

**О**

**ПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
ДАННЫХ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ  
ГЕОЛОГИИ**

**АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА,  
ВОСТОЧНОГО И ЦЕНТРАЛЬНОГО  
ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

ОБРАЗ

◎ ТБИЛИСИ

◎ ЕРЕВАН

БАКУ ◎

ГОСНИТИ МОСКВА 1960

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ  
СОВЕТА МИНИСТРОВ РСФСР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

---

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
ДАННЫХ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИИ  
АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА,  
ВОСТОЧНОГО И ЦЕНТРАЛЬНОГО  
ПРЕДКАВКАЗЬЯ

*ТЕМАТИЧЕСКИЙ СБОРНИК*

---

ГОСИНТИ

МОСКВА 1960

В основу работы «Опыт изучения тектоники по данным бурения» положен опыт исследования месторождений Апшеронского полуострова. В этой работе рассматриваются многочисленные случаи пересечения поверхностей разрывных нарушений: друг другом, сферической поверхностью пластов, изогнутых в складки, дневной поверхностью, вертикальной профильной плоскостью и т. п. в различных проекциях. Показаны приемы построения профильных геологических разрезов, разнообразных карт и блок-диаграмм. Анализируются результаты графических построений и графическое изображение структурных форм, получающихся путем построений, которые кажутся иногда парадоксальными при отсутствии правильного понимания обуславливающих их причин.

В работе «Опыт унификации стратиграфических границ по промыслово-геофизическим данным» изложена методика комплексной обработки каротажных диаграмм и использования их для изучения литологии и стратиграфии разрезов, вскрываемых скважиной. Предлагаемый материал представляет собой обобщенный опыт интерпретации каротажных диаграмм скважин нефтегазоносных районов Восточного и Центрального Предкавказья и унификации для этой территории стратиграфических границ палеогеновых отложений. Полученные геологические результаты обосновываются построением детальных и региональных корреляционных схем, типовых геолого-геофизических разрезов, карт изопакит, профильных и литолого-фациальных разрезов и другими геологическими построениями.

Первая работа может быть использована студентами-геологами высших и средних учебных заведений при изучении ими структурной и полевой геологии, а вторая — геологами, занимающимися интерпретацией промыслово-геофизических данных, и геофизиками.

---

А. П. УШАКОВ

## ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ТЕКТОНИКИ ПО ДАННЫМ БУРЕНИЯ

### ПРЕДИСЛОВИЕ

У нас в стране имеется значительное число пособий, излагающих общие правила геологических построений по данным глубокого бурения, структурно-картировочных скважин и полевых исследований. В этих пособиях правила графических построений обычно основываются на точном математическом расчете. С помощью формул и номограмм можно легко решить задачи графических построений, необходимых в процессе изучения тектоники и других особенностей нефтяных месторождений. Однако использование даже самых безукоризненных математических формул и правил недостаточно и иногда не только не помогает, но приводит к неправильным выводам.

Никакие безупречные математические формулы не помогут получить логические результаты вычислений и объективную графику построений на основе этих вычислений, если исходными данными будут служить заведомо неверные предпосылки.

Как показывает многолетняя практика использования различных математических расчетов для графических построений, необходимых при изучении тектоники, положительные результаты этих построений возможны только в том случае, когда математический расчет обосновывается умело проведенным анализом условий формирования геологической особенности, изображаемой в графике.

Несмотря на всю актуальность этого вопроса, необходимо признать, что современная литература, посвященная вопросам исследования строения нефтяных месторождений при помощи различных способов, уделяет недостаточное внимание взаимосвязанному освещению методов построения и анализа геологических условий образования различных тектонических форм.

Вместе с тем общим недостатком современной литературы по данному вопросу следует признать также и отсутствие анализа результатов различных построений с помощью рекомендуемых правил в тех нередких случаях, когда формы геологического строения в графиках являются малоубедительными, несмотря на соблюдение всех правил при построении.

Происходит это по той причине, что малоопытные исследователи не учитывают ограниченных возможностей представления объемных элементов на плоскостной проекции. Анализ этих явлений помогает

рассеять сомнения и развивает правильное пространственное представление.

Автору настоящей работы приходилось быть свидетелем часто возникающих споров между геологами, по-разному оценивающих одни и те же результаты правильно выполненных графических построений.

Из-за недостаточно хорошего пространственного представления или непонимания условий образования некоторых структурных форм неопытные геологи нередко утверждают, что не может быть корытообразного изображения следа пересечения разрывного нарушения на профильном разрезе; что изогипсы кровли какой-либо свиты должны быть строго параллельны геологической границе данной свиты на карте, что изогнутая поверхность разрывного нарушения на структурной карте не может изображаться прямолинейно и т. д.

Геологу, занимающемуся изучением строения месторождения, на каждом шагу приходится сталкиваться с рядом вопросов, аналогичного характера. Все эти вопросы легко решить при наличии отчетливых представлений о возможных условиях формирования структурных форм и хорошо развитого пространственного представления, которое позволяет правильно применять различные методы графического обобщения имеющихся геологических данных.

## ВВЕДЕНИЕ

Во всех трудах по структурной геологии, наряду с пликативной дислокацией, детально рассматриваются все виды разрывных нарушений, анализируются их морфологические и генетические особенности, а в заключение приводится их классификация. Многие из этих классификаций до настоящего времени основывались на различии морфологических особенностей, и в значительно более редких случаях они строились на основе различия генетических признаков.

Одной из наиболее поздних работ, посвященных обстоятельному исследованию разрывных нарушений и их классификации, является работа В. В. Белоусова «Тектонические разрывы, их типы и механизм образования» (см. табл. 1 и 2). В этой работе путем лабораторных опытов на моделях и детального анализа геологической обстановки, сопутствующей образованию разрывов в горных породах, дается детальная классификация разрывных нарушений.

Положительной особенностью этой классификации являются подразделение всех видов разрывных нарушений на тектонические и нетектонические и группировка их по генетическим признакам.

В табл. 2 сгруппированы разрывные нарушения, образование которых было вызвано не проявлением тектонических подвижек земной коры, а физическими явлениями, происходящими внутри самой горной породы. Эти нарушения по размерам обычно значительно меньше, чем разрывы тектонического характера.

Так, из всех видов разрывных нарушений, указанных в табл. 2, только трещины и разрывные перемещения, образование которых было вызвано оползнями и обвалами, могут сравниваться по своим масштабам с разрывами тектоническими. Остальные виды разрывных нарушений нетектонического происхождения отличаются сравнительно небольшими размерами. А некоторые разновидности их настолько малы, что должны рассматриваться скорее как принадлежность, характеризующая собой текстуру данной породы (или внутреннее ее строение), а не ее внешние тектонические формы.

## Тектонические разрывы

Вид напряжения	Обычная дислокация до разрыва	Тип разрыва	Механическая разновидность	Геологическая разновидность разрыва
Растяжение	Растяжение слоя среди более пластичных пород. Купол антеклиз, антиклинорий	Трещины Разрывные смещения	Отрыв и скалывание Отрыв Скалывание	Трещины раздвига и изгиба Раздвиг Сброс, сбросо-сдвиг, сдвига-сброс
Сжатие	Складки, простирающиеся перпендикулярно направлению	Трещины Разрывные смещения	Отрыв Скалывание То же	Трещины „разрыва“ Начальные стадии развития разрывных смещений Надвиг, сдвиг, сдвига-надвиг, надвига-сдвиг
Сдвиг (в механическом смысле)	Флексурные вертикальные и горизонтальные	Трещины Разрывные смещения	Отрыв Скалывание То же	Перистые или рубцовые трещины Начальная стадия развития разрывного нарушения Взбросы, сдвиги, сдвига-взбросы и взбросо-сдвиги

Благодаря тому, что большинство нетектонических трещин обладает незначительными размерами, они с большим трудом и в редких случаях улавливаются в разрезах скважин.

Таким образом, изучение разрывов этого вида является областью исследования пластов непосредственно на выходах на дневную поверх-

Таблица 2

## Нетектонические трещины

Процесс	Механическая нагрузка	Тип разрыва	Механическая разновидность	Геологическая разновидность
Сокращение объема породы (при охлаждении, кристаллизации, потере воды и других процессах)	Растяжение	Трещины Разрывные смещения	Отрыв Скалывание То же	Общие трещины Редко встречается Редко встречается
Выветривание и разгрузка	То же	Трещины	Отрыв	Трещины выветривания и разгрузки
Посторонние процессы (взрывы, удары, падение метеоритов и т. п.)	Растяжение, сжатие, сдвиг	Трещины, разрывные смещения	Отрыв, скалывание	Различные трещины и разрывные смещения

ность с помощью приемов полевой геологии и недоступно методам изучения тектоники слоев по данным глубокого бурения скважин.

Учитывая, что настоящая работа посвящена методам выявления тектоники месторождений с помощью только данных глубокого бурения скважин, автор не останавливается на рассмотрении всех видов нетектонических разрывов, включенных во вторую таблицу классификации В. В. Белоусова. По этим же соображениям из описания исключено рассмотрение таких дислокаций, как кливаж сечения и кливаж разлома.

Кроме вышеперечисленных нетектонических видов разрывных нарушений, в структурной геологии известны такие крупные нарушения тектонического происхождения, как шарьяжи и покровы. Учитывая то, что они принадлежат к большим складчатым системам и не имеют никакого практического значения для складок третьего порядка, в данной работе опускается их рассмотрение.

Таким образом, ниже рассматриваются только сбросы, взбросы, надвиги, сдвиги и их разновидности, а также основные спорные вопросы структурно-геологических графических построений.

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ

### Трещины без смещения \*

Во всякой трещине, пересекающей горные пласты под углом к горизонтальной плоскости, различают следующие элементы (рис. 1):

1) та часть горных пластов, которая располагается выше поверхности разрыва, называется висячим боком разрывного нарушения;

2) та часть горных пластов, которая располагается ниже поверхности разрыва, носит название лежащего бока;

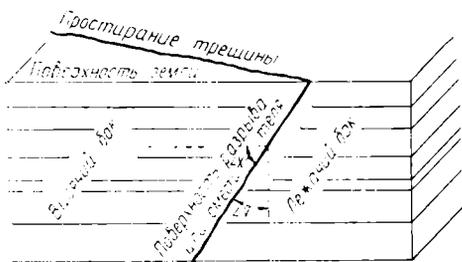


Рис. 1. Схема разрывного нарушения без смещения

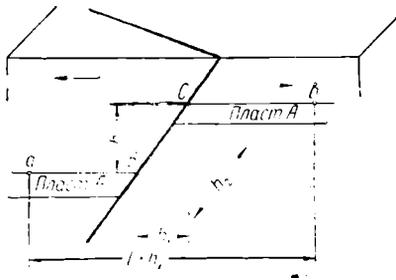


Рис. 2. Схема сбросового нарушения

3) угол, составленный поверхностью разрыва и горизонтальной плоскостью ( $\angle x$ ), называется углом падения поверхности разрыва;

4) угол, составленный поверхностью разрыва и вертикальной плоскостью ( $\angle y$ ), именуется углом наклона поверхности разрыва или трещины и является дополнительным углом для  $\angle x$ ;

5) след пересечения поверхности разрыва с земной поверхностью

\* Такие трещины без видимого смещения пород по плоскости разрыва именуется в ряде работ — диаклазами.

называется простирием нарушения или трещины; простириание измеряется азимутами.

В дополнение к характеристике трещин разрыва без смещения полезно запомнить, что если  $\angle x = 0$ , а  $\angle y = 90^\circ$ , то в такой трещине понятие о висячем и лежащем боках утрачивается. В природных условиях трещины с падением поверхности разрыва под углом  $90^\circ$  очень редко встречаются.

Чрезвычайно редким является и обнаружение трещин без всякого признака того или иного смещения пластов.

## Сбросы

В соответствии с рассмотренными выше элементами, слагающими обыкновенную трещину без смещения пластов, сбросом называется такое разрывное нарушение, у которого пласты висячего бока смещены относительно слоев лежащего бока вдоль поверхности разрыва\* вниз. Помимо угла падения ( $\angle x$ ) и угла наклона ( $\angle y$ ) поверхности разрыва, в сбросах различают следующие элементы:

1) простириание сброса или следа пересечения поверхности разрыва с земной поверхностью (на геологических картах) или с поверхностью того или иного пласта (на структурных картах) или, наконец, с условной ровной поверхностью (на пластовой карте);

2) приподнятое крыло сброса (лежащий бок) и опущенное крыло сброса (висячий бок);

3) вертикальную амплитуду смещения  $h$  (рис. 2), измеряемую по вертикали между высотами залегания кровли или подошвы одноименного пласта в точках пересечения его с поверхностью сброса ( $C$  и  $B$ ) опущенного и приподнятого крыльев;

4) горизонтальную амплитуду смещения  $h_1$ , измеряемую между точками  $B$  и  $C$  вдоль горизонтальной плоскости;

5) наклонную амплитуду смещения  $h_2$ , измеряемую вдоль линии, параллельной наклону поверхности разрыва.

Термин «сброс» возник, видимо, не случайно, и надо полагать, что это наименование описанного типа нарушений было выбрано теми геологами, по представлению которых опущенное крыло сброса при его образовании переместилось вниз по отношению неподвижного — приподнятого. Однако, как показывает общий анализ условий формирования разрывных нарушений, перемещение приподнятого крыла сбросового нарушения вверх относительно неподвижного опущенного не исключается (хотя это и представляется менее вероятным). Поэтому термин «сброс», давно уже утвердившийся в учебниках общей физической и структурной геологии, надо полагать, вовсе не определяет генетических особенностей этих нарушений.

Представим, что в некотором пласте  $A$ , залегающем горизонтально или под некоторым углом к горизонту, между точками  $a$  и  $b$ , которые расположены друг от друга на расстоянии  $l$ , произошел разрыв спуска в точке  $C$  (см. рис. 2). При последующем относительном опускании левого крыла сброса вдоль плоскости  $CB$ , где расположена точка  $a$ , или поднятии правого крыла, где расположена точка  $b$ , образуется сброс, у которого, помимо вертикальной амплитуды  $h$ , будет горизонтальная амплитуда  $h_1$ .

Если после образования сброса измерить расстояние между точками  $a$  и  $b$  в горизонтальном направлении, или, вернее, в направлении на-

\* Иначе поверхность разрыва называют сместителем.

пластования горизонта  $A$ , то окажется, что оно будет равно не  $l$ , а  $l+h_1$ . Иначе говоря, в результате образования сброса первоначальная поверхность пласта увеличилась на величину горизонтальной амплитуды смещения  $h_1$  в направлении, перпендикулярном простиранию трещины разрыва.

Всякое расстояние на рассматриваемой поверхности не может не сопровождаться растягивающими усилиями в направлении, совпадающем с этим увеличением. Поэтому мы можем прийти к выводу, что образование любого тектонического разрыва сбросового характера всегда сопровождается развитием боковых растягивающих усилий в направлении, перпендикулярном простиранию трещины (см. рис. 2).

Возможно, что при этом первоначальный разрыв сплошности горных пластов, в том числе и сбросовых, вызывается проявлением тектонических усилий, радиально направленных, а последующее разложение этих сил на составляющие порождает возникновение сил растягивающего характера.

Установление факта нарушения и безусловного его проявления в момент образования любого сбросового нарушения (независимо от того, проявляются они совместно с развитием усилий радиального направления или нет) важно потому, что условия образования сбросовых нарушений резко отличаются от условий образования взбросов и надвигов.

Кроме того, придерживаясь такого понимания специфических условий формирования сбросовых нарушений, можно дать логическое объяснение целому ряду других морфологических особенностей сбросов и, как это будет видно из дальнейшего изложения, установить причину их отсутствия в нарушениях другого рода — взбросах и надвигах. И, наконец, приобретается то преимущество, что эти нарушения можно называть сбросами растяжения в отличие от взбросов и надвигов, определяющих их генетические особенности.

Если считаться с тем, что вертикальное перемещение крыльев сбросового нарушения относительно друг друга всегда сопровождается развитием растягивающих усилий, направленных перпендикулярно простиранию поверхности разрыва или сместителя, то очевидно, что это перемещение должно происходить с относительной легкостью. Иначе говоря, оно происходит без значительных сил трения пород двух перемещающихся тектонических блоков, контактирующих друг с другом по поверхности сместителя.

Вполне вероятно, что именно этими генетическими условиями формирования сбросов следует объяснить почти полное отсутствие в морфологии нарушений сбросового характера сколько-нибудь заметных по ширине зон раздробления в областях, непосредственно примыкающих к поверхностям сместителей. Вместе с тем эти же условия формирования сбросов легко объясняют, почему сбросовые нарушения являются хорошими путями для миграции воды и нефти, хотя бы в первый период их возникновения.

В заключение следует отметить, что в структурной геологии принято классифицировать сбросовые нарушения в зависимости от их расположения в пространстве и от их простирания относительно простирания пластов или оси складки и падения сместителей относительно падения и восстания пластов. Так, сбросы, протягивающиеся параллельно простиранию пластов, называются параллельными или продольными; протягивающиеся под углом к направлению простирания называются косыми или диагональными, а протягивающиеся под углом около  $90^\circ$  к простиранию пластов именуется поперечными.

Если поверхность сместителя падает в ту же сторону, что и пласты, то такие сбросы называются согласнопadaющими.

Если поверхность сместителя падает в сторону, противоположную падению пластов, то такой сброс именуется несогласнопadaющим.

Кроме того, в природе встречаются сбросы, у которых противоположные крылья не прижимаются друг к другу вдоль сместителя, а образуют глубоко зияющую трещину; их называют зияющими. Просвет этого зияния носит название мощности сброса и иногда оказывается заполненным солевыми образованиями.

Предположение о развитии боковых растягивающих усилий в направлении, перпендикулярном простиранию сместителя (в процессе формирования любого сбросового нарушения), легко объясняет причину возможного образования зияющих сбросов.

Упомянем также о существовании групповой классификации сбросовых нарушений.

Так, очень часто на различных складчатых формах образуются так называемые ступенчатые сбросы. Другое взаиморасположение сбросов, при котором приподнятый тектонический блок оказывается заключенным между двумя другими опущенными, называется горстом, а прямо противоположное соотношение опущенных и приподнятых тектонических полей в группе сбросовых нарушений образует грабен\*.

## Взбросы

Взбросом называется такое разрывное нарушение, у которого пласты висячего бока относительно пластов лежачего смещены вдоль поверхности разрыва вверх (рис. 3). Помимо углов падения и наклона сместителя ( $\angle x$  и  $\angle y$ ), во взбросах различают:

1) простирание взброса, являющееся следом пересечения поверхности разрыва или с земной поверхностью (геологические карты), или с поверхностью пласта (структурные карты), или с условной урванной поверхностью (пластовые карты);

2) приподнятое или взброшенное крыло нарушения (висячий бок) и опущенное крыло взброса (лежачий бок);

3) вертикальную амплитуду  $h$ , измеряемую по вертикали между точками  $B$  и  $C$ ;

4) горизонтальную амплитуду смещения  $h_1$ , измеряемую между  $C$  и  $B$  вдоль горизонтали;

5) наклонную амплитуду смещения  $h_2$ , измеряемую вдоль линии, параллельной поверхности разрыва.

Несмотря на самые тщательные исследования взбросовых нарушений в их морфологии (как и в нарушениях сбросового типа), совершенно не обнаруживается никаких признаков, по которым можно было бы судить о подвижности того или другого крыла нарушения в период их формирования. Такие признаки не обнаруживаются даже в том случае, если представляется возможным рассматривать поверхности сместителей непосредственно в полевых условиях.

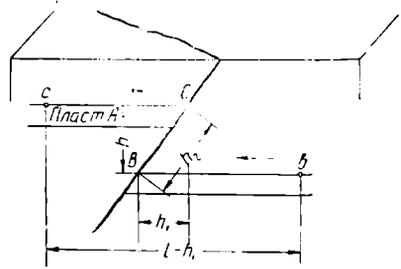


Рис. 3. Схема взбросового нарушения

\* Грабен — опущенный обособленный тектонический блок, заключенный между двумя приподнятыми.

Таким образом, судя строго, образование нарушений взбросового характера по аналогии со сбросами может быть вызвано как перемещением приподнятого крыла вверх, так и наоборот — опусканием или сбросом опущенного крыла вниз при одновременной полной или частичной неподвижности противоположных крыльев.

При описании сбросовых нарушений было обращено внимание на характер относительного перемещения крыльев нарушения в горизонтальной плоскости. Согласно анализу этой особенности, совершенно определенно устанавливалось, что нарушения сбросового типа могут образовываться только при развитии боковых растягивающих усилий, действующих перпендикулярно плоскости сместителя в разные от него стороны. Каково же будет развитие тангенциальных сил при образовании взбросов?

Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим рис. 3. Из рисунка видно, что после образования взброса расстояние между точками *a* и *b*, лежавшими на одной прямой, проходящей перпендикулярно простиранию нарушения, уменьшилось ровно на величину горизонтальной амплитуды смещения взброса. Факт уменьшения этого расстояния указывает на то, что по всей длине протяжения взбросового нарушения пласты, разорванные в направлении, перпендикулярном простиранию этой трещины, испытывали напряжение сжатия.

Так как этими особенностями характеризуются все без исключения взбросовые нарушения, то в отличие от сбросов, именуемых сбросами растяжения, взбросы можно именовать сбросами сжатия.

Установление этой генетической особенности взбросов так же, как и при рассмотрении сбросов, помогает разобраться в причинах обнаружения некоторых морфологических особенностей взбросовых нарушений.

В свете этого обнаружить взбросовые нарушения на тех крыльях складок, которые подвержены воздействию сил растяжения, маловероятно. Так как сбросы и взбросы образуются в результате тектонических напряжений горизонтального направления, прямо противоположных друг другу, то одновременное происхождение, а также обнаружение их по соседству друг с другом на участке, ограниченном общими геотектоническими условиями формирования, исключается. Если же такое обнаружение будет установлено, то это, несомненно, указывает на то, что данный участок пережил минимум две различные и разноименные тектонические фазы.

В общей связи с представлением о том, что образование взбросовых нарушений обязательно сопровождается развитием боковых сжимающих усилий, направленных перпендикулярно простиранию сместителей, находится характерное для всех взбросовых нарушений плотное прилегание противоположных тектонических блоков друг к другу вдоль поверхности сместителя.

Вместе с тем в связи с плотным прилеганием одного тектонического блока взброса к другому во время их образования и перемещения относительно друг друга по поверхности сместителя, во всяком взбросовом нарушении можно обнаружить зону перемятых и перетертых пород, более или менее значительной мощности.

По аналогии со сбросовыми нарушениями различают параллельные, косые или диагональные, поперечные, согласнопadaющие и несогласнопadaющие взбросы.

В заключение следует отметить, что по аналогии со сбросами группа взбросовых нарушений может образовать ступенчатые взбросы или горсты и грабены.

## Надвиги

Надвигом называется такое разрывное нарушение, у которого пласты висячего бока надвинуты на пласты лежачего бока (или крыла) вдоль поверхности разрыва.

Надвиги имеют особенности, отличающие их от взбросов. Они простираются в основном вдоль простираения пластов; имеют очень большие амплитуды смещения, достигающие иногда до 1000 и выше метров, и пологие углы падения поверхности разрыва.

В связи с этим горизонтальная амплитуда смещения в надвигах ( $h_1$ ) оказывается всегда весьма значительной.

Кроме того, взбросы обычно не выходят за пределы структур третьего порядка, они локализируются в них, а надвиги имеют более региональное распределение и охватывают собой складчатые зоны второго и первого порядка.

В надвигах различают следующие элементы строения (рис. 4):

1) простираение надвига, являющееся следом пересечения поверхности разрыва с земной поверхностью (геологическая карта), или с поверхностью какого-либо стратиграфического горизонта (структурная карта), или с условной горизонтальной плоскостью (пластовая карта);

2) надвинутое крыло (висячий бок) и поднадвиговое крыло (лежачий бок);

3) вертикальную ( $h$ ), горизонтальную ( $h_1$ ) и наклонную ( $h_2$ ) амплитуды смещения (см. рис. 4);

4) углы падения и наклона поверхности сместителя.

Кроме этих основных морфологических особенностей надвиговые нарушения отличаются целым рядом других, образование которых объясняется легко объяснимым в свете общих специфических условий формирования всех надвиговых нарушений.

Длительное изучение тектонических форм земной коры позволило высказать вполне обоснованное предположение о том, что надвиги чаще всего возникают вдоль осевых линий складки на крутых подвернутых крыльях и в результате проявления тех же тангенциальных тектонических усилий, которые одновременно с образованием самих антиклиналей обусловили образование надвига.

Несмотря на то, что и взбросы и надвиги произошли в одинаковых условиях проявления боковых сжимающих усилий, величины этих проявлений отличаются друг от друга. Простираение надвиговых нарушений почти всегда параллельно осевым линиям антиклинальных складок. Взбросовые же нарушения нередко являются поперечными или косыми по отношению к осевым линиям складок. Углы падения поверхностей разрыва у взбросов обычно более  $45^\circ$ , а у надвига чаще всего менее  $45^\circ$ .

Судя по характеру строения взбросовых нарушений и особенностям их распространения, можно полагать, что образование их связано с развитием боковых сжимающих усилий, значительно меньших по величине, чем при образовании надвигов. Вполне вероятно, что силы эти при образовании взбросов в отличие от условий образования надвигов возникли в результате разложения на составляющие каких-то более значительных основных тектонических усилий.

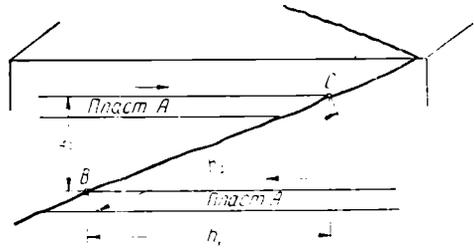


Рис. 4. Схема надвига

Поскольку вдоль надвигового разрыва, вкрест его простираются действовали сжимающие усилия при перемещении вверх приподнятых крыльев надвига относительно опущенных, последние под влиянием сжимающих усилий плотно прилегли друг к другу и вызвали очень большие силы трения вдоль поверхности сместителей.

Под влиянием этих сил трения иногда образуются более или менее широкие полосы зон надвигового раздробления, ширина которых зависит от масштабов надвиговых нарушений. В соответствии с тем, что взбросы вообще сами по себе отличаются менее крупными масштабами, чем надвиги, в них редко обнаруживаются зоны раздробления значительной ширины.

В отличие от взбросов в надвиговых нарушениях большая ширина зон раздробления обуславливается развитием значительных по величине тектонических усилий и образованием больших амплитуд вертикального смещения.

Например, в некоторых разрезах скважин на месторождениях Апшерона, которые пересекают надвиги амплитудой до 1000 м, устанавливаются зоны раздробления шириной до нескольких сот метров.

Интересными в этом отношении являются результаты работ, проведенных в 1954 г. в районе о. Жилого и Нефтяных Камней на Каспийском море. С целью трассировки надвигового нарушения по дну моря в указанном районе с баркаса было пробурено большое число мелких скважин. Изучение грунтовых разрезов этих скважин позволило установить, что надвиговое нарушение тянется по дну моря на значительном расстоянии.

Кроме того, это дало возможность определить большую ширину зоны надвигового раздробления и перемятый характер пород, залегающих в пределах этой зоны.

Согласно результатам исследований в районе о. Жилого, зоны надвигового раздробления слагаются теми же породами, что и примыкающие к ним тектонические блоки (надвинутый и поднадвиговый), но в зоне раздробления они отличаются крутыми (до 80—90°) углами падения и значительной перемятостью.

Вместе с тем в их массе очень часто попадаются брекчиевидные породы, представляющие собой сцементированные обломки различных по возрасту отложений. Это тектоническая брекчия трения.

Особенно интересным оказалось установление того факта, что ширина зон надвигового раздробления достигает до нескольких сот метров. Это полностью подтвердило ранее высказанные предположения по данным каротажа.

## Сдвиги

Сдвигами (рис. 5) называются такие разрывные нарушения, у которых крылья смещены относительно друг друга в горизонтальном направлении. В некоторых сдвигах не обнаруживается относительно вертикального перемещения крыльев.

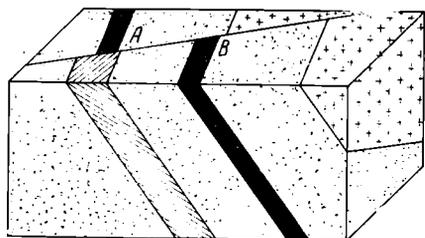


Рис. 5. Схема сдвига

В сдвигах обычно различают:

1) простираение сдвига, представляющее собой след пересечения поверхности разрыва с земной поверхностью (геологические карты) или с поверхностью пласта (структурные карты) или условной горизонтальной плоскостью (пластовые карты);

2) амплитуду сдвига, измеряемую между точками *A* и *B* (рис. 5) вдоль линии разрыва;

3) углы падения и наклона поверхности сместителя.

### Флексуры

Флексурой называется сбросоподобное смещение пластов, происшедшее без разрыва их сплошности, хотя нередко со значительным утонением той части пласта, которая соединяет крылья флексуры (рис. 6).

Флексуры образуются обычно двух родов — прямые, или неподвернутые (рис. 6а), и подвернутые (рис. 6б). В процессе исследования флексур по данным бурения первые легко могут быть смешаны со сбросовым нарушением, а вторые — со взбросовым или надвиговым.

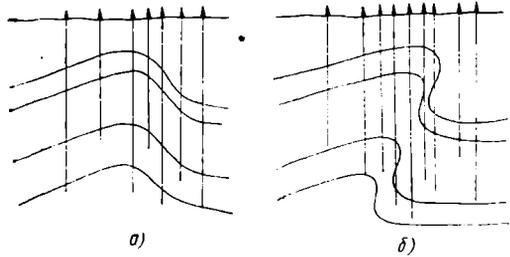


Рис. 6. Флексура: а — прямая или неподвернутая; б — подвернутая

По характеру тектонических условий, сопутствующих их образованию, флексуры *a* — прямая или неподвернутая; *b* — подвернутая обычно возникают на сильно дислоцированных крыльях складки и чаще всего в направлении, совпадающем с простиранием осевых линий антиклиналей. Поперечные флексуры — редкое явление.

Превышение приподнятого крыла флексуры над опущенным называется ее амплитудой.

### Шарнирные нарушения

Шарнирным нарушением называется такое разрывное нарушение, у которого вертикальное перемещение крыльев относительно друг друга меняется как по величине, так и по знаку (рис. 7а).

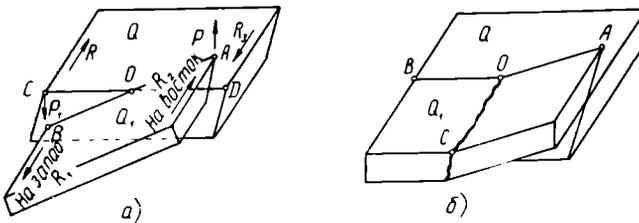


Рис. 7. Схема шарнирного нарушения

В каждом шарнирном нарушении различают:

1) ось шарнира — *O*. Осью шарнира называется такая точка на поверхности сместителя, у которой вертикальная амплитуда смещения крыльев равна нулю. С удалением от этой нулевой точки вдоль простирания разрыва в обе стороны обнаруживается вертикальное смещение крыльев относительно друг друга; причем, с одной стороны от оси шарнира смещение крыльев имеет сбросовой характер, а с противополож-

ной — взбросовой. По мере удаления от оси шарнира вертикальные амплитуды сброса и взброса возрастают;

2) простираение нарушения;

3) амплитуды смещения — вертикальные, наклонные, горизонтальные и стратиграфические;

4) угол падения или наклона плоскости разрыва (сместителя).

Если рассматривать противоположные части шарнирного нарушения, лежащие на различных концах его простираения от оси шарнира (см. рис. 7а), то видно, что на взбросовом участке его (отрезок  $AO$ ) действовали сжимающие усилия, а на противоположном конце ( $OB$ ) — растягивающие усилия.

Это могло произойти только в том случае, если на различных концах шарнирного нарушения были приложены усилия, различные по направлению. При этом силы  $R_1$  и  $R_2$ , приложенные соответственно к точкам  $B$  и  $A$ , или силы  $R$  и  $R_3$ , приложенные к точкам  $C$  и  $D$ , заставили бы вращаться тектонические блоки  $Q$  и  $Q_1$  вокруг точки  $O$  в разные стороны.

В результате такого действия сил образуется шарнирное нарушение со взбросовым характером строения на участке  $OA$ , где были развиты сжимающие усилия ( $R_2$  и  $R_3$  направлены навстречу друг другу), и со сбросовым характером строения на участке  $OB$ , где были развиты растягивающие усилия (силы  $R$  и  $R_1$  направлены в противоположные стороны). Можно считать, что для образования любого шарнирного нарушения необходимо, чтобы поблизости от образования разрыва сплошности возникли силы прямо противоположного направления и образовали пару сил.

Изучение распространения разрывных нарушений и их особенностей показывает, что шарнирный характер строения одинаково распространён как в нарушениях продольного, так и поперечного направлений. Только при этом в нарушениях поперечного направления сбросы переходят во взбросы, а в продольных нарушениях они по простираению переходят в надвиги. Замечено, что в продольных нарушениях обычно ось шарнира, а также и изменение характера относительного перемещения крыльев нарушения располагаются поблизости от тех мест, где осевые линии антиклиналей претерпевают резкие перегибы в простираении, а их осевые поверхности изменяют направление падения на обратное. Иначе говоря, шарнир нарушения образуется в тех местах продольных нарушений, где в силу местных условий проявления тектонических усилий создаются напряжения кручения.

Установлено, что все известные на Апшеропском полуострове продольные нарушения имеют шарнирный характер строения. На всем своем значительном протяжении (несколько десятков километров) они все без исключения неоднократно меняют характер своего строения — от надвига к сбросу, и, наоборот, от сброса к надвику. Эти изменения в направлении смещения крыльев нарушения в значительной степени подчинены характеру изменения азимутов простираения самих складок и их осевых линий.

Чаще всего продольные шарнирные нарушения тянутся вдоль одного крыла складки, параллельно ее осевой линии; значительно реже они пересекают осевые линии и с одного крыла складки переходят на другое. Установление того факта, что все продольные разрывы на Апшероне являются шарнирными нарушениями, говорит о том, что в природе шарнирные нарушения более распространены, чем надвиги или продольные нормальные сбросы.

Известно, что в природе нет и не может существовать надвигов, характеризующихся неизменной амплитудой смещения на всем своем

протяжении. Это недопустимо хотя бы потому, что в природе отсутствуют условия, при которых можно ограничить действия тектонических усилий, создающих разрывные нарушения, рамками прямоугольника или фигуры другой любой формы с четкими границами. Поэтому надо полагать, если в том или другом месте обнаруживается какая-то величина амплитуды смещения в надвиге, сколько бы мы ни двигались вдоль простираения надвига, ни на одном конце его нельзя обнаружить внезапного уменьшения этой амплитуды. Например, с 1000 м до 0 или со 100 м до 0 и т. д. При всех обстоятельствах амплитуда всякого разрывного нарушения должна затухать или возрастать плавно до определенного момента, до полного исчезновения. Если затухание идет интенсивно, то оно может продолжаться, приобретая обратный знак. Так, если в каком-нибудь надвиговом нарушении тектонический блок  $Q$  (рис. 7а) рассматривается как одно монолитное тело, то представляется вполне вероятным, что при приложении усилий  $P$  и  $R_2$  к точке  $A$ , находящейся на противоположном конце этого тектонического блока, в точке  $B$  возникнут усилия прямо противоположного направления  $P_1$  и  $R_1$ . В противном случае вдоль линии  $OC$  (см. рис. 7б) будут возникать напряжения изгиба, при значительной величине которых возможно образование дополнительной трещины разрыва по линии  $OC$ .

Таким образом, если поперечной трещины по линии  $OC$  не образуется на продолжении простираения разрыва  $AO$ , то должен образоваться шарнир.

Учитывая, что шарнирные нарушения продольного направления слагаются из участков надвигового и сбросового строения, все особенности, описанные выше и характерные для надвигов и сбросов, должны отдельно распространяться на соответствующие участки шарнирных нарушений.

Шарнирные нарушения поперечного направления на различных участках простираения характеризуются либо сбросовым строением, либо взбросовым. В соответствии с этим этот вид нарушений характеризуется теми же особенностями, которые присущи сбросам и взбросам в отдельности.

### Общие замечания ко всем нарушениям разрывного характера

Все виды разрывных нарушений по характеру перемещения крыльев относительно друг друга можно было бы разделить на две группы: в первую группу нарушений с вертикальным смещением крыльев вошли бы сбросы, взбросы и надвиги, а во вторую группу с горизонтальным смещением крыльев — сдвиги. Однако, как показывают детальные исследования направления смещения разорванных крыльев относительно друг друга во всех дизъюнктивных дислокациях, такое перемещение редко оказывается чисто горизонтальным или чистовертикальным.

Поэтому в природе редко встречаются сдвиги, сбросы и надвиги в чистом виде.

Направление сложного перемещения крыльев таких нарушений можно выразить величиной угла ( $\angle cab$ ), образованного линией перемещения  $ab$  и линией простираения сместителя  $ac$ , где  $db$  — амплитуда сдвига (рис. 8).

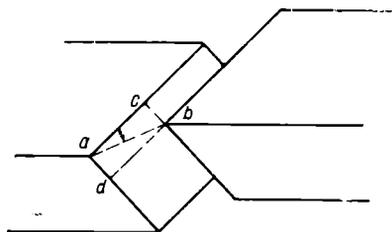


Рис. 8. Схема сбросо-сдвига

В морфологии строения каждого отдельного тектонического разрыва всегда легко разобраться путем разделения его на элементы с обнаружением аналогии со сбросами, сдвигами, надвигами и взбросами.

## МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ В НЕФТЕПРОМЫСЛОВОЙ ПРАКТИКЕ

В практике бурения нефтяных разведочных и эксплуатационных скважин до сих пор наиболее распространенным является электрометрический метод освещения разреза отложений, пройденных скважинами,— метод электрокаротажа. Несмотря на то, что в настоящее время наряду с каротажем и составлением грунтовых разрезов применяется большое число других геофизических методов разведки, например гамма-каротаж, гамма-нейтронный каротаж и другие, все они являются как бы побочными методами к основному электрокаротажу. В соответствии с этим работа геологов, занятых выявлением строения разбуриваемых месторождений, в основном базируется на каротажном материале.

Известно, что каротажные диаграммы, снятые в скважинах, дают непрерывную характеристику пород. Это в отличие от грунтовых разрезов скважин позволяет не только расчленять разрез на составляющие его горизонты, но и с большой точностью выявлять глубины пересечения скважинами поверхностей разрывных нарушений. Интерпретированные таким образом и расчлененные электроразрезы отдельных скважин положены в основу дальнейших построений профильных геологических разрезов и карт.

Если скважина пересекает сбросовое нарушение, то в ее разрезе обычно обнаруживается выпадение одного или нескольких горизонтов (в зависимости от величины вертикальной амплитуды смещения данного сброса). Так, на приведенном рисунке (рис. 9) видно, что в разрезе скважины, пересекающей сбросовое нарушение, выпадают части 4, 5, 6-го горизонтов и верх 7-го горизонта.

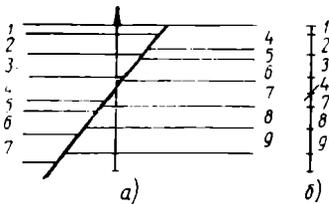


Рис. 9. Сброс на профильном разрезе и в разрезе скважин: а — профильный разрез; б — разрез скважин

Таким образом, когда в падение того или другого числа горизонтов не связано с условиями отложения осадков, сокращение стратиграфической колонки должно указывать на пересечение скважиной сброса. На каротажной диаграмме такое сокращение разреза и выпадение из него того или иного числа стратиграфических единиц показано на рис. 10. Общее сокращение выражается цифрой ~ 50 м. Обе диаграммы, приведенные на рис. 10, соответствуют скважинам, пробуренным в Сураханском районе Апшеронского полуострова.

Если скважина пересекает взбросовое нарушение, то разрез ее увеличивается за счет повторного вскрытия одного, двух, трех и большего числа горизонтов.

Это наглядно иллюстрируется рис. 11. Скважина, нормально пройдя 4, 5, 6-ю части и верх 7-го горизонта, пересекла в приподнятом блоке нарушение и вошла в нижнюю часть 4-го горизонта; затем она полностью прошла 5, 6, 7 и 8-й горизонты опущенного тектонического блока.

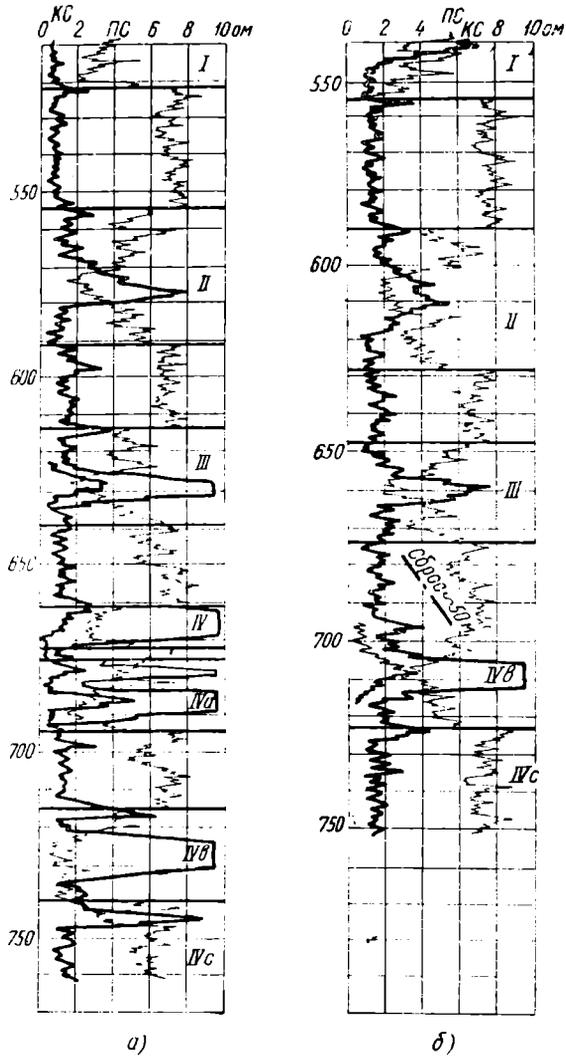


Рис. 10. Сброс на каротажном разрезе:  
 а — нормальный разрез; б — сокращенный разрез

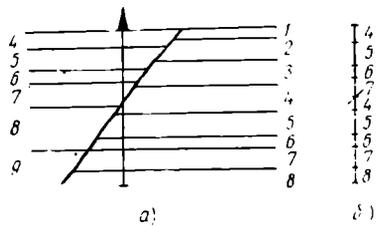


Рис. 11. Взброс на профильном  
 разрезе и в разрезе скважин:  
 а — профильный разрез; б —  
 разрез скважины

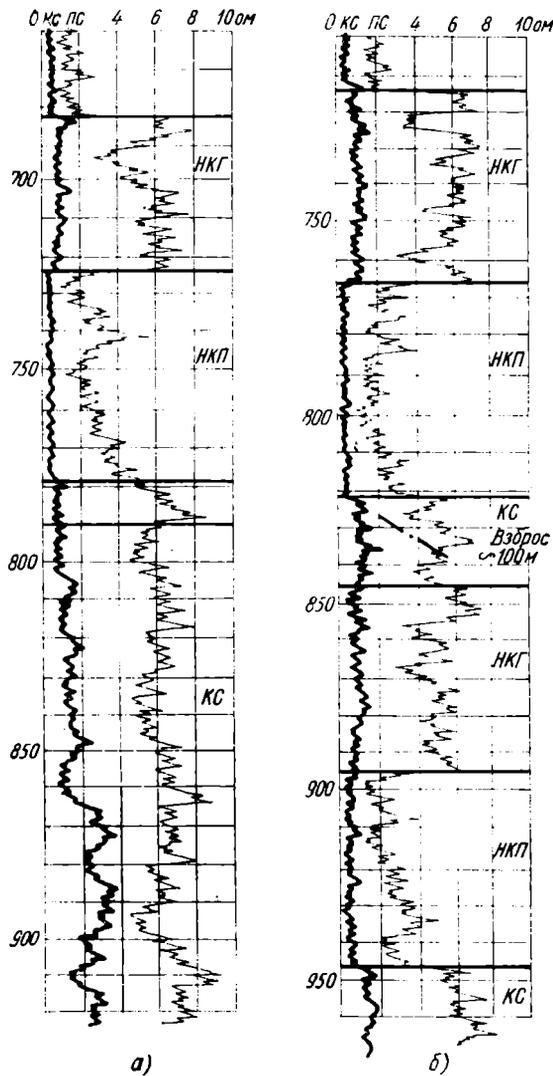


Рис. 12. Взброс на электрокаротажном разрезе: а — разрез с нормальной последовательностью горизонтов; б — с повторным вскрытием слоев мощностью около 110 м

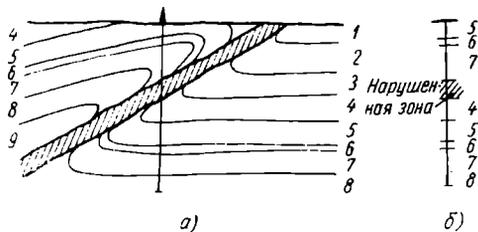


Рис. 13. Надвиг на профильном разрезе и в разрезе скважин: а — профильный разрез; б — разрез скважины

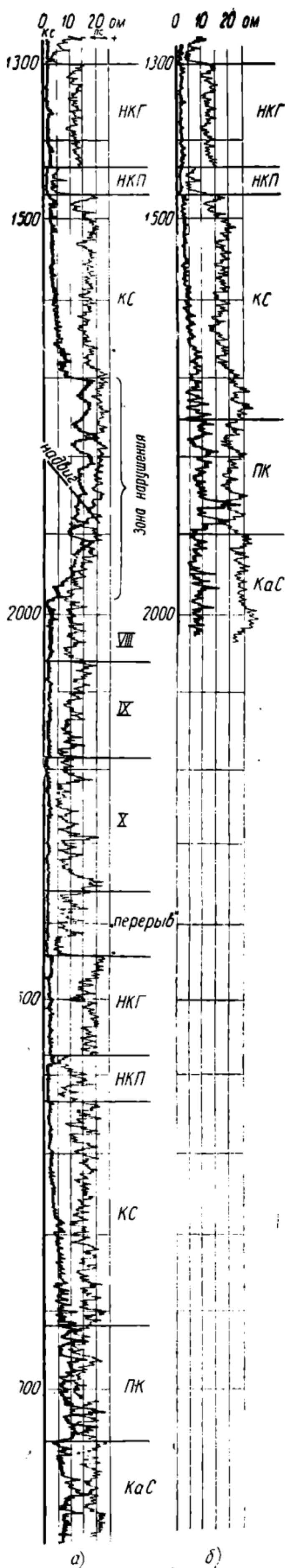


Рис. 14. Надвиг на каротажном разрезе:

а — разрез скважины с нормальной последовательностью пройденных горизонтов; б — с повторным пересечением свит НКГ и НКП

Повторное прохождение того или иного числа горизонтов в разрезе скважины, пересекшей взбросовое нарушение, показано на рис. 12. Приведенные на этом рисунке диаграммы взяты по скважинам Романинского района Апшеронского полуострова.

В случае, если скважины пересекают надвиги, в их разрезах обнаруживается примерно аналогичная картина повторного пересечения ряда горизонтов (рис. 13). Однако разрезы скважин, пересекших надвиговые нарушения, существенно отличаются от разрезов скважин, пересекших взбросы.

Выше при описании условий образования разрывных нарушений указывалось, что вдоль поверхностей разрыва надвигов образуется широкая полоса перемятых пород. Поэтому в разрезах скважин, пересекших надвиги, помимо повторения горизонтов, характерного как для надвигов, так и для взбросов, будет обнаруживаться так называемая зона надвигового раздробления мощностью в отдельных случаях до нескольких десятков и сотен метров.

Для иллюстрации надвигового нарушения в электрокаротажном освещении на рис. 14 показаны два электроразреза скважин Гюргянского нефтяного месторождения. Характерно, что между верхними отбивками свит *НКГ* и *НКП*, соответствующими надвинутому крылу, и нижними, соответствующими поднадвику, залегает мощная пачка пород, которая характеризуется сравнительно высокими сопротивлениями, не свойственными законтурным зонам. Эта пачка относится к зоне надвигового раздробления.

Обычно каротажная характеристика скважин в интервале залегания нарушенных зон резко отличается от кривых *КС* и *ПС*, снятых против нормально залегающих пластов. Это отмечается в электроразрезах скважин всех месторождений, где имеются скважины, пересекшие надвиг.

Замечено, что если надвиговое нарушение проходит через мощную пачку глинистых отложений, то в этих нарушенных частях разрезов на кривой *КС* не отмечается повышенных сопротивлений, не похожих на нормальное изображение глинистого разреза. Если же скважина пересекает зону надвигового раздробления преимущественно в песчаных отложениях, то на кривой *КС* появляются пики, не характерные для пород нормального пластового залегания. Отличительной особенностью кривой *КС* в таких скважинах является значительное увеличение сопротивлений на участках, соответствующих минимумам.

В связи с этим кривая *ПС* приобретает очень однообразный характер. Пики высоких сопротивлений на фоне общих повышенных показаний (даже в минимумах) изображаются растянутыми и плохо выделяющимися. Кривая *ПС* плохо дифференцирована и отмечается слабоизломанной линией высокого потенциала. Эта своеобразность кривых *КС* и *ПС* в ряде случаев является настолько характерной, что очень часто может служить корреляционным признаком для выделения зон надвигового раздробления в электроразрезах скважин.

Опробовательными работами в скважинах установлено, что высокие сопротивления в зонах надвигового раздробления обычно бывают связаны или с нефтенасыщенностью песков или с их карбонатностью, так как благодаря трещиноватости пород, залегающих в зонах надвигового раздробления, создаются благоприятные условия для миграции по ним нефти и солевых растворов.

Например, на о. Артема на границах южной складки уже в течение нескольких десятилетий разрабатывается залежь нефти так называемого горизонта *ПК*<sub>1</sub>, который сложен сильно перемятыми и раздроблен-

ными породами, залегающими в зоне надвигового раздробления. За последние годы залежь нефти промышленного значения аналогичного типа была обнаружена в зоне надвигового раздробления на о. Жилом. Эта залежь также разрабатывается.

Строение зоны надвигового раздробления показано на рис. 15 и 16. На рис. 15 представлены схематическая, в значительной степени сгла-

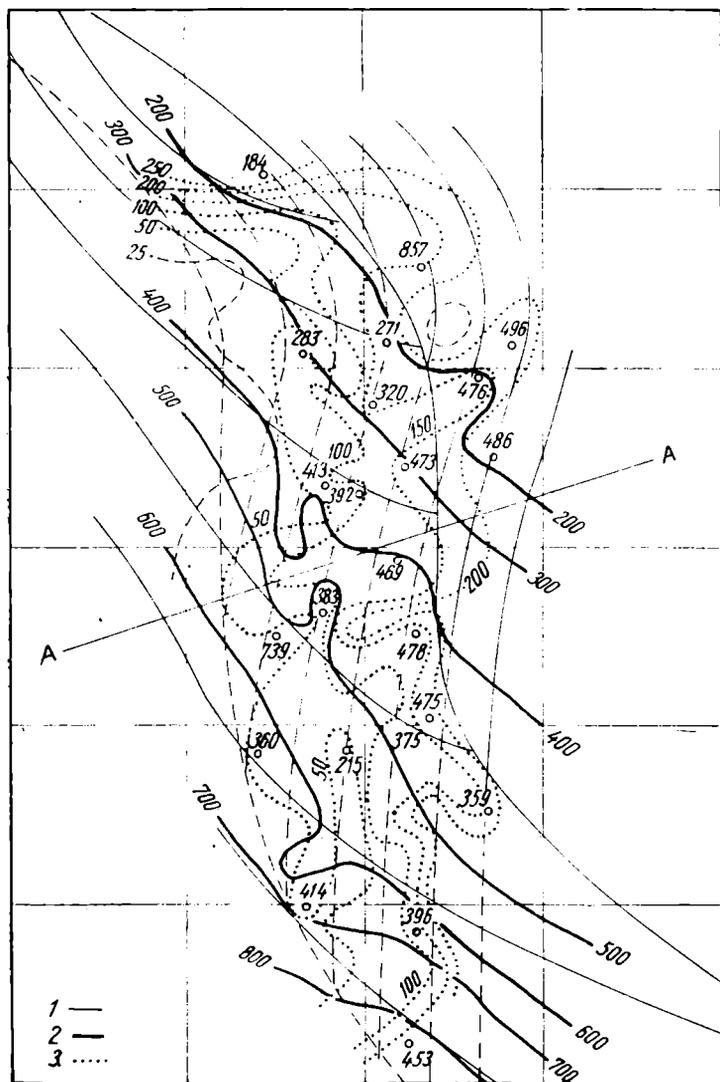


Рис. 15. Структура и мощности ПК<sub>1</sub> на о. Артема:  
1 — изогипсы ПК<sub>1</sub>; 2 — изогипсы ПК<sub>1</sub>; 3 — изопахиты ПК<sub>1</sub>

женная, карта поверхности (структурная карта) так называемого горизонта ПК<sub>1</sub> южной складки о. Артема и карта изменения его видимых мощностей. На рис. 16 представлен разрез по профилю А—А (рис. 15) через зону надвигового раздробления.

