

В. Я. Синельников

А. В. Киршин

Э. Г. Нюссер

**ТЕКТОНИКА  
И ПЕРСПЕКТИВЫ  
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ  
СУРХАНДАРЬИНСКОЙ  
МЕГАСИНКЛИНАЛИ**

„Фан“

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ УЗБЕКСКОЙ ССР  
Институт геологии и разведки нефтяных  
и газовых месторождений

В. Я. Синельников, А. В. Киршин, Э. Г. Нюссер

ТЕКТОНИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ  
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ  
СУРХАНДАРЬИНСКОЙ  
МЕГАСИНКЛИНАЛИ

3886

Ташкент  
Издательство „Фан“ Узбекской ССР  
1981



УДК (551.24:550.83.094.1)+553.98.041(575.15)

Тектоника и перспективы нефтегазоносности Сурхандарьинской мегасинклинали. Синельников В.Я., Киршин А.В., Нюссер Э.Г. Ташкент, Изд-во "Фан" УзССР, 1981.

В монографии проанализированы сведения о физических свойствах пород района, являющихся основой правильной геофизической интерпретации. Показаны возможности и эффективность новых для района модификаций геофизических исследований. Осуществлено математическое моделирование геофизических полей для типичных геологических сред. Детализированы представления об особенностях геологического строения региона. Дана схема тектонического строения с учетом особенностей геофизических полей. Показаны возможности геофизики в оценке потенциальных ресурсов района на нефть и газ. Рассмотрены специальные методы обработки с позиций прямых поисков залежей нефти и газа. Высказаны суждения о перспективах отдельных литолого-стратиграфических комплексов региона на нефть и газ с учетом всей имеющейся геолого-геофизической информации.

Для геологов и геофизиков производственных и научно-исследовательских организаций, занимающихся поисками и разведкой нефтяных и газовых месторождений.

Лит. 70 назв., ил.22, табл.8

О т в е т с т в е н н ы й   р е д а к т о р  
канд.геол.-мин.наук Х.Х.Иногамов

Р е ц е н з е н т ы  
канд-ты геол.-мин.наук В.М.Кригель, О.Аллахвердов

К 20804-1612 219-81 1904030000 © Ташкент, Изд-во "Фан"  
М355(01)-81 УзССР, 1981 г.

## В в е д е н и е

Ежегодное увеличение темпов добычи нефти и газа требует обеспечения постоянного прироста запасов этих полезных ископаемых. С каждым годом поиск новых месторождений усложняется. Исследуются большие глубины, описковываются сложные в геологическом и технологическом отношении районы.

Потенциальные возможности Сурхандарьинской мегасинклинали в отношении нефтегазоносности оцениваются достаточно высоко по всему разрезу мезозойско-кайнозойских отложений. Однако опискован и разведан, и то далеко неполностью, лишь палеогеновый нефтеносный комплекс, к которому приурочены все известные залежи. Относительно низкая изученность региона обусловлена его чрезвычайной сложностью в орографическом и тектоническом отношении, большими мощностями мезозойско-кайнозойской толщи, близостью горных сооружений. Все это затрудняет не только изучение района глубоким бурением, но и эффективное использование здесь геофизических исследований.

Отметим, что эффективность даже сейсморазведки, наиболее точного метода геофизики, здесь крайне низка и не может пока удовлетворять требованиям геологической службы. Как показывает практика, наиболее информативный геофизический метод в районе в настоящее время — электроразведка, с помощью которой можно получить новые сведения о геологическом строении глубоких горизонтов. Этому способствует, несмотря на осложняющие факторы, и серия принципиальных предпосылок (дифференциация разреза по электрическим свойствам, наличие четких геоэлектрических горизонтов и др.), обеспечивающих достаточно высокую эффективность тех или иных модификаций электроразведки.

Уже первые электроразведочные работы конца 50-х — начала 60-х годов позволили выявить локальные антиклинальные структуры, на которых открыты промышленные скопления нефти.

С 1971 г. начинается новый этап в развитии электроразведочных исследований в регионе. Объединением "Узбекгеофизика" совместно с ИГИРНИГМом осуществлено опробование и внедрение новых для района методов, использующих естественные

искусственные электромагнитные поля: магнитотеллурическое зондирование (МТЗ), метод теллурических токов (ТТ) и др. Специфичность района, новизна методов, особенности электромагнитного поля – все это потребовало апробации большого числа способов обработки информации, их усовершенствования применительно к данным конкретным условиям.

Большую помощь в обосновании возможностей и при внедрении указанных методов, а также в совершенствовании методики обработки и интерпретации оказал опыт работы в аналогичных условиях Южно-Таджикской геофизической экспедиции под руководством Г.В.Кошлакова, Д.Ф.Коновалова и др.

Наряду с разработкой методических вопросов постоянно обобщался весь геофизический материал по региону, тщательно анализировались физические свойства пород района, привлекались последние сведения геологического характера и данные бурения, применялся комплексный подход к геофизической интерпретации. Все это позволило повысить надежность геологических построений, получить существенно новую информацию о поведении глубокозалегающих горизонтов, уточнить тектонические особенности региона.

