфоструктурной схемы. На палеогеоморфологической карте отсутствуют данные о палеоморфоструктурных особенностях территории, о связи форм рельефа со структурно-геологическими условиями поверхности изучаемого континентального перерыва. Эти данные весьма важны для целей нефтяной геологии при палеоструктурном анализе. Однако легенды палеоморфоструктурных карт еще не разработаны. Мы подошли к решению вопроса путем сравнения палеогеоморфологических и известных палеотектонических данных. Палеогеоморфологическая карта и карта мощностей слагающих палеорельеф альбских отложений послужили основой для построения палеоморфоструктурной схемы. На схеме отражены крупные зоны, характеризующиеся различной интенсивностью движений, и локальные палеоморфоструктуры (рис. 5).

Выявление палеогеоморфологических ловушек было проведено в порядке первого опыта. Для наличия палеогеоморфологической ловушки углеводородов необходимы прежде всего соответствующие формы палеорельефа, например останцы, холмы, долины, куэстовый ландшафт, а также коррелятные палеорельефу отложения с хорошими коллекторскими свойствами и благоприятное современное структурное положение формы палеорельефа. Для нахождения таких ловушек использовали палеогеоморфологическую карту, карту литологического состава слагающих рельеф пород и структурную карту изучаемой поверхности размыва.

На территории исследования удалось наметить несколько видов палеогеоморфологических ловушек (см. рис. 5, врезка). К ним относятся ловушки, образованные стратиграфическими несогласиями, которые в свою очередь объяснены своим возникновением палеоостанцам. Другим типом ловушки являются межгрядовые понижения куэстово-грядового

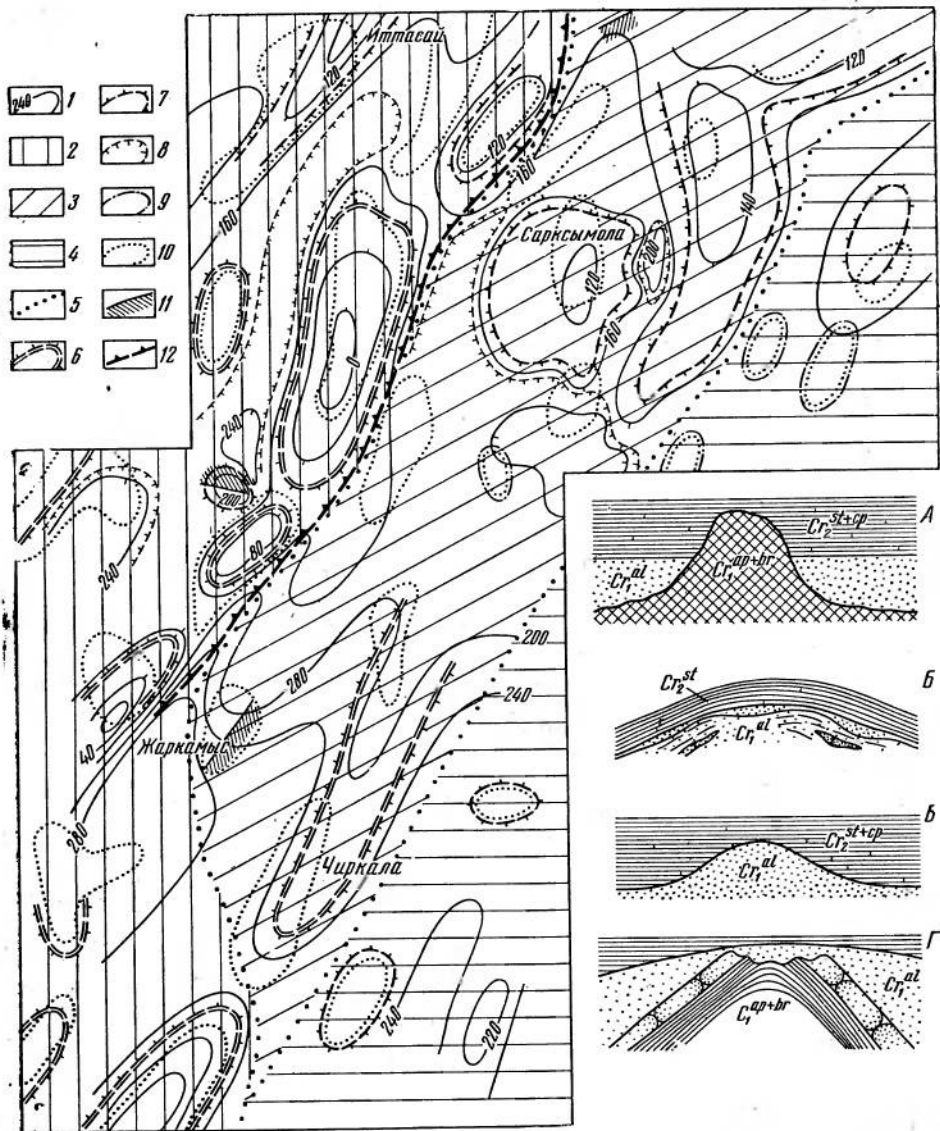


Рис. 5. Палеоморфоструктурная схема предсантонского времени

1 — изопакеты альбских отложений; 2 — район интенсивных поднятий и опусканий (амплитуда до 300 м); 3 — то же слабых проявлений вертикальных движений (амплитуда свыше 50 м); 4 — относительно стабильные зоны; 5 — границы структурных зон; 6 — положительные морфоструктуры с прямым отражением в рельефе и преимущественным развитием останцово-куэстового, сильно расчлененного рельефа; 7 — положительные морфоструктуры с прямым отражением в рельефе и преимущественным развитием грядово-останцового слабо расчлененного рельефа; 8 — отрицательные морфоструктуры с прямым отражением в рельефе; 9 — пассивные морфоструктуры; 10 — современное положение структур; 11 — нефтеносные структуры; 12 — предполагаемая флексура. На врезке типы палеогеоморфологических ловушек. Обозначения в тексте

рельефа, распространенного в сводах куполов. Участки палеодолины между куполами Илемесайрак и Кок-Жиде, заполненные крупнозернистыми песками, также могут иметь скопления углеводородов. Еще один тип ловушек возможен в положительных формах эолового рельефа на юго-востоке района.