При сравнении этих карт видно, что в отличие от спокойного залегания подкирмакинской свиты (ПК) на границах надвигового и под-

надвигового тектонических полей, где отложения *ПК* свиты бесспорно находятся в пластовом залегании, залегание поверхности горизонта *ПК<sub>ч</sub>* (несмотря на то, что изогипсы намечаются схематично и сильно сглажены) представляется довольно хаотичным.

На это указывают общее неравенство расстояний между соседними изогипсами и резкие петлеобразные изгибы их у скважин № 383, 318, 455 и др.

Более сильная хаотичность обнаруживается при рассмотрении карты мощностей этого горизонта. Согласно этой карте, мощность горизонта *ПК<sub>ч</sub>* изменяется от 25 до 200 м. Несомненно, что такая большая амплитуда колебания мощности свиты *ПК<sub>ч</sub>* в пределах сравнительно небольшой площади не могла бы иметь места при сохранении пластовой структуры залегания этого комплекса осадков.

Таким образом, все признаки строения *ПК<sub>ч</sub>* дают возможность пред-

полагать, что своеобразная форма осадочных пород, залегающих в полосе, примыкающей к надвигу, была обусловлена интенсивным раздроблением отложений понта, *ПК* и кирмакинской свиты (*КС*) в результате мощных тектонических перемещений, связанных с образованием надвига. Поэтому фактическое строение осадков *ПК<sub>ч</sub>* (соответствующее нарушенной зоне) выглядит так, как это схематично представлено на рис. 16.

Особые признаки раздробленного и перемятого состояния осадков в горизонте *ПК<sub>ч</sub>*, выраженные резкими изгибами изогипс и значительным аномалийным диапазоном изменения его мощностей, следует признать общими признаками для любых зон поднадвигового раздробления.

Следовательно, построение карт равных мощностей и структурных карт для реперов, выделенных внутри этих зон, может явиться одним из актуальных методов выявления зон надвигового раздробления вообще.

Если одноименные горизонты повторно обнаруживаются в разрезах скважин, это должно указывать на пересечение или взбросового или надвигового нарушения.

Тектонические разрывы без видимого смещения блоков относительно друг друга обычно не улавливаются отдельными разрезами скважин. Обнаружить пересечения такой трещины было бы возможно только в том случае, если вдоль трещины находились породы, отличные от примыкающих к ним пород двух разорванных тектонических блоков (например, сильно сцементированные или битуминозные и т. п.), а это является очень редким явлением в практике. О наличии таких трещин можно предполагать только на основании изучения геологического

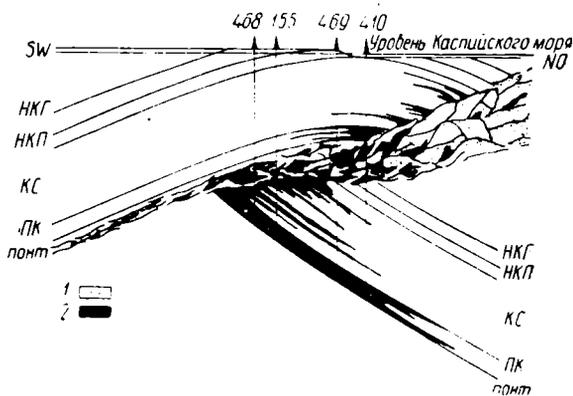


Рис. 16. Профильный разрез по линии А—А через о. Артема:

1 — зона надвигового раздробления (*ПК<sub>ч</sub>*); 2 — нефть

строения разбуриваемого участка месторождения, осложненного такой трещиной.

Сбросо-сдвиг и взбросо-сдвиг, если у них имеется достаточно большая амплитуда вертикального смещения пород, обнаруживаются разрезами скважин по тем же признакам, которыми руководствуются для выявления сбросов и взбросов. Горизонтальная часть перемещения блоков относительно друг друга выявляется с помощью построения карт на базе анализа большого числа электроразрезов, а не отдельных скважин.

В промысловой практике основные виды тектонических разрывов сбросы, взбросы и надвиги — успешно и безошибочно выявляются по данным каротажа скважин и путем геологических построений различ-

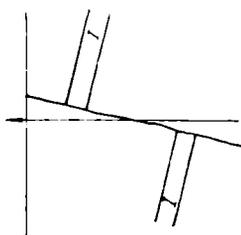


Рис. 17. Схема пересечения скважиной крутого сброса

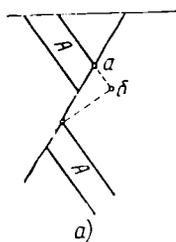
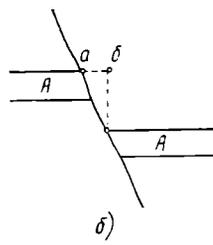


Рис. 18. Схема сохранения признаков растяжения сброса при различном положении в пространстве



ного рода. В грубом обобщении выпадение некоторой мощности из разреза указывает на вскрытие скважиной сброса, а увеличение мощности за счет повторного вскрытия горизонтов на некотором интервале стратиграфической колонки — на пересечение скважиной взброса или надвига.

В практической работе геологу нередко приходится встречаться с нарушениями (сбросы и взбросы), у которых поверхности разрыва падают к горизонту под углами, близкими к  $90^\circ$ .

На рис. 17 показано нарушение сброса, в котором приподнятое крыло соответствует лежащему боку. Но если это нарушение без изменения присущих ему элементов строения незначительно повернуть в пространстве (на угол менее  $10^\circ$ ), то оно не только перестанет быть сбросом, а превратится во взброс, так как при таком изменении висячий бок у этого нарушения сделается лежащим, а лежащий — висячим. Точно такое же изменение может произойти и с нарушением взбросового характера.

Учитывая, что при тектонических процессах не исключена возможность изменения углов наклона поверхностей разрыва сбросов и взбросов во времени, нужно считать неправильным употребление терминов, определяющих особенности нарушения, которые зависели бы от незначительного изменения положения этих нарушений в пространстве.

Отнести сбросы к сбросам растяжения можно лишь в том случае, если после образования сброса поверхность пласта увеличивается; на рис. 18б линия *ab* — ширина, на которую увеличивается поверхность пласта.

В то же время сбросом, или сбросом растяжения, часто называется такое нарушение, у которого лежащий бок приподнят над висячим. Нарушение, изображенное на рис. 18а, с точки зрения изменения поверх-

ности пласта может быть классифицировано только как сброс растяжения, а если рассматривать в нем положение лежачего и висячего боков, то его следует классифицировать как сброс сжатия, или сброс. И только в положении, изображенном на рис. 18б, этот сброс является сбросом с двух различных точек зрения.

Таким образом, в противоречие вступают два разных способа определения типа нарушений. Аналогичное противоречие обнаруживается также и при рассмотрении нарушений взбросового характера.

При современных методах наклонного бурения даже без всякого изменения положения крутопадающих нарушений в пространстве можно получить в электроразрезах скважин самые противоречивые данные о характере пересекаемых ими нарушений. На рис. 19 и 20 показаны

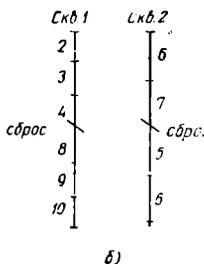
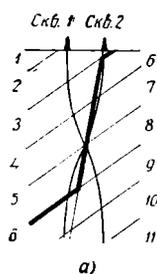


Рис. 19. Пересечение стволов скважин на глубине с крутым сбросом:  
а — профильный разрез; б — разрез скважин

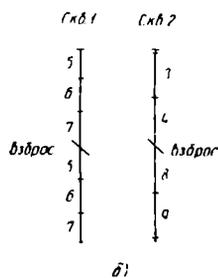


Рис. 20. Пересечение стволов скважины на глубине с крутым взбросом:  
а — профильный разрез; б — разрез скважин

различные типы нарушений и разрезы скважин, пересекающих эти нарушения при различном направлении искривления.

Для сопоставления иллюстрируемых разрезов скважин условно принимается, что вся пачка пород, слагающих оба тектонических блока нарушений, изображенных на рис. 19 и 20 в вертикальном разрезе, состоит из слоев равной мощности.

Сбросовое нарушение на рис. 19 и взбросовое на рис. 20 падают очень круто, и их сместители наклонены к горизонту под углом около  $90^\circ$ . Скважина № 1 на этих рисунках искривлена вверх по восстанию, а скважина № 2 — вниз по падению. Характер искривления обеих скважин в том и другом случае аналогичен. Проекция ствола скважины № 1 является зеркальным отражением скважины № 2. О величине смещения противоположных крыльев нарушений и направлении их смещения (сброс на рис. 19 и взброс на рис. 20) можно судить по жирной линии, проведенной вдоль следа пересечения противоположных крыльев и сместителя этих нарушений с плоскостью рисунка.

При сравнении этих рисунков видно, что стратиграфическая величина амплитуды смещения этих нарушений одинакова. Условно также принято, что скважины № 1 и 2 пересекаются со сместителями нарушений в одной общей условной точке.

Каковы же будут результаты проводки скважин при условии пересечения ими этих нарушений?

Обратимся к разрезам скважин. Рассматривая разрез скважины № 1, искривленной вверх по восстанию пластов, обнаруживаем, что при пересечении со сбросом из ее разреза выпадают три горизонта, равные общей амплитуде смещения сброса, а именно — горизонты 5, 6 и 7-й

(см. разрез скважины № 1 на рис. 19). При этом мощности всех вскрытых скважиной горизонтов будут несколько меньше их видимых мощностей и несколько больше истинных.

В разрезе скважины № 2, пробуренной вниз по падению (величина искривления равна величине искривления скважины № 1) и пересекшей сброс в той же точке, что и скважина № 1, обнаруживается прямо противоположное разрезу скважины № 1 увеличение разреза за счет повторного вскрытия двух горизонтов. При этом мощность всех горизонтов значительно увеличена (т. е. больше видимой мощности по вертикали).

Если обратиться к рис. 20, то оказывается, что при пересечении крутопадающих взбросов скважинами, искривляющимися вниз по падению пластов, в их разрезе обнаруживается выпадение трех горизонтов при общей, сравнительно увеличенной, мощности всех вскрытых горизонтов. В нашем примере это пласты 5, 6 и 7-й (см. разрез скважины № 2).

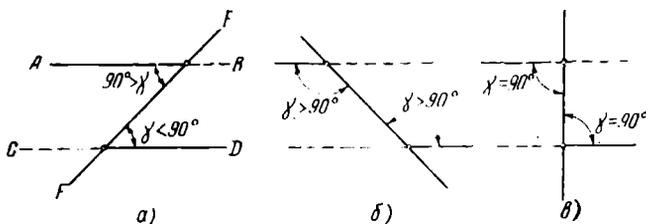


Рис. 21. Схема изменения  $\angle \gamma$  в различных нарушениях

При пересечении того же нарушения в той же точке скважиной, искривляющейся вверх по восстанию (см. разрез скважины № 1), ниже сместителя нарушения в ее разрезе обнаруживается повторение горизонтов (в рассматриваемом примере двух горизонтов — 5 и 6-го) при общей, несколько уменьшенной, мощности всех вскрытых горизонтов относительно видимой их величины и несколько увеличенной относительно истинной.

Сопоставляя разрезы скважины № 1 с разрезами скважины № 2 и анализируя их, можно сделать вывод, что по мощностям вскрытых горизонтов и по числу пластов, выпадающих из разрезов и повторяющихся (в другом случае), не всегда представляется возможным судить о характере вскрытых нарушений.

Таким образом, классификацию нарушений правильной было бы определить не по признакам положения их висячих и лежащих боков, а по признакам принадлежности их к нарушениям, образованным в результате сил сжатия или растяжения. Совершенно очевидно, что такая классификация не будет зависеть от положения классифицируемого нарушения в пространстве.

Для упрощения классификации нарушений по этому признаку обратим внимание на следующие особенности.

Если принять две параллельные линии  $AB$  и  $CD$  за кровлю пласта I (рис. 21а) с приподнятым и опущенным полем, поверхность разрыва  $EF$  — за секущую при этих параллельных, то углы, отмеченные буквой  $\gamma$ , будут внутренними, накрест лежащими и равными между собой. Характерным является то, что во всех случаях образования

сбросов сжатия  $\angle \gamma$  всегда менее  $90^\circ$ , а в сбросах растяжения (рис. 21б) — более  $90^\circ$ .

Частым случаем образования нарушения с вертикальным перемещением крыльев следует считать такое нарушение или сброс, у которого  $\angle \gamma = 90^\circ$  (рис. 21в). Такие сбросы, видимо, образуются под влиянием сил, радиально направленных, без дополнительного развития боковых сжимающих или растягивающих усилий и без изменения площади, занимаемой поверхностью пласта.

Основываясь на отмеченных особенностях углов  $\gamma$ , с целью упрощенного и точного определения нарушений сжатия и растяжения рекомендуется классифицировать разрывные нарушения, исходя из величины  $\angle \gamma$ . Иначе говоря, если  $\angle \gamma < 90^\circ$ , то такое нарушение должно быть отнесено к сбросам сжатия или взбросам; если  $\angle \gamma > 90^\circ$ , то такое нарушение является сбросом растяжения, или просто сбросом, и т. д.

Рекомендуемый метод классификации сбросов и взбросов по величине углов  $\gamma$  гарантирует независимость определений от положения классифицируемых нарушений в пространстве и их изменений. Тем не менее при крутых углах падения пластов и поверхностей сместителей это не исключает случаев, когда в разрезах скважин, пересекших сбросы сжатия, можно обнаружить сокращение мощности, а в разрезах скважин, пересекших сбросы растяжения, наблюдать повторное вскрытие горизонтов и соответствующее этому увеличение мощности. Это хорошо видно на рис. 17, 18, 19 и 20. Поэтому в общем случае природу нарушения, обнаруженного в разрезе только одной скважины, нельзя установить лишь по признаку сокращения или увеличения мощности. Окончательные выводы могут быть сделаны после ряда графических построений, точно определяющих положение исследуемого нарушения в пространстве.

В том случае, когда углы падения пластов и сместителей нарушений оказываются пологими (т. е.  $< 45^\circ$ ), для установления природы нарушения, пересекаемого скважиной, может быть, и нет необходимости производить большое число сложных построений. Однако, учитывая кривизну скважин и другие частные условия, не следует спешить с выводами.

В практике не все нарушения сбросового и взбросового характера имеют равные углы  $\gamma$  в различных, приподнятых и опущенных, крыльях. В связи с этим может случиться, что по углу  $\gamma$  в приподнятом поле нарушения следует классифицировать как сброс сжатия, а по углу  $\gamma$  в опущенном поле — как сброс растяжения. В таких случаях, пожалуй, правильно было бы из двух значений угла  $\gamma$  определить среднее и по этому среднему значению решать вопрос о принадлежности данного нарушения к типу сбросов или взбросов.

При этом можно было бы пользоваться формулой:

$$\angle \gamma_{\text{ср.}} = \frac{\angle \gamma \text{ приподн. поля} + \angle \gamma \text{ опущенного поля}}{2}$$

В процессе выявления разрывных продольных нарушений нередко случается так, что увеличенные мощности отложений в некоторых разрезах скважин, свойственных и флексурам, неправильно интерпретируются как результат пересечения данными скважинами надвигового нарушения; это служит лишь основанием, чтобы наметить продольное нарушение.

При правильном анализе мощностей свит в различных разрезах скважин ошибка легко выявляется. Для этого необходимо тщательно

проследить изменение мощностей отдельных свит в разрезах скважин, расположенных на профилях вкрест простирания самой флексуры и проведенных на различных участках ее простирания, и установить последовательное изменение мощностей при прослеживании их в направлении погружения пластов (рис. 6).

## ПРАВИЛА ГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ

Излагаемый перечень правил нанесения разрывных нарушений на карты и профильные разрезы основывается на общеизвестных приемах графических построений, давно уже выработанных и известных в проекционном черчении.

### Основные правила проектирования скважин на профильные разрезы

Известно, что в построении геологических разрезов по профилям глубокого бурения существуют два способа проектирования стволов скважин: ортогональный и способ сноса по направлению простирания пластов.

Применение того или другого способа в каждом частном случае диктуется условиями расположения скважин, по которым надо построить профильный разрез, и теми задачами, которые поставлены перед его построением.

Допустим, что поставлена следующая задача:

построить профильный разрез в той части месторождения, где необходимо выяснить, как меняются углы падения с изменением глубины и мощности свит от свода к крыльям.

По данным поверхностной геологии района предполагается, что исследуемая часть месторождения обладает строением, показанным на рис. 22.

Очевидно, что правильной всего было бы провести разрезы по профилю I—I. Однако нужно иметь в виду, что при выборе направления профиля чаще всего оказывается затруднительным наметить линию так, чтобы скважины, необходимые для использования в построении, лежали на ее протяжении.

Для того, чтобы разрезы выбранных скважин № 1, 2, 5, 7 и 8 могли быть использованы в построении разреза I—I, надо их снести на профиль. Чтобы сохранить величины углов падения свит и их мощностей от искажения на различных участках про-

филя, проектировать скважины на разрез нужно только по направлению простирания слоев. Ортогональный метод проектирования скважин в данном случае обусловил бы искажение углов падения и мощностей свит, и основное целевое назначение профильного разреза не было бы выполнено.

Если перед построением профильного разреза на структуре необхо-

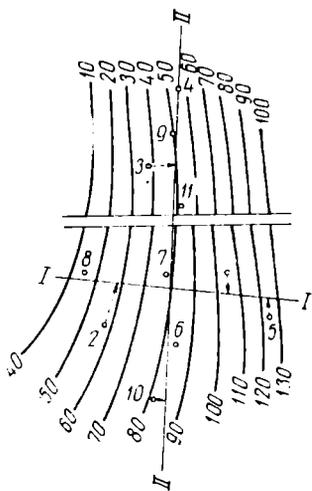


Рис. 22. Карта, показывающая правила сноса скважин на профильный разрез

димому выявить основные элементы имеющегося здесь разреза, то необходимо выбрать направление профиля вкрест простирания нарушения.

Основываясь на этом, намечают линию разреза в направлении *II—II* (см. рис. 22). Так же, как и в первом случае, практически трудно отыскать линию, на которой расположились бы все скважины, необходимые для использования в построении. Поэтому и в данном случае надо проектировать скважины на профиль. Однако здесь уже не может быть использован способ сноса скважин на линию разреза по простиранию, так как профиль протягивается в направлении, почти параллельном простиранию. При таком положении снос скважин по простиранию привел бы к тому, что в отдельных случаях их местоположение на профильном разрезе противоречило бы их фактическому положению на плане относительно сброса.

Например, положение скважины № 11 оказалось бы северней положения скважины № 9 и дальше ее от нарушения. Такое искаженное положение указанных скважин на профильном разрезе не исказило бы углов падения пластов в данном сечении, но было бы совершенно нетерпимо в изображении элементов строения нарушения.

В самом деле, при указанном положении скважин № 9, 11 и трещины на плане (см. рис. 22) очевидно, что нарушение пересекает разрез скважины № 9 выше, а скважины № 11 ниже, или, короче говоря, падает на юг. Для сохранения в профиле *II—II* естественного падения на юг, действительно присущего трещине, необходимо, чтобы скважина № 9 на профильном разрезе помещалась севернее разреза скважины № 11. Если на профиль сносятся скважины по правилу переноса по простиранию пластов, то скважина № 11 должна переместиться в положение, более южное, чем скважина № 9. При этом, очевидно, и трещина изобразится падающей не на юг, а на север, что явно несуразно.

Таким образом, совершенно ясно, что для объективного отражения элементов строения трещины на профиле *II—II* единственно правильным методом проектирования скважин на линию разреза является метод ортогонального проектирования. Этот метод заключается в том, что скважины на профиль наносятся по перпендикуляру, а после нанесения на проекцию их стволов, глубин залегания и маркирующих горизонтов вносятся соответствующие поправки. Если проектируемая скважина находится выше по восстанию, чем точка ее проекции на профиле, то определяется разница в глубинах между этими точками (по известному или предполагаемому углу падения). Полученная разница прибавляется ко всей величине глубин маркирующих горизонтов спроектированной скважины для последующего нанесения полученных глубин на проекцию ствола скважины на профильном разрезе.

Если же проектируемая скважина находится ниже по падению от точки ее проекции на профиле, то разница в глубинах между этими точками вычитается из величины глубин залегания маркирующих горизонтов разреза проектируемой скважины, и полученные таким путем глубины наносятся на проекцию ствола этой скважины на профильном разрезе.

Из всех рассмотренных выше условий видно, что ни в одном случае не представляется возможным отразить без искажения все элементы строения месторождения.

Иногда приходится жертвовать точностью изображения пликативной дислокации, чтобы более или менее точно отразить строение дизъюнктивных нарушений, и, наоборот, там, где необходимо точно отразить элементы строения пликативной дислокации, приходится жертвовать точностью дизъюнктивного отражения и т. п.

## Изображение трещин без видимого смещения разорванных крыльев относительно друг друга

Трещины разрыва без видимого смещения пород в природе встречаются редко. Больше распространены трещины, в которых такое смещение выражено очень незначительно; практически они могут быть отнесены к разряду трещин без вертикального и горизонтального смещения пород.

След пересечения любой трещины разрыва с поверхностью пластовой, геологической или структурной карты должен изображаться в виде одной линии. Если при этом рельеф местности по своей форме и положению будет близок к уровенной поверхности, то простираение этой линии на геологической карте будет почти соответствовать простираению самого нарушения.

Полное совпадение в простирании линии, определяющей на карте положение трещины разрыва с истинным ее простираением, обнаруживается только на пластовых картах, которые строятся, как известно, путем нанесения на план всех следов пересечения условно выбранной горизонтальной поверхности с границами геологических свит и поверхностей разрывов. При этом след пересечения поверхности разрыва с горизонтальной плоскостью  $P$  будет соответствовать прямой линии только в том случае, если поверхность разрывного нарушения  $Q$  будет прямолинейной в этой условной горизонтальной

плоскости (рис. 23а) или целиком будет представлять собой плоскость (рис. 23б).

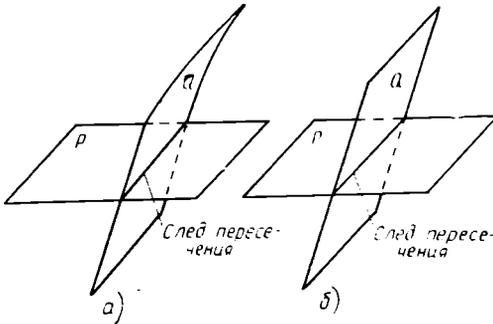


Рис. 23. Схема пересечения плоскостного и изогнутого (в вертикальной плоскости) сместителя с горизонтальной плоскостью

плоскости (рис. 23а) или целиком будет представлять собой плоскость (рис. 23б).

Несколько иначе будут изображаться трещины без смещения на структурных картах. На рис. 24 показано взаимное пересечение двух

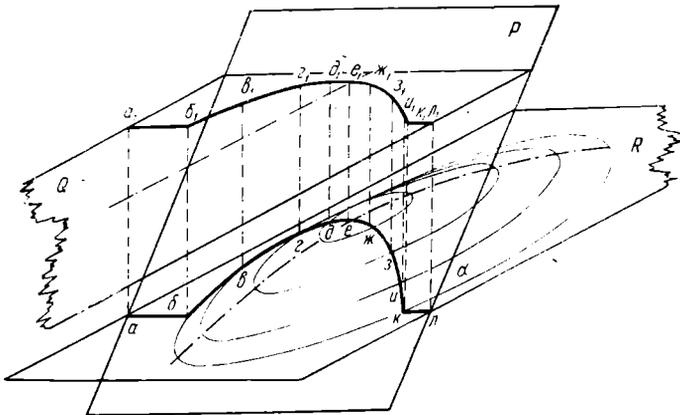


Рис. 24. Схема пересечения плоскостного сместителя со сферической поверхностью пласта

поверхностей — поверхности пласта, изогнутого, в антиклинальную складку (этот пласт находится на плоскости  $R$ ), и наклонной плоскости  $P$ , отождествляемой с поверхностью разрыва. След пересечения поверхности пласта с плоскостью  $P$ , определяющийся положением точек  $a, б, в, г, д, е, ж, з, и, к, л$ , и его проекция на горизонтальную плоскость, соответствующую плоскости, в которой строится структурная карта (точки  $a_1, б_1, в_1, г_1, д_1, е_1, ж_1, з_1, и_1, к_1, л_1$ ), показаны жирными линиями. Из построения видно, что та и другая линии не прямолинейны и выпуклостями повернуты в сторону, противоположную направлению падения плоскости  $P$ . Нетрудно также заметить, что выпуклость трещины разрыва  $Q$  на структурной карте будет тем больше, чем больше наклонена к горизонту плоскость  $P$ , и, наоборот, с увеличением угла  $\alpha$  выпуклость ее будет уменьшаться. При угле  $\alpha=90^\circ$  на плоскости  $Q$  обозначится след пересечения ее с поверхностью пласта в виде кривой, соответствующей рельефу складки с вертикальной плоскостью, а проекция этого следа на горизонтальной плоскости представится в виде прямой линии.

Таким образом, построением, представленным на рис. 24, доказывается, что дугообразное искривление трещин на поверхности структурных карт вовсе не указывает на то, что поверхность разрыва этой трещины сама по себе дугообразно выгнута.

Если максимальный изгиб дуги соответствует местоположению самой минимальной глубины горизонтали из числа тех горизонталей, которые пересекаются линией нарушения, а выпуклость дуги направлена в сторону, прямо противоположную падению поверхности нарушения, то это вызвано в первую очередь тем, что проектируемый на структурную карту след лежит на сферической поверхности пласта и одновременно на наклонной плоскости разрыва. Отсюда следует: если след пересечения плоскости  $P$  со сферической поверхностью пласта в горизонтальной проекции изобразится прямой линией, то надо полагать, что поверхность разрыва этой трещины либо вертикальна, либо, будучи наклонной, выгнута в направлении, противоположном падению.

К правилам нанесения трещин (без смещения) на геологических, пластовых и структурных картах следует добавить, что во всех случаях эти линии необходимо наносить одной сплошной линией, отмечая стрелкой направление наклона.

В практике геологических построений встречается немало случаев, когда возникают значительные затруднения при решении некоторых задач в построениях профилейных разрезов.

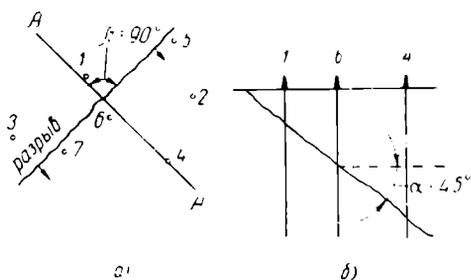


Рис. 25. План и профильный разрез вокруг простирающей:  
а — план; б — профильный разрез по А—А

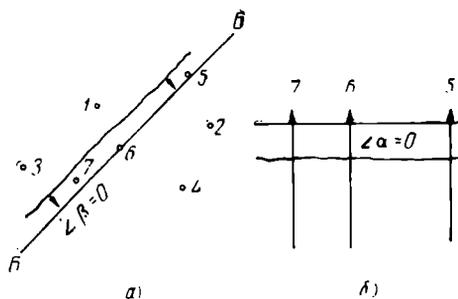


Рис. 26. План и профильный разрез по простирающей:  
а — план; б — профильный разрез по Б—Б

Очевидно, что истинную величину угла падения поверхности сместителя в разрезе можно получить только на том профильном разрезе, который пересекает трещину разрыва строго вкрест простирания, или, иначе говоря, под углом  $\beta=90^\circ$  (рис. 25а). Если падение сместителя происходит под углом, равным  $45^\circ$ , то в этом случае  $\angle \alpha$  на рис. 25б будет также равен  $45^\circ$ .

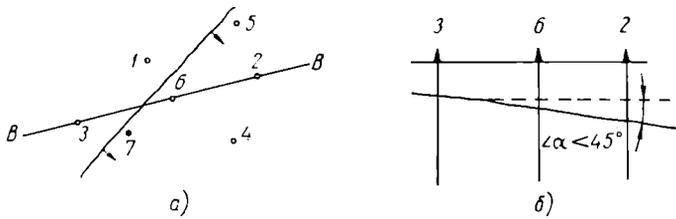


Рис. 27. План и профильный разрез под углом к линии простирания:

а — план; б — профильный разрез по В—В

Если же профиль проведен по отношению того же нарушения строго параллельно простиранию трещины при  $\angle \beta=0$  (рис. 26а), то на разрезе в тех случаях, когда избранный участок геологической карты соответствует непересеченной местности, эта линия изобразится в виде следа пересечения, параллельного уровенной поверхности профиля. На таком профиле  $\angle \alpha$  будет равен 0 (рис. 26б). Во всех других сечениях при условии, что угол, равный 0, меньше угла  $\beta$  и меньше  $90^\circ$  (рис. 27а), след пересечения трещины разрыва с плоскостью будет проектироваться наклонно к уровенной поверхности и будет меньше  $45^\circ$  и больше 0 (рис. 27б).

Иначе изобразится след пересечения трещины разрыва с плоскостью профиля в случае непрямолинейного простирания линии разрыва в плане.

Предположим, что перед нами поставлена задача провести профильный разрез через разрывное нарушение, имеющее сложное простирание. Направление заданного профиля и простирание нарушения показаны на рис. 28а. Для простоты построения представим, что пласт, по которому построена карта, залегает горизонтально (рис. 28б); он условно показан в виде горизонтальной линии. Тогда в соответствии с направлением падения поверхности разрывного нарушения и положением на карте скважины № 1 нарушение в разрезе этой скважины отметится где-то выше горизонта I. То же нарушение в скважинах № 2 и 3 отразится на глубинах ниже горизонта I, а в скважинах № 4 и 5 — выше горизонта I. Соединяя точки пересечения этого нарушения с разрезами скважин на различных глубинах, получим чашеобразную кривую линию, которая при рассмотрении профильного разреза в отрыве от карты может вызвать недоуменный вопрос: возможно ли подобное направление падения поверхности разрыва в природе? Конечно, если полагать, что наклон линии нарушения от скважины № 4 к скважине № 3 и встречный

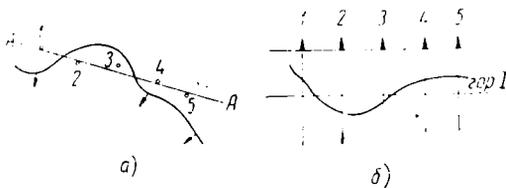


Рис. 28. План и профильный разрез через трещину, сильноизгибающуюся в плане:

а — план; б — профильный разрез по А—А

наклон линии нарушения от скважины № 4 к скважине № 3 и встречный

ему наклон той же линии от скважины № 1 к скважине № 2 отражают действительное падение поверхности разрыва, то надо согласиться, что это маловероятно. Но, рассматривая этот профильный разрез совместно с картой, нетрудно убедиться, что в действительности нарушение падает в направлении, перпендикулярном профилю. Различный наклон линии нарушения на участках от скважины № 1 к скважине № 2 и от скважины № 4 к скважине № 3 связан не с действительным направлением падения поверхности нарушения, а с резким изменением его простирания. Следовательно, не всякое кажущееся неправдоподобное строение структурных форм в том или ином профильном сечении следует относить к графическому браку. Прежде чем делать подобные заключения, следует подробно проанализировать причины мнимого неправдоподобного построения.

### Изображение сбросов растяжения

Величина смещения границ напластования одноименных горизонтов зависит главным образом от амплитуды сброса. Сброс на геологических картах проводится в виде одной сплошной линии, направление его падения указывается стрелкой. В том случае, если рельеф местности плоский, сброс прямолинейного простирания обозначается на геологической карте в виде прямой линии, т. е. так же, как и на пластовой карте. При чтении карты сбросовый характер нарушения можно определить по следующему признаку: к какому крылу нарушения — к приподнятому или опущенному — принадлежат два противоположных тектонических блока. Если в пределах того и другого тектонического поля на геологической карте представляется возможным отыскать какую-то общую границу между одноименными горизонтами, то в пределах опущенного поля эта граница будет располагаться всегда выше по восстанию, чем та же граница в пределах приподнятого поля, и наоборот. Сбросовое нарушение, пересекающее всю складку от одного до другого крыла, на карте изображается примерно так, как это показано на рис. 29а. На такой карте опущенное крыло может быть легко определено по более близкому расположению выходов одноименных горизонтов к своду и оси складки, чем на приподнятом крыле.

На структурных картах сбросовые нарушения должны изображаться двумя параллельными сплошными линиями. Одна из них соответствует следу пересечения поверхности разрыва с поверхностью приподнятого крыла нарушения, а вторая — с поверхностью опущенного крыла. Ширина между этими двумя линиями равна горизонтальной амплитуде смещения сбросового нарушения (рис. 29б).

При неизменной величине вертикального смещения и постоянном угле падения поверхности разрыва обе линии, изображающие сброс на структурной карте, будут строго параллельны друг другу. Чем больше

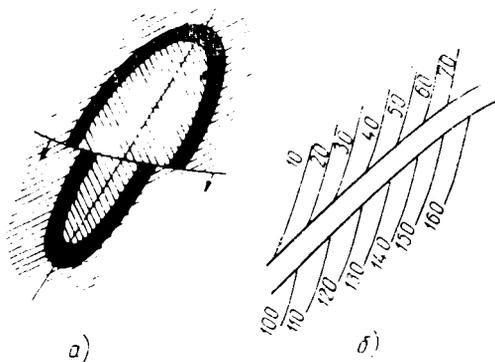


Рис. 29. Схема изображения сброса на геологической (а) и структурной (б) картах

амплитуда смещения сбросового нарушения и чем меньше угол падения поверхности разрыва, тем больше расстояние между двумя линиями, изображающими сбросовое нарушение.

При угле падения поверхности разрывного нарушения, равном  $90^\circ$ , амплитуда горизонтального смещения любого сброса, независимо от величины вертикального смещения, будет равна 0 м. В связи с этим такое сбросовое нарушение на структурной карте будет изображаться одной сплошной линией.

Выше рассматривались признаки пересечения различными скважинами разрывных нарушений и указывалось, что при некотором положении круто наклоненных поверхностей взбросов в пространстве иногда может обнаруживаться уменьшение мощности отложений в тех разрезах скважин, которые ими перессекаются. Такие взбросы на структурных картах будут изображаться как сбросы растяжения.

Таким образом, принадлежность их к сбросам сжатия не может быть обнаружена ни разрезами скважин, ни характером изображения на структурных картах. Единственным способом определения типа этих нарушений является определение величины  $\angle \gamma$ .

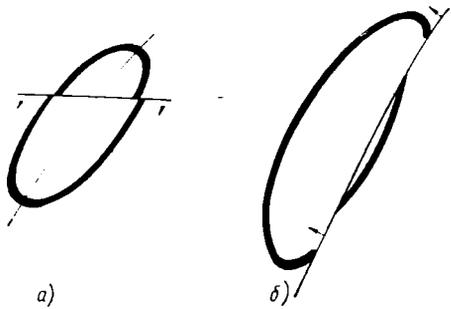
### Изображение взбросов и надвигов

Взбросы и надвиги, как и сбросы на геологических и пластовых картах, изображаются одной сплошной линией, являющейся горизонтальной проекцией следа пересечения поверхности взброса или надвига с поверхностью рельефа местности или условной горизонтальной плоскостью; направление падения указывается стрелкой.

Приподнятые и опущенные крылья этих нарушений определяются на геологической карте с помощью тех же признаков, что и сбросы, а именно — отыскивается какая-нибудь общая граница между одноименными горизонтами на обоих крыльях нарушения. Так как в пределах опущенного крыла эта граница всегда будет выше по восстанию пластов, чем в пределах приподнятого, нетрудно определить, какое из крыльев приподнято над другим.

Таким образом, зная положение крыльев нарушения и направление падения поверхности разрыва (по стрелке), представляется возможным на любой геологической и пластовой картах прочесть взбросовое и надвиговое нарушение, несмотря на идентичное их изображение со сбросами растяжения (рис. 30).

Рис. 30. Взброс (а) и надвиг (б) на геологической карте



При плоском рельефе местности характер геологических карт будет соответствовать пластовым картам этих же месторождений.

Взбросовые и надвиговые нарушения изображаются на структурных картах так же, как и сбросы, двумя линиями. Одна из линий будет соответствовать проекции следа пересечения поверхности разрыва с поверхностью горизонта, по которому построена структурная карта в приподнятом тектоническом блоке, а вторая, параллельная первой, — проекции следа пересечения поверхности разрыва с поверхностью горизонта в опущенном тектоническом блоке. Эти две линии будут также соответ-

ствовать границам опущенных и приподнятых тектонических блоков, протягивающихся вдоль линии разрыва.

Таким образом, горизонталь структурной карты в приподнятом и опущенном тектонических полях должны доводиться до соответствующих им границ вдоль поверхности разрыва. Учитывая при этом, что узкая полоса опущенного тектонического блока, примыкающая к поверхности разрыва, перекрывается приподнятым тектоническим блоком, границы опущенного поля, проходящие вдоль нарушения и горизонталь на его поверхности, должны проводиться пунктиром (рис. 31).

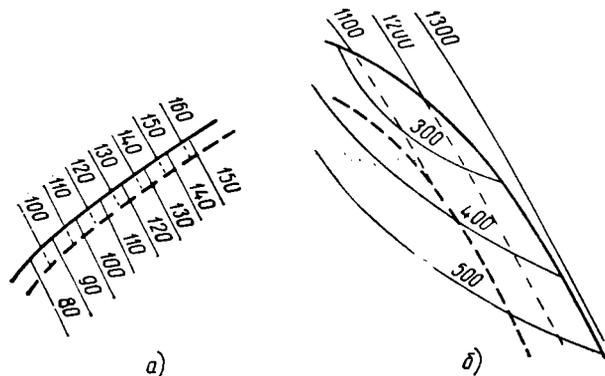


Рис. 31. Взброс (а) и надвиг (б) на структурной карте

Для взбросов и надвигов, так же как и для сбросов, сохраняется правило, согласно которому расстояние между двумя линиями, изображающими эти нарушения, будет тем больше, чем больше амплитуда смещения и меньше угол падения поверхности нарушения.

При изображении сбросов на структурных картах полоса между двумя линиями, изображающими этот сброс, остается свободной от горизонталей приподнятого и опущенного тектонических блоков, а при изображении взбросов и надвигов между двумя ограничивающими их линиями протягиваются горизонталь обоих тектонических блоков.

Некоторые крутопадающие сбросы в условиях крутых углов падения пластов при определенном положении в пространстве могут изображаться не по типу сбросовых нарушений, а по типу взбросовых. Такие сбросы в разрезах пересекавших их скважин будут отмечаться увеличением мощности, которое обычно характерно для сбросов сжатия.

### Изображение сдвигов

В условиях непересеченной местности наиболее наглядное изображение сдвиги получают на геологических и пластовых картах.

В изображении сбросов и взбросов на геологических картах опущенные крылья отличаются от приподнятых тем, что в первых одноименные стратиграфические границы пластов располагаются выше по падению или ближе к своду и оси складки, чем во вторых. В сдвигах это не наблюдается, хотя при рассмотрении передвинутых тектонических полей относительно друг друга вдоль простираения сдвига на некоторых участках геологической карты иногда можно заметить внешнее сходство перемещения одноименных стратиграфических границ относительно друг друга (рис. 32а). В сдвигах это перемещение границ вызвано горизонтальным перемещением блоков относительно друг друга.

Если бы сдвиг пересек все поднятие от одного до другого крыла, то относительное смещение вдоль сдвиговой плоскости изобразилось бы на геологической и пластовой картах так, как это показано на рис. 32б. Из рисунка видно, что оба положения одноименных стратиграфических границ в различных тектонических блоках сдвига являются не перемещенными относительно свода и оси складки и находятся на одинаковом расстоянии от оси (сравните с рис. 29 и 30).

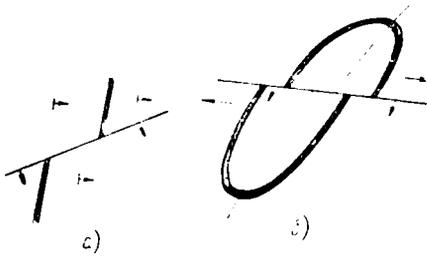


Рис. 32. Сдвиг на геологической карте

Так как направление перемещения крыльев сдвига относительно друг друга достаточно наглядно иллюстрируется самой геологической картой, казалось бы, что можно не указывать направления падения поверхности сдвига.

Однако это направление падения имеет большое значение для предположительного определения местоположения сдвига на нижележащих горизонтах. Поэтому при картировании сдвигов рекомендуется указывать направление их падения стрелкой так же, как это делается в зарисовках всех элементов строения взбросов и сбросов на геологических картах. Если стрелка на карте отсутствует, это указывает на вертикальное положение поверхности сдвига.

Если горизонтально залегающие пласты разорваны тектонической трещиной и смещены в горизонтальном направлении по поверхности разрыва, то ни при каких обстоятельствах в крыльях сдвига не сможет быть обнаружено даже малейшее относительное вертикальное смещение. При этих обстоятельствах, независимо от того, вертикальна поверхность сдвига или наклонена к горизонту, на структурной карте она будет изображаться одной линией.

Рассмотрим, к чему приведет образование горизонтального сдвига в пластах, изогнутых в складки. Допустим, поверхность разрыва сдвига произошла в той же плоскости, в которой построен профильный разрез через антиклинальную складку, представленную на рис. 33, а сдвиг произошел в горизонтальной плоскости и именно в том направлении, куда показывает стрелка. Тогда различные крылья сдвига (тектонические блоки) займут такое положение относительно друг друга, как это показано на рисунке. При этом вправо от осевой линии складки первый тектонический блок (жирная линия) окажется приподнятым над вторым (тонкая линия), а влево от осевой линии складки, наоборот, второй будет приподнят над первым. Точка *O*, где амплитуда вертикального смещения будет равна 0, окажется как бы нейтральной; она будет находиться между смещенным положением осевых линий складки в различных тектонических блоках.

Из профильного разреза геологической карты видно, что величину горизонтального сдвига одного тектонического блока относительно другого можно измерить по расстоянию между любыми одноименными стратиграфическими границами или положениями осевой линии складки в различных тектонических блоках. Так как на структурных картах не представляется возможным определить положение какой-либо одноименной стратиграфической границы на различных тектонических блоках, то единственно правильным способом определения амплитуды сдвига на структурных картах является измерение смещения осевой линии складки на различных тектонических полях вдоль трещины разрыва. При

этом для чистых сдвигов характерной особенностью является пересечение осевых линий складки на различных тектонических полях с поверхностью разрыва, лежащей на одной и той же глубине. Если в той или другой складке осевая поверхность не вертикальна, то при образовании нарушений с чистовертикальной амплитудой смещения (сбросы и взбро-

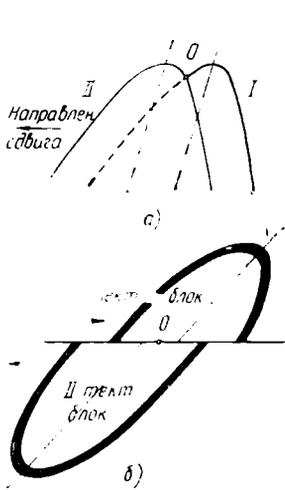


Рис. 33. Схема образования сдвига:  
а — профильный разрез;  
б — план

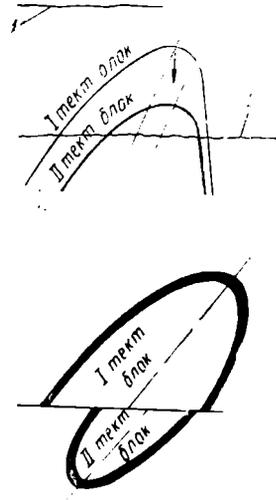


Рис. 34. Схема образования сброса:  
1 — первоначальное положение земной поверхности; 2 — поверхность земли после образования сброса и последствии размыва

сы) любое перемещение именно в горизонтальном направлении также неизбежно. Оно отразится на геологической карте так, как это показано на рис. 34. Однако разницу в причинах горизонтального перемещения осевой линии за счет сдвига или сбросов и взбросов нетрудно установить по тому признаку, что у сдвигов это смещение по величине и знаку прослеживается неизменным по всей длине разрыва, а у сбросов и взбросов оно меняется в зависимости от углов падения пластов (сравните с рис. 29 и 30).

Следует заметить, что, чем больше будет горизонтальная амплитуда смещения сдвига (см. рис. 33), тем больше станет увеличиваться вертикальное превышение и понижение одного тектонического блока относительно другого (при полном отсутствии движения блоков относительно друг друга по вертикали). В сдвигах горизонтальная амплитуда  $h$ , во всех точках постоянна, чем отличается от вертикальной амплитуды  $h_v$ , меняющейся в различных точках измерения не только по величине, но и по знаку (рис. 35).

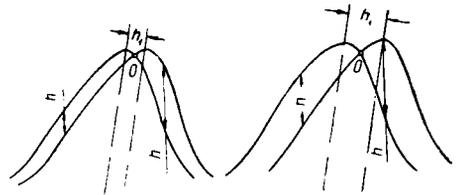


Рис. 35. Изменение величины вертикальной амплитуды смещения сдвига от крыла к куполу

Для определения на структурной карте направления перемещения крыльев относительно друг друга можно пользоваться следующим правилом. Во всех сдвигах опущенное поле (в процессе образования сдвига) двигалось в направлении восстания пластов, а приподнятое — в направлении падения. При наклонном положении поверхности разрыва сдвига на одном крыле складки сдвиг будет изображаться сбросом, а на другом крыле — взбросом. Переход от одного типа нарушения к другому по простиранию сдвига будет отмечен нейтральной точкой  $O$ , где амплитуда смещения по вертикали равна 0.

Таким образом, изображение сдвига, пересекающего всю складку поперек ее простирания, уподобится шарнирному нарушению и на структурных и на геологических картах. Следовательно, разрывы типа шарнирных нарушений могут образовываться в природе без наличия радиально направленных усилий и без вращающего момента, порождаемого парой сил.

### Изображение шарнирных нарушений

Шарнирные нарушения могут быть поперечными и продольными. В соответствии с тем, что поперечные нарушения по простиранию переходят от сброса к взбросу, правило изображения этих нарушений на геологических, структурных и пластовых картах сводится к тому, что на сбросовых участках их показывают как сбросы, а на взбросовых — как взбросы.

В продольных нарушениях, характерных тем, что в них надвиги перемежаются с крупными сбросами, сбросовые участки изображаются по правилам сбросов, а надвиговые — по правилам надвигов.

На рис. 36 показано поперечное шарнирное нарушение, пересекающее всю складку поперек. На рисунке соблюдено наиболее распространенное в таких случаях положение оси шарнира вблизи от осевой линии складки.

В соответствии с условиями образования шарнирных нарушений в точке  $O$  не было ни вертикального, ни горизонтального направления смещения. В западной части нарушения  $II$  блок относительно  $I$  и в восточной части  $I$  блок относительно  $II$  опустились за счет действия пары сил и поворота вокруг точки  $O$  всего южного тектонического блока против часовой стрелки.

Сравнивая карту, приведенную на рис. 36а, с геологической картой, где изображен сдвиг (см. рис. 33), можно заметить в них большое сходство: Однако для того, чтобы не спутать сдвиг с шарнирным нарушением, необходимо обратить внимание на то, что у сдвигов горизонтальная амплитуда смещения остается постоянной по всей длине простирания сдвига, и даже величина смещения осевых линий также не меняется. Что касается шарнирных нарушений, то в них полностью

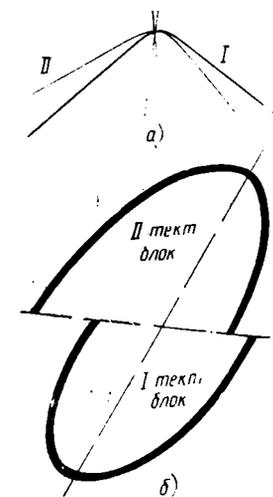


Рис. 36. Схема образования шарнирного нарушения и изображение его на геологической карте: а — профильный разрез; б — план

отсутствует постоянная горизонтальная амплитуда смещения по простиранию трещины разрыва вправо и влево от оси шарнира.

В отличие от перечисленных видов нарушений нешарнирного строения шарнирные нарушения будут характеризоваться наличием точки  $O$

(шарнир нарушения), вблизи которой амплитуда смещения равна 0 м. Поэтому вблизи от этой точки на структурных картах такой тип нарушений будет изображаться одной линией и только по мере удаления от

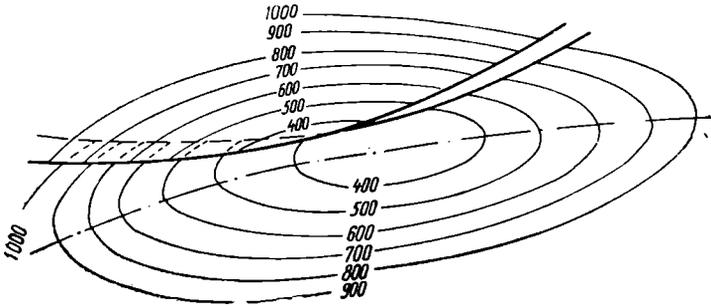


Рис. 37. Шарнирное нарушение на структурной карте

нее в обе стороны — двумя линиями (как это указывалось выше) по типу сброса или по типу взброса и надвига (рис. 37).

### Изображение двух различных поверхностей разрыва, взаимно пересекающихся на картах

Геологические и пластовые карты, а также геологические разрезы по профилям представляют собой различные плоскостные проекции какой-либо одной поверхности. В первом случае это неровная земная поверхность, во втором случае — горизонтальная плоскость среза земных слоев на условно избранной глубине и в третьем случае — вертикальная плоскость глубокого разреза подземных напластований.

Ввиду того, что во всех трех указанных случаях на вертикальную или горизонтальную плоскость проектируется какая-нибудь одна поверхность, любое пересечение этих проектируемых поверхностей с другими поверхностями (например, с поверхностями разрывных нарушений) будет изображаться одной линией или следом пересечения, а взаимное пересечение следов этих нарушений во всех трех случаях изображается точками (см. рис. 30, 32 и др.). Поэтому изображение одной, двух и большего числа пересекающихся поверхностей разрыва на геологических и пластовых картах обычно не вызывает более или менее значительных трудностей.

В отличие от всех вышеуказанных графиков структурные карты представляют собой горизонтальную проекцию многих поверхностей, залегающих на различных гипсометрических отметках (сюда входят обособленные тектонические блоки и поверхности разрывных нарушений). Так как поверхности разрывных нарушений обычно имеют наклон к горизонтальной плоскости, меняющийся в пределах от 0 до 90°, то в большинстве случаев след пересечения поверхности разрыва с поверхностью данного горизонта на структурных картах изображается уже не одной, а двумя линиями. Одна из них соответствует следу пересечения с поверхностью пласта в приподнятом тектоническом блоке, а вторая — в опущенном. Ввиду этого взаимное пересечение поверхностей разрывных нарушений на структурных картах будет изображаться уже не точкой, а какой-то линией. Кроме того, в связи с тем, что пересекающиеся друг с другом поверхности чаще всего падают под углом меньше 90°, в месте пересечения на структурной карте обозначится их

взаимное смещение относительно друг друга. Величина этого смещения прямо пропорциональна величине вертикальной амплитуды пересекающихся нарушений и обратно пропорциональна величине угла падения поверхностей сместителя.

При построениях структурных карт точное определение следа пересечения поверхностей разрыва, а также величины и направления их взаимного смещения представляет собой некоторую трудность. Обычно без достаточно ясного пространственного представления все эти определения не удастся сделать. А так как пространственные представления всякого рода требуют известного умственного напряжения, то часто

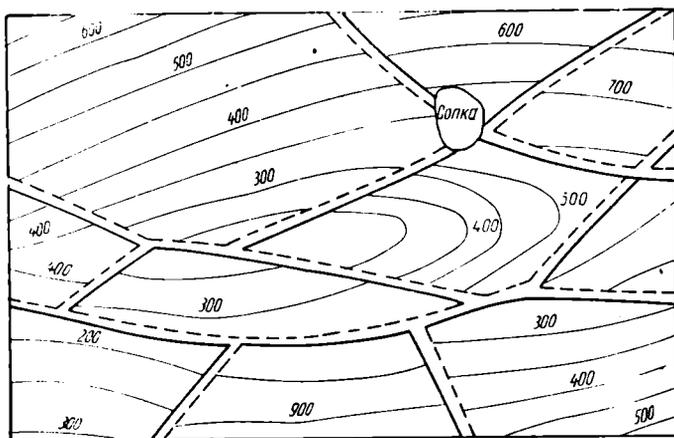


Рис. 38. Пример неправильного изображения пересечения двух нарушений на структурной карте

многие авторы тектонических построений предпочитают подобные вопросы решать схематично. Это схематичное изображение пересечения разрывных нарушений на структурных картах твердо вошло в нефтепромысловую практику, несмотря на то, что такое изображение явно нелогично и неграмотно.