Результаты этих исследований положены в основу данной монографии. Особое внимание уделено геофизической интерпретации данных электроразведки и полученным геологическим результатам в аспекте изучения тектоники региона.

Рассмотрены возможности геофизических методов и в других направлениях, в частности в области получения информации для подсчета прогнозных запасов на генетической основе и прямых поисков залежей нефти и газа.

Активную помощь в разработке методических вопросов оказал В.В.Белявский, а в практической обработке исходной информации – В.И.Зиненберг, И.М.Панич, Г.В.Ким.

Авторы благодарны А.М.Акрамходжаеву, Т.Л.Бабаджанову, В.Б.Таль-Вирскому, М.Д.Басову, А.Х.Ходжиматову за постоянную помощь в процессе исследований.

## Глава I. КРАТКАЯ ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

Сурхандарьинская мегасинклиналь - территория, почти целиком закрытая плащом неоген-четвертичных осадков. Отложения более древнего возраста (палеоген, мел и др.) обнажаются лишь в сводах наиболее приподнятых локальных антиклинальных складок южной части района (Хаудаг, Актау, Досманага), а также в обрамляющих горных сооружениях Бабагагского и Гиссарского хребтов и его юго-западных отрогов. В зонах прогибов они погружены на глубину 5 км и более. Таким образом, основной источник непосредственного изучения литолого-стратиграфических особенностей геологического разреза региона - данные бурения.

Однако, несмотря на многолетние геологоразведочные исследования (с 1933 г.), район до настоящего времени недостаточно изучен. Основной объем бурения выполнен в южной половине Сурхандарьинской мегасинклинали, причем сконцентрирован преимущественно на площадях месторождений нефти и газа Хаудаг, Ляльмикар, Учкызыл, Кокайты, Амударья, Коштар, Гаджак, Курганча, а также на других локальных антиклинальных поднятиях.

Наибольшее число скважин по региону приходится на структурное бурение, осуществляемое для выявления антиклинальных поднятий и установления их геолого-тектонического строения по молодым образованиям. Средние глубины структурного бурения, составлявшие в 1961 г. 350 м, возросли в настоящее время до 1500 - 1800 м, что позволяет получить более надежные геологические результаты при изучении морфологии глубоко залегающих реперов неогена.

За период геологоразведочных работ в районе структурное бурение выполнялось на 25 площадях: Ляльмикар, Северный и Восточный Ляльмикар, Аккурган, Занг, Старый Термез, Миршади, Сангардак, Актау, Досманага, Гаджак, Хаудаг, Кошчека, Северный Кошчека, Македон, Амударья, Коштар, Кумкурган, Аккапчигай, Иккизак, Сина, Раджабмархур, Пахтаабад, Кызылтепе, Бакаты. Больше половины из них либо проверены, либо подготовлены к глубокому бурению.

Глубокое разведочное бурение выполнялось на 23 площадях: Хаудаг, Учкызыл, Кокаиты, Джайранхана, Коштар, Миршад, Ляльмикар, Амударья, Аширхан, Каракурт, Македон, Досманата, Актау, Гаджак, Баянгора, Зарабаг, Кошчека, Сангардак, Майдан, Бидаг, Бешкыз, Лайлякан, Курганча. На восьми из них открыты месторождения нефти и газа.

Большинство скважин разведочного бурения вскрыли неогеновые, палеогеновые и отчасти верхнемеловые отложения. Породы нижнего мела изучены ограниченно. До последнего времени сведения по верхней вре отсутствовали. Хемогенно-карбонатные породы этого возраста в настоящее время вскрыты на площадях Гаджак, Сангардак и Бидаг. Максимальная глубина скважин не превышает 4000 м.

Следует отметить, что весь объем бурения в пределах региона реализован в зонах антиклинальных поднятий. Зоны прогибов глубоким и параметрическим бурением не изучены.

Без привлечения дополнительных сведений по сопредельным территориям, где мезозойские и палеозойские образования либо вскрыты скважинами, либо выходят на дневную поверхность, невозможно получить достаточно полную литолого-стратиграфическую характеристику пород, слагающих геологический разрез района.

Вопросы литологии и стратиграфии региона подробно рассмотрены в трудах А.М.Акрамходжаева, П.К.Азимова, В.В.Болтышева, В.И.Браташа, О.С.Вялова, М.Н.Грамм, Н.И.Гриднева, С.И.Мусаева, В.И.Попова, С.Н.Симакова, Д.В.Станкевича, В.И.Троицкого, А.Х.Ходжиматова, П.К.Чихачева, М.Э.Эгамбердыева и др.

В данной работе использованы карты, составленные Д.В.Бегишевым, В.В.Болтышевым, В.Е.Мельником, А.А.Рубановым, Д.А.Рубановым, И.А.Поникленко и др.