Рассмотренный выше комплекс количественных методов палеогеоморфологического анализа желательно было бы применить к изучению других нефтегазоносных районов. В первую очередь, палеогеоморфологический анализ для целей нефтяной геологии следует проводить на хорошо разбуренных территориях. К ним относятся старые нефтедобывающие районы Волго-Уральской области, Волгоградско-Саратовского Поволжья, Предкавказья и др. В геологической истории их существовало

немало эпох континентальных перерывов в додевонское время, в девоне, каменноугольном периоде, в мезозое, палеогене, следы которых могут быть перспективными объектами для палеогеоморфологических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексин А. Г. и др. Перспективы нефтегазоносности региональных зон выклинивания и стратиграфического несогласия в Предкавказье. Тематич. научно-техн. обзоры, ВНИИОЭНГ, 1968.
- Варущенко С. И., Тесаков С. Н. Структурно-геоморфологический анализ рельефа Северного Причерноморья.—Тр. ВНИГНИ, 1967, вып. 63.
- Вахромеев В. А. Стратиграфия и ископаемая флора меловых отложений Западного Казахстана.—Сб. регион. стратигр. СССР, т. I, Изд-во АН СССР, 1952.
- Веклич М. Ф. Палеогеоморфология области Украинского щита, Киев, 1966.
- Галицкий В. И. Палеогеоморфология.—Уч. зап. Курского гос. пед. ин-та, вып. XXXVI, 1966.
- Гольберт А. В., Маркова Л. Г., Полякова И. Д., Сакс В. Н., Тесленко Ю. В. Палеоландшафты Западной Сибири в юре, мелу и палеогене. «Наука», 1968.
- Грачевский М. М., Берлин Ю. М. О погребенной речной сети на востоке Русской платформы.—Нефтегаз. геол. и геофиз., 1968, № 6.
- Гроссгейм В. А. Стратиграфические и литологические залежи—крупный резерв увеличения добычи нефти и газа в СССР.—Геол. нефти и газа, 1967, № 7.
- Зеккель Я. Д. О палеогеоморфологии.—Изв. Всес. геогр. о-ва, 1958, т. 90, № 4.
- Карогодин Ю. Н. О залежах нефти шнуркового типа в Западной Сибири. Нефтегаз. геол. и геофиз., 1967, № 10.
- Колтыпин С. Н. Верхнемеловые отложения Урало-Эмбенской области, юго-западного Приуралья и Примугоджарья.—Тр. ВНИГРИ, 1957, вып. 109.
- Котлуков В. А. Значение и методы построения реконструкций палеорельефа суши платформенных областей.—Методы палеогеогр. исслед. Сб. I, «Недра», 1964.
- Маслов К. С. Научные основы поисков литологических и стратиграфических залежей нефти и газа в терригенных толщах. «Недра», 1968.
- Мещеряков Ю. А. Структурная геоморфология равнинных стран. «Наука», 1965.
- Моргунов А. П., Демин Л. М. Опыт разработки шнурковой залежи пласта Ботульского горизонта Покровского месторождения.—Геол. нефти и газа, 1961, № 5.
- Розанов Л. Н. История формирования тектонических структур Башкирии и примыкающих областей.—Тр. УФНИИ, 1958, вып. 1.
- Хуторов А. М. О формировании вторичных залежей нефти в Ферганской депрессии.—Геол. нефти, 1958, № 7.
- Halbouty M. T. Shape up or get shipped out.—Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, 1968, 52, No. 9.
- Martin R. Buried hills hold key to new Mississippian pay in Canada. Oil and Gas, 1964, 62, No. 42.
- Martin R. Paleogeomorphology and its application to exploration for oil and gas. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, 1966, 50, No. 10.
- McKee E. M. Paleogeomorphology as a practical exploration technique. Oil and Gas, 1963, 61, No. 42.

Всесоюзный научно-исследовательский
геолого-разведочный нефтяной институт
Министерства геологии СССР

Поступила в редакцию
18.IX.1969

M. V. PRONICHEVA, R. I. ZHERNAKOV

QUANTITATIVE TECHNIQUE OF PALEORELIEF ANALYSIS

Summary

The article deals with the state of paleogeomorphological investigations in petroleum geology in the USSR and abroad. An analysis of a number of oil and gas bearing regions has shown that paleogeomorphological methods may be used for outlining non-structural oil-gas collectors, conditioned by the forms of paleorelief.

A complex of quantitative methods for analyzing paleorelief is suggested, illustrated by the reconstruction of the relief of the Pre-Santonian Continental Interval on the Russian Platform. The authors have reconstructed a regional slope of the territory, compiled paleohypsometric, paleogeomorphological, and paleomorphostructural maps.