На рис. 38 представлена такая карта, официально признанная в соответствующем нефтепромысловом управлении Азербайджанской ССР как основа для проведения работ при разведке и разработке нефтяных месторождений. В ряде случаев подобное схематичное изображение приводит к существенным ошибкам при проектировании скважин и выборе места для их заложения.

Чтобы лучше усвоить способы определения местоположения следа пересечения двух сместителей разрыва, величины и направления их взаимного перемещения на структурных картах, надо учитывать правила построения карт поверхностей скольжения для разрывных нарушений, предложенные в свое время И. И. Пятаковым. Согласно этим правилам, поверхности сместителей разрывных нарушений изображаются изогипсами, т. е. теми же способами, что и структурные карты.

Допустим, что мы имеем антиклинальную складку, осложненную двумя взаимно пересекающимися сбросами, один из которых поперечный с амплитудой вертикального смещения в 20 м и другой — продольный, с амплитудой в 50 м. Направление протяжения нарушений и их пересечение показаны на геологической карте (рис. 39 а). Условимся, что оба нарушения падают под углами в  $45^\circ$ . Перед нами поставлена зада-

ча: построить структурную карту кровли горизонта  $n$ , свод которого лежит ниже земной поверхности (см. рис. 39 б), и правильно изобразить пересечение указанных нарушений на этой карте.

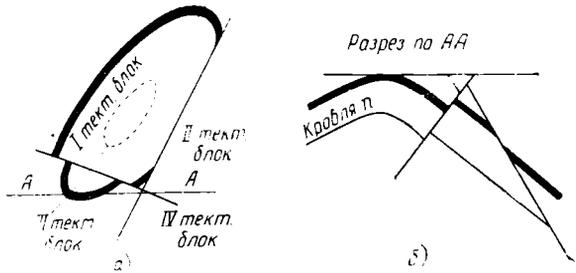


Рис. 39. Геологическая карта (а) и структурная карта (б), построенная по подошве первого горизонта

Из геологической карты (рис. 39 а) видно, что вся антиклинальная складка делится двумя разрывными нарушениями на 4 обособленных тектонических блока. Тогда, изображая строение кровли пласта  $n$  в изолиниях, в I тектоническом блоке получим форму его строения, представленную на рис. 40. С юго-востока и юго-запада I тектонический блок ограничен двумя линиями разрывных нарушений —  $AO$  и  $OB$ . В точке  $O$ , соответствующей глубине залегания 210 м, линии  $AO$  и  $OB$  пе-

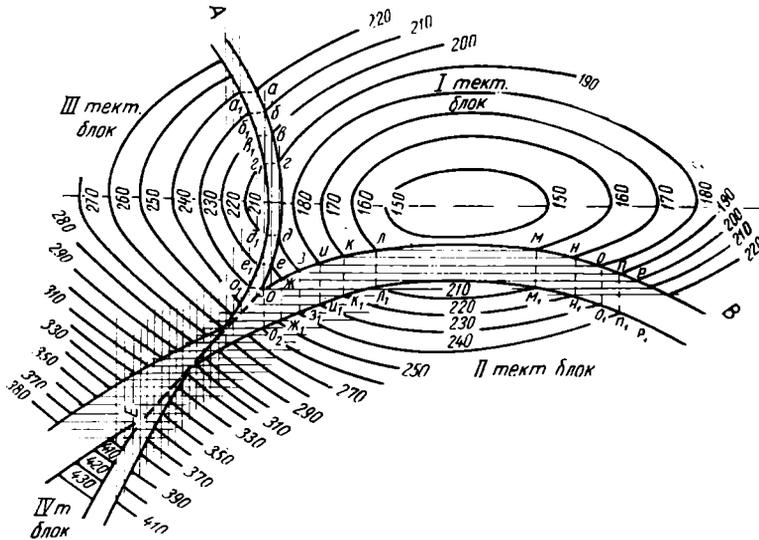


Рис. 40. Использование графических приемов в определении следа пересечения двух нарушений на структурных картах

ресекаются. Таким образом, точка  $O$  является одной из искомых точек, лежащих на следе пересечения двух поверхностей разрыва. Кроме этой точки, нам следует определить положение всех точек, лежащих на пересечении двух поверхностей разрыва, или, иначе говоря, точек, которые лежат одновременно на двух поверхностях разрыва.

Обратим внимание на прямые линии, соединяющие точки пересечения одноименных изолиний поверхности кровли горизонта  $n$  / тектонического блока с линиями  $AO$  и  $OB$ . Очевидно, эти линии соответствуют изогипсам сместителей поперечного и продольного нарушений. Вместе с тем также очевидно, что искомые нами точки, каждая в отдельности, будучи расположенными одновременно на двух поверхностях разрыва, не могут располагаться на пересечении изогипс (первой и второй поверхностей разрывов), имеющих различные глубинные отметки.

Отсюда следует вывод, что все точки следа пересечения двух поверхностей разрыва на структурной карте должны лежать на пересечении одноименных изогипс, изображающих эти поверхности. Таким образом, пользуясь этим правилом и проводя бесконечное число все возрастающих в глубину изогипс поверхностей сместителей поперечного и продольного сброса до взаимного пересечения, мы можем получить положение пересечения их поверхностей на любой глубине. Линия  $OE$ , уходящая на бесконечно большую глубину, и будет следом этого пересечения.

Для построения структурной карты кровли горизонта нет необходимости проследивать линию пересечения двух поверхностей разрыва так глубоко. Для этого достаточно проследить линию пересечения только на глубину, равную максимальной амплитуде смещения одного из пересекающихся нарушений, т. е. для рассматриваемого нами случая на глубину  $50$  м.

Обычно при построении структурных карт пользуются предварительным построением геологических профилей и с их помощью определяют характер протяжения дизъюнктивных нарушений.

Однако эту же задачу можно решить и другим способом. На рис. 40 определено протяжение следа пересечения разрывных нарушений (поперечного и продольного) с поверхностью / тектонического блока. Для того чтобы определить место протяжения аналогичных следов пересечения на опущенных II и III тектонических блоках, восстановим перпендикуляры к точкам пересечения линий  $AO$  и  $OB$  с изогипсами / тектонического блока ( $a, б, в, г, д, е, ж, з, и, к, л, м, н, о, п, р$ ). Тогда на отрезках этих перпендикуляров, равных двум интервалам изогипс (сечение через  $10$  м) сместителя поперечного нарушения (амплитуда сброса  $20$  м) и пяти интервалам изогипс сместителя продольного нарушения (амплитуда сброса  $50$  м), будут лежать точки  $a_1, б_1, в_1, г_1, д_1, е_1, O_1, O_2, ж_1, з_1, к_1, л_1, м_1, н_1, о_1, п_1, р_1$  следа пересечения нарушений с поверхностью кровли горизонта II и III тектонических блоков.

Таким образом, пользуясь методом картирования поверхностей сместителей, в дополнение к правилам, обычно используемым при построении структурных карт методом профилей, не представляется трудным определить все без исключения элементы, составляющие карту. При этом на карте совершенно точно определяется взаиморасположение пересекающихся тектонических разрывов и след пересечения поверхностей их сместителей — линия  $OE$ . Из рис. 40 видно, что линия  $OE$  лежит на точках пересечения одноименных изогипс поверхностей разрыва поперечного и продольного нарушений. Так, точка  $O$  лежит на пересечении изогипс глубиной  $210$  м, а точка  $E$  — на пересечении изогипс глубиной  $380$  м.

Интересным является следующий анализ.

Как видно из построений, линию  $OE$  можно продолжать до бесконечности, и это продолжение будет соответствовать протяжению в глубину следа пересечения поверхностей сместителей поперечного и продольного нарушения рассматриваемой антиклинальной складки.

Вместе с тем и число изогипс поверхностей сместителей поперечного и продольного нарушений при решении отдельных задач может быть доведено до бесконечности.

При сравнении рис. 32 и 40 обращает внимание на себя прямолинейное протяжение поперечного и продольного разрывов на геологической карте и изогнутое протяжение тех же нарушений на структурной карте. О причинах этого явления говорилось выше (см. рис. 24).

Рассматривая протяжение изогипс на поверхности сместителей разрывных нарушений и следа пересечения поверхности сместителя с поверхностью пласта на структурной карте, можно прийти к следующим выводам:

1) изогипсы, рисующие строение поверхностей сместителей, всегда точно отражают характер изгибов этих поверхностей без искажений,

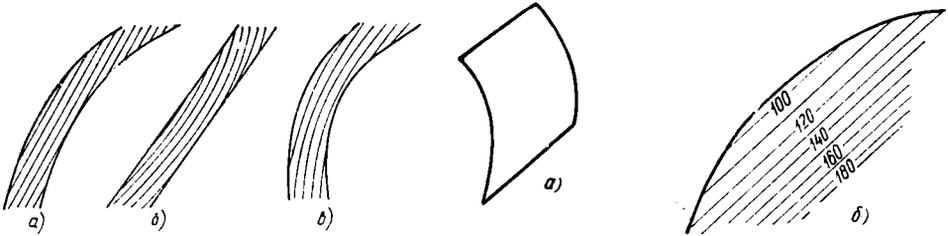


Рис. 41. Характер протяжения изогипс на поверхностях сместителей различного изгиба

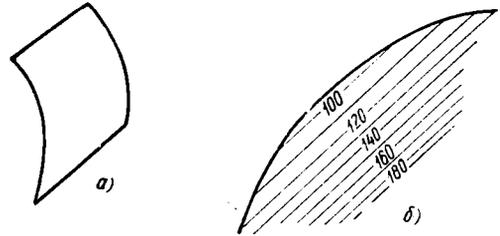


Рис. 42. Изогипсы на поверхности сместителя, по-разному изогнутого в вертикальной плоскости

если изгибы лежат в горизонтальной плоскости. Таким образом, если сместитель не имеет изгибов в горизонтальной плоскости, то изогипсы будут прямолинейными. При этом, несмотря на прямолинейное простиранье изогипс, след пересечения сместителя со сферической поверхностью горизонта, по которому строится структурная карта, изогнется таким образом, что выпуклость его будет повернута в сторону, прямо противоположную направлению падения. В данном случае изгиб сместителя (его следа) будет вызван только сферичностью поверхности горизонта (рис. 41 а);

2) если поверхность разрыва изогнута в направлении падения сместителя (т. е. имеет такой изгиб, при котором выпуклость его повернута в сторону падения), то в случае совпадения интенсивности этого изгиба с интенсивностью изгиба сферической поверхности горизонта след пересечения сместителя с поверхностью горизонта в этом частном случае может оказаться прямолинейным. Причем изогипсы будут изогнуты в соответствии с истинным, неискаженным изгибом поверхности сместителя (рис. 41 б);

3) если поверхность сместителя будет изогнута в направлении, прямо противоположном направлению его падения (т. е. если он будет иметь изгиб, при котором выпуклость его повернута в направлении, противоположном падению сместителя), то на структурной карте изогнутыми в одну и ту же сторону изобразятся как изогипсы, так и сам след пересечения сместителя с поверхностью горизонта. Причем изгибы изогипс будут всегда менее интенсивны, чем изгиб следа пересечения с поверхностью горизонта (рис. 41 в);

4) если всякого рода изгибы поверхностей сместителей в горизонтальной плоскости находят отражение в аналогичных изгибах изогипс, лежащих на этих сместителях, то любые изгибы поверхностей сместите-

лей в вертикальной плоскости на форму их изогипс влиять не будут. Зато эти изгибы найдут свое отражение в расстоянии интервалов между изогипсами. Так, если поверхность сместителя в горизонтальной плоскости прямолинейна, а в вертикальной изогнута так, как это показано на рис. 42 а, то, картируя его поверхность, получим прямолинейное протяжение изогипс с уменьшенным интервалом между ними в крутопадающей части сместителя и с увеличенным интервалом — в пологопадающей части (рис. 42 б).

Допустим, что имеются две взаимно пересекающиеся поверхности разрывных нарушений под углом  $90^\circ$  друг к другу (рис. 43). Линии  $AO$  и  $OB$  — это следы пересечения сместителя с поверхностью пласта при-

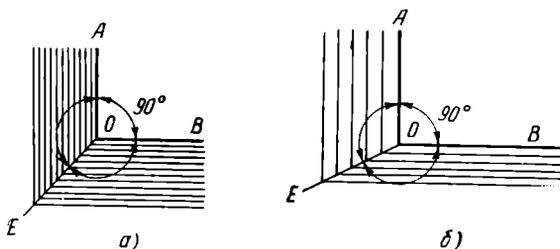


Рис. 43. Изменение положения линии  $OE$  в пространстве при изменении углов падения сместителей пересекающихся нарушений

поднятого тектонического поля. Если при этом обе поверхности сместителей пересекающихся нарушений падают под равными углами, например  $45^\circ$ , то изогипсы, их изображающие, будут проведены с равным интервалом друг от друга, и след пересечения этих поверхностей — линия  $OE$  — будет составлять равные углы с  $OA$  и  $OB$ , или  $\angle AOE = \angle BOE$  (рис. 43 а). Если же углы падения поверхностей сместителей этих нарушений не будут равны между собой, то, во-первых, интервалы между изогипсами будут больше на той поверхности сместителя, у которой угол падения меньше, и наоборот (рис. 43б); а во-вторых, углы  $AOE$  и  $BOE$  уже не будут равны между собой, и тот угол будет меньше, который лежит на поверхности сместителя с меньшим углом падения. Таким образом, в случае, изображенном на рис. 43 б, угол  $AOE$  будет меньше угла  $BOE$ . Угол  $AOE$  может стать равным  $90^\circ$  лишь в том случае, если угол падения нарушения с простираением по  $BO$  будет равным  $90^\circ$ , и наоборот.

Из определений расположения пересекающихся поверхностей разрывных нарушений и следа их взаимного пересечения на структурных картах методом картирования поверхностей разрывов в изогипсах вытекает, что нарушения не могут располагаться в плане, как это заблагорассудится автору.

Если имеется какой-то участок поверхности горизонтально залегающего пласта (рис. 44 а), разбитого двумя пересекающимися нарушениями, то перемещение всех тектонических полей ( $A$  на условной глубине 0,  $B$  — на 20 м,  $B$  — на 200 м и  $\Gamma$  — на 220 м) относительно друг друга может происходить только вдоль точно определенной на структурном плане линии, соответствующей следу взаимного пересечения этих нарушений, — линии  $OE$ . Линию  $OE$  можно принять за ось всех перемещений, происходящих с четырьмя тектоническими полями.

Если бы было предложено реставрировать рассматриваемый

участок и нарисовать положение четырех тектонических полей до образования разорвавших и сместивших их нарушений, то очевидно, для этого точки  $K$ ,  $L$  и  $E$ , расположенные на различных тектонических полях  $B$ ,  $B$  и  $\Gamma$  по линии  $OE$ , понадобится поднять вдоль этой линии и совместить их с точкой  $O$ .

Выше намеренно рассматривалось пересечение двух поверхностей разрывов сбросового строения, так как обособленные тектонические блоки в них не перекрываются друг другом. Однако условия смещения отдельных тектонических полей на участке, нарушенном двумя взаимно пересекающимися нарушениями взбросового или надвигового характера (рис. 44 б), совершенно идентичны. Как видно из рисунка, здесь так же, как и в предыдущем случае (со сбросами), перемещение отдельных тектонических полей происходит вдоль следа пересечения двух поверхностей разрыва  $OE$ , т. е. по одинаковым правилам, имеющим общий характер.

Таким образом, можно сделать общий вывод, что смещение тектонических полей на участке двух взаимнопересекающихся нарушений различного характера может происходить только в направлении общей оси  $OE$ , представляющей собой что-то среднее между направлением падения поверхностей сместителей первого и второго нарушения. Одновременно нельзя полагать, что взаимное перемещение поверхностей разрыва в плане при пересечении двух нарушений возможно в направлении, указанном на рис. 44 в.

Рассматривая схему, изображающую пересекающиеся нарушения в плане на структурных или геологических картах, обычно не определяют относительного времени их происхождения. Независимо от того, какое из пересекающихся нарушений произошло первым и какое вторым, взаимное их перемещение относительно друг друга и общее положение на структуре и в том и в другом случае остается одинаковым. На структурных картах при изображении двух пересекающихся друг с другом поверхностей разрывных нарушений общие видимые точки для этих поверхностей лежат только на осевой линии  $OE$  (см. рис. 24). Других общих видимых точек для этих поверхностей в той проекции, в которой строятся структурные карты, не имеется.

Таким образом, совершенно очевидно, что по форме изображения двух пересекающихся нарушений на структурных картах нельзя определить относительное время происхождения этих разрывных нарушений. Таковую задачу удается решить только с помощью профильных разрезов или, иначе говоря, путем дополнительного сечения поверхностей пересекающихся нарушений.

Допустим, что имеются две взаимно пересекающиеся поверхности

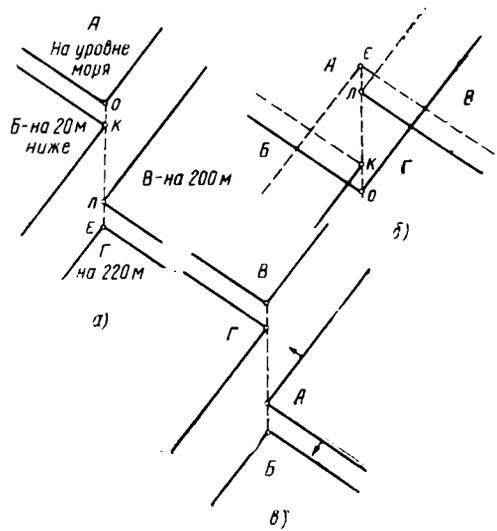


Рис. 44. Правильное и неправильное перемещение тектонических полей относительно друг друга в пересекающихся нарушениях

сбросовых нарушений в перспективном плане (рис. 45). Это изображение двух пересекающихся нарушений не отвечает на вопрос, какое из них произошло раньше другого. Чтобы ответить на этот вопрос, надо пере-

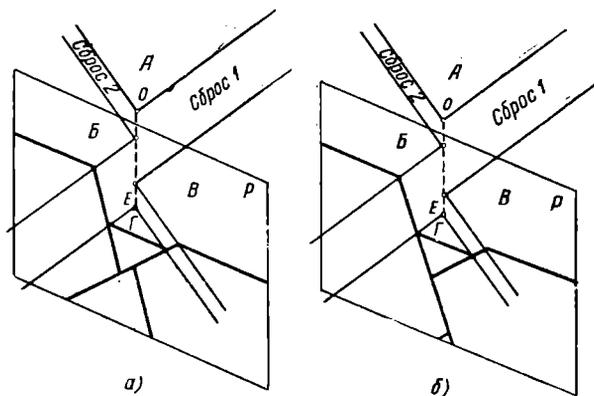


Рис. 45. Разнохарактерное пересечение сбросов в зависимости от времени их происхождения

сечь поверхности тектонических полей Б, Г и В вертикальной плоскостью Р, так, как это показано на рисунке. Тогда в вертикальном сечении этой плоскости Р, в случае, если сброс 1 произошел раньше сброс-

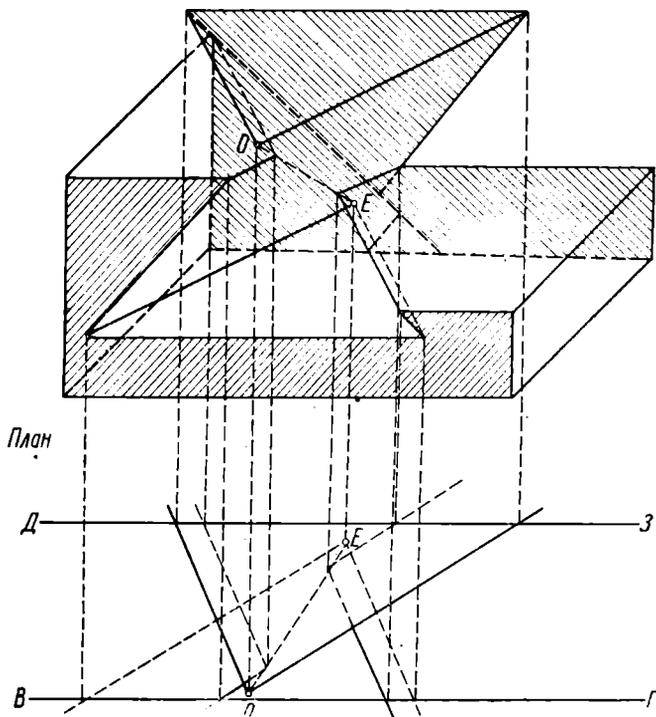


Рис. 46. Случай пересечения надвига и взброса на блок-диаграмме (надвиг произошел раньше взброса).

Профильный разрез по линии ДЗ (задняя стенка блока);  
 профильный разрез по линии ВГ (передняя стенка блока)

са 2; будем иметь такое расположение следов пересечения сместителей сбросов с плоскостью  $P$ , как на рис. 45 *a*, а в случае, если сброс 2 произошел раньше сброса 1,— такое, как на рис. 45 *б*. Таким образом, положение точек, общих для двух поверхностей пересекающихся нарушений, при котором наглядно определяется относительная разновременность их образования, может быть выявлено только путем дополнительных сечений этих нарушений в вертикальной плоскости.

На рис. 46 представлена блок-диаграмма взаимного пересечения надвига и взброса. На вертикальных плоскостях передней и задней сте-

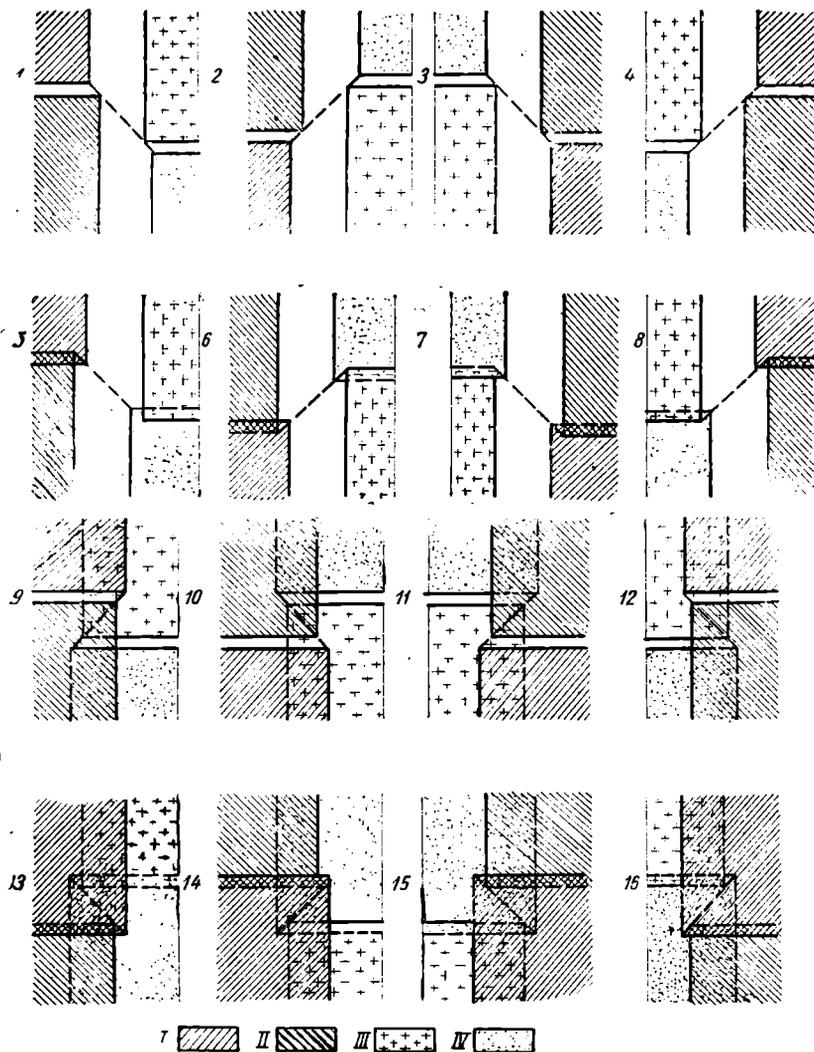


Рис. 47. Схема правильного графического изображения на структурных картах различных случаев пересечения надвигов, сбросов и взбросов (поверхности обособленных тектонических полей условно плоские):

I — на условной глубине 0; II — на глубине 20 м; III — на глубине 200 м.  
IV — на глубине 220 м.

1, 2, 3, 4 — случаи пересечения большого продольного и малого поперечного сбросов; 5, 6, 7, 8 — случаи пересечения большого сброса и малого взброса; 9, 10, 11, 12 — случаи пересечения надвига и сброса; 13, 14, 15, 16 — случаи пересечения надвига и взброса

нок блок-диаграммы показаны разрезы по линиям *ВГ* и *ДЗ*. (см. план на рис. 46). Из плана этой блок-диаграммы видно, что разрезы по линиям *ВГ* и *ДЗ* сделаны в плоскостях, не имеющих ни одной общей точки с осью *ОЕ*, или, иначе говоря, они с этой осью не пересекаются. При этом плоскость, проходящая через *ДЗ*, располагается сзади точки *Е*, а плоскость, проходящая через *ВГ*, — сзади точки *О*.

Графическими построениями устанавливается, что если вертикальное сечение поверхностей двух пересекающихся нарушений проводится сзади точки *О* (которая является верхним концом осевой линии *ОЕ*), то на плоскости этого сечения никогда не обозначится общих точек поверхностей разрыва двух нарушений (в частном случае — надвига и взброса) по той причине, что они на этой плоскости не пересекаются (см. разрез по *ВГ*). Таким образом, при помощи профильного разреза, проведенного сзади точки *О* оси *ОЕ*, нельзя ответить на вопрос об относительном времени происхождения двух пересекающихся нарушений.

Если же разрез по вертикальной плоскости сделать сзади точки *Е*, то на этой плоскости определятся следы пересечения первого и второго нарушения по аналогии с рис. 45. При этом след пересечения вертикальной плоскости с поверхностью сместителя того нарушения, которое произошло раньше, разорвется следом пересечения более позднего нарушения и сместится на его амплитуду смещения (см. разрез по *ДЗ* рис. 46).

Учитывая практические задачи, чаще всего встречающиеся в работе геологов, занятых изучением тектоники нефтяных месторождений на промыслах, на рис. 47 приводятся наиболее распространенные в практике случаи пересечения поверхностей разрыва в плане. Пользование этим материалом поможет правильно изображать (хотя бы в схеме) пересечения поверхностей разрыва на структурных картах.

## ПРАВИЛА ИЗОБРАЖЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА НА ГРАФИКАХ

### О структурных картах

Для иллюстрации построения структурной карты по кровле пласта, обнажающегося в своде складки на дневной поверхности и осложненного крупным надвиговым нарушением, рассмотрим следующий пример (рис. 48).

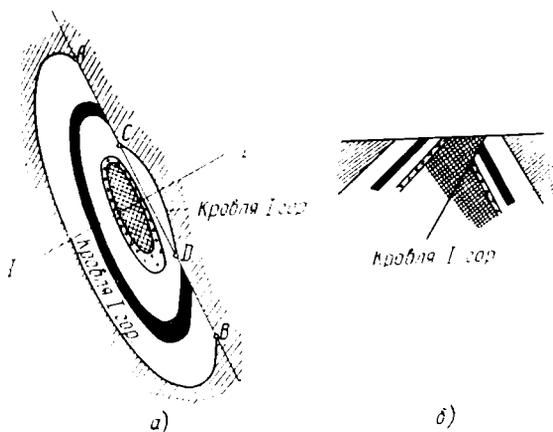


Рис. 48. Геологическая карта и профильный разрез с размытым сводом складки:  
а — план; б — профильный разрез по 1—1

На геологической карте отмечены четыре характерные точки — *A*, *C*, *D*, *B*. Все они лежат на следе пересечения поверхности разрыва надвига с дневной поверхностью. Из них точки *A* и *B* соответствуют пересечению поверхности разрыва надвига с кровлей *I* горизонта надвинутого поля, а точки *C* и *D* — месту пересечения поверхности разрыва надвига с кровлей *I* горизонта поднадвигового поля.

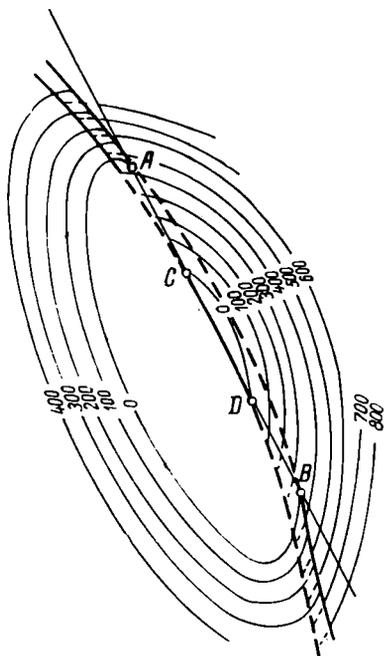


Рис. 49. Построение структурной карты по геологической карте, изображенной на рис. 48

В соответствии с этими особенностями геологического строения антиклинальной складки, надо полагать, что при построении структуры кровли *I* горизонта нулевая горизонталь очертит свод складки в надвинутом поле вдоль выхода на поверхность кровли *I* горизонта между точками *A* и *B*, а в поднадвиговом тектоническом поле — между точками *C* и *D*. Отметим также, что подобное совпадение выхода кровли горизонта на геологической карте с нулевой горизонталью на его структуре возможно только в том случае, когда рельеф местности месторождения имеет плоскостный характер с высотой залегания на уровне океана. Во всех остальных случаях линия выхода кровли горизонта на дневную поверхность на геологической карте будет иметь значительно более сложную форму протяжения.

На правильно построенной карте точки *A* и *B* должны лежать так же, как и на геологической карте, т. е. на линии, соответствующей следу пересечения поверхности разрыва надвига с поверхностью *I* горизонта в пределах надвинутого поля, а точки *C* и *D* — на линии, соответствующей следу пересечения поверхности надвига с кровлей *I* горизонта в пределах поднадвигового поля. От точек *A*, *B*, *C*, *D* линия нарушения по поверхности надвига и поднадвига на структурной карте отклоняется от линии разрыва, отмеченной на геологической карте (рис. 49). Величина этого отклонения увеличивается по мере увеличения глубины погружения самой складки.

Таким образом, на структурной карте даже прямолинейное надвиговое нарушение (согласно данным геологической карты) должно изо-

Сражаться дугообразно, с выпуклостью, обращенной в направлении, противоположном направлению падения поверхности надвига.

Между точками *AB* и *CD* на структурной карте кровли *I* горизонтальная линия, определяющая границы надвигового нарушения, не проводится, так как она должна была бы проходить в воздухе.

В пределах размытой части поднадвига на участке точек *C* и *D*, а также в пределах размытой части надвига на участке точек *A* и *B* линии, ограничивающие поверхность надвига на своде, не проводятся. Поэтому от *A* до *C* и от *D* до *B* надвиг изображен одной линией; на участке от *C* и *D* граница надвига вообще не показывается, а ниже, по падению от *B* и *A* он изображается на основании общих правил двумя линиями — сплошной и пунктирной. Пунктирные линии, соединяющие точки *AB* и *CD*, соответствуют воздушным, воображаемым границам надвига на восстановленной поверхности *I* горизонта, в действительности размытой.

В сильно пересеченных гористых местностях, где высотные отметки меняются и по величине и по знаку, очень важно придерживаться общей, стандартной и законной для всех построений условности. Между тем замечается, что в ряде случаев некоторыми геологами допускается вольность, которая влечет за собой ошибки в подобных построениях. Известно, что глубины встречи маркирующих горизонтов, по которым обычно строятся структурные карты, во всех разрезах скважин отсчитываются от устья последних. При этом устье скважины всегда принимается за 0 и все отбиваемые глубины в разрезе записываются со знаком плюс. В дальнейшем, при желании получить глубину залегания маркирующего горизонта, отсчитанную от урвневной поверхности (уровень Черного моря или океана), по которой строится карта, из абсолютной глубины его залегания, взятой по разрезу, отнимается альтитуда устья скважины. Вычитание производится алгебраическим способом, т. е. при вычитании знак альтитуды меняется на обратный. Тогда во всех случаях залегания горизонта выше уровня Черного моря или океана отметка (глубина), полученная описанным способом, для построения

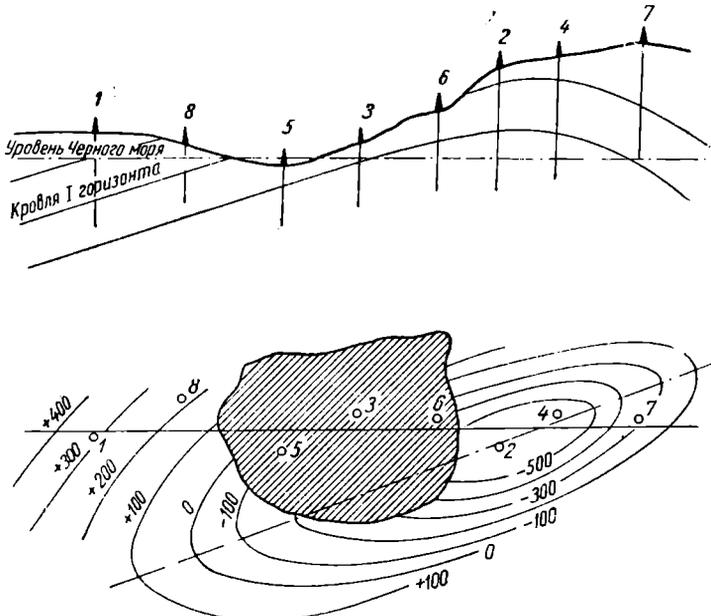


Рис. 50. Структурная карта в пересеченной местности

карты будет всегда со знаком минус. А в тех случаях, когда горизонт залегает ниже уровня океана, глубина залегания его, приведенная к уровню океана, будет всегда со знаком плюс.

Учитывая, что подавляющее большинство нефтяных месторождений мира располагается в предгорных и низменных областях, продуктивные горизонты, по которым приходится строить структурные карты, почти всюду и всегда будут находиться ниже уровня океана. Таким образом, применение вышеописанного правила при построении структурных карт создает цепное преимущество: в подавляющем большинстве карт изогипсы с отрицательным значением будут отсутствовать, что в практике заложения скважин и производственных расчетов создаст несомненные удобства.

В том случае, когда местность сильно пересечена и на некотором ее участке высотные отметки оказываются ниже поверхности горизонта, по которому строится структурная карта (рис. 50), эта площадь в районе расположения скважин № 3, 5 и 6 обводится общим контуром. Внутри его горизонтали не проводятся, а если проводятся, то пунктиром, подчеркивая этим, что данные горизонтали — воздушные. Следует также иметь в виду, что контур площади, внутри которой высотные отметки делаются ниже поверхности горизонта данной структурной карты, располагается на поверхности этого горизонта и не может лежать в плоскости, параллельной уровенной поверхности. Об этом можно догадываться хотя бы по тому признаку, что этот контур пересекает горизонталь структурной карты (кровли I горизонта) на самых различных глубинах залегания последних (см. рис. 50).

Строгое соблюдение вышеперечисленных правил гарантирует от путаницы при построении и не допускает неправильное толкование уже построенных карт.

В нефтепромысловой практике изучения тектоники отдельных месторождений и нефтеносных областей в целом часто наблюдаются от-

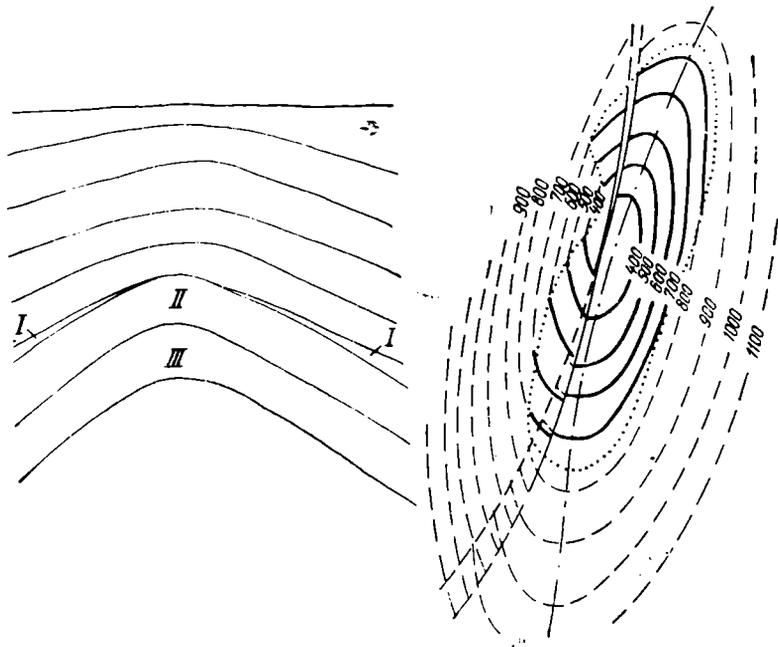


Рис. 51. Структурная карта с «лысым» сводом

ступления от упомянутых правил. Некоторые исследователи считают, например, полезным обозначить знаком минус только те горизонты, которые проводятся в воздухе, другие почему-то считают, что знаком плюс надо обозначать горизонталы, которые располагаются выше уровня океана и т. п.

Следует подчеркнуть, что проявление личной инициативы в данном вопросе недопустимо и вредно, как и всякое другое нарушение общих правил картографии, принятых в практике государственных учреждений Советского Союза.

В промысловой практике нередко возникает необходимость построить структурную карту по выклинивающемуся горизонту (рис. 51). Так как отложения такого горизонта в присводовой части в большинстве случаев отсутствуют, то изогипсы, соответствующие кровле выклинивающегося горизонта, проводятся только до границ линии выклинивания, а «лысое» место в присводовой части заполняется изогипсами другого горизонта, сохранившего на своде свои осадки. При осуществлении этой задачи у начинающих геологов возникают затруднения. На структурных картах для дополнения изогипсами присводовой части месторождения выклинивающихся горизонтов часто неправильно используют структурные данные по вышележащим горизонтам, не считаясь с тем, что последние отстоят от первых в значительном стратиграфическом удалении. При использовании в присводовой части поднятия данных по подстилающему горизонту нередко исходят из неправильного предположения о том, что свод подстилающих слоев может образовать форму, находящуюся в резком несогласии со структурой выклинивающихся пластов.

В связи с этим в случае недостаточно густой сетки пробуренных скважин, положению свода по подстилающему горизонту придается искусственно смещенное положение относительно залегания выклинивающегося горизонта. Иногда при нанесении изогипс на структурную форму выклинивающегося горизонта и проведении их по глубинам залегания этого горизонта в отдельных скважинах изогипсы доводятся только до линии выклинивания этого горизонта. В то же время изогипсы подстилающего горизонта в присводовой части месторождения также не проводятся за границу выклинивания. В результате такого построения получаются карты, построенные принципиально неверно.

Выклинивание того или иного числа горизонтов на сводах некоторых складок чаще всего бывает связано с тем, что осадки этих горизонтов не отлагались, так как свод складки в это время выступал из-под уровня седиментационного бассейна. Поэтому в складках подобного рода нельзя ожидать, чтобы линия выклинивания того или другого горизонта лежала грубо асимметрично со сводом складки. Благодаря тому, что в процессе формирования вышележащих слоев в характере их напластования не может не проявиться глубинная тектоническая форма нижележащих пластов, становится совершенно очевидным, что своды горизонтов, покрывающих выклинивающиеся горизонты в таких складках, должны лежать более или менее симметрично со сводами подстилающих горизонтов.

Вместе с тем нельзя не отметить, что некоторая асимметрия границ осадков выклинивающихся горизонтов относительно свода складки по подстилающим и покрывающим горизонтам может быть внесена тектоническими подвижками, которые неоднократно могут проявляться на протяжении периода формирования осадков, сложенных в складку.

Исходя из условий формирования складок с выклинивающимися горизонтами целесообразно в присводовой части складки, где этот го-

ризонт отсутствует, привести изогипсы по кровле подстилающего горизонта.

Пример построения структурной карты по выклинивающемуся горизонту приведен на рис. 51.

### О картах равных мощностей

Известно, что всякая геологическая карта равных истинных мощностей той или иной свиты, яруса и т. п. создается как элемент строения избранного для этой цели месторождения. Если месторождение нарушено разрывами, то нередко малоопытный геолог учитывает при построении такой карты изменение мощностей, связанных с тектоническими осложнениями. Ошибка при этом заключается в том, что строят изопакиты хоть и на основе весьма точных цифр мощности, полученных путем правильных математических расчетов по каждой скважине, но отдельно по обособленным тектоническим полям. В этих случаях изопакиты

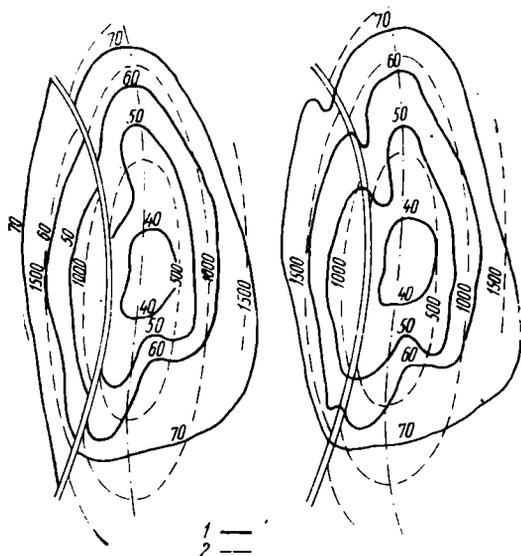


Рис. 52. Карта равных мощностей для отдельной брахантиклинали  
1 — изопакиты; 2 — изогипсы

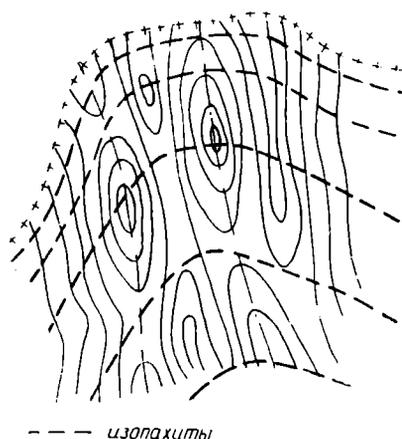


Рис. 53. Карта равных мощностей с охватом всей геологической области  
--- изопакиты

хиты одного тектонического поля доводятся до границ соседнего или до линии разрыва, а дальше не продолжают. В итоге получается карта, в общих чертах напоминающая карту, показанную на рис. 52а. Такая карта неправильно построена, так как она совершенно несообразна с тем бесспорным положением, что мощности свит формируются независимо от тектонических разрывов, образовавшихся значительно позже отложения осадков.

Принципиально правильно построенная карта равных мощностей в увязке с тектонической схемой приведена на рис. 52б.

Иногда геологи, основываясь на том, что границы бассейнов не могут пересекать изогипсы поверхности данного горизонта, неверно проводят их вдоль границы выклинивания осадков этого горизонта для того, чтобы изогипсы были параллельны друг другу. На самом деле

нелпость такого представления станет очевидной, если вспомнить, что образование палеогеографических границ бассейна и сама седиментация осадков того или иного комплекса осадочных пород происходит задолго до проявления каких-либо тектонических процессов, обуславливающих складкообразование в этих породах. Направление палеогеографической границы данного комплекса отложений не зависит от его современного тектонического плаша, и наоборот.

Таким образом, в правильно построенных тектонических схемах направление протяжения горизонталей поверхности данного пласта относительно границы выклинивания (или бассейна) его отложений на различных участках может быть различно — параллельно, наклонно (косо) и строго перпендикулярно (рис. 53). На этом рисунке построена структура поверхности условно избранного горизонта и нанесена граница его выклинивания. Из рисунка видно, что эта граница действительно пересекает изогипсы структурной карты в самом различном направлении.

Таким образом, можно сделать вывод, что споры на тему о невозможности пересечения горизонталями структурной карты какого-то горизонта границы его выклинивания совершенно необоснованны.

Вполне вероятно, что мощности любой свиты или горизонта должны плавно возрастать в направлении, перпендикулярном протяжению границы бассейна. При таком направлении роста мощностей той или иной свиты линии равных мощностей — изопахиты будут протягиваться вдоль границы выклинивания почти параллельно ей. Однако, несмотря на то, что в самой природе образования того или иного комплекса осадочных пород лежит всем им присущее свойство расти по мощности в направлении, перпендикулярном простираию границы выклинивания, все же нельзя думать, что эта закономерность может соблюдаться на всей площади образования данного комплекса отложений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перечисленные и разобранные правила графических построений различных структурных форм и разрывов, а также ряд примеров сложного пересечения нарушений друг с другом далеко не полностью охватывают собой все многообразие геологических явлений, существующих в природе, и все возможные случаи графических построений, используемых в нефтепромысловой практике.

Предлагаемую вниманию читателя работу следует рассматривать как попытку найти пути практического применения известных методов и математических расчетов к графическим геологическим построениям. При этом объясняется ряд сложных геологических построений, особенно тех, в которых обнаруживается внешняя кажущаяся несуразность.

Если вопросы, затронутые в работе, окажут помощь начинающим геологам в их нефтепромысловой и нефтеразведочной практике, автор будет считать поставленную им задачу выполненной.

## ЛИТЕРАТУРА

М. В. Абрамович. Построение геологических профилей складок. ОНТИ, Баку, 1939.

В. В. Белоусов. Тектонические разрывы, их типы и условия образования. Изл. АН СССР, 1952.

В. В. Белоусов. Основные вопросы геотектоники. М., Госгеолыздат, 1954.

И. О. Брод и Е. Ф. Фролов. Поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений. М., Гостоптехиздат, 1952.

Н. И. Буялов. Структурная и полевая геология. М., Гостоптехиздат, 1953

- Н. И. Буялов. Практическое руководство по структурной геологии и геологическому картированию. М., Гостоптехиздат, 1955.
- И. В. Высоцкий. Полевая и структурная геология. М., Гостоптехиздат, 1945.
- А. Н. Заварицкий. Некоторые факты, которые надо учитывать при тектонических построениях. «Известия АН СССР», № 2, сер. геологическая, 1946.
- Ч. К. Лизс. Структурная геология. ОНТИ, 1935.
- Г. А. Макаренко, Н. П. Тюлюко и Е. Ф. Фролов. Об изображении структуры крутопадающих горизонтов специальными структурными картами. «Нефтяное хозяйство» № 10—11, 1939.
- М. Ф. Мирчинк. Нефтепромысловая геология. АзГОНТИ, 1938.
- И. В. Мушкетов и Д. И. Мушкетов. Физическая геология, т. I, ОНТИ, 1935.
- И. И. Потапов. Электрокартаж в нефтяной геологии (Апшеронский полуостров). Азнефтеиздат, 1948.
- И. И. Потапов. Корреляция разрезов продуктивной толщи Апшеронского полуострова по каротажу. «Известия АН АзССР» № 11, 1945.
- М. М. Тетяев. Основы геотектоники. М.—Л., 1934.
- Б. Уиллс и Р. Уиллис. Структурная геология. Азерншр, 1932.
- М. А. Усов. Структурная геология. М., Госгеолиздат, 1940.
- А. П. Ушаков. Построение карт равных «истинных» мощностей. «Азербайджанское нефтяное хозяйство» № 9, 1940.
- И. Я. Фурман. Геологические построения по данным бурения. ОНТИ, 1935.
- М. М. Чарыгин. Общая геология. М., Гостоптехиздат, 1956.
-

С. С. ИТЕНБЕРГ

## ОПЫТ УНИФИКАЦИИ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ГРАНИЦ ПО ПРОМЫСЛОВО-ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

### ВВЕДЕНИЕ

Геологические исследования, связанные с тектоническими построениями, палеогеографическими реконструкциями и оценкой перспектив нефтегазоносности, требуют изучения последовательности напластования различных слоев и толщ разреза и закономерностей их распределения по площади. Изучение последовательности залегания пластов и осадочных толщ ведется путем литолого-стратиграфического расчленения разрезов и сопоставления их между собой.

В настоящее время широкое применение находят различные методы стратиграфического расчленения и сопоставления разрезов, из которых наиболее распространенными являются биостратиграфические, геофизические, литолого-петрографические, тектонические и др.

Биостратиграфические методы (палеонтологический и микропалеонтологический) основаны на тесной взаимосвязи между развитием бассейнов и населяющим их органическим миром (фауны и флоры). Это определило первенствующее значение биостратиграфических методов расчленения разрезов по сравнению с другими.

Однако при использовании палеонтологического метода в районах с плохой обнаженностью или по данным бурения с недостаточным отбором керна возникают большие трудности при изучении разрезов, содержащих реликтовые (суперститовые), возвратные (рекуррентные) и перестроенные комплексы фауны и флоры. Непреодолимым препятствием для палеонтологического метода являются и так называемые палеонтологически немые толщи, встречающиеся в разрезе.

В связи с этим расчленение стратиграфических разрезов палеонтологическими методами проводится обычно с точностью до отделов и ярусов мощностью в десятки и сотни метров. Между тем для решения практических и теоретических задач, связанных с разведкой и разработкой нефтегазовых месторождений, часто необходимо иметь местные стратиграфические схемы, которые позволяли бы расчленять разрез с точностью до нескольких метров. Такая детальность в расчленении разреза может быть достигнута путем комплексного использования биостратиграфических и геофизических методов.

Существенным преимуществом промыслово-геофизических методов перед другими методами изучения разрезов скважин является непрерыв-

ность исследований по стволу скважины и высокая точность привязки к глубинам, что позволяет производить послойное изучение вскрываемых пород. При благоприятном литологическом комплексе по данным геофизических исследований и дополнительным геологическим материалам в разрезе можно выделить нефтегазоносные пласты и оценить их нефтегазонасыщенность и коллекторские свойства.

Важную роль играют промыслово-геофизические материалы при сопоставлении разрезов и построении корреляционных схем. Корреляционные схемы, увязанные с литолого-стратиграфическими данными, полученными по полевым обнажениям или разрезам скважин, являются исходным материалом для унификации стратиграфических схем и выполнения основных геологических построений типовых и профильных разрезов, структурных карт, карт изопахит, литологических и палеогеологических карт, карт песчаности и т. д.

В предлагаемой работе изложен опыт унификации стратиграфических границ по данным промысловой геофизики на конкретном примере палеогеновых отложений Восточного и Центрального Предкавказья.

Основными предпосылками, благоприятствующими изучению палеогеновых отложений Восточного и Центрального Предкавказья при помощи промыслово-геофизических методов, явились высокая разбуренность палеогенового комплекса пород и наличие обильного геолого-геофизического материала, полученного в разное время в скважинах и по обнажениям.

Детальное изучение палеогеновых отложений Предкавказья представляет большой теоретический и практический интерес и заслуживает особого внимания, так как к этим отложениям приурочены многочисленные промышленные нефтегазовые залежи и нефтематеринские свиты. Эти отложения обладают сложным геологическим строением, богатством литологических разновидностей, разнообразием форм залежей нефти и газа и сложным тектоническим строением.

В предлагаемой работе решаются также и методические вопросы, связанные с использованием промыслово-геофизических материалов для изучения литологии и стратиграфии разрезов большого региона. С этой точки зрения данная работа является методической, иллюстрирующей возможность разрешения основных проблем нефтяной геологии, связанных с изучением геологического строения и нефтегазоносности крупных геологических провинций, на основе комплексного изучения результатов геологических и геофизических исследований скважин.

## **ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДИАГРАММ**

Результаты геофизических исследований скважин используются в настоящее время в нефтяной геологии для решения следующих задач:

1. Расчленения разреза и определения литологического состава пород.
2. Сопоставления геофизических диаграмм соседних скважин и систематизации кернов.
3. Увязки геофизических диаграмм с опорными разрезами по обнажениям.
4. Построения корреляционных схем отдельных площадей и целых регионов.
5. Выделения из разреза нефтегазово-насыщенных горизонтов, оценки их коллекторских свойств и степени насыщенности.

Однако ни одна из перечисленных задач не может быть успешно решена только на основании одних геофизических данных. Необходима непосредственная и самая тесная связь геофизического материала с фактическим геологическим, получаемым как в скважине, так и по обнажениям на поверхности.

Рассмотрим возможности разрешения поставленных задач существующими методами.

Расчленение разреза на основании промыслово-геофизических материалов можно осуществить почти во всех случаях. Современный комплекс геофизических методов исследования скважин столь разнообразен, что всегда дает возможность подобрать тот вид исследования, который наиболее рационален для расчленения данного разреза.

Наиболее универсальным из геофизических методов до сих пор остается самый старый и наиболее широко применяемый метод электрического каротажа. Он имеет многочисленные модификации и уже сам по себе способен расчленить почти любой из встречаемых в природе разрезов.