В геологическом строении Сурхандарьинской мегасинклинали выделяется два структурно-формационных комплекса: герцинский - геосинклинальный (складчатое основание) и альпийский - осадочный (покров). Альпийский сложен мезозойскими и кайнозойскими породами, наиболее важен с точки зрения перспектив нефтегазоносности, поэтому служит объектом многочисленных исследований. Подразделяется на два подкомплекса:

раннеальпийский - платформенный (мезозойско-палеогеновый) и позднеальпийский - эпиплатформенный, орогенный (олигоцен-неоген-антропогеновый). Платформенный осадочный чехол образован морскими, лагунными и континентальными отложениями. От вышележащего эпиплатформенного орогенного подкомплекса отделяется разрывом. Эпиплатформенный подкомплекс представлен исключительно континентальными породами.

На северо-западе и западе Сурхандарьинская мегасинклиналь по системе разломов граничит с горами Сурхантау, Байсунтау, Кугитангтау, на севере через линейно вытянутые флексуры сочленяется с Мечетлинским поднятием, а на юге, резко расширяясь, уходит в пределы Афганистана. Восточная граница мегасинклинали проходит вдоль осевой части хр. Бабатаг по одноименному надвигу.

В геологическом строении региона участвуют горные породы различного возраста, генезиса и литологического состава. Центральную его часть занимают отложения четвертичного возраста. В сводовых частях и на крыльях антиклинальных поднятий Келиф-Шерабадского, Шерабад-Сарыкамышского, Турнтау и Бабатаг обнажаются осадочные породы мелового и третичного возраста. Они распространены и под четвертичным покровом мегасинклинали. В сводах небольших антиклинальных поднятий (Учкизыл, Хаудаг, Кокайты и др.) верхние горизонты третичных отложений выходят на поверхность, а нижние и отложения мелового возраста вскрываются буровыми скважинами. На южных склонах Гиссарского хребта и его юго-западных отрогах обнажаются осадочные и метаморфические образования юрского, триасового, палеозойского возрастов, а также магматические породы.

Сходство литолого-фациального состава разновозрастных отложений региона со смежными структурными зонами Южного Таджикистана, а для мезозойских толщ и с Бухаро-Хивинским регионом (Бабаев, Лебзин, 1960; Вонгаз, Коган, 1964; Акрамходжаев, Эгамбердиев и др., 1971) позволило наряду с изучением обнажений в обрамляющих район горных сооружениях воспользоваться имеющимися данными по указанным площадям и составить более надежную литолого-стратиграфическую характеристику комплексов пород, погруженных в условиях Сурхандарьинской мегасинклинали на большую глубину и не изученных бурением.

Палеозой. Выходящие на дневную поверхность палеозойские образования в регионе распространены спорадически и приурочены к размытым ядрам антиклинальных поднятий Кугитантгау, Байсунтау, Сурхантау, Мечетли и др. Геофизическими исследованиями (магнито- и гравиразведка, МТЗ, сейсмология) доказано их наличие под мезозойско-кайнозойским чехлом впадины на глубине 8-12 км.

В геологическом строении складчатого основания, изученного по обнажениям в обрамлении депрессии, участвуют в основном породы среднего и верхнего палеозоя.

Образования среднепалеозойского комплекса подразделяются на две группы: осадочно - вулканогенные, представленные мраморами (мощность до 150 м), сланцами (до 900 м) и вулканогенными породами (1600 - 2000 м), и интрузивные - кварцевые диориты и гранодиориты.

Верхнепалеозойский комплекс представлен вулканогенной толщей среднего карбона мощностью около 2000 м, образованиями верхнего карбона: сланцами, песчаниками, туфогенными конгломератами, известняками и мергелями с прослоями туфов и эффузивов общей мощностью около 1000 м, толщей пермских отложений с разнообразными эффузивными породами кислого состава мощностью до 1000 м (нижняя пермь) и верхнепермскими (?) песчаниками и конгломератами, состоящими из продуктов размыва вулканогенной толщи.

Мощность зоны выветривания у поверхности складчатого основания, по данным В.И.Троицкого (1967 г.), не превышает нескольких десятков метров. При средней глубине залегания фундамента 10 км этот фактор не влияет на точность определений с помощью геофизических методов.

Мезозой. В рассматриваемом районе мезозой представлен триасовой, юрской и меловой системами.

Триас. Разрозненные выходы триасовых отложений наблюдаются в основном в горах Кугитантгау, Байсунтау и Гиссарском хребте, залегают на размытой поверхности палеозоя и заполняют древние углубления его рельефа. Представлены конгломератами, гравелитами, аргиллитами, неотсортированными песчаниками, алевролитами, бокситовыми породами и переотложенными продуктами коры выветривания. Мощность триасовых

отложений, отмеченных на обнажениях, по всей территории крайне мала, непостоянна и колеблется от I до 60 м. Некоторые исследователи (Азимов, 1971; Таль-Вирский, 1972; и др.) полагают, что в погруженных зонах мощность их значительно выше и они совместно с породами перми образуют самостоятельный промежуточный пермо-триасовый структурный этаж. Этот фактор необходимо постоянно учитывать при интерпретации геофизических материалов.