Некоторым исключением в ряде случаев могут оказаться глинистые породы и гидрохимические осадки. Для тех и для других часто характерна однородность электрических свойств. Однако в таких случаях существенную помощь могут оказать радиоактивные методы, так как естественная радиоактивность глинистых пород изменяется в зависимости от дисперсности глин и содержания в них органического вещества. Тонкодисперсные глины обладают повышенной радиоактивностью, и содержание в глинах органического вещества тоже ведет к возрастанию степени их радиоактивности. В гидрохимическом комплексе пород аномально высокой радиоактивностью обладают калийные соли (сильвин); гипсы благодаря высокому водородсодержанию резко отличаются от ангидритов минимальными показаниями на диаграммах нейтронного гамма-каротажа и т. д.

Очень ценные данные о литологии и некоторых физических свойствах разреза (глинистости, песчанистости, плотности, проницаемости и др.) можно получить при анализе результатов квернометрии.

Однако, несмотря на большие возможности геофизических методов в изучении литологии горных пород, вскрываемых скважиной, однозначное решение этого вопроса не всегда возможно. Кроме каротажных диаграмм, необходимы фактические геологические материалы, которые по своему характеру могут быть различными:

а) общегеологические сведения о районе, литологическом составе пород, слагающих разрез, и его стратиграфии.

Эти сведения, например, могут быть получены из литературных источников, освещающих геологическое строение соседних районов и т. д.;

б) более конкретные данные о геологическом строении района, полученные на основании описания разреза в обнажениях разрезов соседних скважин, косвенных геологических данных, полученных в результате бурения (продолжительность бурения, вынос шлама и т. д.). Наконец, самые ценные геологические материалы — керны, полученные во время бурения скважин. Даже при недостаточно полном отборе керна, неравномерно распределенном по разрезу, можно построить обоснованную систематизированную литологическую колонку, используя каротажные диаграммы.

Значительно более полные сведения о литологии разреза можно получить, если на площади имеется не одна скважина, а несколько. Сопоставляя геофизические диаграммы между собой, уточняют последовательность залегания пластов в разрезе и их протяженность. Используя

корреляционную схему и имеющийся керновый материал, получают достаточно подробное представление о разрезе в целом.

При палеонтологической охарактеризованности керна наряду с уточнением литологии уточняют местоположение стратиграфических границ. Привязка основных стратиграфических границ к реперным геофизическим горизонтам облегчает прослеживание этих границ по площади.

В местах с хорошей обнаженностью большая помощь в изучении геолого-геофизических разрезов скважин может быть получена при увязке геофизических диаграмм с данными по обнажающимся разрезам. Сопоставление облегчается при наличии в разрезе опорных пластов, четко прослеживающихся как в обнажении, так и на каротажных диаграммах. С построения корреляционных схем начинается обычно обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин.

С помощью корреляции разрешаются следующие основные вопросы:

а) уточняются литологические колонки и расчленение разрезов скважин на пласты;

б) в разрезе выделяются опорные пласты и проверяется выдержанность их по площади;

в) устанавливается последовательность залегания пластов в разрезе и возможность выпадения части разреза вследствие тектонических нарушений, трансгрессивных перекрытий и др.;

г) уточняется местоположение стратиграфических границ, обосновывается их достоверность и унифицированность;

д) накапливается исходный геолого-геофизический материал для всех последующих геологических построений типовых геолого-геофизических и профильных геологических разрезов, литолого-фациальных карт и профилей, структурных, палеогеологических карт и карт изопахит.

Точность и обоснованность геологических построений зависит от того, насколько достоверны и обоснованны корреляционные схемы. Ошибка, допущенная при построении схемы, влечет за собой ошибки во всех геологических построениях, поэтому сопоставление геолого-геофизических разрезов должно быть выполнено по возможности с наибольшей точностью. Каждая корреляционная схема должна быть максимально насыщена всеми геологическими материалами, полученными в скважинах и по полевым разрезам визуально в поле и под микроскопом в лаборатории.

Различают детальные корреляционные схемы, построенные для локальных структур, и региональные — для крупных регионов. При построении детальных корреляционных схем, применяемых для изучения локальных структур, разрез расчленяют на отдельные пласты и прослои и прослеживают от скважины к скважине по геофизическим диаграммам. Одновременно выявляют в разрезе наиболее характерные, выдерживающиеся по разрезу опорные пласты — реперы, часто приуроченные к стратиграфическим границам. Направление сопоставления разрезов выбирают в соответствии с элементами залегания пластов (либо по простиранию, либо по падению последних), что облегчает дальнейшее использование материалов корреляции для различных геологических построений.

При построении региональных корреляционных схем исследуются крупные регионы. В этом случае при сопоставлении основное внимание уделяют выделению не отдельных пластов, а целых пачек и горизонтов. Опорные горизонты, которые приурочены к стратиграфическим грани-

цам и обладают четкой геофизической характеристикой, выделяются в качестве так называемых стратиграфических реперов. При их помощи в ряде случаев осуществляется унификация стратиграфических границ на большой территории.

Комплексная интерпретация результатов геофизических и геологических исследований разрезов скважин выполняется обычно в определенной последовательности, которая будет сохранена при изложении настоящей работы.

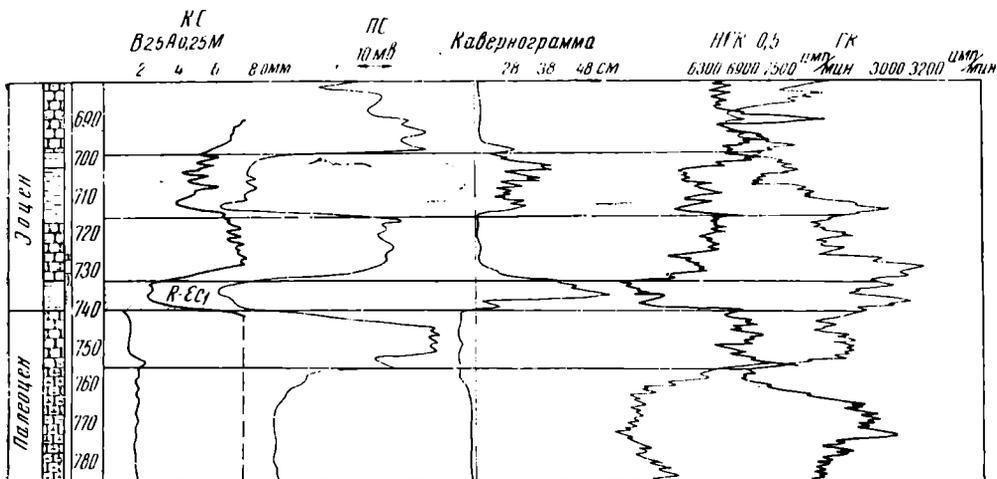
## ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗРЕЗА СКВАЖИНЫ

### Составление литолого-стратиграфической колонки по комплексу геолого-геофизических наблюдений в одной скважине

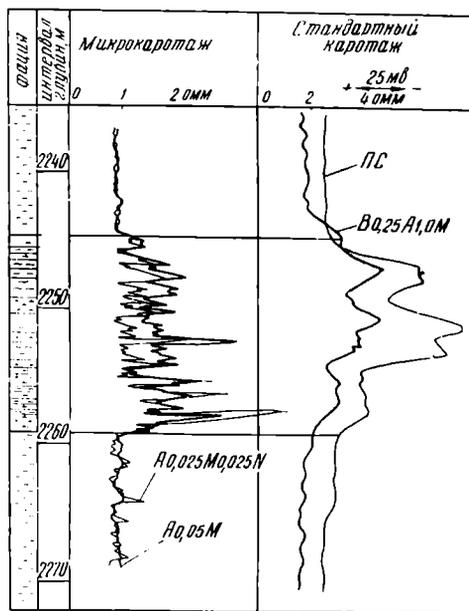
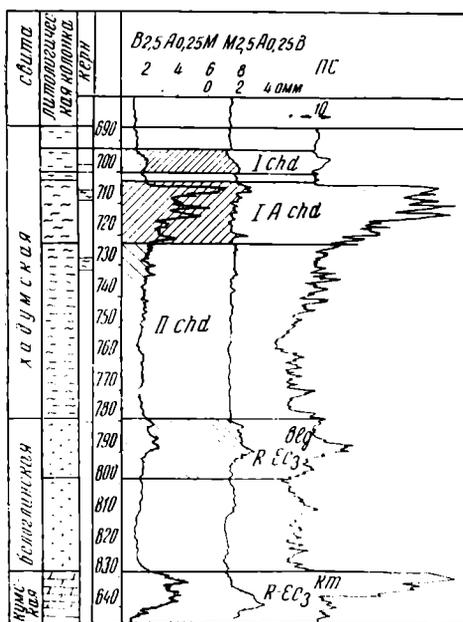
Литолого-стратиграфическая колонка скважины, построенная в результате геологических наблюдений, не всегда достаточно точна. Это объясняется неполнотой геологических данных из-за плохого выноса образцов, неточностью их привязки к глубине и другими причинами. Например, ряд участков скважины бурят без отбора керна, и литологическую колонку в этом случае строят на основании анализа шлама, отобранного при бурении, а также по аналогии с нормальным разрезом района и разрезами соседних скважин. При таких построениях можно проследить последовательность залегания пластов без строгой увязки их с глубиной. Повысить точность построений можно при сопоставлении геологических данных с геофизическими материалами, полученными при замерах в скважине. Подобное сопоставление дает возможность установить положение границ и порядок залегания пластов, а пользуясь комплексом геолого-геофизических материалов, получить более подробную литологическую характеристику. Детальные геофизические исследования в ряде случаев позволят также разделить породы разреза по характеру их проницаемости и насыщенности и составить геолого-геофизический разрез скважины.

На рис. 1 показаны примеры построения литолого-стратиграфической колонки по комплексу геолого-геофизических наблюдений.

Несмотря на малый процент выноса керна и небольшой объем выполненных геофизических исследований (рис. 1А), можно создать довольно ясное представление о литолого-стратиграфическом разрезе и насыщенности коллектора. Этому способствуют общегеологические сведения о данной части разреза, полученные в соседних скважинах и в скважинах близлежащих площадей. На основании геофизического и геологического материала и керновых данных была составлена систематизированная литологическая колонка. Зона *Naplophragmoides deformabilis*, приуроченная к глинисто-алевритовым слабокарбонатным породам, отмечается на кривой *КС* небольшим повышением сопротивления и незначительной отрицательной аномалией *ПС* — пласт *I chd* (692—700 м). По повышению сопротивления на диаграмме *КС* (верхняя граница пласта *I chd*) проводится верхняя граница хадумской свиты. Ниже залегает хорошо проницаемый песчано-алевритовый пласт *I Achd* (702—722 м), насыщенный газом или минерализованной водой. Этот пласт фиксируется на диаграмме *ПС* четкой отрицательной аномалией и в зависимости от степени насыщения его газом или минерализованной водой характеризуется повышенными или низкими сопротивлениями на кривой *КС*, полученной длинным градиент-зондом.



А



Б 1 2 3 4 5 6 7 8

В 4 5 6 7 8

Рис. 1. Примеры составления литолого-стратиграфической колонки по комплексу геолого-геофизических наблюдений в одной скважине:

А — геолого-геофизический разрез скважины № 19 Казинской площади, интервал (690—840 м). В скважине проведен стандартный электрический каротаж зондами В2,5 А0,25М и М2,5 А0,25В и запись диаграммы ПС; с глубины 698—700 м вынесен керн (глина алевритистая); с глубины 707—710 м — алеврит; с глубины 728—731 м — алеврит глинистый; с глубины 780—785 м — глина известковистая. В кернах обнаружена микрофауна: зоны *Narphragmoides deformabilis* (698—700 м) и зоны *Narphragmoides pseudomacer* (780—785 м); Б — геолого-геофизический разрез скважины № 22 Сенгилеевской площади, интервал 680—780 м. Помимо стандартного электрического каротажа, привлечены кавернограмма и диаграммы радиометрии (гамма-каротаж и нейтронный гамма-каротаж). В скважине отобран керн с глубин 723—725 м — песчаник; с глубин 728—730 м — песчаник и с глубин 733—736 м — глина песчанистая; В — пример обработки геофизических диаграмм для алевритово-глинистого комплекса пород майкопской серии в скважине № 61 района Озек-Суат; разрез представлен чередованием тонкослоистых прослоев.

1 — песчаники; 2 — глины песчаные; 3 — песчаники карбонатные; 4 — глины карбонатные; 5 — глины алевритистые; 6 — глины; 7 — алевриты; 8 — мергели

В приведенном примере пласт насыщен минерализованной водой и отмечается на кривой *КС* низкими сопротивлениями.

На диаграмме *КС*, полученной коротким потенциал-зондом, песчано-алевритовый пласт отмечается повышенным сопротивлением независимо от того, чем насыщен пласт — газом или водой. Это происходит по той причине, что в пласт проникает фильтрат глинистого раствора слабой минерализации. Ниже (722—770 м) залегают пачка алеврито-глинистых прослоев (пласт *Исhd*), насыщенных газом или минерализованной водой; содержание глинистых прослоев с глубиной возрастает.

На диаграммах *КС* данный интервал отмечается небольшим повышающим проникновением и слабовыраженными аномалиями *ПС*, что объясняется увеличением глинистости разреза. Еще ниже (779—798 м)

залегают мергельно-глинистый пласт  $R-E_{C_3}^{big}$ , к которому приурочена зона *Narphragmoides pseudomacae* (верхняя часть белоглинской свиты). Этот пласт отмечается повышением сопротивления на кривых *КС*, полученных длинным и коротким зондами, что указывает на отсутствие повышающего проникновения и слабой отрицательной аномалией *ПС* за счет некоторого содержания алевритового материала. По верхней границе пласта  $R-E_{C_3}^{big}$ , отмечаемой повышением сопротивления на диаграммах *КС*, проводится нижняя граница хадумской свиты. Пласт  $R-E_{C_3}^{big}$  подстилается известковистыми глинами белоглинского возраста (798—828 м), ниже которых залегают мергели кумской свиты). Кумская свита на исследуемой территории обладает характерными электрическими свойствами (повышенным сопротивлением и четкой отрицательной аномалией *ПС*) и поэтому легко выделяется из разреза по электрокоротажным диаграммам.

Этим же способом, на основании комплексного анализа геофизических и геологических материалов составляется достаточно обоснованный литолого-стратиграфический разрез скважины (см. рис. 1Б).

В дополнение к материалам, показанным на рисунке, известно также (по аналогии с соседними), что указанный участок разреза характеризуется песчано-глинистыми породами. Исходя из этих общих сведений и керновых данных, можно безошибочно расчленить разрез на песчаные и глинистые пласты. О литологии пород, слагающих разрез, наиболее полные сведения можно получить при анализе кавернограмм и диаграмм *ПС*. Глины отмечаются увеличением диаметра скважины и положительной аномалией *ПС*. Для песчаников характерна отрицательная аномалия *ПС*, небольшое сужение скважины в проницаемых пластах (за счет глинистой корки) и сохранение диаметра скважины неизменным (для крепких слабопроницаемых песчаников). Исходя из этого, можно утверждать, что глинистые пласты залегают на глубине 697—712 м и 730—738 м. Правильность сделанных выводов подтверждается диаграммой *КС*, где глины отметились пониженными, а песчаники повышенными сопротивлениями, и диаграммой *НГК*, где против глин отмечается минимум, а против песчаников максимум вызванного гамма-излучения. На диаграмме *ГК* против глин зафиксированы максимумы, а против песчаников — минимумы, что также не противоречит вышесказанному, хотя наличие каверн снизило гамма-активность против глин.

С глубины 753 м и более наблюдается изменение некоторых физических свойств песчаниковых пород. Это отмечается резким уменьшением отрицательной аномалии *ПС*, увеличением сопротивления,

отсутствием глинистой корки (по данным кавернометрии), снижением показаний на диаграмме *ГК* и повышением интенсивности вторичного гамма-излучения (по данным *НГК*). Такое изменение могло быть вызвано увеличением карбонатности песчаниковых пород и уменьшением их глинистости.

Уменьшение глинистости, естественно, привело к снижению интенсивности гамма-излучения (*ГК*) и повышению вторичных гамма-излучений (*НГК*). Заполнение пор пород карбонатным цементом вызвало также уменьшение пористости и увеличило сопротивление и вторичное гамма-излучение (произошло уменьшение водородсодержания). Кроме того, произошло снижение амплитуды отрицательной аномалии *ПС* при сохранении диаметра скважины равным диаметру долота.

В условиях тонко-слоистого разреза (рис. 1В) стандартные методы геофизических исследований скважин (электрический и радиоактивный каротаж) не позволяют получить полного представления о мощности вскрываемых прослоев, их литологии и коллекторских свойствах. Решение этой задачи возможно только при помощи микрозондирования.

По диаграммам сопротивления, полученным при помощи микропотенциал- и микроградиент-зондов, можно установить местоположение плотных проницаемых пластов в разрезе, уточнить их литологию, получить приближенные сведения об удельном сопротивлении зоны проникновения раствора в пласт и определить пористость пласта и характер его насыщенности [9, 16].

Проницаемые прослои (в приведенном примере алеврито-песчаные) отмечаются положительным расхождением кривых *КС*. При положительном расхождении величины сопротивлений, полученные микропотенциал-зондом, выше, чем сопротивления, зарегистрированные микроградиент-зондом.

Одинаково повышенные сопротивления при замерах обоими зондами свидетельствуют о повышенной плотности и известковистости прослоя. Интервалы низкого сопротивления при отсутствии расхождения на кривых *КС* соответствуют неизвестковистым или слабоизвестковистым глинам.

Таким образом, в случаях, подобных описанному, по данным микрозондирования можно построить детальную литологическую колонку, располагая лишь общими сведениями о литологии разреза.

### **Составление литолого-стратиграфической колонки по комплексу геолого-геофизических наблюдений в нескольких скважинах**

Даже при наличии детальных геофизических исследований недостаточность отбора керна не дает возможности построить литолого-стратиграфическую колонку по материалам, полученным в одной скважине. Более точные результаты могут быть получены при использовании геолого-физических разрезов нескольких скважин. При надежной корреляции геофизических диаграмм достоверность такого рода построений вполне гарантирована.

Основой для уточнения геолого-геофизических материалов некоторой площади служит разрез опорной или разведочной скважины, в которой отбор керна и увязка его с каротажными диаграммами выполнена наиболее полно. Если уточнению литолого-стратиграфической колонки подвергаются разрезы удаленных друг от друга скважин, пробуренных на разных площадях, то каждый из участвующих в схеме разрезов уточняется путем взаимного переноса данных керна с одной скважины на другую. Затруднения возникают при фациальном замещении пластов или при выпадении (по той или иной причине) сразу части разреза.

На рис. 2 показано уточнение литолого-стратиграфических колонок скважин, пробуренных в разных районах (Георгиевская опорная *P-1*; Чкаловская *P-2*; Ачикулакская *P-23* и Озек-Суатская *P-48*). Расстояния между этими скважинами соответственно равны 83,5; 56 и 46 км; расстояние по прямой между крайними скважинами Георгиевской и Озек-Суатской равно 144 км. Из включенных в схему скважин геологически методами наиболее полно изучен разрез Георгиевской опорной скважины *P-1*, менее полно — разрезы Чкаловской *P-2* и Ачикулакской *P-23*. Разрез Озек-Суатской скважины *P-48* составлен только на основе данных каротажа. В Ачикулакской *P-23* и Озек-Суатской *P-48* также проводились исследования гамма-каротажем.

Изучению подвергалась верхняя часть кумской, белоглинская и хадумская свиты, а также небольшая часть пород майкопской серии, перекрывающих хадумскую свиту. Четкая геофизическая характеристика этой части разреза и литологическая устойчивость отдельных пластов чрезвычайно облегчили построение корреляционной схемы, послужившей основанием для взаимного переноса показаний кернового материала с одной скважины на другую и уточнению литолого-стратиграфической колонки. В результате разрезы Чкаловской, Ачикулакской и Озек-Суатской скважин обогатились данными кернов Георгиевской опорной скважины, и литолого-стратиграфические колонки первых получили надежное геологическое обоснование.

Литолого-стратиграфический разрез исследуемого участка для скважин, включенных в схему по керновым и геофизическим данным, представлен снизу вверх следующими породами (см. рис. 2):

1. Кумская свита представлена известняками темно-бурыми, коричневато-серыми и серо-зелеными, слоистыми, плотными, содержащими пирит, с прослоями коричневатой, известковистой глины. Породы кумской свиты на кривой *КС* отмечаются высокими сопротивлениями, на диаграмме *ПС* — отрицательной аномалией и на диаграмме *ГК* — характерным максимумом.

2. Белоглинская свита представлена мергелями и глинистыми известняками светло-серыми и светло-зеленовато-серыми, полосчатыми, слоистыми, слабоалевритистыми, с прослойками известковых глин. На геофизических кривых породы белоглинской свиты характеризуются

Таблица 1

Скважины	Наименование свит													
	Кумская		Белоглинская		Хадумская									
	верхняя граница, м	нижняя граница, м	верхняя граница, м	мощность, м	<i>chd</i> <sub>1</sub>			<i>chd</i> <sub>2</sub>			<i>chd</i> <sub>3</sub>			
					нижняя граница, м	верхняя граница, м	мощность, м	нижняя граница, м	верхняя граница, м	мощность, м	нижняя граница, м	верхняя граница, м	мощность, м	общая мощность, м
Георгиевская опорная <i>P-1</i>	2677	2677	2592	85	2592	2556	36	2556	2545	11	2545	2519	26	73
Чкаловская <i>P-2</i>	2429	2429	2398	31	2398	2367	31	2367	2358	9	2358	2338	20	60
Ачикулакская <i>P-23</i>	2513	2513	2488	25	2488	2470	18	2470	2467	3	2467	2452	15	36
Озек-Суатская <i>P-48</i>	2326	2326	2297	29	2297	2283	14	2283	2280	3	2280	2268	12	29

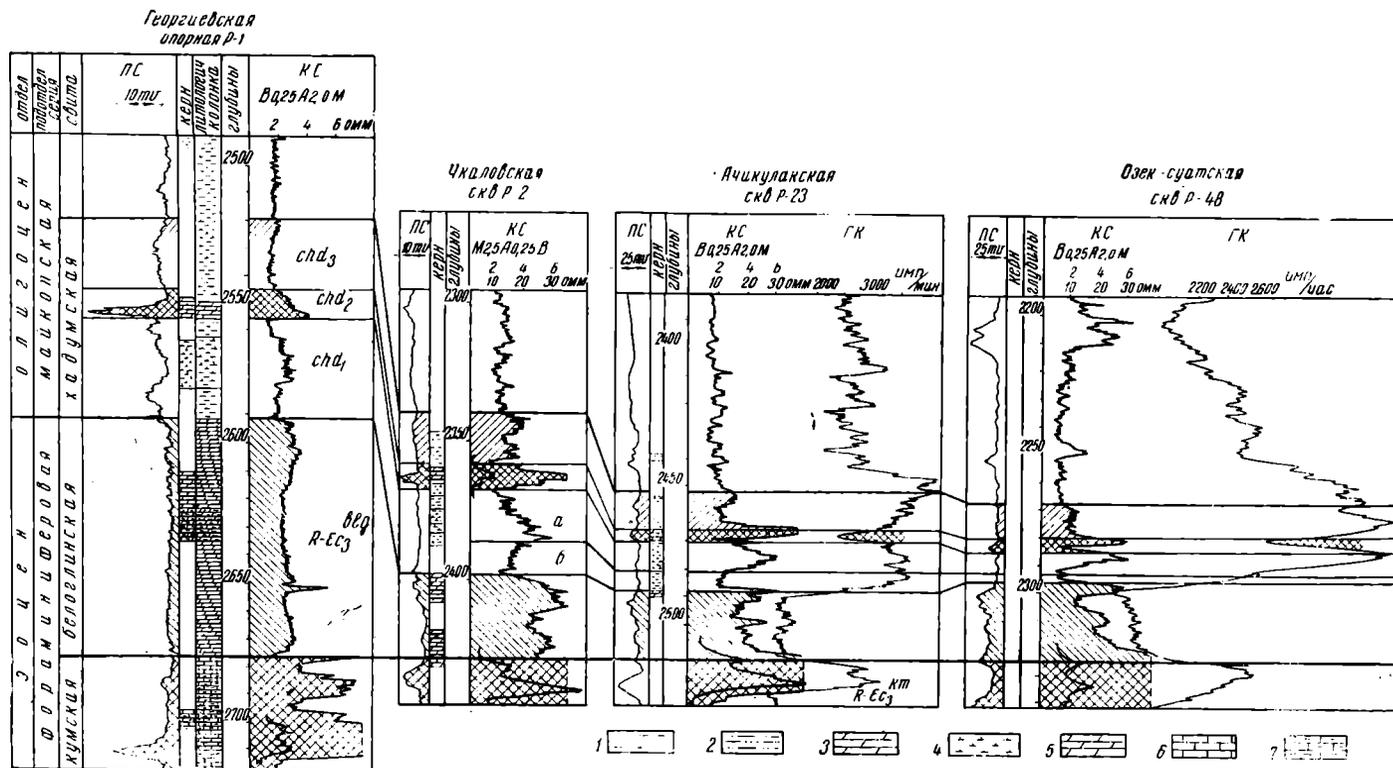


Рис. 2. Пример составления литолого-стратиграфической колонки по комплексу геолого-геофизических наблюдений в нескольких скважинах.

1 — глины; 2 — глины песчаные; 3 — мергели глинистые, 4 — глины известковистые; 5 — мергели; 6 — известняки; 7 — известняки глинистые

снижением сопротивления относительно нижележащих пород (кумская свита) и повышением сопротивления относительно вышележащих пород (хадумская свита со слабовыраженной аномалией на диаграмме ПС и четким минимумом на диаграмме ГК).

3. Хадумские отложения, которые вскрыты в скважинах, включенных в корреляционную схему (см. рис. 2), представлены мергельно-глинистой фацией и по литологии подразделяются на 3 части: нижнюю, среднюю и верхнюю\*.

В табл. 1 приведены сведения о глубине залегания и мощностях выделенных стратиграфических единиц.

### **Увязка геофизических диаграмм с опорными разрезами по обнажениям**

На территории исследования в пределах моноклинали северного склона Кавказа в разрезах многочисленных рек и балок встречаются хорошие естественные обнажения от современных до юрских отложений включительно. Эти обнажения подвергались многократным и весьма детальным геологическим исследованиям, и имеется много работ, посвященных послойному описанию разрезов с приведением литолого-петрографических и палеонтологических исследований.

По мере продвижения буровых работ все далее к северу породы, выходящие на поверхность в южных предгорных районах, встречались скважинами в северных районах на все больших глубинах. Поэтому увязка опорных разрезов по обнажениям с геологическими и геофизическими разрезами скважин представляет большой практический и теоретический интерес.

На рис. 3 приведен пример увязки электрокаротажных диаграмм скважин № 30 и 29 Кировского района с классическим разрезом нижнемайкопских и фораминиферовых пород по р. Аргун (восточная часть северного склона Кавказа). Расстояния от скважин № 30 и 29 до обнажения соответственно равны 13 и 14 км, расстояние между скважинами — 7,5 км.

Отличительной особенностью разреза скважины № 29 является наличие в нем горд подднооползневой фации (интервал глубин 909,5—963 м). В скважине № 30 подднооползневая фация, так же как и в разрезе по р. Аргун, отсутствует, и песчано-алевритовые пласты миатлинской свиты согласно налегают на глинистые породы хадумской свиты.

На рис. 3 видно, что литологическая колонка, построенная для района р. Аргун, легко увязывается с литологической колонкой скважины № 29, составленной по кернам с учетом данных электрокаротажа. В то же время диаграммы скважин № 29 и 30 сопоставляются между собой с исключительной детальностью. Следовательно, построение литолого-стратиграфической колонки для скважины № 30 по данным электрокаротажа не вызывает затруднений. Более того, сравнивая литологический разрез по обнажению с электрокаротажными диаграммами, можно легко убедиться, что существующие представления о разрезе при визуальном его описании весьма поверхностны и ряд существенных деталей ускользает от внимания исследователя. Например, все авторы, описывающие нижнюю часть хадумских отложений, указывают, что последние представлены чередующимися темно-серыми листоватыми глинами и серыми тонкоплитчатыми известковистыми глинами общей мощностью

\* Ниже в разделе «Унификация стратиграфических границ хадумской свиты на территории Восточного и Центрального Предкавказья» дается подробное описание литолого-геофизических свойств мергельно-глинистой фации хадумской свиты.

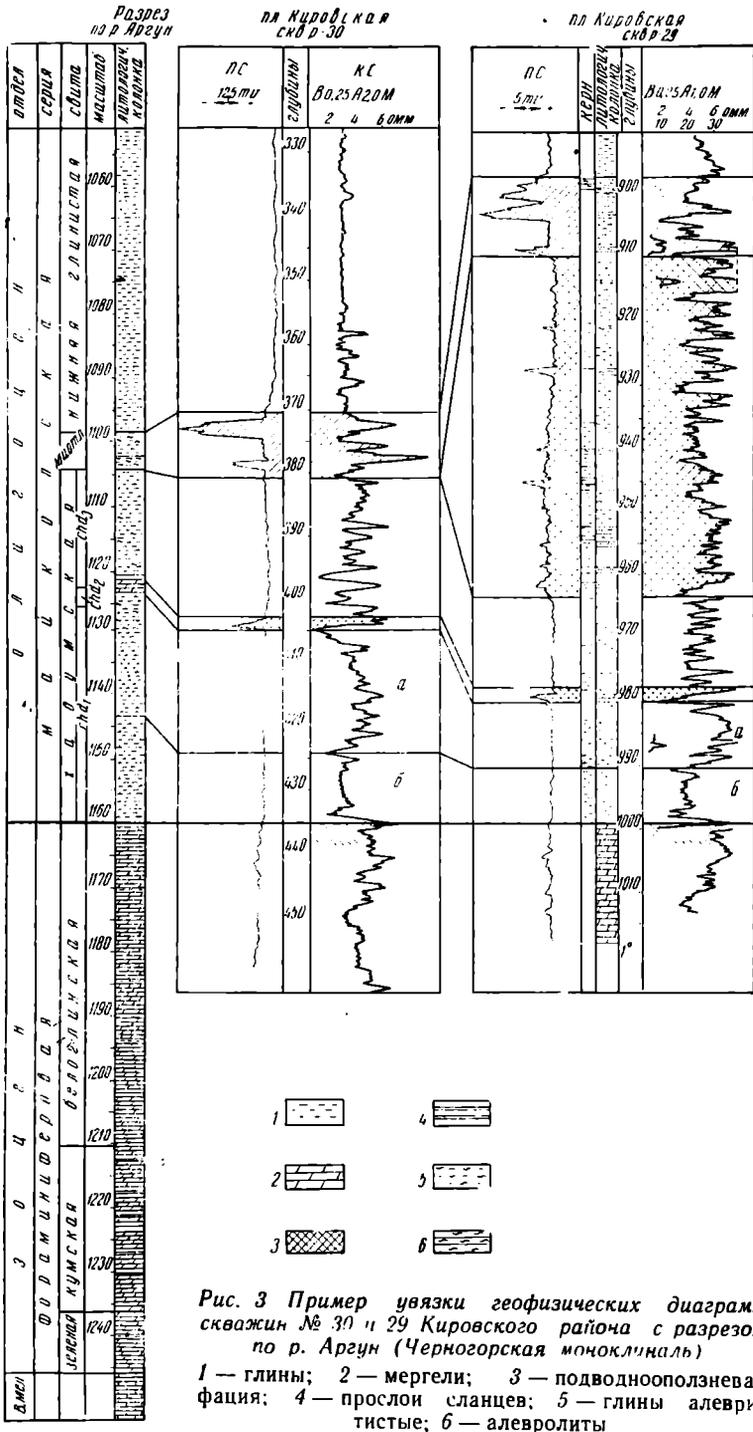


Рис. 3 Пример увязки геофизических диаграмм скважин № 30 и 29 Кировского района с разрезом по р. Аргун (Черногорская моноклиналь)

18—32 м. Между тем, по электрокаротажной диаграмме нижняя часть хадумских отложений делится на два комплекса: верхний — повышенного сопротивления «а» и нижний меньшего сопротивления «б». Выделить эти два комплекса пород по литологическим свойствам в обнажении или по кернам весьма трудно. Поэтому в геологических описаниях эти комплексы фиксируются как единая глинистая толща, в то время как более тщательный осмотр обнажения дает возможность установить, что в верхнем комплексе содержание тонкоплитчатых известковистых глин возрастает, а на поверхности распада известковистых глин чаще встречаются розетки гипса в виде тонких прослоев. Этим объясняется различие в сопротивлении нижнехадумских отложений. На кривой гамма-каротажа нижнехадумские породы отмечаются хорошо выраженным общим максимумом. На кривой *ПС* аномалий не наблюдается.

Указанные геолого-геофизические свойства хадумского комплекса пород выдерживаются без существенных изменений на очень большой территории, включающей все Восточное Предкавказье и южную и юго-восточную части Центрального Предкавказья (Георгиевская, Суркульская, Янкульская, Ново-Георгиевская площади и др.).

Чрезвычайно интересные геологические данные получены при увязке электрокаротажной диаграммы Нальчикской скважины Р-1 с хорошо изученными близлежащими разрезами в окрестностях г. Нальчика и разрезами по р. Хеу (см. рис. 17).

### ПОСТРОЕНИЕ ДЕТАЛЬНЫХ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СХЕМ ДЛЯ ЛОКАЛЬНЫХ СТРУКТУР Методика корреляции

Корреляции геофизических диаграмм предшествует индивидуальная обработка каждого геолого-геофизического разреза в отдельности.

При сопоставлении используют литолого-стратиграфическую колонку, диаграммы электрического и радиоактивного каротажа, а также кавернограммы. Сопоставление ведут по литологической границе, которая четко выделяется на геолого-геофизическом разрезе или на геофизических диаграммах, причем отмечают наиболее характерные участки диаграммы, которые можно относительно легко обнаружить во всех или в большей части скважин. Среди этих участков особо отмечают такие, которые мало изменяются от скважины к скважине, т. е. так называемые геофизические или каротажные реперы.

Одновременно проверяют, соответствует ли литолого-стратиграфическая колонка выделенным характерным участкам на диаграмме. Если одинаковые участки диаграммы попадают в разных скважинах против пород, различно стратиграфически или литологически охарактеризованных, необходимо выяснить причины расхождения, чтобы устранить возможную ошибку.

Для построения корреляционных схем обычно используют каротажные диаграммы, заморенные стандартными зондами и в стандартных (для данного района) масштабах глубин.

Для детализации отдельных участков разреза (продуктивная часть разреза, тонко чередующиеся пласты и др.) сопоставляют диаграммы, зарегистрированные в укрупненном горизонтальном и вертикальном масштабах зондами малой длины.

При сопоставлении продуктивных пластов (нефтегазонасыщенных) учитывают изменение сопротивления пород в зависимости от нефтегазонасыщенности или водонасыщенности пласта. Сопоставление разрезов в этих случаях проводят в основном по диаграммам *ПС* и *ГК*, показания которых не зависят от характера насыщенности пласта.

При сопоставлении диаграмм учитывают тип градиент-зонда (кровельный или подошвенный). Если репером является пласт относительно высокого сопротивления, то при использовании кровельного градиент-зонда диаграммы сопоставляют по кровле выбранного репера, а если репер имеет низкое сопротивление, то по подошве. Сопоставление кривых сопротивлений, полученных подошвенным градиент-зондом, производится наоборот. Для кривых, полученных потенциал-зондом, форма кривой сопротивления против пластов сохраняется симметричной, сопоставление возможно по нижней и верхней границам репера.

Последующая обработка сводится к тщательному сопоставлению геолого-геофизических разрезов или геофизических диаграмм между собой и выделению на диаграммах характерных участков, прослеживающихся во всех скважинах или в значительной их части.

При построении детальных корреляционных схем для локальных структур необходимо привлечь геолого-геофизические диаграммы по всем скважинам, чтобы, перемещаясь в заданном направлении от одной скважины к другой, по возможности проследить различные изменения в разрезе. Если наблюдается исчезновение отдельных характерных интервалов на каротажной диаграмме, повторение одних и тех же реперов или увеличение их мощности, то надлежит выяснить причину этих изменений.

В ряде случаев причиной таких изменений может быть фациально-замещение и выклинивание пластов, трансгрессивное срезание пластов, внутрiformационный размыв (рецессия), тектонические нарушения и другие явления. Такие участки выявляют путем сопоставления диаграмм наиболее близко расположенных друг к другу скважин. Для контроля строят пересекающиеся литолого-фациальные профильные геологические разрезы и привлекают дополнительные геологические данные о микрофауне, литологии и условиях осадконакопления.

После соответствующих уточнений границы одноименных реперов, выделенных на каротажных диаграммах, от скважины к скважине соединяют между собой прямыми линиями. Для наглядности выделенные геофизические реперы покрывают штриховкой.

При построении корреляционных схем не рекомендуется сопоставлять каротажные диаграммы вертикальных и наклонных скважин. Такие сопоставления могут привести к неправильным представлениям о характере залегания пластов и изменения их мощности. Каротажные диаграммы наклонных скважин целесообразно сопоставлять отдельно.

В случаях, когда геологическое строение участков района различно, корреляционные схемы строят отдельно для каждого участка с их последующей увязкой.

При наличии большого числа скважин направление профиля сопоставления выбирают относительно элементов структуры (чаще всего по простиранию или вкрест простирания структуры), что облегчает последующее изучение геологического строения района, условий залегания продуктивных пластов и распределения нефтегазонасыщенности по площади.

В зависимости от сложности геологического строения района и полноты геофизических исследований, проводившихся в скважинах, с помощью детальных корреляционных схем можно определить последовательность залегания пластов в разрезе, их территориальную протяженность и литологическую выдержанность; выявить характер фациального замещения и выклинивания пластов; определить наличие трансгрессивных или тектонических несогласий; оценить изменение нефтегазонасыщенности продуктивного пласта.

Для более полного изучения геологии района по корреляционным схемам составляются типовые и нормальные геолого-геофизические и профильные геологические разрезы, литолого-фациальные профили, структурные карты, карты изопахит и равных сопротивлений, плагиограммы и др.

#### Корреляция пластов, прослеживающихся по площади при их последовательном залегании

В природе встречаются комплексы пород, обладающие выдержанностью литологии, мощности и характера чередования пластов и прослоев на большой территории. К числу таких устойчивых и выдерживающихся серий пород в пределах исследуемой территории в первую очередь относятся: хадумская свита и верхнеэоценовые породы (кумской и белоглинской свиты).

Другие породы палеогеновой системы (палеоцен, нижний и средний эоцен, а также вся майкопская серия, лежащая выше хадумской свиты) характеризуются существенными изменениями литологии и мощности. Однако и эти отложения на локальных, иногда значительных по площади участках, в некоторой степени выдержаны. Сопоставление разрезов скважин в этом случае не вызывает затруднений и часто его можно провести по нескольким скважинам, значительно удаленным друг от друга.

При сопоставлении разрезов на диаграммах выделяют основные пласты и комплексы пород. Характерные (опорные) пласты или пласты, приуроченные к стратиграфическим границам, индексируют. По принятой схеме делят разрезы и других скважин, не включенных в корреляционную схему. Полученные результаты заносятся в соответствующую таблицу (см. табл. 1) и используются для построения типовых литолого-фациальных разрезов и других геологических построений.

На рис. 2 был приведен пример сопоставления геофизических диаграмм для прослеживания основных стратиграфических границ хадумской, белоглинской и кумской свит. Еще более детальное расчленение и сопоставление пластов, слагающих названные отложения, проиллюстрировано на примере Кировской площади Черногорской моноклинали (рис. 4).

Электрокаротажные диаграммы, зарегистрированные в вертикальном масштабе 1:200 и в крупном горизонтальном масштабе, позволили по диаграммам *КС* расчленить пласты на прослой мощностью до 1,5—2 м и проследить их на протяжении 7,5 км (но это еще не является пределом). Исключительная выдержанность прослоев по кривым *КС* и слабая дифференцированность кривой *ПС* свидетельствуют о накоплении пластов в устойчивых физико-химических условиях достаточно глубокого бассейна при слабых подводных течениях. Различия сопротивлений тонких прослоев по разрезу вызваны ритмичным изменением содержания в породе известкового и глинистого материала (повышение известковистости обусловило повышение электрического сопротивления прослоев).

На корреляционной схеме (см. рис. 4) в миатлинской свите с некоторым приближением выделены 5 алевроитово-песчаниковых пластов, разделенных глинистыми прослоями; в хадумской свите — до 20 характерных известково-глинистых пластов, прослеживающихся от скважины к скважине, из них особо выдержанным является мергельный острокодовый пласт (12-й), который отмечается на электрокаротажной диаграмме повышением сопротивления и отрицательной аномалией *ПС*. Для

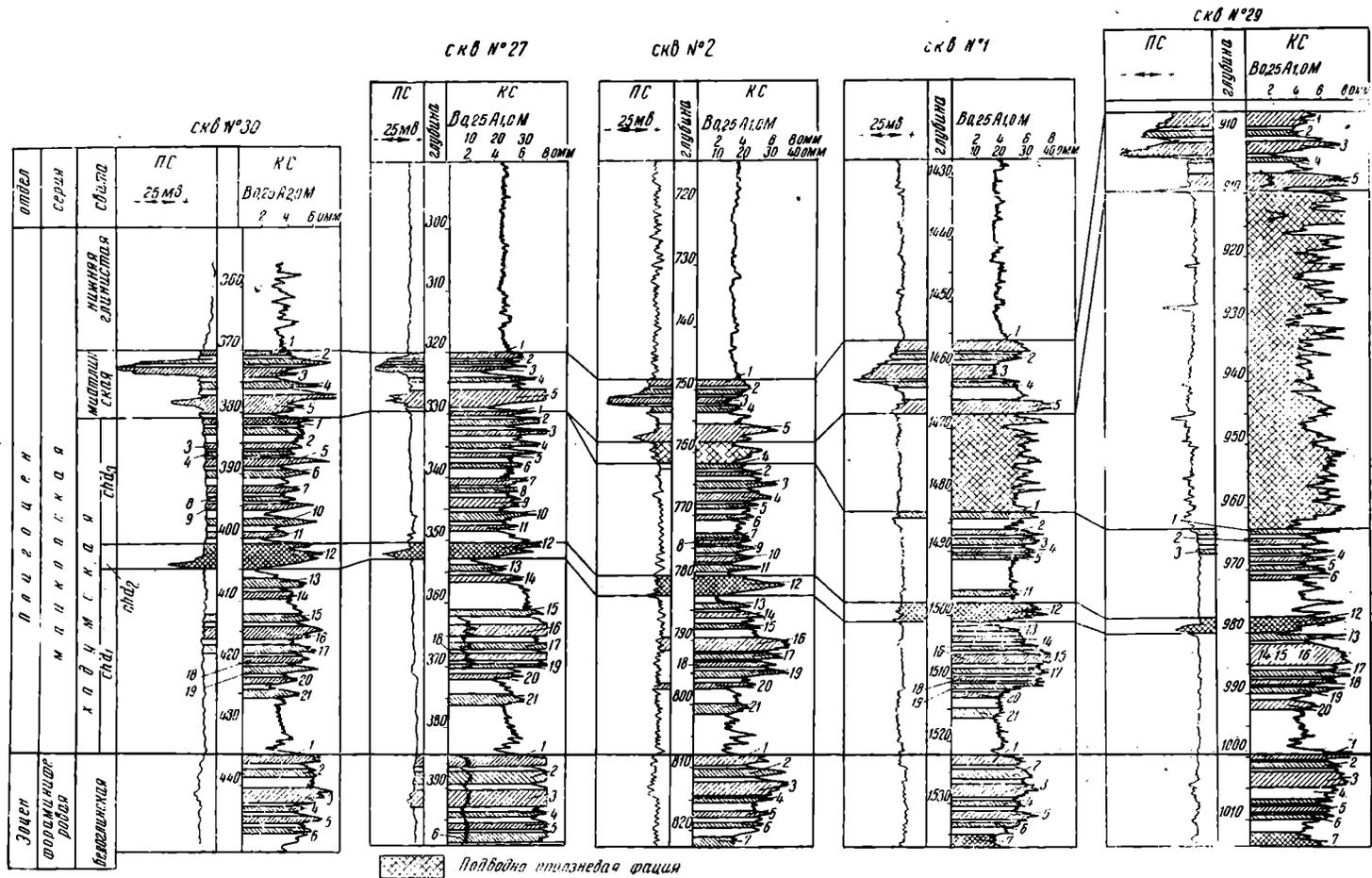


Рис. 4. Пример построения детальных корреляционных схем при последовательном залегании пластов, прослеживающихся на Кировской площади

верхней части белоглинской свиты, изображенной на схеме, также свойственно чередование пластов с ритмично изменяющейся карбонатностью.

Столь же типичная выдержанность пластов названного комплекса наблюдается на территории Прикумской и Терско-Сулакской областей (Затеречной равнины). Последовательное залегание пластов хадумской, белоглинской и фораминиферовой свит без заметных изменений прослеживается далеко на запад от скважин Камыш-Бурунской Р-3 и Р-1 Артезиан вплоть до Янкульской и Мирненской площадей Центрального Предкавказья и южных районов Дагестана. Пласты алевроитово-глинистого комплекса майкопской серии Затеречной равнины также прослеживаются в определенной последовательности на значительной площади.

Особенно хорошо выдерживаются алевроитово-глинистые пласты верхнего и среднего майкопа, где каждый пласт может быть прослежен по всей территории Затеречной равнины.

На основании корреляции геоэлектрических разрезов майкопская серия Затеречной равнины расчленена на семь (I—VII) алевроитово-глинистых пачек, которые регионально прослежены для всей Затеречной равнины [10].

#### Корреляция пластов при насыщении их нефтью, газом или водой

Породы-коллекторы, насыщенные нефтью или газом, отмечаются повышенными сопротивлениями на диаграммах электрокаротажа. Замещение нефти или газа минерализованной водой ведет к снижению сопротивления. Это справедливо во всех случаях, когда пласт представлен гранулярным коллектором, обладающим хорошей пористостью и проницаемостью (хорошо отсортированные пески, рыхлые песчаники, алевроиты).

В случаях цементированных крепких песчаников, алевролитов, сильно глинистых песков и алевроитов, а также карбонатных коллекторов связь между удельным сопротивлением и нефтегазоводонасыщенностью пород усложняется.

Оценка нефтегазоводонасыщенности коллекторов по данным стандартного каротажа при помощи одного и даже двух зондов не всегда возможна. Для решения вопроса о нефтегазоводонасыщенности пласта разрез исследуется боковым каротажным зондированием (БКЗ), микрозондированием, методами радиоактивного каротажа, кавернометром и др.

На корреляционных схемах характер насыщения продуктивного пласта (в зоне заполнения его нефтью, газом и водой) определяется однозначно по стандартному каротажу только в наиболее простых случаях, когда пласт представлен гранулярным коллектором.

Чтобы избежать влияния фильтрата пресного раствора, проникающего в пласты и повышающего сопротивление, при сопоставлении диаграмм КС необходимо пользоваться диаграммами, полученными при помощи длинного градиент-зонда.

На рис. 5 показан пример сопоставления геофизических диаграмм в случае насыщения пласта газом — водой\*. Для примера использованы геофизические диаграммы, полученные в эоценовых отложениях сква-

---

\* Нефть и газ оказывают примерно одинаковое влияние на величину электрического сопротивления породы, поэтому различить по сопротивлению нефтеносные и газоносные пласты не представляется возможным. Более пригодны для этой цели диаграммы НГТ, на которых газоносный пласт, как менее водородосодержащий по сравнению с нефтеносным, отмечается максимумом.

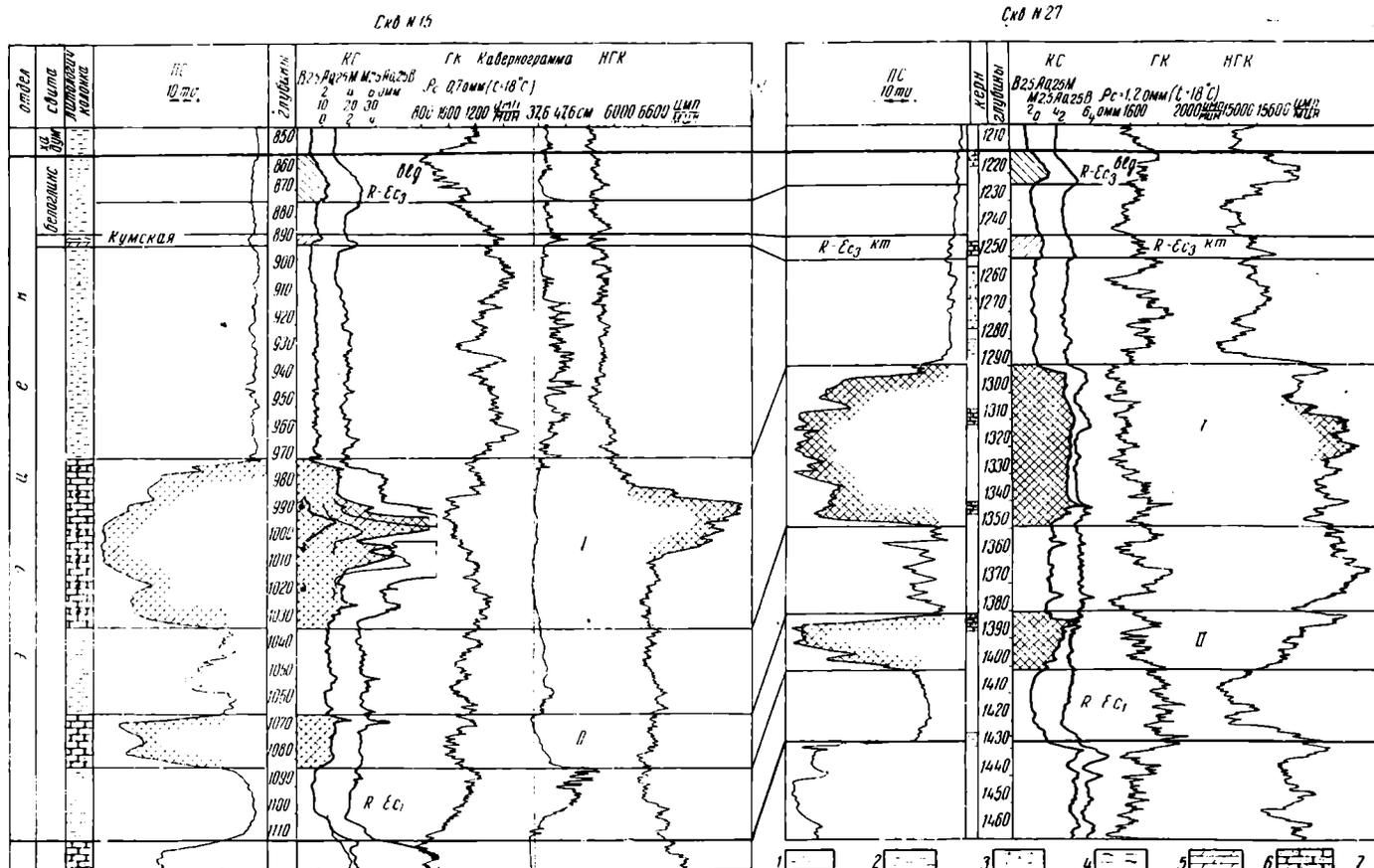


Рис. 5. Пример сопоставления геофизических диаграмм скважин № 15 и 27 Александровской газоносной площади юго-западной части Центрального Предкавказья:  
 1 — глина; 2 — глина песчаная; 3 — глина известковистая, слабопесчаная; 4 — глина известковистая, алевритистая; 5 — мергель; 6 — песчаник; 7 — газопровляения

жин № 15 и 27 Александровской газоносной площади юго-западной части Центрального Предкавказья.

Песчаники нижнего эоцена на Александровской площади промышленно газоносны. Основными продуктивными горизонтами являются песчаные комплексы I и II, разделенные пачкой песчано-глинистых пород. Продуктивные пласты представляют собой высокопористые (26—27%) и высокопроницаемые (до 4000 миллидарси) коллекторы. Наивысшая газонасыщенность I продуктивного пласта достигает 90% и более.

На приведенном примере скважина № 15 расположена в пределах газоносной части площади, а скважина № 27 — за контуром газоносности; она находится в 6 км от скважины № 15.

В скважинах были проведены геофизические исследования методами КС, ПС, ГК, НГК и кавернометрии. Различие в характере насыщения I продуктивного пласта нашло отражение на диаграммах КС и НГК. В скважине № 15, где I продуктивный пласт насыщен газом, сопротивление его (по градиент-зонду 15 ом) в несколько раз превышает сопротивление этого же пласта в скважине № 27, где он насыщен водой.

Сопротивление зарегистрировано тем же зондом (3 ом). На диаграмме НГК в скважине № 15 газосодержащая часть пласта (983—1005 м) отмечается четким максимумом излучения. Диаграммы ГК в данном случае мало пригодны для сопоставления разрезов.

Из всего комплекса геофизических исследований (КС, ПС, ГК, НГК), несмотря на различие в насыщении пласта (газ или вода), с большой точностью сопоставление производится по диаграмме ПС.