**Дра.** Представлена тремя отделами, которым соответствуют комплексы континентальных, континентально-морских и лагунных формаций.

Граница между нижним и средним отделами юрской системы в Южном Узбекистане точно не определена, часто эти отложения рассматриваются совместно. Наиболее полно разрез нижней и средней юры изучен в юго-западных отрогах Гиссара, где эти породы мощностью 500 - 600 м (Троицкий, 1967) представлены (снизу вверх) базальными грубообломочными образованиями, песчаниками, алевролитами и прослоями угля общей мощностью до 250 м (лейас), песчаниками, алевролитами, аргиллитами с прослоями угля, местами мергелями общей мощностью до 300 - 350 м (доггер). По данным А.М.Акрамходжаева, М.Э.Эгамбердиева и др. (1971), в Сурхандарьинской мегасинклинали мощность этих отложений увеличивается с севера на юг - для лейаса от 0 (Денау) до 400 м (Джаркурган), для доггера от 200 до 500 м. Однако, по представлениям В.С.Лучникова (1968), Б.Б.Таль-Вирского (1972) и др., полная мощность пород нижней-средней юры в депрессионных участках на юге площади может достигать 1500 м. В нижне- и среднеюрскую эпохи существовал преимущественно континентальный режим, нарушавшийся локальными трансгрессиями моря в байосское и особенно батское время.

Верхнеюрский отдел включает отложения келловей-оксфордского (гиссарская свита) и кимеридж-титонского (гаурдакская свита) возраста. В юго-западных отрогах Гиссара келловей - оксфорд представлен мощной толщей чистых известняков, мощность их изменяется с севера на юг от 100-150 до 700 м в Кугитангтау (Эгамбердиев, 1966). В Сурхандарьинской мегасинклинали, по данным М.Э.Эгамберди-

ева (1966), мощность этой свиты также увеличивается от 300 (Регар) до 800 м (Термез).

Отложения кимеридж-титонского возраста представлены (снизу вверх) мощной толщей (до 400 м) ангидритов и гипсов, переслоенных линзами пелитоморфных известняков в нижней части, толщей каменной соли (300-400 м) и пачкой чистых гипсов и ангидритов с редкими прослоями глин. В Сурхантау, Мечетли гаурдакская свита имеет двучленное строение, мощность ее значительно меньше (до 200 м). Нижняя половина сложена переслаивавшимися гипсами и известняками, а верхняя - гипсами с редкими прослоями красноцветных алевролитов и глин.

М.Э.Эгамбердыев (1966), В.И.Браташ и др. (1969) считают, что мощность гаурдакской свиты в южной части региона может достигать 800 и даже 1000 м. Это подтверждается последними данными глубокого бурения на площадях в пределах Байсунской впадины и Келиф-Шерабадской гряды, где вскрытая мощность каменной соли превысила 1000 м.

Комплекс верхнеюрских отложений представляет повышенный интерес для электроразведки, так как характеризуется высоким электрическим сопротивлением, что делает его четким опорным электрическим горизонтом.

Меловые породы региона широко распространены. Обнажаются вдоль южных склонов Гиссарского хребта, в его юго-западных отрогах и вдоль Бабатагского поднятия, образуя почти непрерывную широкую извилистую полосу вокруг Сурхандарьинской мегасинклинали. На погруженных участках частично вскрыты буровыми скважинами на структурах Учкызыл, Хаудаг, Ляльмикар, Коштар, Миршади, Актау, Амударья, Кокайты, Досманата, Курганча и др.

Нижний мел сложен осадочными формациями, четко расчленяющимися на три крупных комплекса (снизу вверх): 1) континентальных красноцветных молассовых формаций; 2) сложнопостроенных переходных (континентальные и лагунно-морские формации; 3) сероцветных морских формаций.

Первый комплекс - песчано-глинистые породы карабийской, альмурадской (валаджин) и кизилташской (готерив) свит, которые А.М.Акрамходжаев, М.Э.Эгамбердыев и др. (1971) объе-

диняют в такчиянскую серию. Второй комплекс соответствует песчано-глинистым толщам окузбулакской серии (баррем), а третий охватывает морские отложения апта и альба, представленные известняками, мергелями, глинами. Мощность нижнего мела в южной части региона достигает 1400 м, к северу она уменьшается до 1000 м.

Верхнемеловые отложения представлены морскими и лагунными образованиями. Современная степень их изученности позволяет выделить сеноманский, туронский и сенонский ярусы. Первый ярус сложен песчаниками, алевролитами, глинами с прослоями известняка и пластами гипса в верхней и нижней частях разреза. Мощность сеномана колеблется от 250 до 500 м. Второй - турон - в литологическом отношении имеет более простое двучленное строение. Нижняя часть его образована преимущественно мергелистыми глинами с относительно небольшими прослоями известняков и мергелей. В верхней части роль карбонатных разностей повышается. Общая мощность яруса колеблется от 200 до 500 м. В сеноне широко развиты терригенные песчано-алевролитовые породы мощностью от 400 до 600 м.

Общая мощность меловых отложений в пределах региона изменяется от 1700 на севере до 2600 м на юге (Актау, Амударья).

Кайнозой. В пределах Сурхандарьинской мегасинклинали породы палеогена и неоген-антропогена широко распространены и отличаются большими мощностями и выдержанностью отдельных стратиграфических свит. С верхнеолигоценового времени преобладают континентальные условия. В течение почти всего палеогена отлагались морские, иногда лагунно-морские осадки, которые в настоящее время изучены наиболее полно.

В основании разреза палеогеновых пород залегают бухаро-акджарские слои (палеоцен), представленные в основном известняками, доломитами с прослоями кристаллического гипса и глин.

Бухаро-акджарские слои четко подразделяются на три горизонта. Первый снизу (акджарские слои) представлен гипсово-карбонатными породами мощностью 150-300 м, второй (нижне-бухарские слои) - песчано-глинистой фракцией мощностью 150-

180 м, третий (верхнебухарские слои) - гипсами и известняками мощностью 20-50 м. Бухарские и акджарские слои являются хорошим коррелятивом и отчетливо выделяются среди окружающих их песчано-глинистых образований. Мощность их увеличивается с северо-запада на юго-восток от 60 на Байсунтау до 200 м на Хаудаге и 400-500 м на структурах Досманата, Амударья.

Эоценовые и нижнеолигоценые отложения разделяются на сузакские слои, представленные глинами и алевролитами мощностью 200-250 м, алайские, образованные известняками, пестроцветными глинами, песчаниками и мергелями мощностью до 160 м, туркестанские, сложенные глинами с редкими прослоями мергелей и известняков мощностью до 150 м, риштанские, в нижней части которых присутствует пачка гипсов, а в верхней - пестроцветные глины мощностью до 75 м (Актау), исфаринские и ханабадские, сложенные монотонной пачкой серых глин мощностью до 100 м, сумсарские фаунистически не охарактеризованы. Общая мощность палеогеновых отложений 1000 м.

Неогеновые и четвертичные отложения образуют формацию гобийских (сапорогенных, Бабаев, 1966) моласс, особенно мощную в мегасинклиналях Тянь-Шаня.

Континентальные осадки верхнего олигоцена и неогена залегают со стратиграфическим несогласием на морских образованиях верхнего палеогена. Суммарная мощность в пределах наиболее погруженных частей мегасинклинали, по данным геофизических исследований, может превышать 5000 м.

Для района составлено несколько схем деления континентальных моласс. Наиболее распространена схема А.Р.Бурачека, составленная в 1932 г. При последующих съемочных и геолого-разведочных исследованиях она была уточнена и доработана К.В.Бабковым; В.В.Болтышевым, П.К.Азимовым, Я.Н.Меламедом, Н.А.Кудрявцевым и др.

Толща неоген-четвертичных моласс делится на массагетскую и бактрийскую серии, достаточно отчетливо различающиеся по литологическому составу и отделяющиеся друг от друга стратиграфическим, а иногда и угловым несогласием. Эти

серии подразделяются на несколько свит: шурусайские слои и больджуанская (массагет), хингоуская, тавильдаринская, каранакская, полизакская (бактрий).

Шурусайские слои имеют мощность до 55 м, сложены кирпично-красными глинами, алевролитами с прослоями песчаников.

Больджуанская свита мощностью 700-1000 м сложена снизу вверх слоями песчаников, алевролитов и глин, далее следуют толща песчаников и пачка песчаников и затипсованных глин. Цвет пород массагетской серии красновато-бурый. Хингоуская свита характерна ритмичностью слагающих ее осадков. Здесь дважды повторяется чередование пачек, образованных песчаниками в основании, перекрытых алевролитами с линзами гравелита и гальки изверженных пород. Мощность свиты колеблется от 800 до 1300 м. В основании тавильдаринской свиты лежит пачка песчаников с линзами конгломератов. Выше по разрезу линзы конгломератов встречаются редко. В практике геолого-поисковых работ в Сурхандарьинской мегасинклинали две нижние свиты бактрийской серии обычно объединяются в единую кафирниганскую свиту.

Каранакская свита сложена светлыми паттуемыми породами с включением известняковых брекчий. Мощность ее 500-800 м. Полизакская мощностью 500-700 м представлена алевролитовой толщей с прослоями тонкозернистых песчаников.

В пределах Таджикской депрессии выше отложений неогена часто выделяются породы кулябской свиты, имеющие в основном алевролитовый состав, залегающие на нижележащих осадках с размывом (иногда вплоть до палеогена) и угловым несогласием. Мощность свиты изменяется от нуля до 300 м, возраст древнечетвертичный.