#### **Корреляция пластов при их фаціальном замещении и выклинивании**

В терригенных комплексах при чередовании песчано-глинисто-алевритовых пород явления, связанные с фаціальным замещением и выклиниванием пластов, имеют весьма широкое развитие. В таких комплексах любая серия пород на каком-то этапе своего развития и распространения претерпевает фаціальное замещение и, выклиниваясь, переходит в другую литологическую разность. Это обстоятельство всегда создавало значительное затруднение при сопоставлении пластов в обнажении по литологическим признакам.

В отложениях палеогеновой системы Предкавказья, представленных в основном песчано-алевритово-глинистым комплексом, так же широко распространено фаціальное замещение и выклинивание пластов. В верхнем палеогене к числу фаціально изменчивых пород относятся в первую очередь миатлинская свита или так называемая миатлинская фация; муцидакальская свита в западной части Терского и Сунженского антиклинориев; средне- и нижнемайкопские отложения в западной части Прикумской области; хадумская свита в северо-западной части Центрального Предкавказья и др. Характер фаціального замещения и выклинивания пластов в каждом отдельном случае имеет свои отличительные черты, хотя в конечном счете во всех случаях приводит к замещению песчано-алевритового пласта глинами или наоборот. В одних случаях такое замещение происходит постепенно, путем обогащения песчано-алевритового пласта глинами; в других случаях единый песчано-алевритовый пласт распадается на отдельные прослои, которые, постепенно выклиниваясь, замещаются глинистыми породами. Все перечисленные случаи широко развиты в пределах палеогенового комплекса

Предкавказья и будучи связаны с нефтегазонасыщением заслуживают подробного изучения.

Изучение закономерностей фациального замещения и выклинивания пластов по геологическим данным бурения связано с большими трудностями: однотипностью отложений, недостаточностью отбора керна, неточностью глубины выноса керна и бедностью микрофаунистических находок. Значительно более широкими возможностями в этом отношении располагают геофизические методы исследования скважин. Непрерывность регистрации геофизических диаграмм вдоль всего разреза (отсутствие пробелов в колонке), разнообразие изучаемых параметров (электрические и радиоактивные методы исследования, кавернометрия и пр.), возможность систематизации керновых данных (петрографических и микрофаунистических определений) способствуют детальному изучению и прослеживанию фациального замещения и выклинивания пластов.

Одной из основных предпосылок успешного применения геофизических методов при сопоставлении разрезов скважин является также и то, что даже при самых неблагоприятных условиях (фациальное замещение и выклинивание пластов) литологические и геофизические свойства отдельных толщ и пластов изменяются неодновременно.

Ярким примером фациального замещения и выклинивания песчано-алевритовых пластов по площади служит выклинивание миатлинской свиты нижнемайкопской серии.

Миатлинская свита имеет широкое распространение на территории Черногогорской моноклинали и в области Дагестанского клина. В восточных районах Черногогорской моноклинали между нормально залегающими породами хадумской и нижнеглинистой свит выклинивается слоистая песчано-алевритово-глинистая пачка мощностью до 10 м, которая в виде двух пластов песчаников, разделенных глинистым прослоем, прослеживается по разрезам в обнажениях и особенно хорошо по электрокаротажным диаграммам скважин. В западном направлении мощность отложений миатлинской свиты постепенно уменьшается, и они обогащаются глинистым материалом (рис. 6).

К востоку от р. Басс, ниже слоистых песчано-алевритово-глинистых пород миатлинской свиты (см. рис. 4 и 6 — скважины 1, 2 и др. Кировской площади), залегают мергельно-глинистые, а местами алевритовые породы подводноползневой фации, которые также включаются в комплекс миатлинской свиты. За счет закономерного и быстрого роста мощности подводноползневой фации в восточном направлении мощность свиты в области Дагестанского клина достигает нескольких сот метров.

В западных и северо-западных районах (Датыхском, Первомайском, Карабулакском, Заманкульском и др.) песчано-алевритовые прослои обогащаются глинистым материалом и становятся в основном глинистыми. Песчано-алевритовые породы миатлинской свиты в своем первоначальном виде здесь отсутствуют. В этих районах глинистые породы нижнеглинистой свиты вступают в непосредственный контакт с известково-глинистыми породами верхнехадумских свит.

Фациальное замещение и выклинивание пластов хадумской свиты наблюдается в северных и северо-западных районах Центрального Предкавказья (Сенгилеевская, Северо-Ставропольская и Тахта-Кугультинская площади). Хадумская свита, представленная в указанных районах песчано-алевритово-глинистой фацией, является газопосной и характеризуется чрезвычайной литологической изменчивостью по площади. В связи с этим затруднения при сопоставлении диаграмм возникают даже в пределах одной локальной площади. И только благодаря тому,

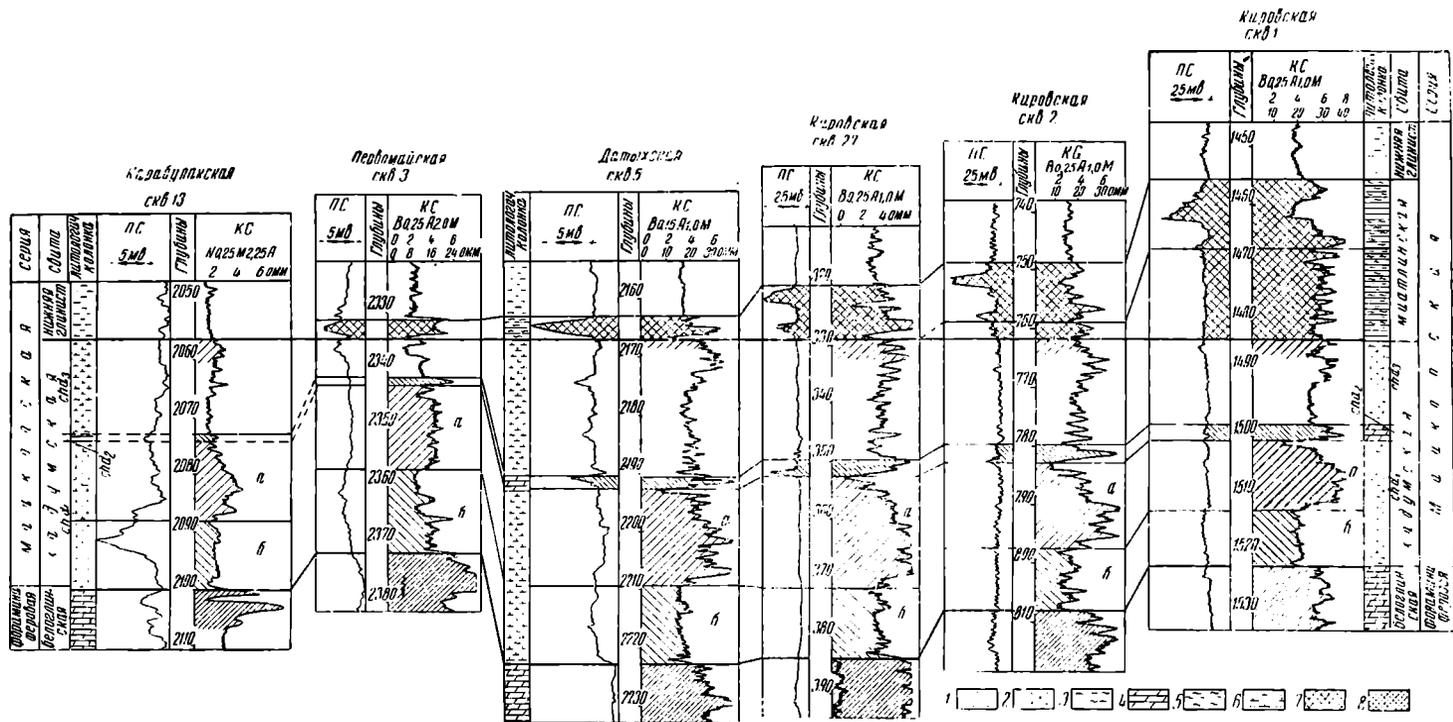


Рис. 6. Пример сопоставления электрокаротажных диаграмм скважин при фациальном замещении и выклинивании пластов на Черногорской моноклинали Восточного Предкавказья:

1 — глина; 2 — глина известковистая; 3 — алевролит глинистый; 4 — мергель; 5 — алевролит; 6 — глина известковисто-песчаная; 7 — подводнооползневая фация миатлинской свиты; 8 — нормальная фация миатлинской свиты

что газоносные площади северных районов Центрального Предкавказья разбурены густой сеткой скважин, возможна увязка разрезов скважин, отстоящих друг от друга на значительном расстоянии. Это достигается последовательным сопоставлением ближайших скважин и постепенным прослеживанием изменения литологии разреза от скважины к скважине.

Детальное сопоставление электрокаротажных диаграмм производится по скважинам Тахта-Кугультинской площади. Расстояние между крайними скважинами профиля (скважины № 6 и 48) равно 67 км. Мощность хадумской свиты изменяется при этом от 133 м в скважине № 6 (юго-восточная часть площади) до 50 м в скважине № 48 (северо-западная часть площади). Одновременно с уменьшением мощности происходит перераспределение песчано-алевритового материала по разрезу. Трудности в сопоставлении разрезов усугубились подводным размывом белоглинской свиты на юго-востоке Тахта-Кугультинской площади. Сопоставление диаграмм оказалось возможным благодаря большому числу скважин, пробуренных на исследуемой территории, относительно равномерному их распределению, геологическим и геофизическим исследованиям, выполненным в скважинах, и наличию надежных электрических реперов в верхней части хадумской и кумской свит.

На основании выполненных сопоставлений в разрезе хадумских отложений по трехчленному делению сверху вниз выделены пласты *Ichd*, *IAchd* и *IIchd*\*.

В южной и юго-восточной части Тахта-Кугультинской площади в скважинах № 5 и 6 ниже пласта *IIchd* залегают микрофаунистически охарактеризованные глины белоглинской свиты. В северо-западном направлении, приблизительно по линии, проходящей через скважины № 3 и 14, пласт *IIchd* вступает в непосредственное соприкосновение с литологически характерным мергельно-глинистым пластом, соответствующим реперу  $R-E_{c_3}^{big}$ . При дальнейшем перемещении на запад между пластами *II* и  $R-E_{c_3}^{big}$  вклиниваются глинистые породы мощностью 10—18 м, которые встречаются здесь во всех скважинах. На электрокаротажных диаграммах глины отмечаются низкими значениями сопротивлений до 1 ом, отсутствием аномалий *ПС*. Пласт  $R-E_{c_3}^{big}$  прослеживается на большей части Тахта-Кугультинской площади и является надежным реперным пластом при корреляции разрезов скважин. По верхней границе пласта  $R-E_{c_3}^{big}$  проводится кровля белоглинской свиты. Этот пласт встречен во всех скважинах, за исключением скважин № 5, 6, 9, 10, где он отсутствует вследствие подводного размыва.

В северо-западной части Тахта-Кугультинской площади (скважина № 48 и др.) и во всех скважинах Ивановской площади выше кумской свиты, в толще глин белоглинской свиты, прослеживается глинисто-алевритовый пласт «б», который имеет локальное распространение и отмечается на электрокаротажных диаграммах слабым повышением сопротивления — до 1,5 ом и отрицательной аномалией *ПС* — до 5—7 мв. Нижняя граница белоглинской свиты проводится по верхней границе реперного пласта  $R-E_{c_3}^{km}$ .

\* Описание геофизических свойств хадумской свиты, выраженной песчано-алевритово-глинистой фацией, закономерности распространения свиты и отдельных ее толщ по площади приводится в разделе «Унификация стратиграфических границ хадумской свиты на территории Восточного и Центрального Предкавказья».

Пласт  $R-E_{сз}^{km}$  соответствует кумской свите и является прекрасным маркирующим электрическим горизонтом, четко прослеживающимся во всех скважинах. По данным описания кернов, пласт  $R-E_{сз}^{km}$  сложен известняками, мергелями и песчаными глинами. На электрокаротажных диаграммах пласту  $R-E_{сз}^{km}$  соответствуют резкие отрицательные аномалии  $PC$  — до 40 мв и повышение сопротивления в его нижней части до 2—3 ом.

В результате корреляции электрокаротажных диаграмм хадумских и верхнеэоценовых отложений Северо-Ставропольской, Тахта-Кугультинской и Ивановской площадей было установлено, что наиболее надежными опорными реперами, выдерживающимися повсеместно в пределах северных районов Центрального Предкавказья, являются комплексы пород, составляющие пласты  $Ichd$ ,  $R-E_{сз}^{big}$ ,  $R-E_{сз}^{km}$ . Благодаря наличию этих пластов оказалось возможным выполнить корреляционные построения для северных районов Центрального Предкавказья с достаточной точностью, несмотря на развитие здесь явлений фацциального замещения и выклинивания пластов.

#### **Корреляция при внутриформационных нарушениях (подводнооползневых явлениях)**

Внутриформационные нарушения, связанные с подводнооползневыми явлениями еще не затвердевшего осадка, широко развиты на территории Черных гор восточной части северного склона Кавказа, преимущественно в нижней части майкопских отложений (между реками Джалкой и Сулаком), а также в Северном Дагестане.

Эти нарушения достаточно детально изучены в обнажениях и описаны Н. С. Шатским [21, 22], В. Е. Руженцовым [17], Б. А. Алферовым [1], Н. С. Золотницким [8] и другими. Согласно их описаниям, эти нарушения проявляются весьма разнообразно. Происходит многократное повторение одних и тех же горизонтов, встречаются ограниченные по объему включения более древних пород, отмечаются ненормальные контакты (более древние слои налегают на более молодые). Включения имеют форму удлиненных линз и фораминиферовых глыб, волнообразно изогнутых и смятых в мелкие причудливые складки нижнемиатлинских пород.

На территории Черных гор мелкоскладчатые и гофрированные породы подводнооползневой фации ограничены снизу и сверху совершенно спокойно залегающими отложениями. Последнее обстоятельство чрезвычайно облегчает выделение зоны внутриформационных нарушений и прослеживание ее по площади как в обнажениях, так главным образом и в скважинах по геофизическим данным.

На рис. 3, 4 и 6 прослеживаются зоны распространения подводнооползневой фации на территории Черногорской моноклинали.

Местоположение пород подводнооползневой фации легко определяется по электрокаротажным диаграммам (ниже характерных砂во-сных песчаников миатлинской фации появляются алевроито-мергелисто-глинистые породы). Эти породы не имеют следов размыва и перекрывают верхнехадумские породы, быстро наращивая мощность в восточном направлении.

Подводнооползневые фации не коррелируемы из-за отсутствия пластовости в залегании пород.

На основании сопоставления детальных электрокаротажных диа-

грамм установлено, что первые признаки пород подводнооползневой фации обнаружены в Кировском районе (южная часть разведочного профиля по р. Басс, скважины № 14, 17, 25) в скважинах, расположенных западнее этого профиля; породы подводнооползневой фации в разрезе отсутствуют, а если и встречаются, то убывая в мощности. В восточном направлении мощность пород подводнооползневой фации быстро нарастает и в скважине № 29 Кировской площади, отстоящей от скважины № 25 на расстоянии 7 км, составляет 54,0 м вместо 3 м. В скважине № 3, которая расположена в 8 км северо-восточнее скважины № 29, мощность подводнооползневой фации достигает 179 м. Еще дальше к востоку — в скважине P-13 Бенойского района — мощность подводнооползневой фации достигает почти 300 м. Западнее основного профиля по р. Басс в скважинах № 19, 22, 27 и 30 подводнооползневая фация в разрезе не встречается.

Следовательно, по геолого-геофизическим разрезам крелиусных скважин граница развития подводнооползневой фации устанавливается в Кировском районе приблизительно по р. Басс; в северной части площади эта граница отклоняется к западу. Это подтверждается разрезами роторных скважин № 1, 2 и 3, пробуренных в северной части профиля по р. Басс, где мощности подводнооползневой фации соответственно равны 13,5; 9,5 и 3,5 м.

Северо-восточнее Присулакского района, в Северном Дагестане (бассейн р. Акташ), фораминиферовые и хадумские породы внедряются в вышележащие миатлинские и нижнеглинистые слои.

#### **Корреляция при трансгрессивном налегании пластов и явлениях ингрессии**

*Трансгрессивное налегание пластов.* В отложениях палеогена явно выраженное трансгрессивное налегание пластов с характерным угловым несогласием и последовательным выпадением слоев наблюдается на контакте чокракских и майкопских отложений.

В этот период в силу развития штирийской фазы складчатости значительная часть территории Восточного и Центрального Предкавказья подвергались поднятию и размыву. В скважинах северо-восточной части Затеречной равнины (Артезиан, Сухокумск, Джанай и др.), а также в северной части Центрального Предкавказья (Северо-Ставропольская, Тахта-Кугультинская, Ивановская площади и др.) на размывтую поверхность верхне- и среднемайкопских отложений с угловым несогласием залегают разновозрастные породы — от среднего миоцена до плиоцена и даже моложе. Несогласие и выпадение части разреза отмечается в этих районах по данным бурения ряда скважин на основании литолого-петрографических и микрофаунистических определений. Однако проследить границу стратиграфического несогласия по геологическим данным из-за неполноты кернового материала и однообразия литологического комплекса пород майкопской серии трудно. Более полные данные можно получить, используя промыслово-геофизические материалы.

На рис. 7 прослеживается контакт трансгрессивного перекрытия пород майкопской серии более молодыми отложениями. На корреляционной схеме проиллюстрировано закономерное выпадение верхней части разреза майкопской серии в северных районах Центрального Предкавказья. При передвижении на северо-восток (на расстоянии 81 км) от скважины P-6 Северо-Ставропольской до Кугультинской P-32 из разреза выпала толща осадков мощностью в 95 м. Определение мощности пород, выпавших из разреза, и прослеживание контакта между чокракскими и майкопскими породами оказалось возможным благодаря

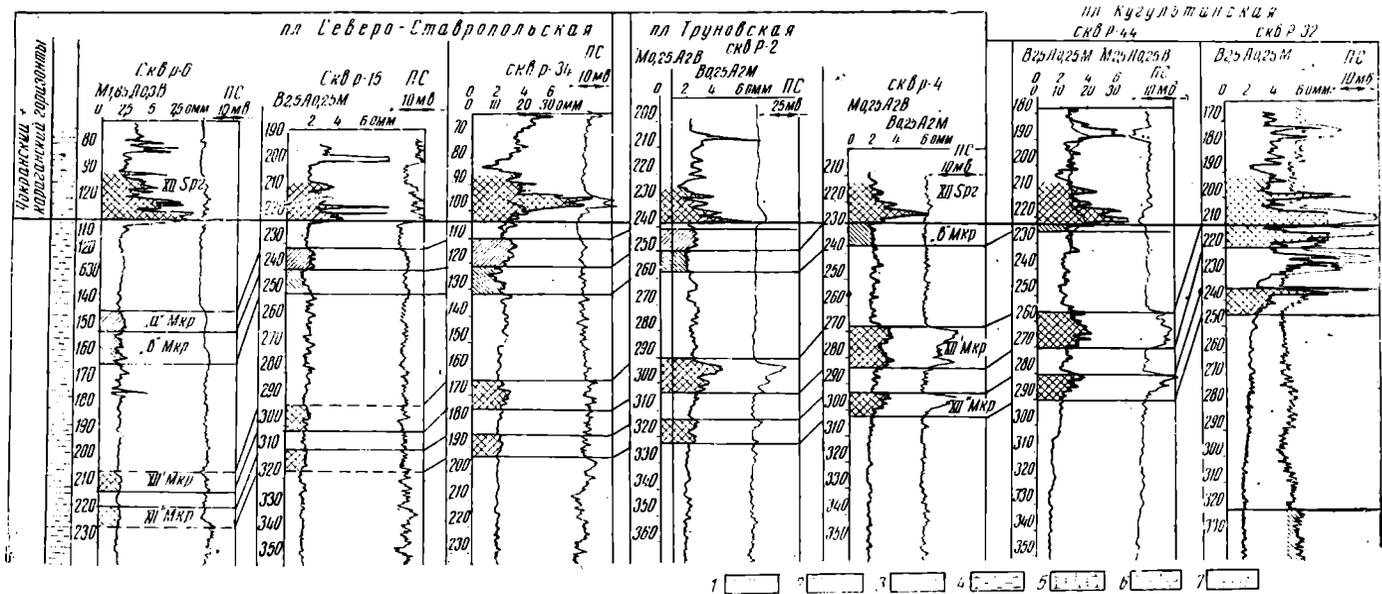


Рис. 7. Пример сопоставления диаграмм с целью прослеживания контакта трансгрессивного налегания чокракских отложений на размытую поверхность майкопских пород в Центральном Предкавказье:

1 — глина; 2 — глина слабопесчаная; 3 — глина песчаная; 4 — глина карбонатная; 5 — глина карбонатная слабопесчаная; 6 — глина карбонатная, песчаная; 7 — песчаник

присутствию в верхней части майкопской серии пород, соответствующих характерным электрическим реперам «а» Мкр, «в» Мкр, XII' Мкр, XII'' Мкр и репера XII Spr, приуроченного к низам чокракских пород.

Электрические реперы XII' Мкр и XII'' Мкр соответствуют глинисто-алевритовым пластам майкопской серии. В северном направлении происходит увеличение грубозернистости пластов XII' Мкр и XII'' Мкр, что отмечается на электрокаротажных диаграммах увеличением сопротивления и возрастанием амплитуды аномалии ПС. В Кугультинской скважине P-32 пласты XII' Мкр и XII'' Мкр являются песчано-алевритовыми и на электрокаротажных диаграммах не отличаются от соприкасающихся с ними литологически сходных чокракских пород (репер XII Spr). Местоположение этого репера определено благодаря последовательному его прослеживанию по корреляционной схеме от скважины к скважине. Существенную помощь для выявления несогласия в залегании чокракских и майкопских пород оказали и вышележащие реперные пласты майкопской свиты «а» Мкр и «в» Мкр. Эти пласты имеют приблизительно одинаковые мощности — 10—12 м и залегают на 35—40 м выше верхней границы реперного пласта XII' Мкр.

Сочетание двух комплексов низкого и высокого сопротивления облегчает их выделение на кривой КС. Нижний комплекс пород, отмечаемый минимумом на кривой КС, обозначен на электрокаротажной диаграмме в виде репера «в» Мкр.

Выделение реперных пластов «а» Мкр и «в» Мкр на электрокаротажной диаграмме облегчается также и тем, что в 5—10 м ниже этих пластов прослеживаются тонкие мергельные прослои, отображающиеся на кривой КС, полученной градиент-зондами, острыми максимумами.

На приведенном профиле пласты «а» Мкр и «в» Мкр в северных районах заметно перемещаются вверх по разрезу, приближаясь к нижней границе чокракских отложений. Например, на Северо-Ставропольской площади в скважине P-6 расстояние от верхней границы пласта «а» Мкр до подошвы чокракских пород равно 35 м; в скважине P-15 — 10 м; в скважине P-34 — 7 м; а в скважине Труновской P-2 пласт «а» Мкр соприкасается с нижней границей пород чокракского возраста. В Труновской P-4 в контакт с чокракскими породами вступает пласт «в» Мкр, так как пласт «а» Мкр здесь уже полностью размыт. На Кугультинской площади пласты «а» Мкр и «в» Мкр тоже размыты. Возможно, что остатки этого пласта сохраняются в самой южной скважине P-44 Кугультинской площади.

Таким образом, на примере постепенного срезания верхне-майкопских пород чокракской трансгрессией отчетливо прослеживается контакт несогласного налегания чокракских пород на майкопские слои, а следовательно, и сама стратиграфическая граница чокрак — майкоп.

На рис. 8 показан литолого-фациальный разрез майкопских отло-

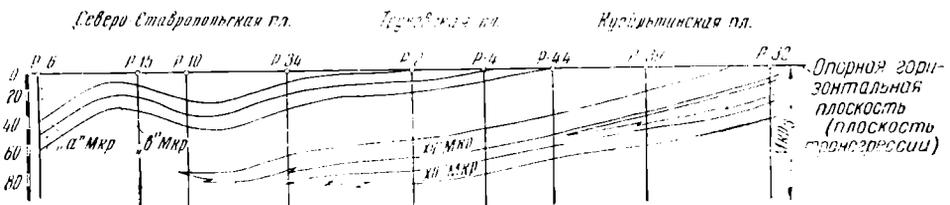


Рис. 8. Литолого-фациальный разрез майкопских отложений северной части Центрального Предкавказья

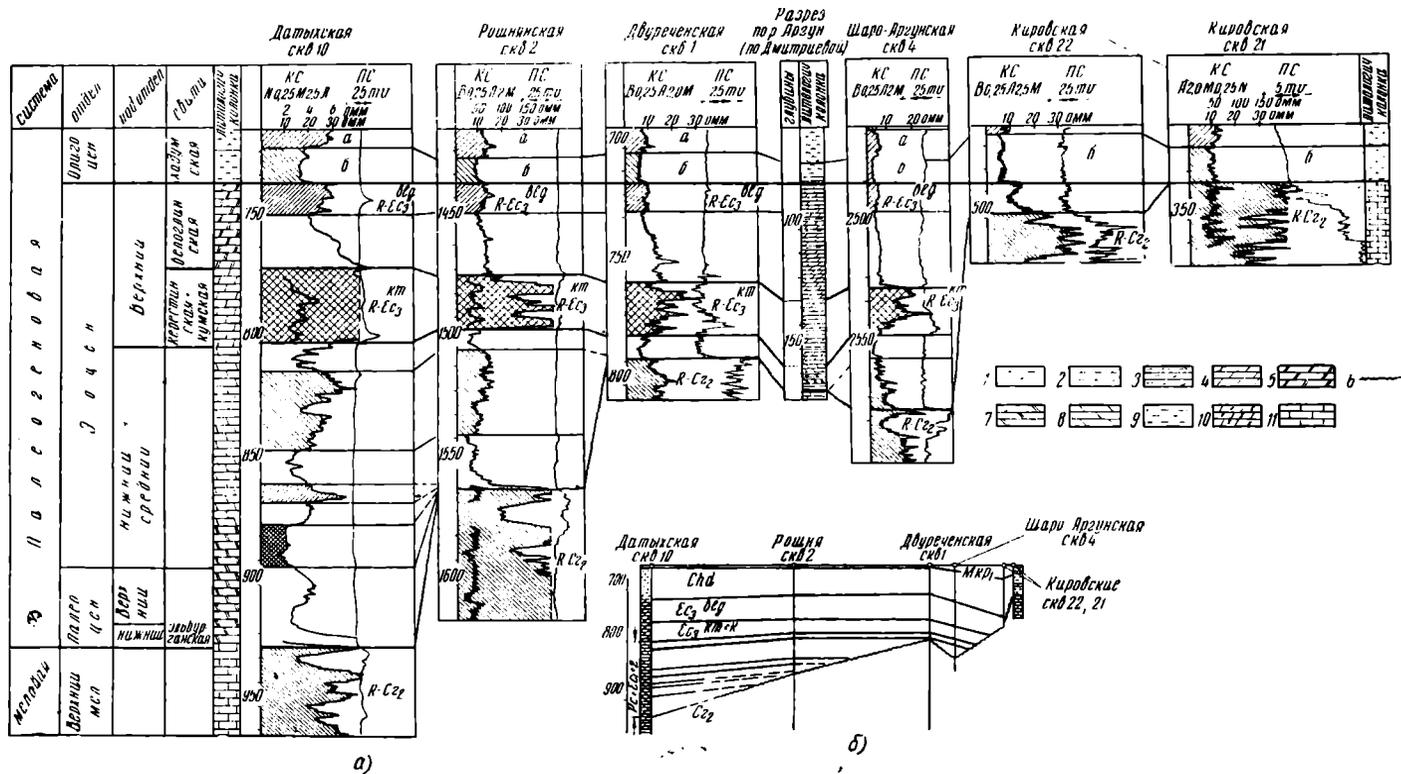


Рис. 9. Пример сопоставления диаграмм с целью прослеживания ингрессивного контакта палеогеновых и верхнемеловых пород на территории Черногорской моноклины

а — каротажные диаграммы; б — литолого-фациальный разрез через Датынский и Кировский районы

1 — глина известковистая; 2 — чередование известковистой и неизвестковистой глины; 3 — алевролит; 4 — мергель бурый; 5 — мергель зеленовато-белый; 6 — ингрессивный контакт; 7 — мергель пестроцветный; 8 — мергель зеленый; 9 — глина; 10 — мергель мелоподобный; 11 — известняк

жений северной части Центрального Предкавказья по линии Северо-Ставропольская — Кугультинская площади, построенный по данным корреляционной схемы (см. рис. 7). В данном разрезе в качестве опорной горизонтальной плоскости принята поверхность трансгрессии (поверхность контакта чокракских и майкопских пород). На приведенном литолого-фациальном разрезе наглядно иллюстрируется возрастание глинины размыта в северном направлении.

*Явления ингрессии.* В период накопления нижнепалеогеновых осадков на территории Предкавказья происходили значительные тектонические движения, по-видимому, связанные с ларамийской фазой складчатости. В результате этих движений расширялось палеогеновое море, которое постепенно затопляло пониженные участки рельефа. Вследствие ингрессии в соприкосновение с частично размытыми мезозойскими породами вступили более молодые породы палеоцена, эоцена и олигоцена.

При резко выраженном несогласии, когда из разреза выпадают значительные по мощности толщи, выявить ингрессию легко. В этом случае с характере ингрессии возможно судить как по геологическим, так и по геофизическим данным. Но если ингрессия была неглубокой и выпадающая часть разреза невелика по своей мощности, наилучшие результаты могут быть получены лишь при наличии детальных геофизических исследований, пригодных для послойного изучения разреза от скважины к скважине.

На рис. 9 приводится пример ингрессивного контакта палеогеновых отложений с верхнемеловыми на территории Черногорской моноклинали (восточная часть северного склона Кавказа). Сопоставление геолого-геофизических разрезов дано вдоль полосы выходов верхнемеловых отложений на дневную поверхность. В зависимости от удаленности скважины или обнажения от «верхнемеловой полосы» в контакт с мезозойскими породами вступают различные по возрасту породы.

В скважине № 21 Кировской, отстоящей на расстоянии 0,2 км к северу от выходов верхнемеловых пород, в контакт с известняками верхнего мела вступают самые нижние горизонты хадумской свиты, а в скважине № 22 Кировской, расположенной севернее скважины № 21 на 0,5 км, в контакт с верхнемеловыми породами входят породы белоглинской свиты, где мощность сохранившейся части равна 13 м (при средней мощности пород белоглинской свиты по соседним скважинам равной 40—45 м).

В скважинах Шаро-Аргунской № 4, Двуреченской № 1, Рошнянской № 2 и в разрезе по р. Аргун в контакт с верхнемеловыми породами вступают породы зеленой свиты, которые, по аналогии с районами Центрального Предкавказья, определяются как ниже-среднеэоценовые. Мощности зеленой свиты соответственно равны 30, 10, 65 и 10 м (в разрезе по р. Аргун при средней мощности зеленой свиты в этих районах 75—80 м). Кратчайшее расстояние до выхода пород верхнемелового возраста на поверхность для Шаро-Аргунской скважины № 4, Двуреченской № 1 и Рошнянской № 2 соответственно равно 0,4; 0,6 и 0,9 км (разрез по р. Аргун находится севернее верхнемеловой полосы на расстоянии 0,1 км).

В Датыхской скважине № 10, разрез которой весьма сходен с разрезом Нальчикской скважины № 1, сохраняется весь комплекс нижнепалеогеновых отложений; датские слои здесь нормально перекрываются породами эльбурганского возраста.

На рис. 9а приведен литолого-фациальный разрез, построенный по данным корреляционной схемы. В качестве опорной горизонтальной

плоскости в разрезе принята кровля хадумской свиты. На приведенном литолого-фациальном разрезе проиллюстрировано ингрессивное налегание палеогеновых отложений на породы верхнего мела.

#### Корреляция при рецессиях и подводных перерывах

Согласно определению Д. В. Наливкина, рецессия отвечает возобновлению накопления морских осадков под водой после перерыва, вызванного сильным морским течением [15]. Под действием морских течений дно моря размывается, и рецессивные осадки, как правило, переотложенные, несогласно покрывают нижележащие породы. Так как направление и сила морских течений непостоянны, то мощности рецессивных осадков невелики. Поэтому, несмотря на широкое распространение в природе рецессий и подводных перерывов, выявить их геологическими методами по данным бурения трудно.

Существенную помощь в этом оказывают промыслово-геофизические исследования, проведенные на площади, разбуренной достаточно густой сеткой скважин. Основным условием для выявления рецессий и подводных перерывов по геофизическим данным является наличие хорошо дифференцированного характерного разреза.

На территории Предкавказья рецессивные осадки и подводные перерывы имеют довольно широкое распространение на контактах кайнозойских и мезозойских отложений, олигоцена и эоцена и особенно внутри комплекса эоценовых отложений.

Наибольшее распространение получили рецессивные отложения и подводные перерывы в верхнем эоцене в кумское и белоглинское время. Рецессивный размыв пород кумской свиты широко развит в пределах значительной части Предкавказья и хорошо прослеживается в скважинах Прикумской области (Величаевка, Урожайное, Зимняя Ставка), в Южном Дагестане (Экендиль, Селли, Гаша) и в районах Центрального Предкавказья. Подводный размыв белоглинской свиты, носящий также рецессивный характер, известен в пределах северной части Центрального Предкавказья (Сенгилеевская, Северо-Ставропольская, Тахта-Кугультинская площади и др.).

В отличие от фациального замещения и выклинивания пластов при рецессии происходит выпадение (как бы срез) отдельных пластов, резкое изменение литологии и мощности вышележащих слоев, а также локальность их распространения по площади. От регрессивного и трансгрессивного разреза рецессивный разрез отличается отсутствием наземных или береговых осадков. Весь комплекс сложен только морскими отложениями.

Для выявления рецессий и подводных размывов часто недостаточно бывает данных стандартного каротажа. Хорошие результаты можно получить при крупномасштабных детальных геофизических исследованиях, а также при гамма-каротаже и микрозондировании.

Верхнеэоценовые отложения на территории Восточного Предкавказья, и в особенности в пределах Прикумской области, обладают весьма четкой геофизической характеристикой и могут быть расчленены на отдельные характерные пласты, регионально прослеживающиеся по геофизическим данным (см. рис. 2, 4).

В связи с хорошей дифференцированностью кривых даже небольшие изменения в последовательности напластования пород белоглинской и кумской свит легко обнаруживаются при детальных геофизических исследованиях. Это хорошо видно на рис. 10, где приводится пример изучения рецессивных разрезов верхнего эоцена по геофизическим диаграммам, построенным для скважин Прикумской области.

На корреляционных схемах Ачикулак — Величаевка (см. рис. 10а) и Величаевка — Зимняя Ставка (см. рис. 10б) показаны рецессивные отложения, связанные с подводным размывом и переотложением кумской свиты в белоглинское время и подводным перерывом в осадконакоплении на контакте белоглинской и кумской свит. На рис. 10а в Ачикулакской скважине № 23 и Камыш-Бурунской № 1 фораминиферовая серия пород представлена полным комплексом отложений, которые хорошо расчленяются на отдельные пачки и пласты по детальным геофизическим диаграммам (*КС*, *ПС* и *ГК*), зарегистрированным в вертикальном масштабе 1:200. В скважине № 2 (Урожайное), отстоящей на 13,5 км к северо-востоку от Камыш-Бурунской № 1, наблюдается подводный размыв и перерыв в отложениях. Из разреза выпадает нижняя часть белоглинской свиты мощностью до 4 м и почти вся кумская свита (по крайней мере та ее часть, которая характеризуется на диаграммах *ГК* максимумом гамма-активности). Из пород кумской свиты выпадает толща мощностью до 22 м и сохраняется лишь ее нижняя часть, которую предположительно относят к породам керестинской свиты, отмечаемая максимумом на кривой *КС*, четкой отрицательной аномалией *ПС* и минимальной естественной радиоактивностью\*.

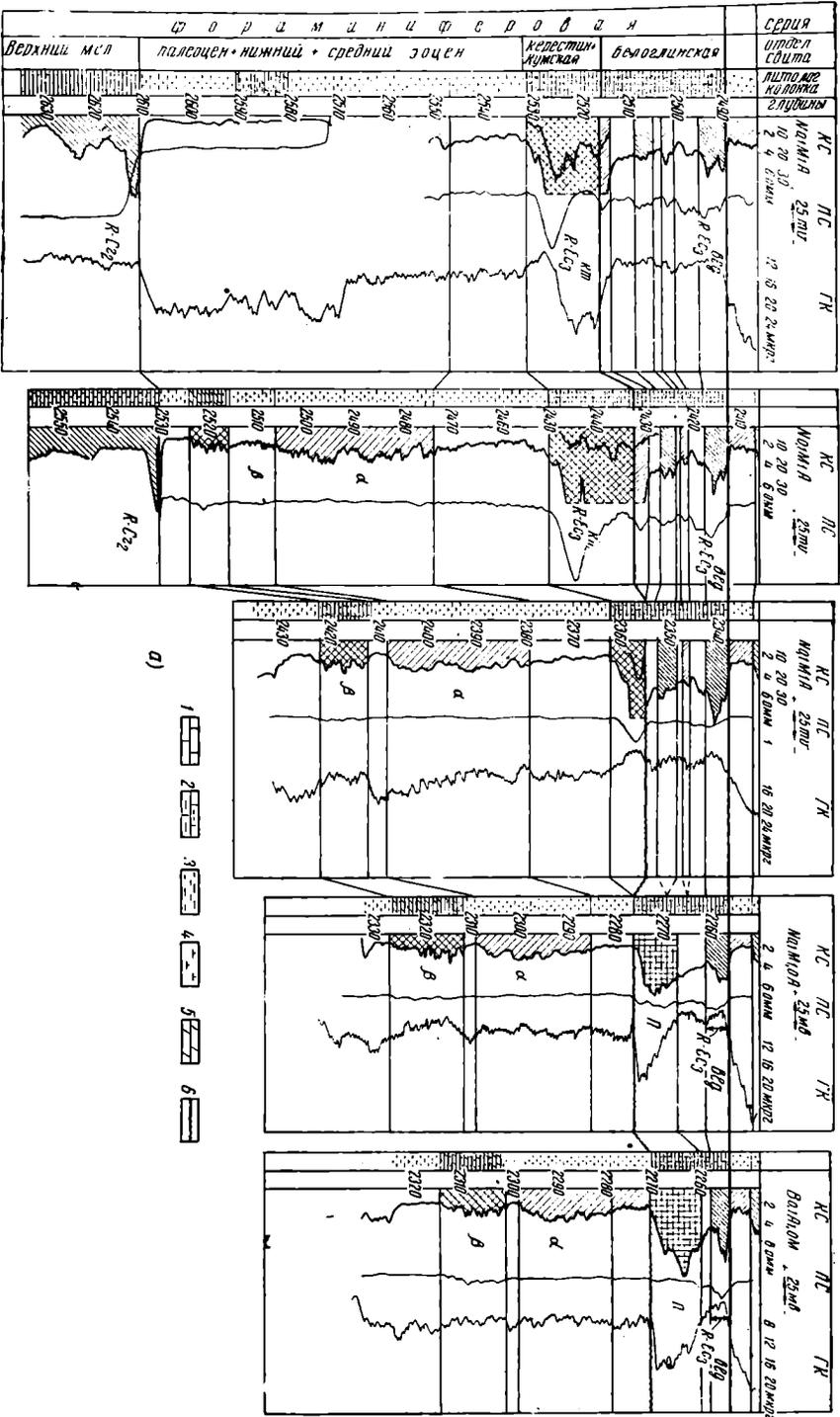
Еще далее к северо-востоку в скважинах Величаевская № 8 и Величаевская № 18, находящихся соответственно от скважины № 2 (Урожайное) на расстоянии 18 и 23,5 км, размыв существенно углубляется. В разрезах этих скважин отсутствуют породы кумской, керестинской и зеленой свит; верхняя часть глинистых пород последней равна по мощности приблизительно 30 м. Белоглинская свита в своем неизменном виде сохраняется лишь в верхней части, содержащей микрофаунистическую зону *Bolivina*, выделенную в качестве электрического репера  $R-E_{ca}^{big}$ . Что же касается нижележащих карбонатно-глинистых пород белоглинской свиты, то они приобретают иную геофизическую характеристику, не свойственную породам белоглинской свиты в их нормальном залегании.

В нормальном залегании породы белоглинской свиты повсеместно отмечаются низкими значениями естественной радиоактивности (минимум на диаграмме *ГК*). В скважинах же Величаевской площади ниже пласта, соответствующего реперу  $R-E_{ca}^{big}$ , породы белоглинской свиты аналогично породам кумской свиты приобретают повышенную естественную радиоактивность. На основании этого можно сделать вывод, что на Величаевской площади в белоглинское время переотлагались породы кумской свиты, которые накапливались на размытой поверхности зеленой свиты (средний эоцен). Эти отложения являются рецессивными, переотложенными и обозначены в приведенных схемах индексом П. Мощности переотложенных осадков в скважинах № 8 и 18 (Величаевская площадь) равны соответственно 9 и 11 м.

На рис. 10б приводится продолжение корреляционной схемы в юго-восточном направлении по линии Величаевская *P-4* — скважина № 12 (Зимняя Ставка). Как видно из схемы, в скважине *P-4* глубина размыва возрастает и достигает верхней части известково-глинистой пачки  $\alpha$ .

Ранее существовавший раздел между кумской — керестинской свитами и известково-глинистой пачкой  $\alpha$  размыт полностью и на диаграммах не отмечается. Из разреза выпадает толща пород мощностью до 50 и более метров. Мощность переотложенных пород — 19 м.

\* Мощности пластов, выпавших из разрезов, определены на основании сопоставления геофизических диаграмм скважин № 2 (Урожайное) и Камыш-Бурунской № 1.



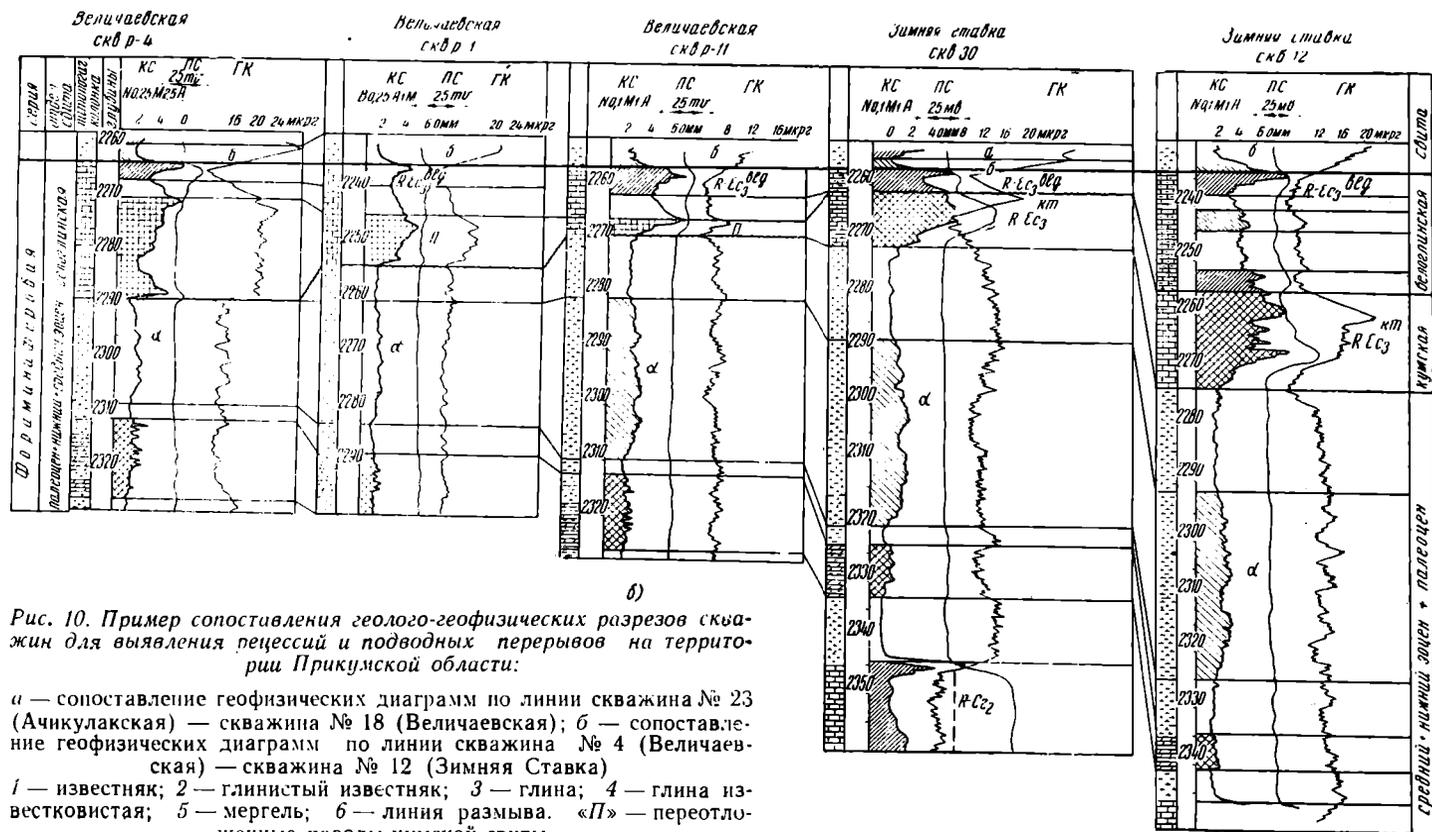


Рис. 10. Пример сопоставления геолого-геофизических разрезов скважин для выявления рецессий и подводных перерывов на территории Прикумской области:

а — сопоставление геофизических диаграмм по линии скважина № 23 (Аичулацкая) — скважина № 18 (Величаевская); б — сопоставление геофизических диаграмм по линии скважина № 4 (Величаевская) — скважина № 12 (Зимняя Ставка)  
 и — известняк; 2 — глинистый известняк; 3 — глина; 4 — глина известковистая; 5 — мергель; б — линия размыва. «П» — переотложенные породы кумской свиты

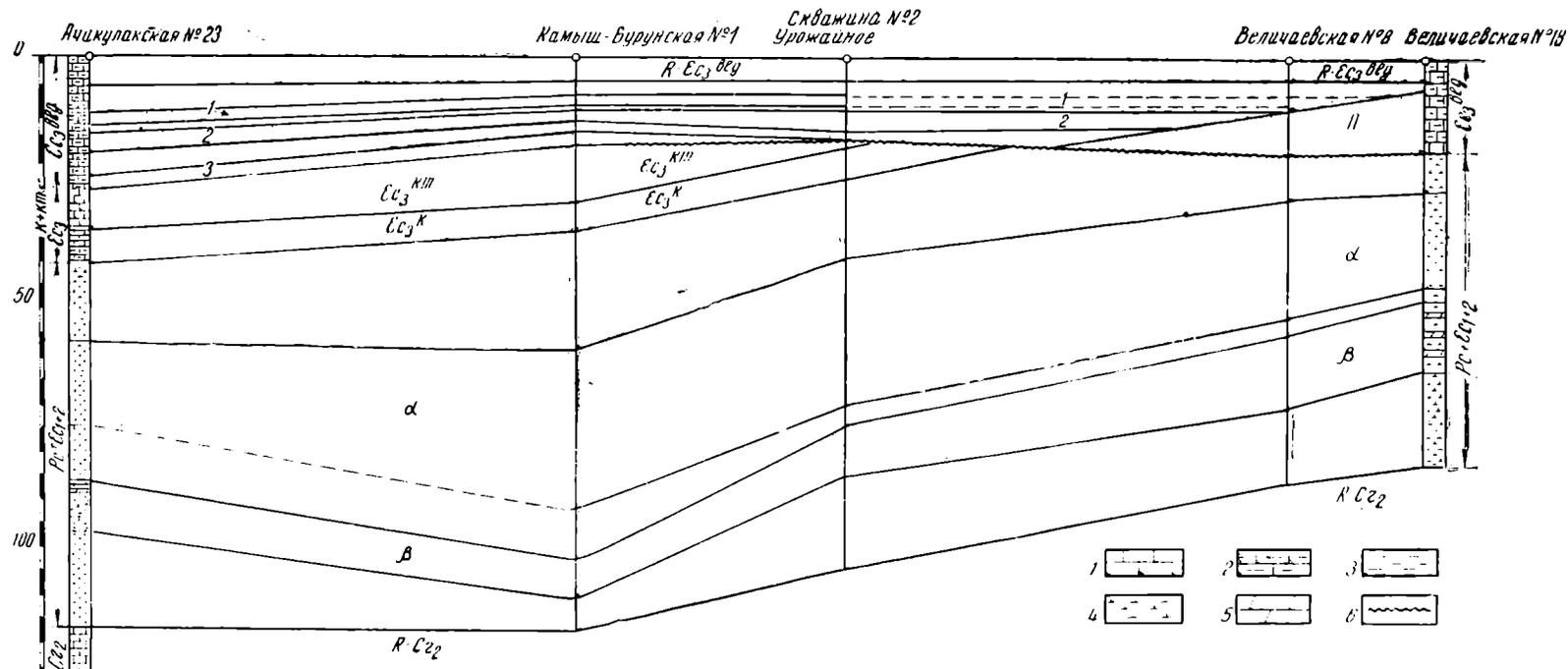


Рис. 11. Литолого-фациальный разрез по линии Ачикулакская — Величайевская площади:  
 1 — известняк; 2 — глинистый известняк; 3 — глина; 4 — глина известковистая; 5 — мергель; 6 — линия размыва

В юго-восточном направлении глубина размыва и мощность рецессивных отложений сокращается. В скважинах Величаевская *P-1* и *P-11*, отстоящих от скважины *P-4* на 2 и 5,5 км, мощность переотложенных пород белоглинской свиты равна соответственно 9 и 3 м. Мощности размытой толщи кумской — керестинской и зеленой свит по скважинам *P-1* и *P-11* по сравнению с разрезами скважин Камыш-Бурунской № 1 и № 12 (Зимняя Ставка) равны приблизительно 30—35 и 25—30 м.

В скважинах № 3, 8 и 30 (Зимняя Ставка) в осадкообразовании наблюдаются подобные уже отмеченным в скважине № 2 (Урожайное) подводные перерывы. Переотложенные породы в этих скважинах в разрезе отсутствуют. В скважине № 12 разрез фораминиферовой серии представлен в своем нормальном залегании без следов перерывов и переотложений в осадкоотложении. Из разрезов скважин № 3, 8 и 30 по сравнению с разрезом скважины № 12 (Зимняя Ставка) выпадают соответственно 19, 18 и 8 м нижней части белоглинской свиты и 9, 7,5 и 1,0 м верхней части кумской свиты.

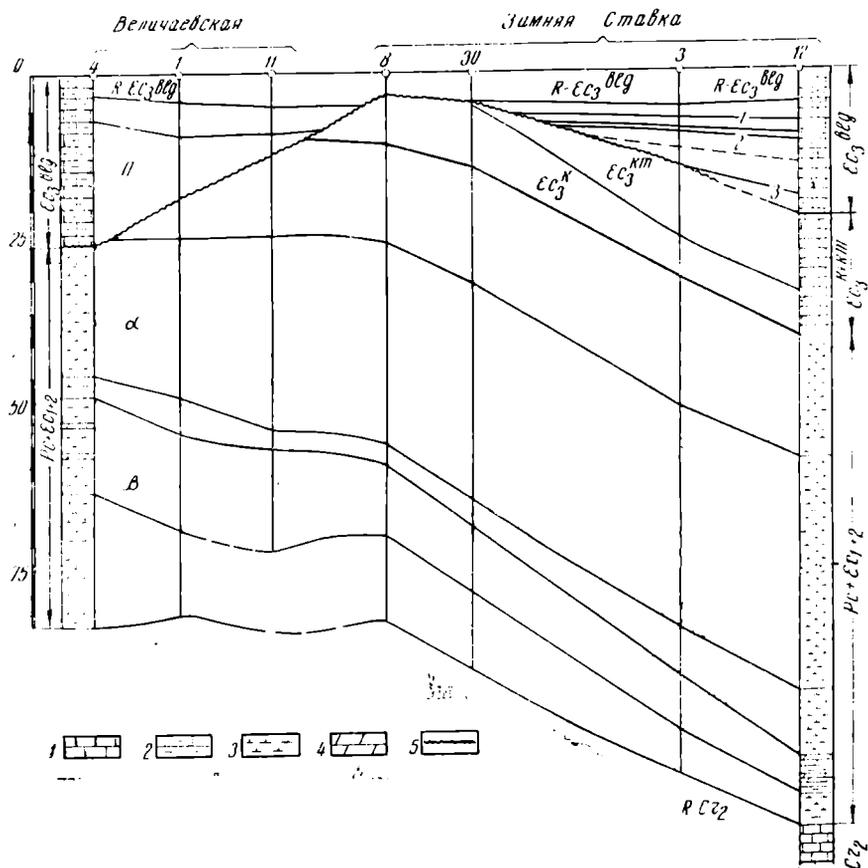


Рис 12. Литолого-фациальный разрез по линии площадей Величаевская — Зимняя Ставка:

1 — известняк; 2 — известняк глинистый; 3 — глина известковистая; 4 — мергель; 5 — линия размыва

Результаты корреляционных построений использованы для составления литолого-фациальных разрезов по тем же направлениям: Ачикулак — Величаевка с юго-запада на северо-восток (рис. 11) и Величаев-

ка — Зимняя Ставка с северо-запада на юго-восток (рис. 12). При построении литолого-фациальных разрезов в качестве опорной горизонтальной плоскости принята кровля белоглинской свиты. На литолого-фациальных разрезах наглядно показаны перерыв в осадконакоплении на границе белоглинской и кумской свит (территория Зимняя Ставка и Урожайное) и накопление рецессивных переотложенных пород кумской свиты в белоглинское время к северо-западу от этих районов на Величаевской площади. Отсюда следует, что в верхнеэоценовое время на границе белоглинской и кумской свит, в северо-западной части Прикумской области существовали сильные морские течения северо-западного направления, обусловившие подводный размыв и переотложение пород кумской свиты. Такие же выводы можно было сделать по геофизическим данным благодаря хорошей дифференцированности разреза, наличию комплекса детальных геофизических исследований скважин и повышенной радиоактивности пород кумской свиты. Эти породы сохранили повышенную радиоактивность и после их переотложения подводными течениями в белоглинское время. Последнее обстоятельство явилось решающим фактором, способствующим выявлению в разрезе переотложенных пород кумской свиты.