Широко распространены четвертичные отложения, иногда существенно дислоцированные в низах разреза. Литология их разнообразна. Они представлены конгломератами, галечником, песком в руслах рек и конусах выноса временных водотоков, песчаниками, супесями, суглинками в межконусных пространствах, лессами и лессовидными суглинками на водораздельных участках. Максимальная мощность их в зонах прогибов может достигать 700-800 м. Из-за непрерывности осадконакопления в неоген-четвертичное время породы четвертичного возраста,

особенно их грубообломочная серия, неотличимы от аналогичных отложений каранакской и полизакской свит.

Таким образом, сложность литолого-стратиграфической обстановки в районе обусловила ряд еще не выясненных вопросов. При глубоком залегании литолого-стратиграфических комплексов особую роль в их изучении приобретают геофизические методы исследований и в первую очередь электроразведка, позволяющая на данном этапе получать в условиях региона максимум полезной геологической информации.

## Глава II. ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ СУРХАНДАРЬИНСКОЙ МЕГАСИНКЛИНАЛИ

К настоящему времени на территории региона выполнен большой объем геофизических исследований, включающий комплекс методов полевой геофизики, а также большое количество промыслово-геофизических наблюдений. Геофизические исследования занимают важное место в изучении геолого-тектонического строения и при поисках нефтегазоперспективных структур в условиях региона, почти полностью закрытого толщей неоген-четвертичных осадков.

Геофизическая изученность Сурхандарьинской мегасинклинали такова.

Гравиразведка. Региональной гравиметрической съемкой покрыта вся территория региона, отдельные участки изучены детальными работами. Гравиразведочные исследования выполнялись под руководством М.П.Архипова, И.М.Валлерштейна, А.И.Гершанок, Д.Н.Година, Б.Л.Лебедева, В.С.Смурова (вариометрия) и А.М.Галкина, Е.С.Кузнецова, А.И.Куимова, Б.Л.Лебедева, Н.В.Липицкого, Т.В.Смолиной, Г.А.Чуткова (гравиметрия).

Региональная съемка позволяет характеризовать общие черты структуры осадочного чехла, выделить основные антиклинальные и синклинальные тектонические линии - Миршади-Хаудагскую, Актаускую, Сурхандарьинскую и некоторые другие. Наиболее эффективными при поисках локальных структур оказались детальные работы, выполненные, к сожалению, на ограниченной площади, но, тем не менее, позволившие очертить несколько локальных максимумов силы тяжести (Восточно-Кошчекинский и Восточно-Ляльмикарский, Восточный Хаудаг, Аширхан). Большая их часть подтверждается данными бурения, электроразведки ВЭЗ и ТТ и сейсморазведки.

Магниторазведка. Аэромагнитной съемкой покрыта вся площадь Сурхандарьинской мегасинклинали. Крупномасштабная наземная съемка выполнялась лишь на отдельных локальных участках в пределах горного обрамления региона.

Магниторазведочные исследования проводились под руковод-

ством М.А.Вахрушевой, Я.Г.Воробьева, Л.Н.Котляревского, И.А.Фузайлова, А.К.Щукевича. Установлено, что магнитное поле Сурхандарьинской мегасинклинали преимущественно отрицательное, имеет близкие к нормальному значения, характеризует в основном особенности геологии и тектоники верхней части складчатого основания, дает интересные данные о глубинной структуре площади. Анализ результатов аэромагнитной съемки позволяет сделать вывод, что состав верхней части фундамента испытывает изменения не только в субмеридиональном направлении в пределах выделяемых здесь субширотных аномальных зон (Вонгаз, Коган, 1964; Вонгаз, 1970), но и с запада на восток, что проявляется в локальных аномалиях северо-восточного и северо-западного простирания. Такой характер геомагнитного поля отражает внутреннюю структуру фундамента (Беккер, 1972).

Исследованиями М.А.Киричек и др. в последние годы установлено, что локальные минимумы небольшой интенсивности, наблюдаемые на фоне региональных аномалий геомагнитного поля, в некоторых случаях могут соответствовать участкам расположения нефтегазовых залежей (Западная Сибирь, Сахалин и др.). Подсчет глубины залегания **аномалеобразующих** объектов показал, что она соответствует положению залежей в разрезе. На основании этого нами выполнен выборочный анализ полетных графиков аэромагнитной съемки, а также проведены высокоточные наземные наблюдения магнитного поля на некоторых нефтяных месторождениях Сурхандарьинской мегасинклинали. Результаты этих исследований подтверждают предпосылку о важном месте магниторазведки в комплексе геофизических и геохимических методов для прямых поисков залежей нефти и газа.

Сейсморазведка. Методом отраженных волн (МОВ) масштаба 1:100000 охвачена вся южная часть региона, а также отдельные участки на севере площади. Исследования проводились с целью поисков локальных антиклинальных поднятий. Детализационные работы велись в масштабе 1:50000. В разные годы на территории мегасинклинали опробовались также корреляционный метод преломленных волн (КМПВ), метод регулируемого направленного приема (МРНП), вертикальное сейсмопрофилирование (ВСП). В последние годы все большее применение находит метод общей глубинной точки (ОГТ).

В разные годы сейморазведочными исследованиями руководили Г.С.Багдасарова, Р.С.Иванова, М.Л.Литпиляев, В.И.Макоян, А.Р.Митрофанова, А.Г.Рудаков, Р.Х.Саифи, С.Х.Ситдикова, Д.М.Ячменников и др. Глубинные сейсмозондирования и сейсмологические наблюдения со станциями "Земля" выполнялись под руководством Р.И.Абрамсона, И.С. и Б.С.Вольвовских, В.А.Пака и др.

Положительные геологические результаты получены в южной части региона - Шерабадской степи и отчасти в Байсунской синклинальной зоне. На большей же части Сурхандарьинской мегасинклинали - на севере площади, в центральной приосевой и Предбабатагской зонах, т.е. в районах со сложными тектоникой и поверхностными условиями возбуждения сейморазведка до сих пор не дает однозначных результатов. По заключению Б.Б.Таль-Вирского и др. (1975), "в Сурхандарьинской мегасинклинали ... на обширных площадях, прикрытых неоген-четвертичными осадками, с адырными поверхностными условиями не удалось выработать достаточной системы ослабления мощного поля поверхностных волн-помех". Здесь до сих пор не устранены трудности при стратификации отражающих и преломляющих сейсмических горизонтов.

Электроразведка. Электроразведочные методы наиболее широко применялись в условиях региона. Вертикальным зондированием (ВЗЗ) изучено до 80% равнинной и предгорной частей Сурхандарьинской мегасинклинали; методом теллурических токов (ТТ) покрыта площадь 2000 км<sup>2</sup> вдоль северо-западного склона хребта Бабатаг; методом магнитотеллурических зондирований (МТЗ) охвачена площадь между хр.Бабатаг и Келиф-Сарыкамшской грядой и горами Сурхантау до широты г.Кумкурдан. Кроме того, выполнен профиль на юге площади, пересекающий структуры Досманага, Актау и Хаудаг. В небольших объемах опробовались методы электропрофилеирования, магнито-вариационной разведки (МВР), зондирования становлением поля в ближней (ЗСТ) и дальней (ЗСМ) зонах.

В истории электроразведочных исследований в Сурхандарьинской мегасинклинали можно выделить три этапа. Работы первого этапа, продолжавшегося до начала 50-х годов, выполнялись на отдельных локальных участках методами ВЗЗ и электро-



профилирования под руководством В.Ш.Жалыбина, И.Г.Медовского, В.П.Печерникова, Б.Б.Толмачева, А.А.Федорова, В.И.Холмина и др. Из-за слабой аппаратной и научно-методической базы электроразведочных методов, плохой геолого-геофизической изученности района, отсутствия достоверных геоблектрических параметров, малой глубинности исследований, сложности тектоники и т.д. геологическая эффективность электроразведочных работ этого периода оказалась низкой.

Появление электроразведочных станций типа ЭРС с осциллографической записью позволило увеличить глубинность и геологическую эффективность электроразведочных исследований.

Второй этап исследований — поиски месторождений нефти и газа, а также пресных вод с охватом электроразведочными работами обширных территорий Сурхандарьинской мегасинклинали. За 1957-1963 гг. съемка ВЭЗ масштаба 1:200000 с АВ до 25 км выполнена на всех доступных для работ площадях региона. В этот период электроразведочными исследованиями руководили А.А.Акрамов, А.М.Каспарьян, В.Т.Логиков, Н.И.Оранский, Л.А.Саркисян, Л.И.Дрченко, Н. Дсупов.

В результате построены структурные карты по различным участкам региона, выявлено или подтверждено существование установленных ранее геологическими методами локальных аantikлиналильных поднятий. Качественно структурные схемы, полученные в результате работ 1957-1963 гг., дали в общих чертах близкое к истинному представление о глубинном геологическом строении исследованной площади. Из-за слабой геологической изученности района и почти полного отсутствия данных бурения и сведений о геоэлектрических параметрах разреза, а также из-за весьма сложного геолого-тектонического строения региона не удалось выполнить районирования территории по типам геоэлектрического разреза и составить единое мнение о стратиграфической приуроченности опорного электрического горизонта, что, в свою очередь, обусловило существенные погрешности при количественной интерпретации полученного материала.