## **ТИПОВОЙ ИЛИ СРЕДНЕНОРМАЛЬНЫЙ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ**

### **Построение разреза**

Результаты корреляционных схем используют также и для построения типовых или средненормальных геолого-геофизических разрезов. В тех случаях, когда скважины пересекают пласты под прямым углом (вертикальная скважина и горизонтальные пласты), типовой разрез является средненормальным, где по шкале глубин дается истинная мощность вскрытых пород. Во всех остальных случаях по шкале глубин типового разреза отмечаются вертикальные (видимые) мощности пластов, вскрываемых скважинами.

Типовой разрез отражает средние мощности, основные литолого-стратиграфические черты и нефтегазоводонасыщенность, присущие большинству разрезов скважин данного района. Геофизическая характеристика типового разреза является усредненной, составленной из отдельных интервалов скважин, обладающих типичными геолого-геофизическими свойствами. В ряде случаев в качестве типового геолого-геофизического разреза целесообразно выбрать разрезы одной или двух скважин, наиболее полно удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к типовому разрезу.

Литолого-стратиграфическая колонка типового разреза составляется по комплексу геолого-геофизических данных всех скважин, пробуренных на данной площади. С этой целью геолого-геофизические материалы подвергают комплексной обработке, т. е. керновые данные относят ко всем скважинам, включенным в корреляционную схему, и увязывают с геофизическими диаграммами, составляют систематизированную литолого-стратиграфическую колонку с учетом данных скважин, не вошедших в схему, расчленяют разрез и выделяют геофизические реперы.

Типовой разрез составляют для площади, в пределах которой без существенных изменений выдерживаются литология, последовательность залегания и угол наклона пластов. Если на исследуемой площади наблюдаются резкие изменения литологического состава и угла накло-

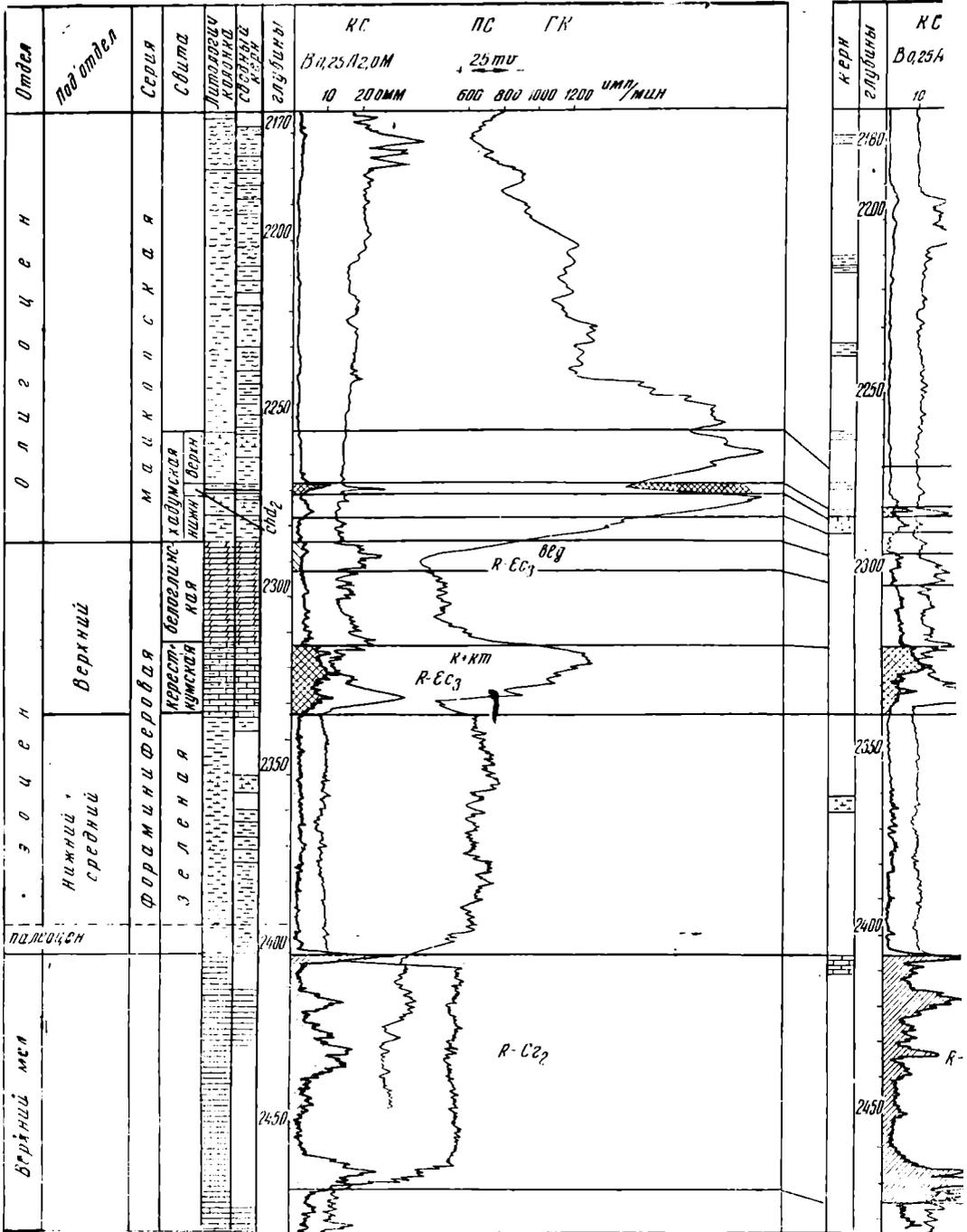
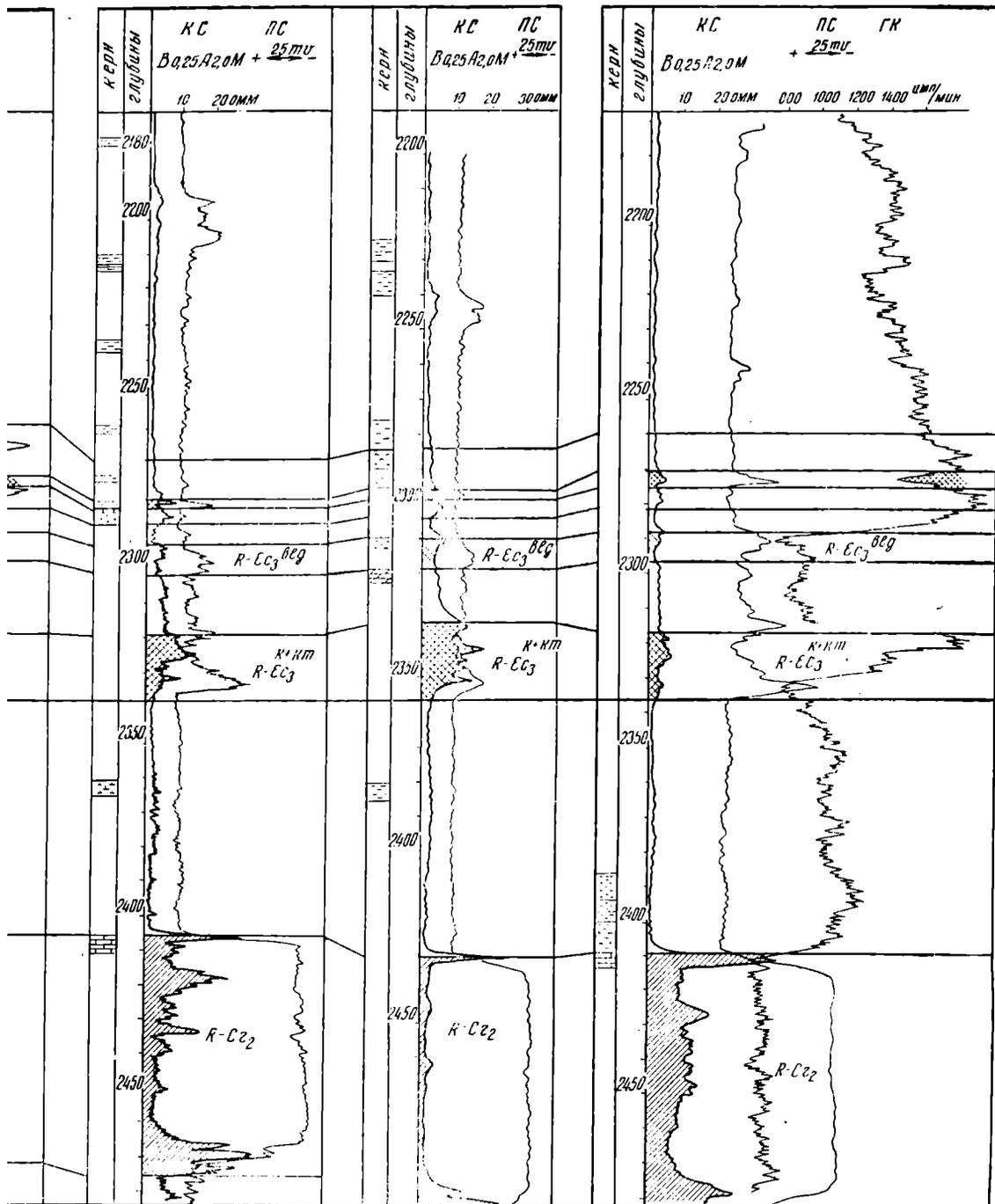


Рис. 13. Пример составления типового геологического ра  
 1 — известняк; 2 — глинистый известняк; 3 — глина; 4 — глина известков

снв Р-2

снв Р-8

снв Р-13



нового геологического разреза (Озек-Суатский район):

; 4 — глина известковистая; 5 — мергель; 6 — глина алевритистая

на пластов, составляется несколько типовых геолого-геофизических разрезов для отдельных участков площади.

Типовой разрез площади или месторождения облегчает геологический контроль за бурением скважины и ориентировкой забоя в процессе бурения и последующую обработку геолого-геофизических материалов по скважинам.

На рис. 13 приведен типовой геолого-геофизический разрез для Озек-Суатской площади, построенный для части палеогеновых и верхнемеловых отложений.

Для построения литолого-стратиграфической колонки были использованы керновый материал по скважинам *P-2*, *P-8* и *P-13*, включенным в схему, а также дополнительные материалы по другим скважинам. Определение местоположения керна в колонке производилось при помощи сопоставления геофизических диаграмм с типовыми геофизическими диаграммами *КС*, *ПС*, *ГК*, зарегистрированными в стандартных для данного района масштабах.

## ПОСТРОЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СХЕМ

### Основные задачи, решаемые при региональном сопоставлении разрезов, и выбор направления профиля

Геофизические материалы в комплексе с геологическими могут быть успешно использованы и для изучения геологического строения больших регионов, обладающих сложным геологическим строением и имеющих непостоянный литологический состав пластов и их мощности.

С помощью региональных корреляционных схем можно: 1) проследить протяженность отдельных стратиграфических горизонтов и свит и унифицировать их стратиграфические границы; 2) выявить в разрезе пласты, способные служить коллекторами для скопления нефти и газа, и определить изменение коллекторских свойств и мощность этих пластов по площади; 3) определить в разрезе новые литологические разновидности и стратиграфические горизонты.

Полученные материалы в комплексе с геологическими наблюдениями являются исходными при воспроизведении условий накопления осадков, палеогеографических построениях, прогнозах нефтегазоносности, а следовательно, и при определении направления разведочных работ на нефть и газ.

Основными предпосылками для решения поставленных задач являются следующие.

А. Наличие в разрезе отдельных стратиграфических комплексов (опорных горизонтов), обладающих региональной литологической устойчивостью. В палеогеновой системе Предкавказья такими комплексами являются кумская свита (слои с *Lygolepis caucasica*), хадумская свита, белоглинская свита (в особенности ее верхняя часть — зона *Boliviina*), глинистая пачка в нижнем эоцене (горизонт с *Globorotalia Subbotinae*) и некоторые другие.

Б. Своеобразие физико-химических условий осадкообразования отдельных комплексов пород, обладающих повышенной радиоактивностью и региональной протяженностью по площади.

При региональном сопоставлении разрезов главное внимание должно быть уделено выделению не отдельных пластов, а целой серии, характеризующей определенный литолого-стратиграфический комплекс пород. Особо важное значение при этом имеет сопоставление разрезов разведочных скважин малоизученных районов с разрезами эксплуатационных площадей или опорных скважин наиболее полно изученных

районов. Точность сопоставления геолого-геофизических разрезов во многом определяется надежностью выделения в разрезе опорных горизонтов.

К опорным горизонтам предъявляются следующие основные требования:

региональная выдержанность по площади, четкая геофизическая характеристика, легко прослеживаемая на стандартных каротажных диаграммах, приуроченность к стратиграфическим границам или палеонтологически охарактеризованным литолого-стратиграфическим комплексам.

В песчано-глинистых разрезах в качестве опорных горизонтов используют пласты глины, карбонатно-глинистых пород и мергелей, которые характеризуются региональной протяженностью по площади. Песчаные и алевроитовые породы менее пригодны для роли опорных горизонтов вследствие их литологической изменчивости. Сопоставление разрезов по песчано-алевритовым пластам ограничивается обычно построением локальных корреляционных схем. В карбонатных разрезах в качестве опорных горизонтов могут служить терригенные породы, глинистые известняки и интервалы смены карбонатных пород глинистыми.

При сопоставлении геолого-геофизических разрезов исходят из известного принципа: если геофизические свойства разреза или отдельных его интервалов мало изменяются от скважины к скважине, то и литологические свойства пород сохраняются неизменными в тех же пределах.

Для контроля идентичности сопоставляемых участков принимаются во внимание геолого-геофизические свойства подстилающих и покрывающих пород, местоположение в них опорных горизонтов, сочетание пластов и прослоев во вмещающей толще и изучаемом участке разреза, а также палеонтологические находки в кернах. Наиболее благоприятные условия для сопоставления разрезов возможны при последовательном сопоставлении разрезов соседних скважин. Такое сопоставление совершенно необходимо при изменчивости литологии и мощности отдельных частей разреза. Следует учесть, что геофизическая характеристика разреза сохраняется без существенных изменений только против опорных пластов, а в остальной части разреза может сильно измениться от скважины к скважине.

Изменения литологического состава, коллекторских свойств и насыщенности пород неодинаково сказываются на различных геофизических кривых. Диаграммы естественных потенциалов *ПС* и естественной радиоактивности *ГК* отражают в основном глинистость пород, которая является одним из наиболее устойчивых литологических факторов. Пелитовый материал в процессе осадконакопления разносится обычно на значительно большие территории, чем другие литологические разности. Кроме этого, вторичные процессы, связанные с циркуляцией жидкости в породе, изменяющие физические свойства и характер насыщения пород, практически не сказываются на глинистых породах из-за плохой их проницаемости\*.

Значительно меньшую ценность при региональных сопоставлениях разрезов представляют диаграммы сопротивления и нейтронного гамма-каротажа. На характер этих кривых, помимо глинистости, большое

---

\* Изменение амплитуды аномалий *ПС* вплоть до обращения знака возможно в зависимости от соотношения минерализации бурового раствора и пластовых вод. Однако для нефтяных и газовых месторождений в преобладающем большинстве случаев минерализация пластовой воды значительно превышает минерализацию бурового раствора. Другие случаи редки и поддаются учету.

влияние оказывают коллекторские свойства и насыщенность пород (пористость, проницаемость, цементированность, нефтегазодонасыщенность). Поэтому при региональном сопоставлении разрезов диаграммы КС, НГК, кавернограммы и другие геофизические кривые имеют в основном вспомогательное значение и используются для оценки основных физических параметров пород, слагающих разрез. Однако во всех случаях наиболее полные результаты при региональном сопоставлении разрезов могут быть получены при использовании всего комплекса геофизических и геологических исследований.

Выбор направления профиля производится из расчета наибольшего охвата пробуренных скважин и наиболее полного освещения геологического строения исследуемой площади. Особое значение при этом имеет взаимосвязь направления профиля и направления сноса материала в процессе накопления осадков. Мощность накопления осадков и литология пород, отражающая характер смены фаций, находится чаще всего в тесной связи с направлением сноса, условиями накопления осадков и интенсивностью прогибания дна бассейна. Поэтому во всех случаях, когда это возможно, направление регифаций находится чаще всего в тесной связи с направлением сноса, условиями накопления осадков и интенсивностью прогибания дна бассейна. Поэтому во всех случаях, когда это возможно, направление региональных корреляционных схем выбирают параллельно, а если позволяет фактический материал, то и перпендикулярно направлению сноса обломочного материала. Одновременно руководствуются также сеткой разбуривания исследуемой территории.

#### **Выводы**

1. При редкой сетке скважин профиль корреляции прокладывается с учетом охвата всех или большинства скважин и имеет линейную форму.
2. Во время разбуривания по отдельным площадям территория покрывается сетью взаимопересекающихся профилей, обеспечивающих по возможности равномерную густоту сети. В профиль в первую очередь включаются наиболее полно изученные скважины (опорные, разведочные), освещающие типовой разрез месторождения.
3. При неравномерном распределении разведочных площадей и скважин на большой территории линия профиля проводится по замкнутой или полужамкнутой кривой, чем достигается наиболее полная увязка типовых разрезов площадей и скважин.

#### **Комплексное использование геофизических и геологических данных для расчленения и сопоставления разрезов**

Геолого-геофизическая изученность Восточного и Центрального Предкавказья отличается неравномерностью по объему и качеству выполненных работ для разных площадей и разрезов, что обусловлено следующими причинами:

- а) длительностью разбуривания территории во времени (территория Восточного и Центрального Предкавказья разбуривается в течение нескольких десятилетий). За это время обновилась геофизическая техника и появились новые геофизические методы исследования скважин; с течением времени изменялись задачи разведки и разведываемые объекты;

б) различной перспективностью отдельных стратиграфических комплексов в разных частях исследуемой территории и разреза. Например, до 1951 г. нефтяники Чечено-Ингушской АССР большое внимание уделяли изучению нефтеносности нижнемайкопских отложений на территории Черных Гор и Передовых хребтов. В связи с этим нижнемайкопские отложения, вскрываемые скважинами на этих площадях, подвергались в этот период времени наиболее полному геолого-геофизическим исследованиям; в то же время верхнемайкопские отложения изучались менее детально. В последующие годы в связи с открытием на территории Восточного Предкавказья крупных нефтяных месторождений, приуроченных к мезозойским отложениям, основной упор сделан на изучение мезозойской части разреза; значительно меньший объем исследований выполняется в палеогеновой части. В Центральном Предкавказье, где нефтегазоносные горизонты приурочены главным образом к палеогеновой системе, наибольшее внимание уделяется изучению отложений палеогена;

в) литолого-фациальными свойствами разреза.

Степень геолого-геофизической изученности разреза в сильной степени зависит от литологических свойств пород и их фациальной устойчивости.

С этой точки зрения наиболее благоприятным для изучения является разрез, представленный глинисто-мергелистыми слоями. Мергелистые прослои, несмотря на свою малую мощность, обладают исключительной литологической выдержанностью и сохраняются без существенных изменений на большой территории. Прекрасным примером этому могут служить остракодовый мергель в средней части хадумской свиты, серия мергелей алкунской свиты, карбонатные глины в верхней части хадумской свиты и известково-мергелисто-сланцевато-глинистые породы кумской свиты.

Песчано-алевритово-глинистый разрез менее благоприятен при региональных сопоставлениях вследствие широкого развития здесь фациальной изменчивости и замещения одной литологической разности другой.

Отсутствие единых установок и взаимосвязи между соседними геофизическими организациями приводит к разнобою, затрудняющему впоследствии обработку геофизических материалов не только смежных областей и территорий, но нередко и единой территории. Например, на территории Ставропольского края геофизические работы проводились различными организациями: Грозненской и Кавказской промышленно-геофизическими конторами и партиями Министерства геологии СССР, причем каждая организация применяла свой комплекс исследований.

Различие в объеме и детальности геолого-геофизических исследований скважин, вскрывающих единый комплекс отложений, обуславливает и своеобразие в методике обработки комплексных данных для различных частей разрезов и площадей.

Одним из примеров комплексного использования геофизических и геологических данных при изучении разрезов является работа, связанная с расчленением майкопской серии на отдельные пласты и пачки, и унификация стратиграфических границ этой толщи в пределах Терско-Кумской и Присулакской областей (Затеречной равнины), где майкопская серия трансгрессивно перекрывается мощным комплексом пород более молодых отложений. Поэтому изучение пород майкопской серии возможно лишь на основании данных глубокого бурения.

Разработать детальную стратиграфическую разбивку для майкоп-

ских отложений и сопоставить разрезы между собой с помощью одних геологических методов чрезвычайно трудно.

Решить эту задачу стало возможно благодаря комплексному изучению геолого-геофизических разрезов большого числа глубоких разведочных скважин, пробуренных на территории Затеречной равнины [10].

Для изучения геоэлектрических свойств майкопских отложений Затеречной равнины в первую очередь был использован разрез опорной скважины Артезиан, подвергшийся наиболее полному исследованию геологическими и геофизическими методами. Весь разрез майкопских отложений в этой скважине представлен чередованием глин и алевролитов.

На представленной электрокаротажной диаграмме (рис. 14) алевролиты отличаются от глин только на кривой *ПС*, на которой они характеризуются четко выраженными отрицательными аномалиями. По данным электрокаротажа (главным образом по кривой *ПС*), майкопские отложения, вскрытые скважиной № 1 Артезиан, были расчленены на семь пачек, каждая из которых имеет свои характерные геоэлектрические свойства, выдерживающиеся в большинстве скважин Затеречной равнины. Верхняя граница майкопской свиты проведена по нижней части максимума сопротивления, приуроченного, по-видимому, к глинисто-мергелистым образованиям. Верхняя граница майкопской свиты фаунистически не подтверждена и проводится по трансгрессивному контакту чокракских и майкопских отложений, который прослеживается на этом уровне при региональном сопоставлении электрокаротажных диаграмм.

Согласно схеме расчленения майкопских отложений по скважине № 1 Артезиан, первая пачка — верхняя глинистая, мощностью 50 м — соответствует зоне *Narphragmoides* (по Н. А. Хуциевой) и верхнему отделу (по Р. Г. Дмитриевой). По данным электрокаротажа, этой пачке соответствует однородная глинистая толща.

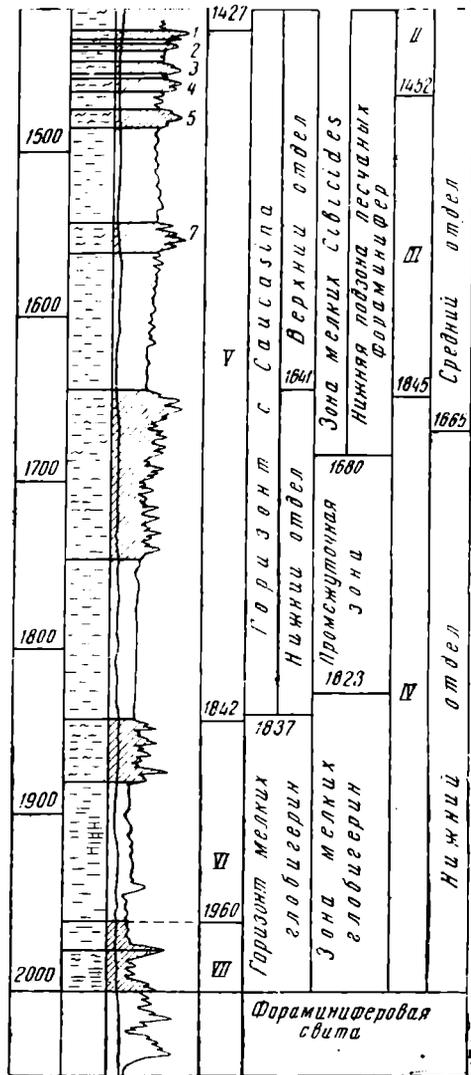
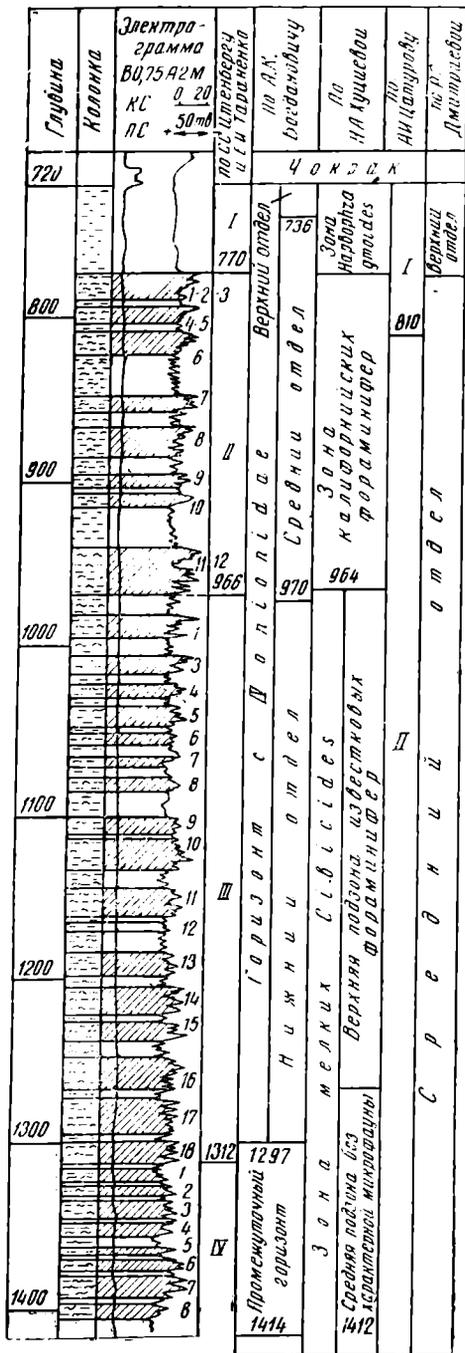
Вторая пачка — глинисто-алевритовая, мощностью 196 м, соответствует зоне калифорнийских фораминифер (по Н. А. Хуциевой) и среднему отделу горизонта с *Nonionidae* (по А. К. Богдановичу). По электрокаротажной диаграмме в этой части разреза выделяются комплексы прослоев алевролитов и глин, которые прослеживаются и в других скважинах.

Третья пачка — алеврито-глинистая, мощностью 344 м, соответствует нижнему отделу горизонта с *Nonionidae* (по А. К. Богдановичу) и верхней подзоне так называемых известковых фораминифер зоны мелких *Sibicides* (по Н. А. Хуциевой). По данным электрокаротажа, в этой части разреза наблюдается равномерное чередование алевролитов и глин.

Четвертая пачка — алевритово-глинистая, мощностью 116 м, соответствует промежуточному горизонту (по А. К. Богдановичу) и средней подзоне (без характерной микрофауны) зоны мелких *Sibicides* (по Н. А. Хуциевой). На электрокаротажной диаграмме наблюдается то же чередование алевролитовых и глинистых прослоев, причем общая мощность алевролитов превышает мощность глин.

Пятая пачка — глинисто-алевритовая, мощностью 417 м, соответствует горизонту с *Saucasina* (по А. К. Богдановичу) и участку «промежуточная зона — нижняя подзона» так называемых песчаных фораминифер зоны мелких *Sibicides* (по Н. А. Хуциевой). По электрокаротажной диаграмме скважины Артезиан в верхней части разреза пятой пачки наблюдается чередование алевролитовых и глинистых прослоев; книзу число алевролитовых прослоев уменьшается и разрез становится глинистым.

Шестая пачка мощностью 118 м и седьмая мощностью 40 м



1 [Symbol] 2 [Symbol] 3 [Symbol]

Рис. 14. Схема расчленения майкопских отложений по скважине Артезиан № 1:  
1 — глина; 2 — глина карбонатная; 3 — алевролит

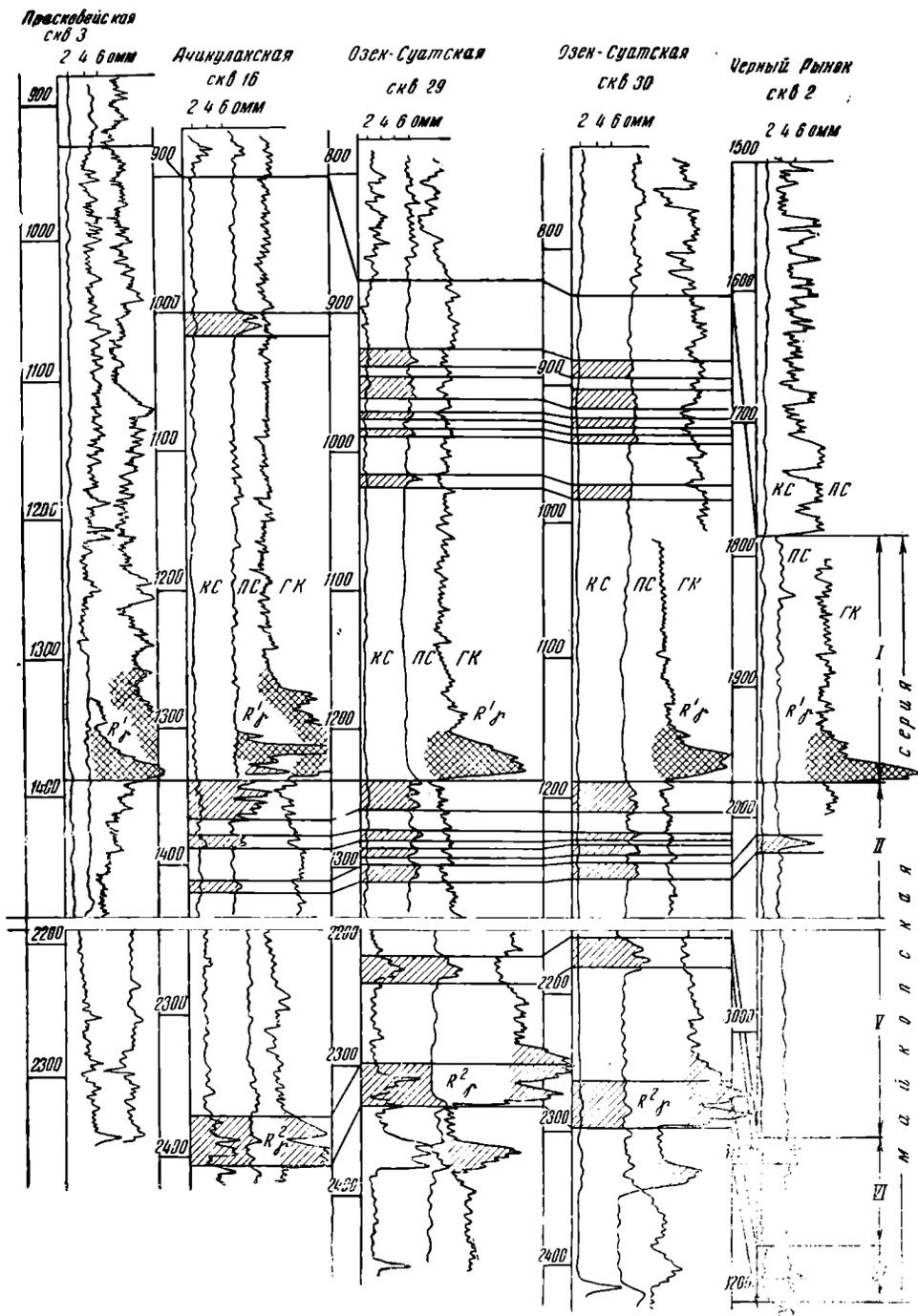


Рис. 15. Сопоставление геолого-геофизических разрезов скважин, вскрывших майкопские отложения на территории Надтеречной равнины

соответствуют так называемому горизонту мелких глобигерин (по А. К. Богдановичу) и «зоне мелких глобигерин» (по Н. А. Хуцисвой). В верхней части шестой пачки наблюдается чередование тонко-слоистых алевролитов и глин, внизу разрез становится в основном глинистым. Граница между шестой и седьмой пачками отбивается на электрокаротажной диаграмме по повышению сопротивления на кривой  $KС$ .

Седьмая пачка, как это было доказано на основании региональных сопоставлений геолого-геофизических разрезов (рис. 15), соответствует хадумской свите. Для этой пачки весьма характерно наличие в средней части остракодового мергеля, отмечающегося на электрокаротажной диаграмме заметным повышением сопротивления и четкой отрицательной аномалией  $ПС$ . Нижняя граница седьмой пачки, соответствующая кровле фораминиферовых слоев, безошибочно определяется по отрицательной аномалии на кривой  $ПС$  и значительному повышению сопротивления, что характерно для фораминиферовых слоев.

Геолого-геофизический разрез опорной скважины Артезиан положен в основу для изучения разрезов других скважин, пробуренных на этой территории. Построенные корреляционные схемы дали возможность проследить границы выделенных пачек, соответствующих комплексам песчано-глинистых прослоев, в разрезах соседних скважин (см. рис. 15). Это в свою очередь послужило основанием для составления литологических колонок по каждой скважине и сопоставления их между собой (рис. 16).

Сопоставление геофизических диаграмм производилось по данным диаграмм  $ПС$  и  $ГК$ . Диаграммы  $КС$ , зарегистрированные в очень мелком масштабе, могли быть использованы только для определения седьмой мергелисто-глинистой пачки с относительно повышенными сопротивлениями пород.

Совместное использование диаграмм  $ПС$  и  $ГК$  чрезвычайно облегчило задачу сопоставления разрезов.

При построении корреляционных схем только на основании данных электрокаротажа и при выделении нижней границы первой глинистой пачки возникли трудности. Затруднения усугублялись тем, что верхнемайкопские отложения на территории Затеречной равнины глубоко размыты и неравномерно сохранились в различных частях площади. Наиболее глубоко они размыты в северо-восточной части площади (в скважине Джанайской размыты оказались первая, вторая и третья песчано-глинистые пачки). Наибольшая сохранность верхнемайкопских отложений наблюдается в юго-западной части площади (в Моздокской скважине № 7 мощность первой пачки достигает 415 м).

На кривой гамма-каротажа нижняя часть первой пачки отмечается четко выраженным характерным максимумом, который соответствует глинистому пласту мощностью 30 м, обладающему повышенной естественной радиоактивностью. Указанный пласт глин имеет региональное распространение и фиксируется во всех скважинах, пробуренных на территории Сулакской и Прикумской областей. Благодаря этому нижняя граница первой пачки, проводимая по нижней границе максимума гамма-активности ( $R_{\gamma}^1$ ), отмечается с большой достоверностью. Второй такой же максимум на кривой гамма-каротажа ( $R_{\gamma}^2$ ) приурочен к нижней части майкопской серии пород — к хадумской свите. По нижней границе этого максимума проводится кровля верхнефораминиферовых слоев; верхняя его граница несколько перекрывает верхнюю часть хадумской свиты.



Помимо реперов  $R_{\gamma}^1$  и  $R_{\gamma}^2$ , выдающихся по значениям гамма-активности, на кривых гамма-каротажа можно выделить и другие более мелкие максимумы. Однако современное состояние степени детальности и точности регистрации диаграмм  $ГК$  не дает основания для использования их в качестве стратиграфических реперов. Поэтому детальное выделение в разрезе отдельных пачек и пластов осуществляется по данным электрокаротажных диаграмм, главным образом диаграмм  $ПС$ . При этом более надежным следует считать выделение относительно мощных пачек, границы которых легко устанавливаются по геофизическим данным и являются достаточно достоверными.

Фациальное замещение песчано-алевролитовых пластов глинистыми в западном и юго-западном направлениях затрудняет межрайонное сопоставление разрезов по электрокаротажным диаграммам. В этих случаях сопоставление разрезов лучше всего проводить по данным гамма-каротажа. Непосредственное сравнение данных литолого-стратиграфического разреза скважины Артезиан с результатами кривой гамма-каротажа оказалось невозможным из-за отсутствия замеров гамма-каротажа в этой скважине. Однако на основании имеющихся корреляционных схем местоположение реперов гамма-каротажа  $R_{\gamma}^1$  и  $R_{\gamma}^2$  в скважине № 1 Артезиан определяется достаточно точно, а именно репер  $R_{\gamma}^1$  (нижняя часть первой пачки) находится на глубине 730—770 м, а репер  $R_{\gamma}^2$  (его нижняя часть — подошва хадумской свиты) — на глубине 1999 м. Из данных анализов кернов [6] следует, что местоположению реперов  $R_{\gamma}^1$  и  $R_{\gamma}^2$  соответствуют участки разреза с наименьшим по разрезу средним диаметром зерен.

Описание пород, соответствующих участку с повышенной естественной радиоактивностью — реперу  $R_{\gamma}^1$ , приведено в работе Р. Г. Дмитриевой [6].

Постоянство основных геолого-геофизических свойств хадумской свиты Черногорской моноклинали, Передовых хребтов и Затеречной равнины доказано многими работами. Это дает основание считать, что хадумская свита Затеречной равнины, так же как и в районе Черных гор, характеризуется высоким содержанием битуминозных веществ. Следовательно, максимум на кривой  $ГК$  (репер  $R_{\gamma}^2$ ) против хадумской свиты в скважинах Затеречной равнины также объясняется тонкой дисперсностью глин хадумской свиты и высоким содержанием в них органического углерода.

Глинистые толщи в верхней части майкопской серии (репер  $R_{\gamma}^1$ ) и в хадумской свите (репер  $R_{\gamma}^2$ ) прослеживаются на большой территории Северного Кавказа и являются региональными стратиграфическими реперами, имеющими существенное значение для построения унифицированного стратиграфического разреза майкопской серии в Затеречной равнине и за ее пределами.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

1. По данным комплексной обработки геолого-геофизических исследований скважин (литолого-петрографических и микрофаунистических анализов кернов, электрокаротажных диаграмм и кривых гамма-каротажа), разрез майкопских отложений Затеречной равнины расчле-

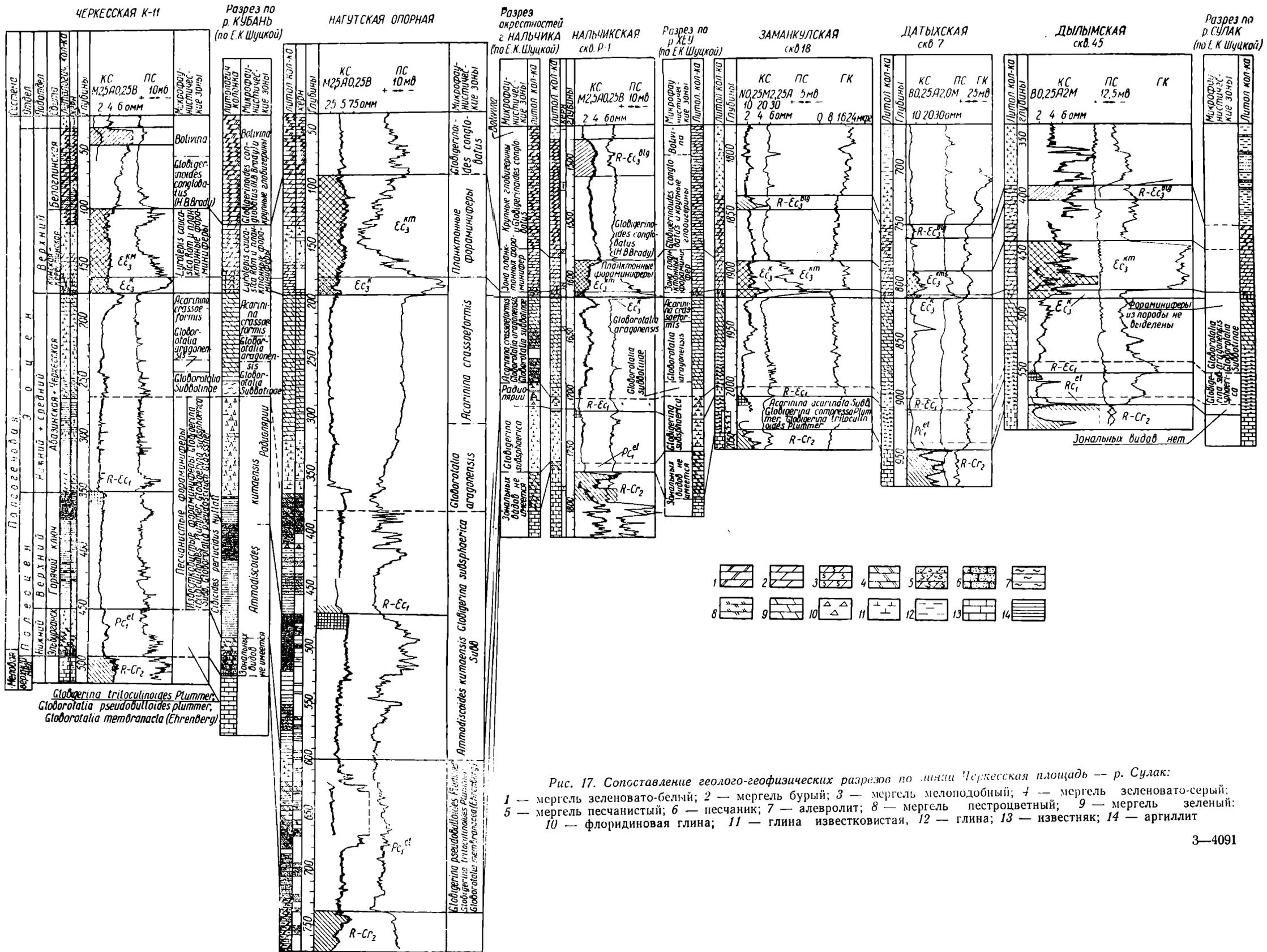


Рис. 17. Сопоставление геолого-геофизических разрезов по линии Черкесская площадь — р. Сулак:  
 1 — мергель зеленовато-белый; 2 — мергель бурый; 3 — мергель мелоподобный; 4 — мергель зеленовато-серый;  
 5 — мергель песчанистый; 6 — песчаник; 7 — алевролит; 8 — мергель пестроцветный; 9 — мергель зеленый;  
 10 — флоридиновая глина; 11 — глина известковистая, 12 — глина; 13 — известняк; 14 — аргиллит

няется на отдельные литолого-стратиграфические комплексы, прослеживающиеся по всей территории Затеречной равнины.

2. При региональном сопоставлении основных литолого-стратиграфических комплексов наиболее точные результаты получаются по гамма-каротажным диаграммам.

Для выделения серий алевролитово-глинистых прослоев целесообразно пользоваться электрокаротажными диаграммами, главным образом кривыми *ПС*.

3. В юго-западном направлении от восточного профиля (Артезиан, Сухокумск, Черный рынок) наблюдается закономерное увеличение мощности первой пачки (т. е. верхнего отдела майкопской серии), которое связано с менее глубоким размывом верхнего отдела и сохранением алевролитовых прослоев в юго-западной части Затеречной равнины.

4. Для третьей, четвертой, пятой и шестой пачек характерно закономерное возрастание глинистости в западном направлении (литологический состав второй пачки сохраняется без существенных изменений по всей площади). В районах Бажиганском, Озек-Суатском, Величаевском, Камыш-Бурунском и Ачикулакском четвертая, пятая и шестая пачки в основном глинистые. Алевролиты встречены здесь в виде отдельных линз, получивших наибольшее развитие в четвертой и шестой пачках.

5. Седьмая глинисто-мергелистая пачка приурочена к хадумской свите. Геолого-геофизические свойства этих отложений выдерживаются в основных чертах для всей территории Затеречной равнины.

Одной из важных особенностей пород хадумской свиты является их общая повышенная радиоактивность, обусловленная тонкой дисперсностью глин и высоким битумосодержанием. Исключение составляет средняя часть хадумской свиты (мергельно-глинисто-остракодовый пласт), отмечаемая пониженной естественной радиоактивностью на кривой *ГК*.

В западном направлении мощность седьмой пачки (хадумской свиты) возрастает и на Чкаловской и Величаевской площадях достигает 55—60 м, а в восточных районах — 30—35 м.

Комплексное использование геофизических и геологических данных для расчленения и сопоставления разрезов чрезвычайно обогащается, если на исследуемой территории имеются полевые разрезы, достаточно полно изученные геологическими методами.

На рис. 17 приведена корреляционная схема, построенная по линии Черкесская, — разрез по р. Сулак через скважины Черкесскую *К-11*, Нагутскую, Нальчикскую, Заманкульскую, Датыхскую, Дылымскую и геологические разрезы по р. Кубань, Хеу, Сулак и в окрестностях г. Нальчика. Выбранная профильная линия пересекает моноклинал северного склона Кавказа, Кисловодский выступ, Невинномысско — Нагутскую тектоническую зону и Черногорскую моноклинал. Вскрываемые отложения охарактеризованы от верхнего мела до кумской свиты включительно. Эта корреляционная схема положена в основу при унификации стратиграфических границ и нижнепалеогеновых отложений Восточного и Центрального Предкавказья и подробно описана ниже. (см. «Унификация стратиграфических границ нижнепалеогеновых отложений Восточного и Центрального Предкавказья»).

### **Выделение в разрезе геофизических реперов и привязка их к стратиграфическим границам**

Участки разреза, обладающие четкой геофизической характеристикой, резко отличной от окружающей среды, и выдерживающиеся на

большой территории, могут служить геофизическими реперами. Стратиграфически привязанные геофизические реперы одновременно являются и стратиграфическими реперами.

В палеогеновой системе Восточного и Центрального Предкавказья в качестве реперных горизонтов чаще всего выступают пласты карбонатных и мергелистых глин, мергелей, комплексы глинисто-мергельных и известняковых прослоев. Для этих пород характерна выдержанность на большой территории литологических и физических свойств.

В глинисто-алевритово-песчаном комплексе выделение реперных горизонтов затруднено из-за относительно частой смены фаций, вызывающей смену литологического состава и выклинивание пластов. В связи с этим при расчленении и сопоставлении пород в глинисто-алевритово-песчаной толще основное внимание уделяется не отдельным пластам, а их комплексам — пачкам.

Пачка пластов, состоящая из многочисленных чередующихся прослоев глин и алевритов, часто выдерживается на крупных регионах и способствует расчленению и сопоставлению разрезов на значительной территории с относительно однообразными условиями накопления осадков. Примером таких толщ является муцидакальская свита Черных гор и Передовых хребтов, майкопская свита Затеречной равнины и северо-западной части Центрального Предкавказья (Ставрополье).

В палеогеновой толще, в целом, и в майкопской свите особое значение при выделении геофизических реперов и сопоставлении разрезов имеют диаграммы гамма-каротажа. На этих диаграммах выделяются участки повышенной естественной радиоактивности, приуроченные к отдельным глинистым пластам и к целым стратиграфическим комплексам. Кроме того, майкопская свита по данным гамма-каротажа расчленяется на отдельные весьма характерные участки. Аномалии на диаграммах гамма-каротажа, приуроченные к отдельным глинистым пластам, свитам и частям свит, имеют региональную протяженность, тесно связаны с литологией пластов, фракционным составом пород, содержанием органического углерода и в значительной мере отражают геохимические условия накопления осадков. В связи с этим региональные, геофизические реперы на кривых гамма-каротажа для палеогеновых отложений Восточного и Центрального Предкавказья приобретают важное значение при расчленении и сопоставлении разрезов и привязке их к стратиграфическим границам.

Геофизические реперы, выделенные в палеогеновых отложениях, в своем подавляющем большинстве совпадают со стратиграфическими границами, установленными по геологическим данным и, в частности, по микрофаунистическим находкам в кернах. Поэтому большинство выделенных геофизических реперов, будучи приуроченными к стратиграфическим границам, являются одновременно и стратиграфическими геофизическими реперами.

На рис. 18 показан пример выделения в разрезе геофизического репера  $R-E_{сг}$ , который приурочен к стратиграфической границе и литологически к темно-серым плотным глинам, слюдястым, содержащим многочисленную и разнообразную фауну фораминифер зоны *Globotalia Subbotinae*, характерную (по Е. К. Шуцкой) для самой нижней части нижнеэоценовых отложений [23]. В указанной глинистой пачке (Убеженская скважина  $P-3$ ; интервалы 920—921 м; 915—917 м, и 910—913 м) Л. С. Тер-Григорьянц обнаружена обильная фауна фораминифер зоны *Globotalia Subbotinae*. Эта пачка имеет четкую геофизическую характеристику, резко отличающуюся от вмещающих пород; на диаграмме  $KC$  наблюдается снижение сопротивлений до 1—2 *омм*

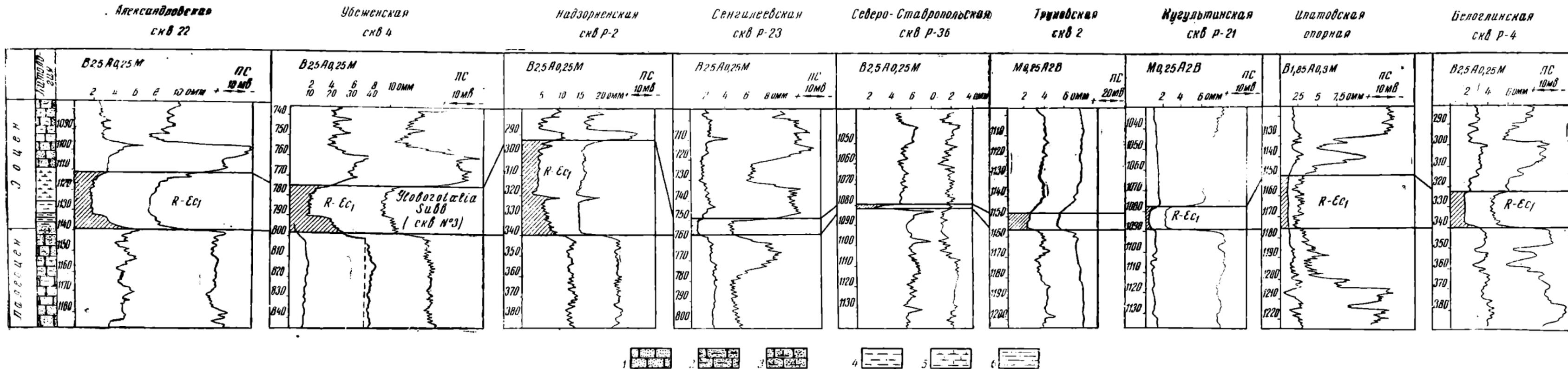


Рис. 18. Выделение геофизического репера R—Eс<sub>1</sub> и привязка его к стратиграфической границе эоцен — палеоцен на примере сопоставления геоэлектрических разрезов скважин Центрального Предкавказья по линии Александровская — Белоглинская площади:

1 — песок; 2 — песок глинистый; 3 — песок карбонатный; 4 — глина; 5 — глина известковистая; 6 — глина песчанистая

вместо 6—8 *омм* вмещающих песчаников; на диаграмме *ПС* отмечается положительная аномалия; на кавернограмме против глин фиксируется увеличение диаметра скважины до 0,5—0,6 м при диаметре долота 7<sup>3</sup>/<sub>4</sub>—9<sup>3</sup>/<sub>4</sub>''; на диаграмме гамма-каротажа\* отмечается относительное повышение естественной радиоактивности и, по данным нейтронного гамма-каротажа, снижение вторичного гамма-излучения.

Указанная геофизическая характеристика обладает исключительной выдержанностью по всей территории Центрального Предкавказья, что послужило основанием для выделения здесь стратиграфического репера  $R-E_{c_1}$ , соответствующего нижнему эоцену.

Как видно из корреляционной схемы, построенной по скважинам Центрального Предкавказья в направлении юго-запад — северо-восток через Александровскую, Убеженскую, Надзорненскую, Сенигилеевскую, Северо-Ставропольскую, Труновскую, Кугультинскую, Белоглинскую площади и Ипатовскую опорную скважину, репер  $R-E_{c_1}$ , сохраняя свои геофизические свойства, претерпевает значительные изменения мощности. На данном профиле наибольшая мощность (45 м) отмечена в Надзорненской скважине *P-2*, а наименьшая (2 м) в Северо-Ставропольской *P-36*.

В юго-восточных районах Центрального Предкавказья (в Черкесской, Ровненской, Невинномысской и Нагутской опорных скважинах) выделяется лишь нижняя граница репера  $R-E_{c_1}$ , верхняя граница проводится нечетко.

Стратиграфический репер  $R-E_{c_1}$ , соответствующий нижнему эоцену, прослеживается в восточном и западном направлениях далеко за пределами Центрального Предкавказья. Это очень хорошо подтверждается геофизическими материалами, полученными в скважинах Восточного и Западного Предкавказья (см. рис. 17). В скважинах Западного Предкавказья репер  $R-E_{c_1}$  сохраняет свои характерные физические свойства в Песчанокопской (интервал 1162—1173 м) и Ново-Минской (интервал 1263—1278 м) скважинах. Из изложенного следует, что репер  $R-E_{c_1}$  является стратиграфическим репером; нижняя граница его соответствует стратиграфической границе между эоценом и палеоценом.

### Обоснование стратиграфических границ

Определить местоположение стратиграфической границы с помощью только геофизических методов невозможно, необходимо привлечение геологических данных. Если стратиграфическая граница совпадает с некоторой характерной сменой литологического состава пород, то выявить и проследить ее от скважины к скважине по геофизическим данным сравнительно легко.

Задача осложняется, если у места стратиграфического контакта наблюдается фациальное замещение пород. В этом случае приходится прибегать к помощи палеонтологических или микропалеонтологических определений.

Геофизические диаграммы отражают изменение определенных физических параметров пород, слагающих разрез непрерывно по всему стволу скважины (кажущихся сопротивлений, *ПС*, гамма-активности и др.). Отдельные пласты и пачки пластов, обладая характерными физи-

---

\* Комплексная геофизическая характеристика участка разреза, включающего глинистый пласт, соответствующий реперу  $R-E_{c_1}$ , приведена на рис. 16.

ческими свойствами, отмечаются своеобразной конфигурацией геофизических кривых. Например, в двухкилометровой палеогеновой толще имеется несколько таких характерных пластов и пачек, которые расположены обычно в хронологическом порядке, что облегчает их выделение в разрезе. В связи с этим часто одних даже геофизических данных оказывается достаточно для расчленения и сопоставления разрезов скважин. Если в корреляционной схеме имеется хотя бы один палеонтологически охарактеризованный разрез, то наряду с сопоставлением можно осуществить и стратиграфическое деление.

В основу стратиграфической схемы обычно положены местные и региональные стратиграфические схемы, разработанные для исследуемой территории на основании палеонтологических методов.

Расчленение и сопоставление разрезов значительно облегчается при наличии дополнительных геологических сведений (керновых данных и микрофаунистических определений), а также полного комплекса геофизических исследований (электрометрических и радиометрических). Степень достоверности расчленения и сопоставления геолого-геофизических разрезов зависит от полноты геолого-геофизических данных, литологических свойств разреза, плотности размещения скважин, фациальной устойчивости пластов и выдержанности основных литолого-стратиграфических границ.

Задачи, связанные с обоснованием стратиграфических границ, расчленением и сопоставлением разрезов, решаются следующими методами.

*Прослеживание по площади однотипных участков разреза.* Этот метод является основным при разработке местных детальных стратиграфических схем. Для некоторых комплексов пород, обладающих литологической выдержанностью, этот метод применим при региональном сопоставлении разрезов. Основным критерием для такого сопоставления является однородность осадков, неизменность состава пластов и порядка их напластования от разреза к разрезу, относительное постоянство фациальных условий формирования пластов.

*Прослеживание по площади опорных горизонтов, имеющих стратиграфическое значение.* Этот метод основан на прослеживании одного или нескольких опорных стратиграфических горизонтов в разрезе по геолого-геофизическим данным. При этом одновременно выявляется закономерность изменения геолого-геофизических свойств, промежуточных, перекрывающих и подстилающих слоев. Полученные фактические данные являются исходными для получения сведений о литологических изменениях, изменении мощностей, наличии перерывов, фациальных условий формирования осадков и т. д.

Основные предпосылки для успешного применения данного метода заключаются в том, что даже в самых неблагоприятных условиях (при неустойчивых фациальных условиях) литологические признаки отдельных толщ и опорных горизонтов изменяются неодновременно. Наличие обнажений в районе работ и возможность выявления в них по геологическим данным опорных горизонтов расширяют границы применения этого метода.

Метод прослеживания по площади опорных горизонтов, имеющих стратиграфическое значение, широко применяется при геологосъемочных работах. Однако в этом случае возможности метода сильно ограничиваются степенью и глубиной обнаженности разрезов.

При изучении геолого-геофизических разрезов исследователь располагает более благоприятными данными: непрерывность разреза,

большие мощности, многочисленность скважин и относительная равномерность их распределения по площади, объективность и наглядность геофизических диаграмм по всему разрезу, подкрепленных в ряде случаев kernовыми данными. Последние представлены всегда неполно и недостаточно характеризуют разрез скважины по сравнению с данными обнажения. Поэтому прослеживание опорных горизонтов, имеющих стратиграфическое значение, в комплексе с kernовыми данными (микрофаунистическими и литолого-петрографическими определениями) играет решающую роль при обосновании и унификации стратиграфических границ.

*Прослеживание границ стратиграфических перерывов с учетом углового несогласия.* Из детальных сопоставлений геофизических диаграмм известно, что к определенным отрезкам геологического времени приурочены перерывы в осадконакоплении, часто связанные с выпадением пластов небольшой мощности без углового несогласия. Эти перерывы носят обычно местный внутриформационный характер, имеют локальное распространение и встречаются на различных участках площади, будучи приуроченными чаще всего к одним и тем же частям разреза. На территории Центрального и Восточного Предкавказья такие перерывы широко распространены в верхнеэоценовом комплексе пород — белоглинской и кумской свитах. Следовательно, даже относительно кратковременные неглубокие перерывы в осадконакоплении могут служить основой для стратиграфических исследований и имеют не местное, а региональное значение. Определить выпадение одного или нескольких пластов малой мощности из разрезов можно по детальным корреляционным схемам лишь в тех случаях, когда разрез представлен весьма характерным чередованием пластов и прослоев. Во всех других случаях о наличии внутриформационных перерывов можно только предполагать по резкому или заметному сокращению мощности пород, не подчиняющемуся существующей закономерности.

Значительно более глубокий перерыв в осадконакоплении наблюдается в верхнемайкопское время. В северо-западных районах Ставрополя и северо-восточных частях Затеречной равнины наблюдается срезание верхнемайкопских, а иногда и значительной части пород среднемайкопского возраста. Это свидетельствует о регрессивном характере майкопского бассейна в нижнемиоценовое время вследствие эпейрогенических движений, синхронных штирийской фазе складчатости. При сопоставлении геолого-геофизических разрезов доказывалось наличие перерыва в осадконакоплении, углового несогласия между размытыми майкопскими породами и более молодыми отложениями, их перекрывающими. Выпадение верхнемайкопских пород подтверждается и kernовыми данными на основании литолого-петрографических и микрофаунистических определений. Однако по kernовым данным очень трудно установить как местоположение стратиграфической границы, так и масштабы самого перерыва. Местоположение стратиграфических перерывов в ряде случаев устанавливается с достаточной точностью по комплексу геолого-геофизических данных, а часто только на основании геофизических диаграмм. Кроме этого, в большинстве случаев можно определить и масштабы перерыва (объем выпавших из разреза осадков).

Из изложенного следует, что для обоснования стратиграфических границ необходимо привлекать комплекс геологических и геофизических данных, увязывая их с имеющимися микропалеонтологическими определениями. Однако эти данные в каждом отдельном случае должны быть подвергнуты критическому анализу [7]. Таким образом, предпочтение отдается геологическим или геофизическим данным, или одному из

геофизических методов, а другие методы привлекаются в качестве вспомогательных для подкрепления полученных результатов.

Конечной целью обработки геофизических исследований скважин является изучение геологического разреза, местоположения продуктивных пластов в нем, геологического строения месторождения и региона в целом, для того чтобы установить закономерности распространения нефтегазоносности. Для правильного решения перечисленных задач важную роль играет достоверность определения причин, вызывающих изменение в разрезе и по площади, литологических свойств пород, их коллекторских особенностей, характера нефтегазонасыщения, а также закономерность этих явлений.

В нефтяной геологии для решения перечисленных задач широко используется построение профильных геологических разрезов, литолого-фациальных профильных разрезов, структурных и литологических карт, карт изопахит и др. Исходными данными для построений служат результаты обработки геолого-геофизических материалов, полученных из скважин и полевых разрезов (в частности, корреляционных схем).

## **УНИФИКАЦИЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ГРАНИЦ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

### **ОСНОВЫ РАСЧЛЕНЕНИЯ ПАЛЕОГЕНОВОЙ СИСТЕМЫ \***

Стратиграфия палеогеновых отложений территории Центрального и Восточного Предкавказья изучалась длительное время многими исследователями. Несмотря на это, до последнего времени нет единой, достаточно хорошо обоснованной схемы расчленения этих отложений. Между тем в настоящее время назрела необходимость создать унифицированную схему стратиграфического расчленения осадочной толщи палеогенового возраста, поскольку открыты мощные залежи газа в Центральном Предкавказье и получены промышленные притоки нефти в Прикумской области; палеоген всего Северного Кавказа нефтегазоперспективен. Разведочное бурение мезозойских отложений вскрывает тысячетметровую толщу палеогена.

В палеогеновую систему включены три отдела: палеоцен, эоцен и олигоцен. Нижняя граница палеогеновой системы проводится между датскими и палеоценовыми отложениями\*\*. Граница между палеогеновой и неогеновой системами проводится по подошве верхнего майкопа (аквитанская толща), но она литологически выражена нечетко и проводится чаще всего условно. Отложения палеоценового и эоценового отделов на территории Восточного Предкавказья объединяются в так называемую фораминиферовую серию, соответствующую нижнепалеогеновым отложениям южных областей Советского Союза. Верхнепалеогеновые отложения соответствуют условно олигоцену. Однако в связи с тем, что кровлю олигоцена выделить в разрезе трудно, нижнемиоценовые и

---

\* Согласно решению Стратиграфического межведомственного комитета, принятому в мае 1956 г. в Ленинграде, третичная система подразделена на две самостоятельные палеогеновую и неогеновую системы.

\*\* Некоторые геологи (Б. П. Жижченко и др.) считают, что датский ярус должен быть отнесен к палеогену и границу «верхний мел—палеоцен» следует проводить по подошве этого яруса. В настоящей работе автор придерживается более распространенной точки зрения, согласно которой датский ярус относится к верхнемеловым породам.

олигоценые отложения объединены в крупный литолого-стратиграфический комплекс, известный под названием майкопской серии.

Таким образом, палеогеновую систему Предкавказья принято подразделять на две части — нижнепалеогеновую, включающую палеоцен, и верхнепалеогеновую, включающую олигоцен и нижний миоцен (майкопская серия). Деление палеогеновой системы на две части производится достаточно четко по всем районам Предкавказья, оно наиболее удобно при рассмотрении стратиграфии палеогена, принимается большинством исследователей и использовано в настоящей работе.

### **Унификация стратиграфических границ нижнепалеогеновых отложений Восточного и Центрального Предкавказья**

Изучение нижнепалеогеновых отложений Северного Кавказа было начато в дореволюционное время, но наиболее детальные работы выполнены после Великой Октябрьской революции. В 30-х годах различными исследователями для районов Северного Кавказа были разработаны местные стратиграфические схемы — Н. С. Шатским (1929 г.) для Восточного Предкавказья, Н. Б. Вассоевичем (1928 г.) для Западного Предкавказья. Для расчленения нижнепалеогеновых отложений восточных районов Центрального Предкавказья привлекалась схема Н. С. Шатского, западных районов — Н. Б. Вассоевича. Значительный объем работ по расчленению нижнепалеогеновых отложений Северного Кавказа по фораминиферам был выполнен Н. Н. Субботиной (1934—1939 гг., 1947—1953 гг.).

Дальнейшая детализация стратиграфической схемы нижнепалеогеновых отложений на территории Центрального и Восточного Предкавказья производилась Е. К. Шуцкой (1956 гг.), Л. С. Тер-Григорьяни (1954—1959 гг.), Б. П. Жижченко и многими другими исследователями.

Расчленение и сопоставление разрезов нижнего палеогена Центрального и Восточного Предкавказья производились указанными исследователями главным образом на обнажениях, при этом широко применялись микропалеонтологические исследования. Использование полученных результатов при расчленении разрезов скважин затруднялось в связи с ограниченным отбором керна.

В настоящей работе для унификации стратиграфических схем использованы геолого-геофизические разрезы скважин и взаимно увязанные между собой разрезы по обнажениям.

За основу унификации стратиграфических границ нижнепалеогеновых отложений Восточного Предкавказья принята схема сопоставления геолого-геофизических разрезов скважин и разрезов полевых обнажений, которые с северо-запада на юго-восток распределились следующим образом: Черкесская скважина *К-11*, разрез по р. Кубани, Нагутская опорная скважина, разрез в окрестностях г. Нальчика, Нальчикская скважина *Р-1*, разрез по р. Хеу, Заманкульская № 18, Датыхская № 7, Дылымская № 45 скважины и разрез по р. Сулак (см. рис. 17).

Эта корреляционная схема была построена для следующих целей:

а) увязки литолого-стратиграфических разрезов хорошо изученных обнажений с геолого-геофизическими разрезами скважин;

б) привязки характерных аномалий на геофизических диаграммах к палеонтологически охарактеризованным границам разреза (выделение стратиграфических реперов);

в) унификации основных стратиграфических границ нижнего палеогена Центрального и Восточного Предкавказья.

Увязка систематизированных литолого-стратиграфических колонок Нагутской опорной, Черкесской *K-11* и Нальчикской скважин с разрезами по рекам Кубань, Хеу и в окрестностях г. Нальчика производится достаточно точно и без особого труда. Сопоставление геолого-геофизических разрезов облегчается хорошей коррелируемостью геофизических диаграмм. Особенно хорошо сопоставляются электрокаротажные диаграммы Нальчикской скважины *P-1* с диаграммами скважин, пробуренных на территории восточной части Северного склона Кавказа для Заманкульского, Ачалукского, Карабулакского, Датыхского и Дылымского районов, включая Южный Дагестан — Гаша, Селли и т. д. Благодаря этому достигнута взаимоувязка стратиграфических границ нижнего палеогена южных районов Центрального и Восточного Предкавказья.

Помимо скважин и разрезов, включенных в корреляционную схему, изображенную на рис. 17, привлекались данные по скважинам других площадей Центрального и Восточного Предкавказья и по полевым разрезам. Полученные данные легли в основу схемы расчленения нижнепалеогеновых отложений Восточного и Центрального Предкавказья (рис. 19).

*Граница «верхний мел — палеоцен».* Как видно из разрезов по р. Хеу и в окрестностях г. Нальчика, верхний мел заканчивается отложениями датского яруса, палеонтологически охарактеризованными и представленными известняками белыми, крепкими, с тонкими мергелистыми прослоями. Такие же известняки светло-серые, почти белые, плотные, крепкие, трещиноватые, с прослоями зеленых глин, мощностью от 0,1 до 3 см встречены в Черкесской скважине *K-11*. В Нагутской опорной скважине мергели датского возраста обогащены алевритовым материалом. Керн из Нальчикской скважины № 1 отсутствовал, но разрез, вскрытый этой скважиной, мало чем отличается от соседних разрезов по р. Хеу и в окрестностях г. Нальчика. Следовательно, в пределах южной части Центрального Предкавказья отложения датского яруса выражены известняками и мергелями, согласно залегающими на образованиях маастрихтского яруса.

Известняки и мергели датского яруса согласно, а иногда и трансгрессивно (в разрезе по р. Кубани), перекрываются мергелями зеленовато-серыми, песчанистыми и аргеллитами эльбурганской свиты.

В южных районах Восточного Предкавказья (р. Сулак) на известняках с фауной морских ежей датского возраста залегают пестроцветная толща, представленная зелеными и бурыми мергелями. В Карабулакском районе граница между мелом и палеогеном проводится в скважине № 30 на глубине 2145 м по резкой смене литологического состава, подтвержденной кернами (интервал 2141,5—2145 м — мергель серовато-зеленого цвета, известковистый, средней крепости; на глубине 2145 м он сменяется известняком серовато-белым, трещиноватым).

Граница между верхним мелом и палеогеном в южных районах Центрального и Восточного Предкавказья четко отмечается на геофизических диаграммах. Известняки верхнего мела в сравнении с мергелистыми породами эльбурганской свиты характеризуются на геофизических диаграммах резким повышением сопротивления, отрицательной аномалией *ПС* и снижением естественной радиоактивности на кривой *ГК*. В связи с этим выделение этой границы по геофизическим диаграммам и прослеживание ее от скважины к скважине для южных районов Центрального и Восточного Предкавказья производится с достаточной определенностью и достоверностью.

*Граница «нижний — верхний палеоцен» (Эльбурганская свита — Горячий ключ).* Эльбурганская свита в пределах южной части Цент-

Нальчикская  
скв. Р-1

Черкесская  
скв. К-11

Разрез  
по  
г. Кудань

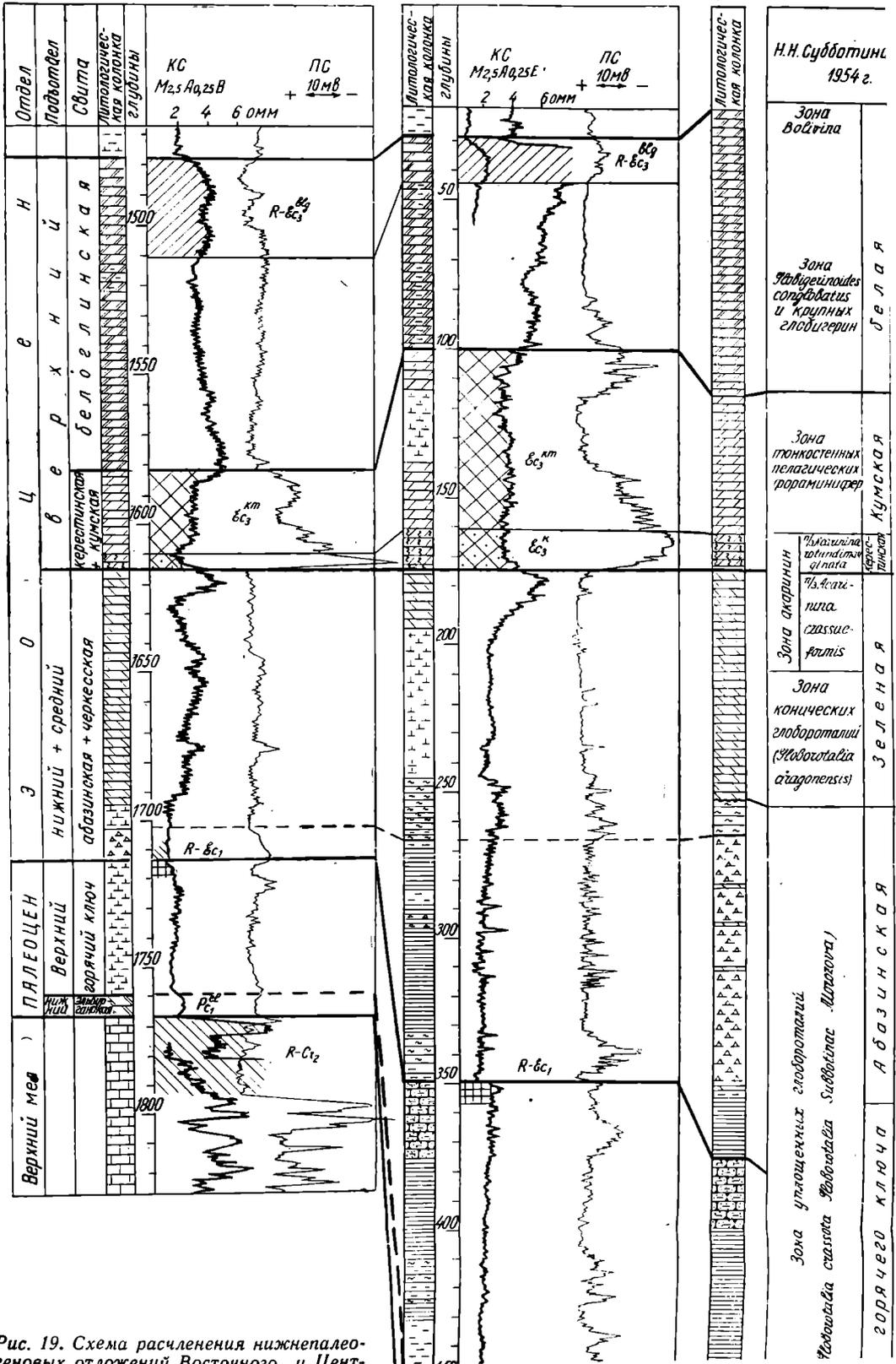


Рис. 19. Схема расчленения нижнепалеогеновых отложений Восточного и Центрального Кавказа



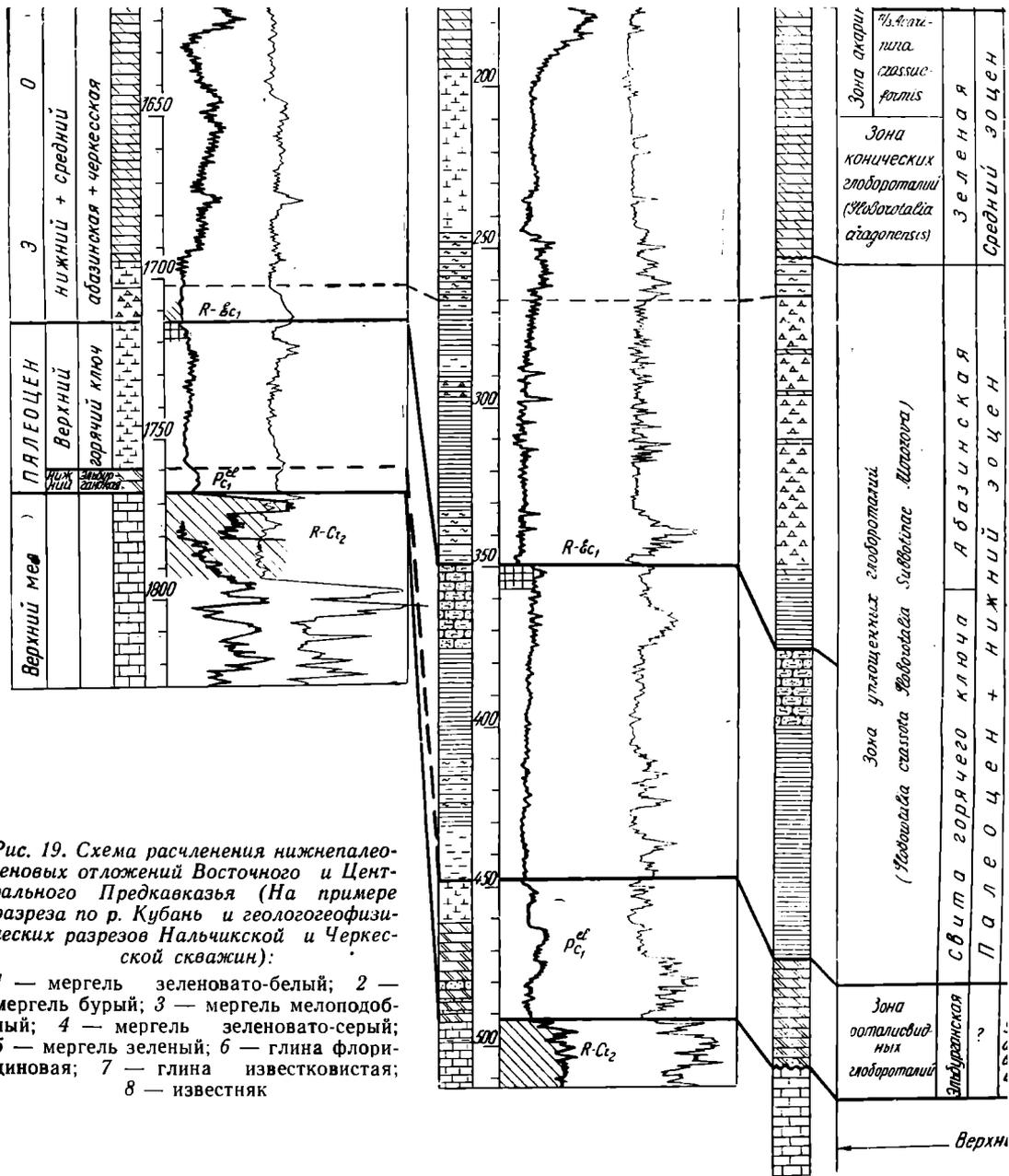


Рис. 19. Схема расчленения нижнепалеогеновых отложений Восточного и Центрального Предкавказья (На примере разреза по р. Кубань и геологогеофизических разрезов Нальчикской и Черкесской скважин):

- 1 — мергель зеленовато-белый; 2 — мергель бурый; 3 — мергель мелоподобный; 4 — мергель зеленовато-серый; 5 — мергель зеленый; 6 — глина флоридиновая; 7 — глина известковистая; 8 — известняк





рального Предкавказья, представленная мергелями, песчанистыми, иногда крепкими и трещиноватыми, выделяется в разрезах по рекам Кубани, Хеу, в окрестностях г. Нальчика, по Черкесской *K-11* и Нагутской опорной скважинам и подтверждена микрофауной. Основное микрофаунистическое отличие эльбурганского комплекса от датского заключается в отсутствии *Verne Uilina kelleri* (msc) и *Plectina convergens* (keller) [23]. Более четко характеризуется эльбурганская свита по моллюскам глубоководного облика, изученным А. И. Коробковым (1947 г.); в эльбурганской свите исчезают морские ежи, характеризующие датский ярус. Перечисленные микрофаунистические особенности позволяют считать эльбурганские отложения самостоятельной свитой (горизонтом) [23]. На электрокаротажных диаграммах Черкесской *K-11* и Нагутской опорной скважин мергелисто-глинисто-песчаные породы эльбурганской свиты отмечаются относительным повышением сопротивления по сравнению с перекрывающимися их черными некарбонатными аргиллитами верхнего палеоцена. В Нагутской опорной скважине в верхней части эльбурганской свиты залегает плитообразный мергельно-песчаный комплекс отложений, который отмечается по сравнению с окружающими породами на кривой *КС* высокими сопротивлениями (до 15 *омм*). В Нальчикской скважине *P-1* эльбурганская свита выделяется по аналогии с разрезами по р. Хеу и окрестностей г. Нальчика и представлена мергелями оливково-серыми, мягкими. На диаграмме *КС* этому интервалу разреза соответствует характерное повышение сопротивления. В связи с тем, что электрокаротажная диаграмма Нальчикской скважины хорошо коррелируется с электрокаротажными диаграммами скважин восточной части северного склона Кавказа, верхняя граница эльбурганской свиты прослеживается по геофизическим диаграммам далеко на юго-восток, включая и южный Дагестан. По р. Сулак к эльбурганской свите Е. К. Шуцкая относит нижнюю пачку пестроцветных мергелей, которые (по микрофауне) соответствуют оливково-серым мергелям Нальчикского района. Породы этой свиты прослеживаются Е. К. Шуцкой и далее на юго-восток по р. Параул-Озень (Верхний Джунгутай). В этом районе к эльбурганской свите Е. К. Шуцкая относит мергель, пестро-окрашенный, оливково-серый, переходящий вверх по разрезу в бурый и зеленовато-серый, мелкооскольчатый, неяснослоистый, мягкий.

Достоверность выделения эльбурганской свиты в восточных и юго-восточных районах Предкавказья хорошо подтверждается геофизическими данными (см. рис. 18).

*Граница «палеоцен — эоцен».* Одним из наиболее сложных вопросов стратиграфии нижнего палеогена Предкавказья является вопрос о стратиграфической границе между палеоценом и эоценом. Согласно принятой в настоящее время схеме расчленения нижнепалеогеновых отложений Центрального Предкавказья, на нижнем палеоцене (эльбурганская свита) располагаются свиты Горячего Ключа и абазинская. В пределах Черкесского и Минераловодского районов свита Горячего Ключа представлена черными некарбонатными аргиллитами, охарактеризованными примитивными агглютированными фораминиферами. Абазинская свита имеет самостоятельную литологическую характеристику только в Черкесском районе, где она представлена кремнистыми глинами. Абазинская свита в палеонтологическом отношении охарактеризована тем же комплексом примитивных агглютированных фораминифер, что и свита Горячего Ключа, и содержит радиолярии. К западу, в бассейне р. Лабы, и к востоку, в Минераловодском районе, абазинские глины (по данным Г. П. Леонова) замещаются черными аргиллитами и самостоятельно не выделяются [12].

По данным Е. К. Шуцкой, в разрезе Нальчикского района в интервале развития слабокарбонатных и флоридиновых глин совмещены две фации черных аргиллитов и кремнистых глин, охарактеризованных присутствием агглютированных и известковых фораминифер. В районах, где абазинская свита самостоятельно не выделяется, Е. К. Шуцкая рекомендует рассматривать свиты Горячего Ключа и абазинскую совместно под названием «нальчикский горизонт» [23]. К юго-востоку от Нальчикского района в восточной части северного склона Кавказа нальчикские отложения представлены карбонатными породами, а к северо-западу, в Минераловодском и Черкесском районах, — некарбонатными. Для карбонатного комплекса в качестве зонального вида Е. К. Шуцкая предложила форму *Globigerina subsphaerica* Subb, которая является представителем широко распространенного ископаемого планктона. Для некарбонатного комплекса ею же предложен зональный вид *Ammodiscoides kupaensis* sp. nov., часто встречающийся в нальчикском комплексе пород и не обнаруженный ни в подстилающих, ни в покрывающих образованиях [23].

Выше отложений нальчикского горизонта (свиты) залегают мергели, иногда переходящие в песчаники, которые именуются черкесской или зеленой свитой, относимой большинством исследователей к эоценовому возрасту.

Для южной части Центрального Предкавказья, по данным разрезов полевых обнажений и скважин, нижнюю границу эоцена Е. К. Шуцкая [23] проводит по нижней границе алевритово-песчаного и мергелисто-глинистого комплекса пород, охарактеризованного микрофауной зоны *Globorotalia Subbotinae*. Исходя из этого принципа, нижнюю границу эоцена в Черкесской *K-11* и Нагутской опорной скважинах (по данным микрофауны) проводят соответственно на глубинах 266 и 382 м. В Нальчикской скважине *P-1* нижняя граница эоцена, проведенная по кровле пачки слабо-известковых и флоридиновых глин (по Е. К. Шуцкой), соответствует 1702 м. Однако геолого-геофизические данные, полученные в северных районах Центрального Предкавказья и из зоны обильной фауны *Globorotalia Subbotinae*, обнаруженной Л. С. Тер-Григорьянц, заставляют пересмотреть местоположение нижней стратиграфической границы эоцена в Убеженской скважине № 3 (920—21, 915—17, 910—13 м).

Как указывалось выше (рис. 18), стратиграфическая граница между эоценом и палеоценом проводится по нижней границе геофизического репера  $R-E_{c_1}$ .

Эта граница является общепризнанной, и обоснованность ее для северных районов Центрального Предкавказья подчеркивается в работах Е. К. Шуцкой и Л. С. Темина [24] и В. А. Голякова [4].

Согласно корреляционной схеме, приведенной на рис. 17, нижняя граница репера  $R-E_{c_1}$  в Черкесской *K-11*, Нагутской опорной и Нальчикской *P-1* скважинах находится соответственно на глубине 349, 468 и 1713 м. В связи с этим возникает мысль о том, что границу эоцена в Черкесской скважине *K-11* необходимо переместить на 83 м вниз, в Нагутской опорной — на 86 м, в Нальчикской *P-1* — на 11 м вниз. Следовательно, абазинская свита и синхронная ей по возрасту толща слабокарбонатных и флоридиновых глин Нальчикского района должны быть включены в объем нижнеэоценовых отложений. Верхний палеоцен представлен одной свитой Горячего Ключа. Такое деление не является новым и совпадает со стратиграфическим делением нижнего палеогена по Г. П. Леонову [12] и приближается к границе, определенной Н. Н. Суббо-

тиной в 1953 г. [19] (см. рис. 19). Исходя из этого, мы должны признать, что даже такая устойчивая форма, как *Globorotalia Subbotinae*, находится в зависимости от фациальных условий накопления осадков. Этим объясняются расхождения, возникающие при установлении стратиграфической границы по находкам микрофауны зоны *Globorotalia Subbotinae*. Например, Д. М. Халилов считает зону *Globorotalia Subbotinae* Колет-Дага аналогом абазинской свиты р. Кубани. Н. Н. Субботина [18] считает, что нижняя зона, охарактеризованная сообществом фораминифер с *Globorotalia Subbotinae*, отвечает подстилающим отложениям абазинской свиты. В. Г. Морозова (1946 г.) и Е. К. Шуцкая (1956 г.) определяют объем зоны *Globorotalia Subbotinae* более узким. По их данным, для районов Центрального Предкавказья замена кремнистых пород карбонатными [23] ведет к резкой смене сообщества фораминифер, и зона *Globorotalia Subbotinae* соответствует нижней части эоцена. В Южных Ергенях микрофауна зоны *Globorotalia Subbotinae* была встречена В. Г. Морозовой выше слоев, содержащих фораминиферы *Globorotalia pentacamerata* Subb, свидетельствующих о среднеэоценовом возрасте пород [7].

На основании изложенного наиболее достоверной стратиграфической границей между эоценом и палеоценом следует считать нижнюю границу стратиграфического репера  $R-E_{c_1}$ , которая приурочена к нижней части глинистого пласта. Литология этого пласта выдерживается без существенных изменений на огромной территории, подтверждена микрофауной по данным Л. С. Тер-Григорьянц [4; 24] и хорошо прослеживается по геофизическим данным на всей территории Восточного и Центрального Предкавказья.

В восточной части северного склона Кавказа граница между палеоценом и эоценом определяется в результате сопоставления геофизических диаграмм скважин восточных районов (Заманкульского и Датыхского) с диаграммами Нальчикской скважины  $P-I$  и разреза по р. Хеу (см. рис. 17). При сопоставлении геофизических диаграмм легко обнаружить, что комплекс слабокарбонатных и флоридиновых глин Нальчикского района протягивается на восток, обогащая карбонатным материалом. На электрокаротажных диаграммах и диаграммах  $ГК$  комплекс слабокарбонатных и флоридиновых глин Нальчикского района и его аналоги — известковые глины и глинистые мергели — на востоке имеют четкую геофизическую характеристику: низкие сопротивления на диаграмме  $КС$  и повышенные значения естественной радиоактивности. На востоке северного склона Кавказа граница между эоценом и палеоценом также проводится по нижней границе глинистого комплекса пород, соответствующего реперу  $R-E_{c_1}$ .

Проводить границу между нижним и средним эоценом в пределах исследуемой территории из-за отсутствия достаточных палеонтологических данных преждевременно. Поэтому в предлагаемых стратиграфических схемах нижний и средний эоцен, соответствующие абазинской и черкесской свитам, рассматриваются вместе.

*Граница «средний эоцен — верхний эоцен».* В верхних частях среднего эоцена (черкесская свита) непосредственно под кумской свитой, по данным Е. К. Шуцкой, встречена форма *Globigerinoides conglobatus* (Н. В. Brady), имеющая широкое распространение по площади и приуроченная к плотным мелоподобным известково-мергельным прослоям [23]. Этот комплекс пород по Б. П. Жижченко выделяется в качестве керестинской свиты верхнего эоцена по аналогии с разрезом Южных Ергеней [7]. По педошве керестинской свиты проводится граница между средним и верхним эоценом.

Кумские породы по сравнению с керестинскими более глинистые и представлены мергелями, глинистыми известняками и известковыми глинами, сильнобитуминозными, с рыбными остатками *Lugolera caucasica* Rom и небольшим количеством планктонных фораминифер (по Н. Н. Субботиной). *Globigerina bulloides* d'Orb., *Globigerina opertura* Cushman и др. Керестинская свита в ряде случаев отдельно не выделяется и рассматривается совместно с кумской.

Геоэлектрические свойства кумской свиты выдерживаются без существенных изменений для всей территории Центрального и Восточного Предкавказья. Это послужило основанием для выделения этого интервала в качестве стратиграфического репера  $R-E_{c_3}^{k+km}$ , полностью соответствующего кумской и керестинской свитам.

Одной из важных особенностей комплекса пород кумской свиты Восточного Предкавказья является их повышенная радиоактивность.

Отсутствие данных гамма-каротажа по большинству скважин Ставрополя и размыв верхней части кумской свиты вплоть до керестинской (Александровская, Убеженская, Надзорненская площади) не дают возможности проследить характер перехода пород кумской свиты от слаборадиоактивных (в западных районах) к породам с повышенной радиоактивностью (в восточных районах). Надо полагать, что, начиная с Янкульской площади и далее к востоку, породы кумской свиты приобретают повышенную радиоактивность; эта особенность имеет региональный характер.

Повышенная естественная радиоактивность пород кумской свиты прослеживается во всех без исключения скважинах Восточного Предкавказья вплоть до южных районов Дагестана (Экендиль, Селли) и далее на юг.

Нужно отметить, что нижняя часть кумской свиты, соответствующая породам керестинской свиты, характеризуется пониженной естественной радиоактивностью.

Таким образом, для разрезов Восточного Предкавказья (Терско-Кумская область, Передовые хребты, Черные горы и Дагестан) керестинскую и кумскую свиты можно выделить в разрезе по комплексу геофизических данных.

Для керестинской свиты характерно повышение удельного сопротивления на кривой  $KC$ , отрицательная аномалия  $PC$  и слабая естественная радиоактивность; для кумской свиты свойственно повышенное сопротивление (возможны исключения), отрицательная аномалия  $PC$  (но необязательно), повышенная естественная радиоактивность, четкий максимум на кривой  $GK$ .

Стратиграфическая граница между средним и верхним эоценом проводится достаточно точно по нижней границе стратиграфического репера  $R-E_{c_3}^{k+km}$ .

В образцах, отобранных из скважины № 10 Александровской (986—981 м, 995—998 м), встречена фауна *Ascaripina crassaeformis*, характерная для верхней части зеленой свиты. Аналогичная фауна была обнаружена в скважинах Убеженской, Расшеватской и на других площадях.

Следовательно, на основании данных микрофауны и геофизических материалов, граница между средним и верхним эоценом в скважине № 10 проводится на глубине 882 м, что соответствует нижней границе электрокаротажного стратиграфического репера  $R-E_{c_3}^{k+km}$ .

В Георгиевской опорной скважине (по данным микрофауны) граница между средним и верхним эоценом проходит на глубине 2728 м. По геофизическим данным эта граница должна быть приподнята до глубины 2718 м.

*Граница «кумская — белоглинская свита».* Отложения белоглинской свиты в большинстве случаев связаны с кумской постепенным переходом без следов размыва, и только на отдельных площадях отмечается налегание белоглинской свиты на размытую поверхность нижележащих слоев (Александровская, Убеженская, Благодарненская площади Центрального Предкавказья; Величаевская, Зимняя Ставка, Урожайное, Прикумская область Восточного Предкавказья); на Невинномысской площади белоглинская свита, будучи размытой, из разреза выпадает.

По р. Кубани переход от кумской свиты к белоглинской совершается постепенно, появляются слоистые мергели, массивные и более глинистые, и смешанная микрофауна.

В Кубанском разрезе, а также в разрезах Черногорской моноклинали присутствуют все фаунистические зоны, включая и пачку с *Variamussium foliata*, что позволяет утверждать о наличии здесь полного разреза.

Сопоставляя литологические и геофизические данные о породах белоглинской свиты по скважинам, пробуренным на всей огромной территории Центрального и Восточного Предкавказья, удалось довольно точно провести нижнюю границу этой свиты по верхней границе стратиграфического репера  $R-E_{c_3}^{n+km}$ . Для восточных районов (Чкаловская, Прасковейская площади и далее к востоку и юго-востоку) верхняя граница электрокаротажного репера совпадает с верхней границей максимума естественной радиоактивности (максимум по *ГК* против кумской свиты). Глинисто-мергелистые породы белой свиты, покрывающие комплекс пород кумской свиты, отмечаются пониженными сопротивлениями, отсутствием аномалий на кривых *ПС*; для восточных районов — относительным минимумом на кривой *ГК*. Нижняя граница белоглинской свиты, проведенная на основании литологических и геофизических данных по верхней границе репера  $R-E_{c_3}^{k+km}$ , хорошо совпадает с данными микрофауны.

В северо-западных районах Центрального Предкавказья (севернее Сенгилеевской площади) белоглинские отложения обогащаются глинами; мергельные прослои и известковые глины сохраняются лишь в верхней части разреза; нижняя часть свиты представлена глинами (солонская фация).

Граница между кумской и белоглинской свитами проводится и в этом случае по верхней границе репера  $R-E_{c_3}^{k+km}$ .

*Граница «белоглинская — хадумская свита».* Верхняя часть белоглинской свиты, соответствующая микрофаунистической зоне *Bolivina*, в южных и юго-восточных районах Центрального Предкавказья, а также в районах Восточного Предкавказья представлена мергелями слоистыми, плотными, зеленовато-серыми. В северо-западных районах Центрального Предкавказья (область солонской фации) эта часть свиты представлена мергельно-глинистыми прослоями и известковыми глинами. На геофизических диаграммах породы верхней части белоглинской свиты отмечаются повышенным сопротивлением на кривой *КС*, слабой отрицательной аномалией на кривой *ПС* и пониженными значениями естественной радиоактивности на кривой *ГК* (последнее не наблюдается

в северо-западных районах Центрального Предкавказья, где белоглинская свита становится глинистой). Основные физические свойства верхней части пород белоглинской свиты выдерживаются по площади без существенных изменений, и свита четко выделяется на геофизических диаграммах на фоне глинистых пород нижней части хадумской свиты. Это послужило основанием для выделения здесь стратиграфического репера  $R-E_{c_3}^{big}$ , по верхней границе которого проводится граница между белоглинской и хадумской свитами (между эоценом и олигоценом).

В скважине № 10 Александровской площади в интервале 951—954 м, соответствующем реперу  $R-E_{c_3}^{big}$ , обнаружена фауна верхней части белоглинской свиты, а именно зоны *Bolivina*. Вышележащие породы мощностью в 10 м имеют аналогичную литологическую и геофизическую характеристику. На основании сопоставления электрокаротажных диаграмм скважин № 10 и 15 (Александровская площадь) верхняя граница белоглинской свиты проводится в скважине № 15 на глубине 856 м, что соответствует верхней границе репера  $R-E_{c_3}^{big}$  (см. рис. 5).

На Александровской площади в скважине № 14 с глубины 829—837 м и в скважине № 10 с глубины 921—929 м были отобраны образцы пород, находящиеся непосредственно над породами, соответствующими реперу  $R-E_{c_3}^{big}$ . Эти образцы представляли собой однородную глину, содержащую руководящую фауну хадумской свиты *Gandryina gracilis* Cushman и *Orbulina micro Subbotinae*. Это еще раз подтвердило, что верхняя граница репера  $R-E_{c_3}^{big}$  соответствует кровле белоглинской свиты. Такое же подтверждение получено и в скважинах, пробуренных на других площадях (Казинской, Труновской, Георгиевской).

Сопоставление разреза Георгиевской опорной скважины с соседними площадями (Северо-Нагутской, Янкульской и др.) дало дополнительный материал о точности проведения верхней границы белоглинской свиты.

Геолого-геофизическая характеристика белоглинской свиты сохраняется без существенных изменений далеко на восток — от Георгиевской скважины до районов Терско-Кумской равнины и Передовых хребтов, что весьма облегчает региональное изучение этих отложений и унификацию стратиграфических границ на большой территории Восточного и Центрального Предкавказья.

В северо-западных районах Центрального Предкавказья (Сенгилевская, Северо-Ставропольская, Тахта-Кугульгинская и Ивановская площади) выделение репера  $R-E_{c_3}^{big}$  не всегда возможно вследствие трансгрессивного налегания хадумской свиты на породы белоглинской свиты. В этих случаях из разреза часто выпадает вся верхняя часть белоглинской свиты, соответствующая реперу  $R-E_{c_3}^{big}$ , и глинистые породы хадумской свиты вступают в непосредственный контакт с нижней частью белоглинской свиты. Глины в этом случае обладают почти одинаковыми геофизическими свойствами, и место контакта на геофизических диаграммах не отмечается. Чтобы выделить стратиграфическую границу между эоценом и олигоценом в зоне размыва бело-

глинской свиты, необходимо осуществить детальные геофизические и палеонтологические исследования.

В табл. 2 приведены сведения о глубине залегания границ и мощности основных стратиграфических подразделений нижнепалеогенового комплекса и отложений хадумской свиты, полученные при помощи гео-

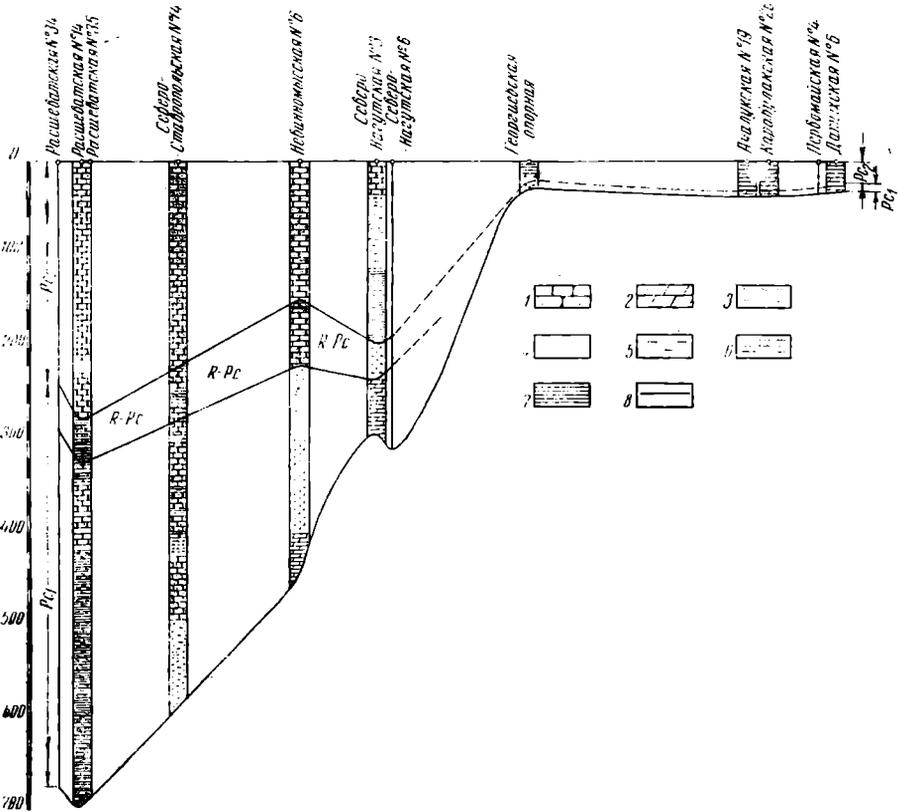


Рис. 20. Литолого-фациальный разрез отложений палеоцена по линии Расшеватская — Датская площади:  
 1 — песчаник; 2 — мергель; 3 — алевролит; 4 — глина; 5 — глина алевритовая, известковистая; 6 — глина песчанистая; 7 — аргиллит; 8 — нижняя граница толщи по данным карты изопакит

лого-геофизических методов на некоторых скважинах Центрального и Восточного Предкавказья. На основании обработанных геолого-геофизических материалов построены литолого-фациальные разрезы и карты, отображающие палеогеологическую схему соотношения мощности и литологических фаций нижнепалеогеновых отложений на исследуемой территории.

Как видно из литолого-фациальных разрезов, изображенных на рис. 20 и 21, наибольшая фациальная изменчивость свойственна палеоценовым и в особенности нижнепалеоценовым отложениям Центрального Предкавказья. Начиная с конца палеоцена, намечается тенденция к выравниванию условий осадконакопления. Начало эоцена знаменуется повсеместным накоплением глинистых пород, имеющих широкое распространение в пределах исследуемой территории. Нижне-среднеэоценовое время характеризуется заметной дифференциацией осадков для раз-

Глубины и мощности нижнепалеогенового комплекса отложений и хадумской свиты по скважинам Центрального и Восточного Предкавказья

Название площадей	№ скв.	Наименование стратиграфических единиц															
		хадумская свита			белоглинская свита			кумская – керестинская свиты			нижний и средний эоцен			палеоцен			Нижний и средний эоцен-палеоцен, суммарная мощность.
		кровля	подолва	мощность	кровля	подолва	мощность	кровля	подолва	мощность	кровля	подолва	мощность	кровля	подолва	мощность	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Белоглинская	5	—	—	—	15	147	132	147	160	13	160	490	330	490	837	347	677
Ивановская	4	428	461,5	32,5	461,5	517	55,5	517	524	7	524	744	220	744	—	—	—
То же	6	493,5	532	38,5	532	597	65	597	610	13	610	818	208	818	—	—	—
Расшеватская	14	1133,5	1204	70,5	1204	1347,5	133,5	1337,5	1342,5	5	1342,5	1728	385,5	1728	2423	695	1080,5
То же	34	1057	1113	56	1113	1258	145	1258	1263	5	1263	1657	394	1657	2330	673	1067
»	35	1133	1200	67	1200	1323	123	1323	1328	5	1328	1410	382	1710	2400	690	1072
Кугультинская	2	613	684	71	684	769	85	769	790	21	790	—	—	—	—	—	—
То же	5	780	900	120	900	926	26	926	938	13	938	—	—	—	—	—	—
»	21	609	670	61	670	774,5	104,5	774,5	794	19,5	794	1091	297	1091	—	—	—
»	25	646	708	62	708	805	97	805	815	10	815	—	—	—	—	—	—
»	29	594,5	658	58,5	658	768	110	768	781	13	781	—	—	—	—	—	—
»	32	691	760	69	760	833,5	73,5	833,5	845,5	12	845,5	1125	279,5	1125	—	—	—
»	44	741	810	69	810	873	63	873	881	8	881	—	—	—	—	—	—
»	47	590	639	49	639	743	104	743	760	17	760	1042	262	1042	1805	763	1045
Безопасненская	15	687	744	57	744	825	81	825	841	16	841	1082,5	241,5	1082,5	1622	539,5	781
Северо-Ставропольская	13	670,5	742,5	72	742,5	807	64,5	807	811,5	1,5	811,5	—	—	—	—	—	—
То же	14	670	784	114	784	809	25	809	816	7	816	1080	264	1080	1665	585	849
»	29	640	757	117	757	773	16	773	780	7	780	—	—	—	—	—	—
»	33	714	794	80	794	847,5	53,5	847,5	852,5	5	852,5	—	—	—	—	—	—
»	34	635	710	75	710	769,5	59,5	769,5	777	7,5	777	—	—	—	—	—	—
Северо-Ставропольская	35	662,5	760,5	9	760,5	800,5	40	800,5	808	7,5	808	—	—	—	—	—	—
То же	36	680	792,5	112,5	792,5	814	21,5	814	823	9	823	1083	260	1083	—	—	—
Пелагиадинская	19	842,5	949,5	107	949,5	982,5	33	982,5	994	11,5	994	1253	259	1253	—	—	—
Казинская	16	851	939	88	939	995	56	995	1010	15	1010	1270,5	260,5	1270,5	—	—	—
Сенгилеевская	1	979	1075	96	1075	1104	29	1104	1122,5	18,5	1122,5	1348	225,5	1348	—	—	—

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Сенгилевская	2	344	434	90	434	456	22	456	468	12	468	706	238	706	1294	588	826
То же	3	875	980	105	980	1032	52	1032	1052,5	20,5	1052,5	1282	229,5	1282	1866	584	813,5
Александровская	15	733	856	123	856	886	30	886	890	4	890	1109	219	1109	1747	638	857
Груновская	2	764	827,5	63,5	827,5	897	69,5	897	905	8	905	1155	250	1155	—	—	—
То же	3	750	815	65	815	891	76	891	897	6	897	—	—	—	—	—	—
»	4	754	816,5	62,5	816,5	889	72,5	889	895	6	895	—	—	—	—	—	—
Петровская	1	1150	228	78	228	1263	35	1263	1293	30	1293	1480	187	1480	2047	567	754
»	3	1166,5	1248	81,5	1248	1281	33	1281	1316,5	35,5	1316,5	—	—	—	—	—	—
Грачевская	3	996	1056,5	90,5	1056,5	1090	33,5	1090	1098	8	1098	—	—	—	—	—	—
Благодарненская	1	1550	1630	80	1630	1647	17	1647	1655	8	1655	1828	173	1828	2184	356	529
»	2	1580,5	1659	78,5	1659	1674	15	1674	1690	16	1690	1863	173	1863	—	—	—
Ипатовская	оп.	703	830	127	—	—	—	830	838	8	838	1176	338	1176	1663	487	825
Мирненская	3	1581	1724	143	1724	1748	24	1748	1776	26	1776	1977	201	1977	2370	393	594
Ики-Бурульская	39	—	—	—	216	230	14	230	243	13	243	300	57	300	380	80	137
То же	44	—	—	—	—	—	—	206	222	16	222	299	77	299	436	137	214
»	49	282	340	58	340	355	15	355	365	10	365	440	75	440	548	108	183
Надзорненская	2	—	—	—	79	150	71	150	160	10	160	340	180	340	895	555	735
»	К-9	220	317	97	317	407	90	407	425,5	18,5	425,5	—	—	—	—	—	—
Нагутская	оп.	—	—	—	20	84	64	84	194	110	194	468	274	468	737	269	543
Георгиевская	оп.	2520	2592,5	72,5	2592,5	2678	85,5	2678	2718	40	2718	2776	58	2776	2804	29	87
»	2	1709,5	1792,5	83	1792,5	1877	83,5	1877	1936	59	1936	2053	117	2053	—	—	—
Кавминводская	оп.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	206	176	206	486	280	456
Ровненская	1	1089	1207	118	1207	1233,5	26,5	1233,5	1259	25,5	1259	1439	180	1439	1823	384	564
Ново-Георгиевская	К-11	—	—	—	28	100	72	100	173	73	173	348	175	348	493	145	320
Янкульская	1	373	505	132	505	557	52	557	636	79	636	—	—	—	—	—	—
»	10	600	712	112	712	788	76	788	843	55	843	1036	193	1036	—	—	—
Суркульская	К-13	380	477	97	377	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	К-25	315	392	77	392	501	109	501	575	74	575	795	220	795	1063	268	488
Суркульско-Кумская	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	223	215	223	466	243	458
»	3	863	124	161	1024	1220	196	1220	1310	90	1310	1496	186	1496	1786	290	476
Северо-Нагутская	6	815	1016	201	1016	1223	207	1223	1337	114	1337	1597	260	1597	1908	310	570
Невинномысская	2	272	389	117	389	—	—	389	408	19	408	561	153	561	—	—	—
»	6	162,5	278,5	116	278,5	—	—	280	296	16	296	530	234	530	975	445	679
Чкаловская	2	2340	2396,5	56,5	2396,5	2428	31,5	2428	2445	16	2445	2612	167	2612	2722	110	277
Прасковейская	4	2335	2370	35	2370	2408	38	2408	2437	29	2437	2517	80	2517	—	—	—
»	12	2329	2370	41	2370	2403	33	2403	2432,5	29,5	2432,5	2521	88,5	2521	2564	43	131,5
Правокумская	1	2445	2482,5	37,5	2482,5	2402,5	20	2402,5	2444	41,5	2444	2616	72	2616	2633	17	89

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Камыш-Бурунская	1	2382	2412	30	2412	2432	20	2432	2451	19	2451	2514	63	2514	2530	16	79
Ачикулукская	3	2490	2525	35	2525	2545	20	2545	2553	8	2553	2616	63	2616	2636,5	20,5	83,5
»	23	2452	2488	36	2488	2514	26	2514	2530	16	2530	2593	63	2593	2610	17	80
Озек-Саутская	1	2256	2280	24	2280	2305	25	2305	2327	22	2327	2397	70	2397	2400	3	73
»	18	2267	2293	26	2293	2313	20	2313	2333	20	2333	2397	64	2397	2404	7	71
Зимняя ставка	3	2180	2199	19	2199	2215	16	2215	2231	16	2231	2300	69	2300	2304	4	73
»	14	2190	2216	26	2216	2238	22	2238	2255	17	2255	2319	64	2319	2324	5	69
Ачалукская	19	2023	2081	58	2081	2137	56	2137	2169	32	2169	2262	93	2262	2300	38	131
Карабулакская	26	2016	2069	53	2069	2116	47	2116	2140	24	2140	2202	62	2202	2236	34	96
Первомайская	4	2232	2303	71	2303	2356	53	2356	2378	22	2378	2444	66	2444	2473	29	95
Датыхская	6	744	794	50	794	838	44	838	866	28	866	957	91	957	990	33	124
Нальчикская	1	1418	1477,5	59,5	1477,5	1582	104,5	1582	1619	37	1619	1716	97	1716	1769	53	150
Величаевская	3	2208	2263	55	2263	2280	17	2280	2282	2	2282	2343	61	2343	2351	7	68
Бажиганская	оп.	2612,5	2649	36,5	2649	2675	26	2675	2697	22	2697	2736	39	2736	2742	6	45
Артезиан	оп.	1966	2000	34	2000	2024	24	2024	2050	26	2050	2114	64	2114	2144	30	91
Кировская	23	924	946	22	946	987	41	987	1010	23	1010	—	—	—	—	—	—
Джанайская	оп.	—	1188	—	1188	1238	50	1238	1312	74	1312	1365	53	1365	1409	54	107
Заманкульская	18	1770	1835	65	1835	1890	55	1890	1922	32	1922	2006	84	2006	2039	33	117
Али-Юртская	100	2641	2681	40	2681	2720	39	2720	2745	25	2745	—	—	—	2813	—	68
Серноводская	8	2819	2861	42	2861	2902	41	2902	2923	21	2923	—	—	—	2937	—	14
Хаян-Кортская	3	3192	3240	48	3240	3286	46	3286	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	5	3433	3503	70	3503	3550	47	3550	3572	22	3572	—	—	—	3578	—	6
Максимокумская	1	2047	2116	69	2116	2167	61	2167	—	—	2167	2350	183	2350	2360	10	193
Колодезенская	2	2155	2243	83	2243	2295	52	2295	—	—	2295	2349	54	2349	2358	9	63
Гаша	1	—	—	—	2032	2064	32	2064	2081	17	2081	2143	62	2143	2177	34	96
Селли	6	—	—	—	1125	1176	51	1176	1204	28	1204	1258	54	1258	1274	16	70
Ачи-Су	120	—	—	—	3241	3283	42	3283	3314	31	3314	3388	74	3388	3413	25	99
Дылымская	45	—	—	—	399	436	37	436	486	50	486	550	64	550	577	27	91

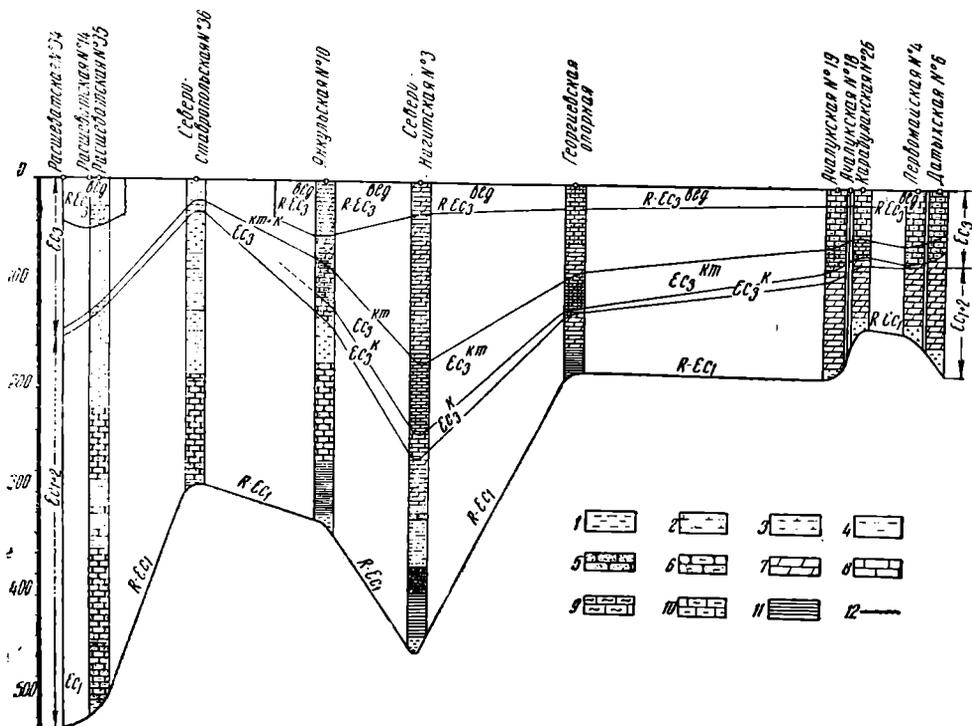


Рис. 21. Литолого-фациальный разрез эоцена по линии Расшеватская—Датыхская площади:

- 1 — глина; 2 — глина песчаная, известковистая; 3 — глина известковистая; 4 — глина песчаная; 5 — песчаник; 6 — песчаник глинистый; 7 — мергель; 8 — известняк; 9 — известняк глинистый; 10 — известняк глинистый, сланцеватый; 11 — аргиллит; 12 — выклинивание пласта

личных областей исследуемого региона. С приближением к верхнему эоцену дифференциация в осадконакоплении ослабевает. И, наконец, в верхнеэоценовое время, в век накопления керестинской, кумской и белоглинской свит, сохраняются условия, благоприятствующие накоплению однотипных комплексов пород на значительной территории. Эти однотипные толщи местами прерывались подводными размывами и переотложениями рецессивного характера.

Чтобы проследить характер распространения нижнепалеогеновых отложений на территории Центрального и Восточного Предкавказья, построили литолого-фациальную карту нижнего палеогена.

На исследуемой территории целесообразно выделить 3 характерные литолого-фациальные зоны распространения нижнепалеогеновых отложений:

I — зону развития карбонатной фации, распространенной на территории Восточного Предкавказья; мощность нижнепалеогеновых отложений изменяется от 105 до 290 м;

II — зону перехода от карбонатной к песчано-глинистой (карбонатно-песчано-глинистой) фации, распространенной в восточной и юго-восточной частях Центрального Предкавказья. В западном и северо-западном направлениях наблюдается закономерное возрастание мощности и содержание песчано-глинистого материала; мощность нижнепалеогеновых отложений изменяется от 195 до 762 м;

III — зону развития песчано-глинистой фации, область распространения которой — северо-западная часть Центрального Предкавказья. Карбонатные породы в этой зоне имеют подчиненное значение и встречаются главным образом в верхнем эоцене; мощность изменяется от 615 до 1220 м.

### Выводы

На основании изучения геолого-геофизической характеристики нижнепалеогеновых отложений Центрального и Восточного Предкавказья по геолого-геофизическим разрезам скважин и сопоставления этих разрезов можно сделать следующие выводы.

1. Комплекс нижнепалеогеновых отложений, в том объеме, в каком он выделяется в настоящей работе, имеет весьма четкую геофизическую характеристику и на основании данных геофизических диаграмм легко подразделяется на два подотдела: палеоцен и эоцен.

Палеоцен в свою очередь подразделяется на нижний (эльбурганская свита) и верхний (свита Горячего Ключа).

Эоцен делится на нижний-средний (абазинская-черкесская свита) и верхний (керестинская, кумская и белоглинская свиты).

2. Наиболее надежными стратиграфическими реперными пластами являются репер  $R-E_{c1}$ , соответствующий глинам самой нижней части эоцена (зона *Globorotalia Subbotinae* репер  $R-E_{c3}^{k+km}$ , отвечающий керестинской и кумской свитам, и репер  $R-E_{c3}^{big}$ , соответствующий верхней части белоглинской свиты, зоны *Bolivina*).

Керестинскую свиту принципиально возможно выделить в разрезе по геофизическим данным, но для этого необходим комплекс радиометрических и электрометрических исследований.

Для северо-западной части Центрального Предкавказья в зоне развития песчано-глинистой фации (III зона) кровля эльбурганской свиты проводится условно по верхней границе песчано-карбонатного комплекса пород, соответствующего реперу  $R-E_{c1}$ .

В районах Восточного Предкавказья (где можно провести комплекс радиометрических и электрометрических исследований) можно разделить керестинскую и кумскую свиты.

Стратиграфические реперы  $R-E_{c1}$ ,  $R-E_{c3}^{k+km}$  и  $R-E_{c3}^{big}$  прослеживаются далеко за пределами Центрального Предкавказья в восточном и западном направлениях. Есть основание считать, что эти реперы могут послужить основой при унификации стратиграфических границ нижнепалеогеновых отложений по геолого-геофизическим данным для всего Северного Кавказа и Крыма.

3. Несмотря на значительную изменчивость мощности и литологии нижнего палеогена, выявлена определенная закономерность в распределении литологических фаций этих отложений. Для территорий Центрального и Восточного Предкавказья выделяются 3 литолого-фациальные зоны (с востока на запад): карбонатная, переходная (карбонатно-песчано-глинистая) и песчано-глинистая.

### Унификация стратиграфических границ хадумской свиты на территории Восточного и Центрального Предкавказья

На основании работ З. Л. Маймина [14] было установлено, что породы хадумской свиты Северного Кавказа синхронны отложениям

харьковского яруса Украины и соответствуют, таким образом, нижнему олигоцену.

В пределах Восточного и Центрального Предкавказья хадумская свита представлена следующими основными фациями: мергельно-глинистой с остракодовым пластом в средней части; алевроитово-песчано-глинистой с массовым содержанием в верхней части *Harporhagmoides deformabilis* Subb. и глинистой, являющейся переходной от мергельно-глинистой к алевроитово-песчано-глинистой.

*Мергельно-глинистая фация.* Эта фация широко развита на всей территории Восточного Предкавказья и распространена в южных и восточных районах Центрального Предкавказья.

Верхняя граница хадумской свиты, представленной мергельно-глинистой фацией, как и хадумская свита в целом, выделена в 1924—1925 гг. в Присулакском районе Н. С. Шатским и устанавливается по кровле последней пачки карбонатных глин, содержащих мергельные прослои [21].

В книге «Геология СССР» отмечается, «что в различных районах карбонатные глины заканчиваются, безусловно, на различных стратиграфических уровнях, — нужно признать целесообразным границу хадумского горизонта устанавливать по кровле остракодового мергеля — одного из лучших маркирующих горизонтов в толще третичных отложений»\*.

К аналогичному выводу приходит и А. К. Богданович [3].

Однако такое решение вопроса нельзя считать вполне удачным, так как не исключаются основные трудности, связанные с выделением хадумской свиты в разрезе, и не облегчается унификация ее стратиграфических границ.

Определить кровлю хадумской свиты по верхней границе остракодового пласта нетрудно в восточных районах Восточного Предкавказья, в Прикумской области, в Прикубанской депрессии, в южных районах Центрального Предкавказья, т. е. в той части мергельно-глинистой фации, где остракодовый пласт четко выделяется в разрезе. В западных районах Восточного Предкавказья, в северо-западных районах Центрального Предкавказья, где остракодовый пласт в разрезе отсутствует и хадумская свита, наряду с глинистыми породами, содержит песчаные, песчано-глинистые, алевроитовые и алевроитово-глинистые породы, выделить кровлю хадумской свиты, а следовательно, и морозкинскую свиту невозможно.

Между тем именно в этих районах, где имеются песчаные и алевроитовые слои, служащие коллекторами для скопления нефти и газа, хадумская свита представляет наибольший интерес. Поэтому требуется детальное расчленение и выделение в ней основных стратиграфических границ.

Анализируя комплекс геолого-геофизических данных по скважинам Восточного и Центрального Предкавказья, мы приходим к выводу, что целесообразно сохранить хадумскую свиту в объеме, выделенном Н. С. Шатским.

Из многочисленных геофизических данных, полученных по многим скважинам, пробуренным на территории всего Северного Кавказа, следует, что карбонатные глины, венчающие хадумскую свиту, обладают исключительной выдержанностью по площади и превосходят в этом отношении даже такой маркирующий пласт, как остракодовый. Карбо-

\* Геология СССР. т. IX. 1947, стр. 233.

натные глины выделяются и на тех площадях, где остракодовый пласт не выделяется или выделяется с трудом.

Везде в пределах исследуемой площади, где соблюдались технические условия при проведении геофизических работ, известковистые глины отмечались характерным повышенным сопротивлением на кривой *КС* и аномалией на диаграмме *ГК* (повышением гамма-активности в пределах развития глинисто-мергелистой фации хадума). Поэтому выделить кровлю хадумской свиты по геофизическим, главным образом электрокаротажным данным, вполне возможно\*.

Рассмотрим основные геолого-геофизические свойства пород, слагающих хадумскую свиту в ее мергелисто-глинистой фации.

На территории Восточного Предкавказья (Черные горы, Передовые хребты и Затеречная равнина) хадумская свита обладает исключительно устойчивыми геолого-геофизическими свойствами и разделяется на 3 части: верхнюю, среднюю и нижнюю (см. рис. 2, 3, 4).

Верхняя часть хадумской свиты сложена глинами темно-серыми, почти черными; в верхней части учащаются прослои известковых мергелевидных глин, с тонкими и редкими прослоями алевролитов, прожилками органического вещества, единичными прослоями сидерита. Увеличение числа прослоев известковых мергелевидных глин в верхней части обусловило двукратное увеличение сопротивления по сравнению с вмещающими глинами. По границе повышенного сопротивления проводится кровля хадумской свиты. Кривая *ПС* в самой верхней части — обычно недифференцированная или слабодифференцированная; на кривой гаммакаротажа отмечается заметное повышение естественной радиоактивности. В восточной части Черногорской моноклинали, где развита песчаная миатлинская фация, верхняя граница хадумской свиты проводится по нижней границе песчаной пачки, легко выделяемой в разрезе по геофизическим диаграммам. Мощность верхней части 14—24 м.

Средняя часть, соответствующая остракодовому мергелю\*\* (мощностью 0,5—1,5 м), легко выделяется на кривой *КС* повышенным сопротивлением, в нижней части отрицательной аномалией *ПС* и снижением в этом же интервале естественной радиоактивности по кривой гаммакаротажа. В западных районах Терско-Сунженской области в полевых разрезах по рекам Асса, Камбилеевка и др. остракодовый мергель часто не обнаруживается. На электрокаротажных диаграммах скважин этих районов против мергельного пласта повышение сопротивления на кривой *КС* обычно не отмечается. Однако на кривой *ПС* и особенно на кривой *ГК* почти во всех случаях наблюдается отрицательная аномалия и понижение естественной радиоактивности.

Следовательно, несмотря на имевший здесь место процесс фациального замещения, исключивший отложение и сохранение остракодового пласта, некоторые физические свойства, присущие пласту или примыкающему к нему прослою, все же сохранились и отразились снижением естественной радиоактивности на кривой *ГК* и отрицательной аномалией на кривой *ПС*. Сохранение этих свойств способствует расчлене-

---

\* Исключением являются лишь те случаи, когда диаграмма *КС* зарегистрирована в очень мелком масштабе и искусственно снивелирована. Это вызвано в основном низким качеством геофизических материалов.

\*\* Нижняя половина мергельного пласта выражена обычно плотным серовато-желтым мергелем, лишенным органических остатков, мощность его 0,45—0,50 м. Верхняя половина представлена мергелистыми глинами серого цвета, содержащими тонкостенные створки остракод; мощность около 0,7 м.

нию хадумской свиты на 3 части и в тех районах, где остракодовый мергель выделить трудно (Ачалукский и Заманкульский районы).

Нижняя часть хадумской свиты состоит из чередующихся темно-серых листоватых глин и серых тонкоплитчатых известковистых глин. По электрокаротажной диаграмме нижняя часть хадумской свиты делится на два комплекса; верхний — повышенного сопротивления — «а» и нижний — меньшего сопротивления — «б» (см. рис. 3). Мощность нижней части хадумской свиты в районах Восточного Предкавказья — 18—31 м.

Нижняя граница хадумской свиты проводится по появлению в разрезе мергелей фораминиферовой серии (белоглинская свита), которые четко фиксируются на геофизических диаграммах повышенным сопротивлением, отрицательной аномалией  $PC$  и сниженной естественной радиоактивностью (репер  $R-E_{сз}^{big}$ ).

По поводу нижней границы хадумской свиты на территории Восточного Предкавказья А. К. Богданович отмечает, что на контакте хадумской и белоглинской свит в ряде районов наблюдается небольшой по мощности пласт (3—4 м), содержащий микрофауну «переходного» характера. Пласт этот, встреченный А. К. Богдановичем по рекам Асса и Фиаг-дон, «литологически выражен в нижней части мергелями, неотличаемыми от фораминиферовых; в верхней же сложен породами, представляющими собой переход к плитчатым, карбонатным глинам хадума» [3]. Подобный же пласт с микрофауной переходного типа был описан для некоторых разрезов Западного Предкавказья Н. Н. Субботиной (1938, 1949 гг). Н. Н. Субботина относит указанный пласт к самым нижним частям хадума. А. К. Богданович считает, что правильнее принять данный пласт за самые верхние части белоглинской свиты, т. к. обнаруженная здесь микрофауна по своему составу ближе к фораминиферовым отложениям.

По геофизическим данным, граница между хадумскими и белоглинскими породами проводится по кровле первого известкового пласта (мергеля), встречаемого в самой нижней части хадумской свиты, что, видимо, совпадает с нижней границей хадума, проводимой А. К. Богдановичем по данным литологии и микрофауны.

Мощность хадумских отложений, представленных мергельно-глинистой фацией, изменяется от 40 до 50 м в Терско-Сунженской области, от 30 до 55 м в Прикумской области и от 70 до 140 м в южных и восточных районах Центрального Предкавказья.

*Алевритово-песчано-глинистая фация.* Область развития данной фации (северо-западная часть Центрального Предкавказья) разбурена большим количеством скважин, разрезы которых достаточно полно изучены геологическими и геофизическими методами. Поэтому, несмотря на сложность геологического строения этих отложений, в настоящее время имеется довольно ясное представление о характере распространения по площади и залеганию в разрезе песчано-алевритового комплекса пород хадумской свиты (в пределах указанной территории).

По геофизическим данным наиболее удобным является трехчленное деление хадумской свиты с делением пластов *Ichd*, *IAchd* и *IIchd*.

*Пласт Ichd.* Верхний алеврито-глинистый пласт *Ichd* повсеместно развит в северо-западной части Центрального Предкавказья и, несмотря на фациальную изменчивость (изменение глинистости, карбонатности и песчанности), местоположение этого пласта легко определяется в разрезе по геолого-геофизическим данным, главным образом по повышению сопротивления на кривой  $КС$  и по содержанию микрофауны

*Haplophragmoides defontabilis* Subb. (по данным Л. С. Тер-Григорьянц). Кровля хадумской свиты проводится по верхней границе этого пласта.

Литологические, а следовательно, и геоэлектрические свойства этого пласта заметно изменяются по площади. В районах Ставрополя (Сенгилеевская, Северо-Ставропольская, Казинская площади) этот пласт представлен алевроитовыми глинами. К северу (Казинская, Тахта-Кугультинская площади) он обогащается алевроитовым материалом, становится алевроитово-глинистым и содержит промышленные запасы газа. Обогащение пласта алевроитовым материалом происходит неравномерно, что ведет к сильной изменчивости коллекторских свойств и газонасыщенности пласта. К северо-западу, по мере приближения к Тахтинскому участку Тахта-Кугультинской площади, происходит возрастание глинистости и ухудшение коллекторских свойств пласта *Ichd*. Далее на северо-запад, в районе скважины № 48 и на Ивановской площади, этот пласт фациально замещается карбонатной глиной. Средняя мощность его составляет 6—8 м.

**Пласт *I Achd*.** Алевроитово-песчаный пласт *I Achd* имеет локальное распространение и отмечается в разрезах Северо-Ставропольской, Пелагиадинской, Казинской, а также южной и юго-восточной частях Тахта-Кугультинской площадей. Этот пласт, будучи представлен хорошо отсортированными алевроитами и песчаниками, является основным газоносным коллектором в пределах первых трех площадей; на Тахта-Кугультинской площади он является водоносным. Наличие пласта *I Achd* в разрезе и его местоположение отмечается характерной отрицательной аномалией на кривой *ПС* (до 50 мВ), повышенными значениями сопротивления на кривой *КС*, полученной длинным градиент-зондом в случае газонасыщенности пласта, и пониженными значениями сопротивлений при насыщении пласта водой. На кавернограмме пласт *I Achd* отмечается сужением диаметра скважины за счет проникновения глинистого раствора и образования глинистой корки. Средняя мощность пласта *I Achd* изменяется от 28 м (на Кугультинской площади) до 40 м (на Северо-Ставропольской).

**Пласт *II chd*.** Алевроитово-глинистый и глинисто-алевроитовый пласт *II chd* имеет повсеместное распространение и отличается наибольшей фациальной изменчивостью, будучи представлен чередованием алевроитовых, алевроитово-глинистых и глинистых прослоев.

В скважинах, пробуренных в зоне развития пласта *I Achd*, пласт *II chd* залегает непосредственно под пластом *I Achd*. Пласт *II chd* обладает здесь довольно большой мощностью (до 50—60 м) и характеризуется постепенным увеличением глинистого материала в нижней части.

К северу и северо-западу, где пласт *I Achd* из разреза выпадает (выклинивается); пласт *II chd* залегает ниже пласта *I chd*, отделяясь от него глинистой пачкой мощностью от нескольких метров до 50 м (исключение составляет западная часть Безопасненской площади, где пласты *I chd* и *II chd* сливаются). На Тахтинском поднятии и в разрезах Ивановской площади пласт *II chd* обогащается алевроитовым материалом, улучшает свои коллекторские свойства и является основным промышленным объектом бурения на газ. На некоторых площадях (Безопасненская и Труновская) пласт *II chd* значительно обогащается карбонатным материалом; мощность его в северных районах Центрального Предкавказья (Тахта-Кугультинская, Ивановская площади) изменяется в пределах 15—25 м.

Ниже пласта *II chd* залегает пачка глинистых пород мощностью в 10—30 м, которая подстилается мергельно-глинистыми породами белоглинской свиты. Последние отмечаются характерным повышением

сопротивления и отрицательной аномалией  $PC$  и приурочены, как уже указывалось, к верхней границе стратиграфического репера  $R-E_{C_3}^{big}$ .

Затруднения в проведении нижней границы хадумской свиты возникают там, где белоглинская свита подвергалась размыву, в особенности, где размыв белоглинской свиты достиг ее нижних слоев. В этом случае глины хадумской свиты вступают в контакт с глинами белоглинской свиты; проведение границы раздела хадумской и белоглинской свит по геофизическим данным затрудняется и предпочтение должно быть отдано микропалеонтологическим определениям.

Наибольшая глубина размыва белоглинской свиты наблюдается в тех районах Центрального Предкавказья, где получил развитие песчано-алевритовый пласт *I Achd* (свод Северо-Ставропольской площади, юго-восточная часть Тахта-Кугультинской площади).

*Глинистая фация (переходная)*. Глинистая фация хадумской свиты является переходной от мергельно-глинистой к алевритово-глинистой. Эта фация прослеживается полосой, окаймляющей с востока и юга территорию распространения алевритово-песчано-глинистой фации на северо-западе Центрального Предкавказья. Основной особенностью глинистой фации, отличающей ее от мергельно-глинистой и алевритово-песчано-глинистой фаций является отсутствие остракодового (в средней части свиты) и алевритово-глинистых пластов, характерных для северо-западной части Центрального Предкавказья.

Разрезы хадумской свиты в переходной зоне — неоднотипны: в скважинах, близко расположенных к зоне развития мергельно-глинистой фации, наблюдается постепенное появление остракодового пласта (северная часть Невинномысской площади) и микрофауны *Gümbelina globulosa* (Ehrenberg) и др., характерной для верхней части хадумской свиты мергельно-глинистой фации; в скважинах, расположенных ближе к зоне развития алевритово-песчано-глинистой фации (Грачевская, Петровская, Сенгилеевская площади), наблюдается обогащение разреза алевритовым материалом и появлением микрофауны *Narphragmoides deformabilis*, характерной для верхней части хадумской свиты алевритово-песчано-глинистой фации.

На основании последовательных сопоставлений геолого-геофизических разрезов, скважин можно сделать вывод о синхронности пласта *I chd* песчано-алевритовой фации карбонатным глинам верхнехадумских отложений Восточного Предкавказья, а также южных и восточных районов Центрального Предкавказья. Это положение подтверждается последовательным сопоставлением разрезов по линиям, пересекающим мергельно-глинистую, глинистую (переходную) и алевритово-песчано-глинистую фации.

Переход от одной фации к другой отмечается постепенным и одновременным изменением литологии и микрофауны.

Верхняя граница хадумской свиты в переходной зоне (глинистая фация) может быть выделена по геофизическим данным — слабое повышение сопротивления  $KC$ , иногда небольшие отрицательные аномалии  $PC$ , сохранение диаметра скважины, равным номинальному, в верхней части свиты, снижение естественной радиоактивности горных пород по сравнению с вышележащими.

Нижняя граница хадумской свиты (по геофизическим данным) проводится по верхней границе стратиграфического репера  $R-E_{C_3}^{big}$  и приурочена к верхней части белоглинской свиты. Мощность хадумской

свиты в южной части переходной зоны изменяется в пределах 96—123 м, в восточной части — в пределах 93—143 м.

Из изложенного следует, что путем комплексной обработки геолого-геофизических данных по скважинам можно определить местоположения нижней и верхней границ хадумской свиты в разрезе в пределах Восточного и Центрального Предкавказья. Эти границы имеют вполне определенную геофизическую характеристику, подтверждены многочисленными микропалеонтологическими определениями и унифицированы в пределах исследуемой территории. Затруднения в определении местоположения нижней границы хадумской свиты по геофизическим данным возникают лишь в северо-западных районах Центрального Предкавказья, где белоглинская свита представлена в мергельно-глинистой солонской фации и местами размыта.

Геолого-геофизические материалы легли в основу построения литолого-фациальных карт и профильных разрезов, уточнивших наши представления о соотношении мощности и литологических фаций хадумской свиты Центрального и Восточного Предкавказья.

Профильный разрез по линии Ровненская — Ивановская площади (рис. 22) пересекает основные литолого-фациальные зоны хадумской свиты:

а) мергельно-глинистую с остракодовым пластом в средней части, встреченную в Ровненской *P-1* и Невинномысской *K-5* скважинах;

б) глинистую, переходную от мергельно-глинистой к алевритово-песчано-глинистой, встреченной в Надзорненской *K-9* и Сенгилеевской *P-1* скважинах;

в) песчано-алевритово-глинистую в Пелагиадинской *P-19*, Северо-Ставропольской *P-36*, Безопасненской № 3, Кугультинской *P-48* и Ивановской *P-3* скважинах. Первые две скважины (Пелагиадинская *P-19* и Северо-Ставропольская *P-36*) пересекают песчано-алевритовый пласт *Achd*, имеющий локальное распространение и являющийся для этих площадей основным газоносным коллектором.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе дан анализ комплексной обработки геологических и геофизических данных в целях изучения литологии разреза, характера изменения фаций по площади и унификации стратиграфических границ. Методика комплексной обработки геолого-геофизических материалов проиллюстрирована на отдельных конкретных примерах и использована при унификации стратиграфических границ нижнепалеогеновых и хадумских отложений Восточного и Центрального Предкавказья.

В основу проделанной работы положены следующие принципы.

1. Главным критерием при определении относительного возраста отложений, а следовательно, и при установлении стратиграфических разделов являются данные биостратиграфического анализа.

Поэтому, несмотря на то, что каротажные диаграммы используются для расчленения разрезов и сопоставления их между собой и унификации стратиграфических границ, необходимо знать, что сами по себе геофизические материалы не могут служить исходными данными для стратификации разреза. Основным назначением геофизических диаграмм (каротажных диаграмм) является расчленение разреза, прослеживание границ комплекса пород или отдельных пластов от одной скважины к другой. Если тот или иной комплекс пород микрофаунистически охарактеризован хотя бы в одном из разрезов, то с помощью геофизи-

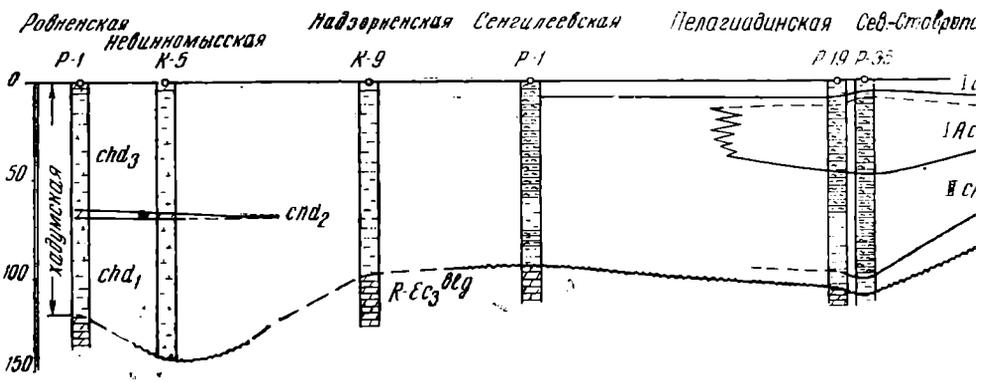
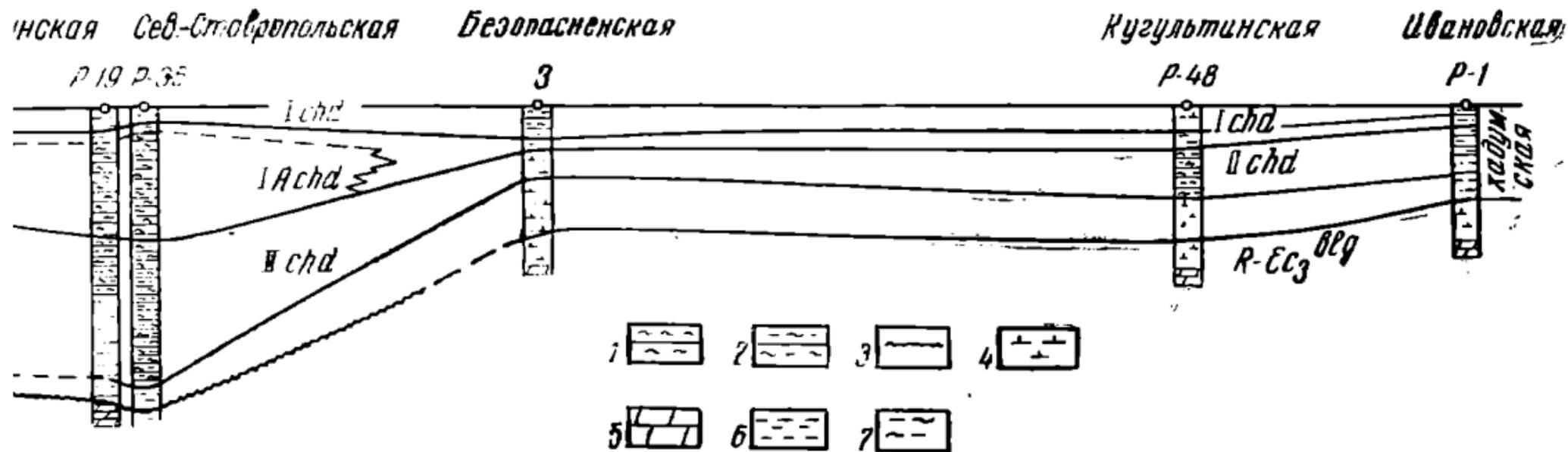


Рис. 22. Литолого-фациальный разрез по линии Р-1  
 1 — алевролит; 2 — алевролит глинистый; 3 — линия размыва; 4 — гп



разрез по линии Ровненская — Ивановская площади (хадумская свита):  
 4 — глина известковистая; 5 — мергель; 6 — глина; 7 — глина алевритистая

ческих данных представляется возможным проследить эту границу и в соседних скважинах, часто значительно удаленных. Последнее объясняется фациальной устойчивостью пласта и выдержанностью его физических свойств. Весьма существенную роль при этом играет характер сочетания пластов и тот факт, что выпадение отдельных пластов из разреза или их замещение происходит неодновременно. Последнее обстоятельство имеет большое значение при региональных сопоставлениях, когда профиль рассекает различные фациальные зоны. В этом случае постепенное выклинивание и неодновременное замещение пластов дают возможность вводить новые опорные горизонты.

Первоначально для обоснования местоположения новых маркирующих горизонтов в разрезе пользуются ранее известными опорными пластами сохранившегося комплекса, которые впоследствии полностью уступают место новым реперным горизонтам. Такое постепенное прослеживание пластов обеспечивает унификацию стратиграфических схем и привязку их к стратиграфическим границам и при резкой фациальной изменчивости. В подобных случаях с помощью геофизических данных можно доказать синхронность различных литологических фаций, содержащих разные микрофаунистические виды (фациальные виды), одинаковые по возрасту. Одним из таких примеров является взаимоувязка мергельно-глинистой, глинистой (переходной) и алевритово-песчано-глинистой фации хадумской свиты Центрального Предкавказья.

2. Зональность накопления морских осадков по отношению к прибрежной зоне и контурам бассейна, а также устойчивость подводных морских течений приводят к тому, что однотипные фации с одной стороны имеют значительную протяженность, а с другой стороны — одна фация резко сменяется другой. Этим определяется тот факт, что одинаковые фаунистические виды прослеживаются в одновозрастных породах на очень большом расстоянии, благоприятствуя сопоставлению разрезов и прослеживанию стратиграфических границ.

В то же время смена условий накопления осадков (фаций) зоны приводит к смене фаунистических видов, что затрудняет сопоставление разрезов и прослеживание стратиграфических границ. Этим же закономерностям подчиняются и геофизические диаграммы. Достоверность в сопоставлении диаграмм зависит не от расстояния между скважинами, а от устойчивости фаций. Однако трудности, возникающие в связи с изменчивостью фациального состава, компенсируются большим количеством геофизического материала и сравнительно несложной его обработкой, возможностью визуального охвата всего изучаемого разреза и непрерывностью диаграммы для всего разреза скважины.

3. Значительные трудности в использовании палеонтологических данных возникают вследствие рекуррентности (переотложенности) многих ископаемых форм. При этом трудно, а часто и невозможно выявить в разрезе рекуррентную форму, которая имеет широкое распространение в переотложенных осадках. Решение этой задачи существенно облегчается наличием данных детальных геофизических исследований. Сопоставление диаграмм в этом случае дает возможность проследить линию размыва по последовательному выпадению слоев из разреза и область накопления осадков (рецессивных) по появлению переотложенных отложений. Эти новые рецессивные осадки, как правило, содержат микрофауну более древних отложений и палеонтологически не различимы от подстилающей их толщи. Затруднения в этом случае возникают лишь тогда, когда размыву и переотложению подвергается однородный глинистый комплекс пород.

Отличить коренные породы от переотложенных по геофизическим данным не всегда возможно. Однако, используя данные детальных геофизических исследований, полученных с помощью микрозондов, кавернограмм и методов радиометрии, в ряде случаев можно успешно решить и эту задачу. Это подтверждается примером выявления рецессий по геофизическим данным на контакте белоглинской и жумской свит в пределах Прикумской области (см. рис. 10).

4. При трансгрессивном перекрытии одной толщи пород другой плоскость трансгрессии может быть выявлена при сопоставлении нескольких геолого-геофизических разрезов скважин. Решение этой задачи облегчается в тех случаях, когда на границе несогласия залегают различные по литологическому составу породы, которые пересекаются скважинами на разной глубине размыва. Палеонтологическими методами эта задача также решается, но в более общей форме.

5. Данные различных микропалеонтологов о приуроченности микрофауны к определенным стратиграфическим интервалам требуют контроля. Одним из таких видов контроля является привязка микрофаунистических определений по кернам к геофизическому материалу по скважинам. Без такого контроля возможны ошибки, связанные с отождествлением разновозрастных комплексов пород по данным микрофауны. Так зона *Globotalia Subbotinae* была обнаружена различными исследователями в Убеженской № 3, Нагутской опорной, Черкесской *K-11* скважинах; в разрезах по рекам Кубань и Хеу, в окрестностях г. Нальчика и др. На основании последовательного сопоставления геолого-геофизических разрезов скважин и разрезов по обнажениям выявлено, что зона *Globotalia Subbotinae*, определенная Л. С. Тер-Григорьянц для северо-западных районов Центрального Предкавказья (Убеженская скважина № 3), и та же микрофаунистическая зона, прослеженная Е. К. Шуцкой по кернам скважин и в обнажениях южных районов Центрального Предкавказья, относится к разновозрастным комплексам пород.

Сопоставляя только геофизические диаграммы без данных биостратиграфического анализа, в благоприятных случаях можно уточнить литологию и параллелизацию разрезов, но без привязки их к стратиграфическим границам. Например: пачка песчано-глинистых и карбонатных пластов, обозначенная индексом  $R-P_c$ , прослеженная в скважинах северо-западной части Центрального Предкавказья, ввиду отсутствия характерных видов микрофауны лишь условно может быть отнесена к верхним частям эльбурганской свиты. На основании геофизических данных можно утверждать об одновозрастности пород соответствующих реперу  $R-P_c$ , но местоположение этих пород в стратиграфической схеме может быть определено только палеонтологическими данными.

Следовательно, эффективное решение задач стратификации разрезов возможно при комплексной обработке геологических и геофизических материалов скважин и геологических данных, полученных в обнажениях.

7. Унификация стратиграфических границ для майкопских отложений в настоящей работе решалась лишь для отдельных локальных площадей. Это объясняется тем, что майкопские отложения в силу своей специфичности требуют специальных приемов в обработке геолого-геофизических материалов.

В настоящее время наметились следующие основные направления по унификации стратиграфических границ майкопской серии.

А. Сопоставление геолого-геофизических материалов в пределах локальных территорий. Из геофизических диаграмм наибольший интерес при этом представляют электрокаротажные диаграммы и диаграммы гамма-каротажа. В качестве локальных территорий, характеризующихся однородными условиями накопления осадков (условиями седиментации), являются: а) восточный склон Северного Кавказа (Черногорская моноклиналь, Терско-Сунженский антиклинорий и Северный Дагестан); б) южный Дагестан; в) Затеречная равнина (Прикумская область, Сулакский клин, Притеречный ров); г) восточная и южная части Центрального Предкавказья и д) северо-западная часть Центрального Предкавказья.

В пределах каждой из названных территорий майкопские отложения по геофизическим диаграммам могут быть расчленены на отдельные пласты и пачки, которые хорошо прослеживаются в пределах данной локальной площади. В этих случаях результаты корреляционных схем являются надежным исходным материалом при выполнении различных геологических построений, уточняющих геологию района и, главным образом, закономерность распределения фации по площади.

Наличие микропалеонтологических определений в одной или нескольких скважинах, фиксирующих местоположение стратиграфических границ, дает возможность проследить эти границы и в других скважинах и, таким образом, унифицировать стратиграфические границы для данной локальной площади. Большую помощь в этом оказывают полевые геологические разрезы скважин, детально изученных, которые могут быть увязаны с разрезами соседних скважин, в которых проводились геофизические наблюдения.

Именно таким способом изучались литология, стратиграфия и фация майкопской серии Черногорской моноклинали, Передовых хребтов, Затеречной равнины и северо-западной части Центрального Предкавказья.

Б. Значительные трудности возникают при сопоставлении геолого-геофизических разрезов майкопских отложений различных областей, в которых условия накопления осадков и фации различны. Многократная попытка увязать такие разрезы на основании литологических и микропалеонтологических данных и электрокаротажных диаграмм не привела к желаемым результатам. Это объясняется, в первую очередь, наличием значительных фациальных замещений, приведших к изменению литологии, микрофауны и соответственно к изменению электрических свойств разрезов. Таким образом, метод, полностью себя оправдавший при изучении локальных площадей, оказался непригодным для региональных построений.

Для региональных сопоставлений разрезов майкопской серии и унификации ее стратиграфических границ в пределах исследуемой территории были привлечены данные гамма-каротажа, чему способствовала общая повышенная естественная радиоактивность майкопских отложений. Это явление присуще породам майкопской серии и прослеживается повсеместно на территории развития майкопских отложений. Наряду с этим внутри майкопской толщи встречаются мощные пласты и пачки, обладающие весьма значительной естественной радиоактивностью. Литологически эти пласты представлены тонкодисперсными глинами с повышенным битумосодержанием и большим количеством рыбных остатков.

На основании радиохимических исследований установлено, что:

а) вариации величины радиоактивности морских осадков определяются главным образом содержанием в них урановых соединений [2];

б) наиболее интенсивная адсорбция урана коллоидными частицами происходит тогда, когда рН раствора меньше 7,5, а еН меньше 0,1 в; в этих условиях уран скеанического вида восстанавливается с шестивалентного до четырехвалентного и переходит в донные осадки [20]. Этим условиям отвечают сероводородная (сульфидная) и сульфидно-сидеритовая геохимические фации.

В Центральном и Восточном Предкавказье и нижней и средней частях майкопской серии, в глинах, увеличивается содержание пирита, органического вещества и рассеянных железистых карбонатов (сидерита) при общем увеличении карбонатности. Это указывает на существование в майкопском бассейне восстановительных условий, а именно, сероводородной (сульфидной) и сульфидно-сидеритовой геохимических фаций.

Интенсивное выпадение урановых осадков в зоне сероводородного заражения сопровождалось гибелью морских организмов, в частности рыб (образование рыбных слоев).

Значительная протяженность по площади пластов с повышенной радиоактивностью указывает на региональность распространения однородных геохимических фаций в древних морских бассейнах. Естественно допустить, что однотипные пласты с повышенной радиоактивностью синхронны и могут служить опорными пластами для унификации стратиграфических границ майкопской серии.

Таким образом, намечаются два способа унификации стратиграфических границ майкопских отложений:

построение детальных корреляционных схем для локальных площадей по электрометрическим данным;

построение региональных корреляционных схем с использованием комплекса геолого-геофизических материалов, в основном данных гамма-каротажа.

При помощи второго способа в настоящее время обработано большинство разрезов скважин, вскрывших майкопские отложения на территории Восточного и Центрального Предкавказья.

По мере накопления материалов гамма-каротажа открываются перспективы взаимоувязки разрезов майкопских отложений для всей территории Восточного и Центрального Предкавказья.

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алферов Б. А. Грозненский нефтеносный район. Гостоптехиздат, 1954.
2. Баранов В. И., Кузьмина Л. А. Скорость отложения илов Индийского океана. «Геохимия» № 2, 1958, изд. АН СССР.
3. Богданович А. К. Микрофауна майкопских отложений Восточного Предкавказья и ее значение для корреляции геологических разрезов и конструкции динамических условий. Часть II, фонды ГрозНИИ, 1953.
4. Голяков В. А. Геологическое строение ставропольского газоносного района. «Геология нефти» № 1, 1958.
5. Дахинов В. Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. Гостоптехиздат, 1955.
6. Дмитриева Р. Г. Палеогеография и корреляция майкопских отложений Восточного Предкавказья по данным литолого-петрографических исследований. Фонды ГрозНИИ, 1952.
7. Жиженко Б. П. Принципы стратиграфии и унифицированная схема деления кайнозойских отложений Северного Кавказа и смежных областей. Гостоптехиздат, 1958.

8. Золотницкий Н. С. Палеогеновые отложения Северо-Восточного Кавказа. Фонды Грознефти, т. I, 1938.
9. Итенберг С. С. Нефтепромысловая геофизика для геологов. Гостоптехиздат, 1957.
10. Итенберг С. С. Унификация стратиграфических границ майкопской свиты Затеречной равнины. «Геология нефти» № 1, 1958.
11. Комаров С. Г. Геофизические методы исследования нефтяных скважин. Гостоптехиздат, 1952.
12. Леонов Г. П. Опыт естественного стратиграфического деления нижнепалеогеновых отложений Центрального Предкавказья. «Известия АН СССР», сер. геологическая, № 3, 1952.
13. Леонов Г. П. Опыт построения межрегиональной стратиграфической схемы палеогеновых отложений Русской плиты. «Вестник Московского университета», сер. биологическая, почвоведение, геологическая, географическая, № 1, 1957.
14. Маймин З. Л. и Коробков И. А. Новые данные о возрасте нижнемайкопских слоев Крыма и Кавказа. Д. АН СССР, т. III, № 1, 1946.
15. Наливкин Д. В. Учение о фациях. Часть I, изд. АН СССР, 1955.
16. Перьков Н. А. Интерпретация результатов каротажа нефтяных скважин. Гостоптехиздат, 1958.
17. Руженцев В. Е. Бенойско-Датыхский нефтеносный район. Труды НГРИ, вып. 7, сер. А, 1932.
18. Субботина Н. Н. Стратиграфия нижнего палеогена и верхнего мела Северного Кавказа по фауне фораминифер. Труды НГРИ, сер. А-96, 1936.
19. Субботина Н. Н. Глобигериниды, хантекониды и глобороталиды. Ископаемые фораминиферы СССР. Труды ВНИГРИ, вып. 76, нов. сер., 1953.
20. Старик И. Е., Колядин Л. Б. Об условиях существования урана в океанической воде. «Геохимия» № 3, изд. АН СССР, 1957.
21. Шатский Н. С. Геологическое строение восточной части Черных гор и нефтяные месторождения Миатлы и Дылым (Северный Дагестан). Труды Госуд. научно-исслед. нефт. института, вып. 4, 1929.
22. Шатский Н. С. О надвигах восточной части Черных гор на Северном Кавказе, БМОИП, отд. геол., т. III, № 4, 1925.
23. Шуцкая Е. К. Стратиграфия нижних горизонтов палеогена Центрального Предкавказья по фораминиферам. Изд. АН СССР, 1956.
24. Шуцкая Е. К. и Темин Л. С. Мезозойские и нижнепалеогеновые отложения Ставрополя. «Новости нефтяной техники», сер. Геология, № 2, 1956.
25. Успенская Н. Ю. Новые данные по палеогену Дагестана. Труды НГРИ, вып. 29, сер. Б, 1933.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Опыт изучения тектоники по данным бурения

А. П. Ушаков

Стр.

Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	4
Морфологические особенности разрывных нарушений . . . . .	6
Трещины без смещения . . . . .	6
Сбросы . . . . .	7
Взбросы . . . . .	9
Надвиги . . . . .	11
Сдвиги . . . . .	12
Флексуры . . . . .	13
Шарнирные нарушения . . . . .	13
Общие замечания ко всем нарушениям разрывного характера . . . . .	15
Методы выявления разрывных нарушений в нефтепромысловой практике . . . . .	16
Правила графического изображения разрывных нарушений . . . . .	26
Основные правила проектирования скважин на профильные разрезы . . . . .	26
Изображение трещин без видимого смещения разорванных крыльев относительно друг друга . . . . .	28
Изображение сбросов растяжения . . . . .	31
Изображение взбросов и надвигов . . . . .	32
Изображение сдвигов . . . . .	33
Изображение шарнирных нарушений . . . . .	36
Изображение двух различных поверхностей разрыва, взаимно пересекающихся на картах . . . . .	37
Правила изображения некоторых особенностей строения месторождений нефти и газа на графиках . . . . .	46
О структурных картах . . . . .	46
О картах равных мощностей . . . . .	51
Заключение . . . . .	52
Литература . . . . .	52

**Опыт унификации стратиграфических границ  
по промыслово-геофизическим данным**

*С. С. Итенберг*

Введение . . . . .	54
Интерпретация геофизических диаграмм . . . . .	55
Изучение геолого-геофизической характеристики разреза скважины . . . . .	58
Составление литолого-стратиграфической колонки по комплексу геолого-геофизических наблюдений в одной скважине . . . . .	58
Составление литолого-стратиграфической колонки по комплексу геолого-геофизических наблюдений в нескольких скважинах . . . . .	61
Увязка геофизических диаграмм с опорными разрезами по обнажениям . . . . .	64
Построение детальных корреляционных схем для локальных структур . . . . .	66
Методика корреляции . . . . .	66
Типовой или средненормальный геолого-геофизический разрез . . . . .	88
Построение разреза . . . . .	88
Построение региональных корреляционных схем . . . . .	89
Основные задачи, решаемые при региональном сопоставлении разрезов и выбор направления профиля . . . . .	89
Комплексное использование геофизических и геологических данных для расчленения и сопоставления разрезов . . . . .	91
Выделение в разрезе геофизических реперов и привязка их к стратиграфическим границам . . . . .	99
Обоснование стратиграфических границ . . . . .	101
Унификация стратиграфических границ на примере изучения палеогеновых отложений Центрального и Восточного Предкавказья . . . . .	104
Основы расчленения палеогеновой системы . . . . .	104
Унификация стратиграфических границ нижнепалеогеновых отложений Восточного и Центрального Предкавказья . . . . .	105
Унификация стратиграфических границ хадумской свиты на территории Восточного и Центрального Предкавказья . . . . .	118
Заключение . . . . .	124
Литература . . . . .	128

---

Редакторы: *И. О. Брод* и *М. А. Жданов*  
Ведущие редакторы: *А. Г. Чахмахчев* и *Б. Ф. Капит*

---

Сдано в набор 16/III-1960 г. Подписано к печати 9/VIII-1960 г. ГОСИНТИ № 899  
Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub> Физ. печ. л. 8,25+6 вкл. Усл. печ. л. 11,3 Уч.-изд. л. 11,55  
Т-11006 Заказ 4091. Тираж 1300 экз. Цена 7 р. 28 к. с 1/I-1961 г. 73 коп.

---

ГОСИНТИ, Москва, ул. Димитрова, 33/13.  
г. Калинин. Областная типография. Студенческий пер., 28.