Сравнительные результаты, полученные по данным электроразведки и последующего бурения, проведенного на структурах, выявленных методом ВЭЗ или по геологическим данным, но с учетом результатов электроразведки, представлены в табл. I. Они свидетельствуют, с одной стороны, о довольно высоком качестве элек-

Т а б л и ц а I

Точность определения глубин до опорного электрического горизонта по методу ВЗЗ

Участок, номер скважины, вскрышей бурхаро-акджарские слои	Автор интерпретации, год выполнения ВЗЗ	Глубина до поверхности опорного горизонта, м			Ошибка
		по бурению	по ВЗЗ	абсол., относит. м %	
Аширхан, скв. 2	Н. И. Оранский, 1957		2900	800	22,0
	А. А. Акрамов, 1963	3700	3650	50	1,5
	А. М. Каспарьян, 1959		3400	300	9,0
Кошчека, скв. 3	А. М. Каспарьян, 1959	3875	2650	1225	32,0
	А. А. Акрамов, 1963		2550	1325	34,0
Джайранхана, скв. 5	А. М. Каспарьян, 1960	2000	2300	300	15,0
Амударья, скв. 13	А. М. Каспарьян, 1960	1120	1300	180	16,0
	А. А. Акрамов, 1963		1500	380	34,0
Миршади, скв. 1	А. М. Каспарьян, 1959	1460	3750	2290	>100
	А. А. Акрамов, 1963		3200	1740	>100
Коштар, скв. 13	А. А. Акрамов, 1963	1260	1150	110	9,0

троразведочных исследований на отдельных площадях, а с другой, - о существовании на части территории значительных погрешностей в интерпретации.

Очень большие абсолютные расхождения результатов бурения в ВЗЗ, отмеченные на структурах Кошчека и Миршади, обусловлены, на наш взгляд, неправильной стратификацией опорного горизонта и соответственно неправильным выбором сопротивления надопорного слоя при интерпретации ВЗЗ. Методом ВЗЗ на структуре Миршади зафиксирована глубина залегания высокоомных верхнеюрских толщ, а на Кошчеке - некоторая фиктивная

приподнятая поверхность бухарских слоев, полученная в результате занижения сопротивления надпорного слоя при интерпретации.

В данный период были прекращены детальные электроразведочные работы на отдельных локальных участках. Это объяснялось тем, что методический уровень электроразведки того времени не мог обеспечить их высокой геологической эффективностью в сложных геолого-тектонических условиях и слабо изученном геоэлектрическом разрезе Сурхандарьинской мегасинклинали.

Новый этап электроразведочных исследований начался в 1970 г., когда Узбекский геофизический трест (ныне объединение "Узбекгеофизика") при участии и научно-методическом руководстве Института геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений развернул опытно-производственные исследования по выяснению возможностей методов, использующих естественные электромагнитные, а также искусственно создаваемые нестационарные поля при изучении глубинного геолого-тектонического строения региона и поисках локальных антиклинальных структур, перспективных на нефть и газ. С 1970 г. до настоящего времени освоены, внедрены в практику полевых работ и показали хорошую геологическую эффективность методы ТТ, МТЗ, опробованы в опытном порядке и показали хорошие предпосылки для внедрения методы МБР и ЭСТ. Метод ВЗЗ как менее мобильный и более ограниченный в своих разрешающих возможностях потерял главенствующую роль, что, однако, не исключает возможности и полезности его применения при решении отдельных геологических задач в комплексе с методами ТТ, МТЗ, ЭСТ.

Развитие принципиально новых для Сурхандарьинской мегасинклинали методов электроразведки, сложность их теоретической базы и геолого-тектонического строения района обусловили необходимость выполнения специальных исследований с целью выработки наиболее эффективных приемов обработки фактического материала. Одновременно возникла потребность в разработке методики комплексной геологической интерпретации данных этих методов применительно к условиям орогенной области. Указанные проблемы разрабатываются в отделе геофизики ИГИРНИГМА.

Производственными работами на данном этапе руководили М.Д.Басов, Г.В.Ким, М.А.Мкртчян. Тематические и опытно-методические работы выполнялись нами, а также В.В.Белявским, Г.В.Кимом. Создание программ для математизации и автоматизации процессов обработки и интерпретации электроразведочных материалов осуществлялось А.В.Кириным, В.И.Зиненбергом и И.М.Паничем. Большую помощь при постановке научно-методических задач для работ данного этапа и их производственной реализации оказали Т.Л.Бабаджанов и Б.Б.Таль-Вирский.

Тематические исследования. Кроме полевых, опытных и производственных геофизических работ, проводились обобщающие тематические исследования. В большей части этих трудов, выполненных в конце 50-х - первой половине 60-х годов, из-за слабой геолого-геофизической изученности района, невысокой глубинности и ограниченной разрешающей способности применявшихся методов геофизической разведки их авторы не вышли за пределы изучения палеогенового структурного плана. Это работы М.Л.Белеловского, О.Л.Аллахвердова, М.Б.Зильберштейна, где обобщены электроразведочные исследования по району, выполнена их переинтерпретация с использованием некоторых новых методических приемов, в частности корреляционных зависимостей между данными ВЭЗ и МОВ, построены структурные карты по кровле бухарских слоев палеогена. Недостаточное знание параметров геоэлектрического разреза наряду с использованием как основы для интерпретации данных сейсморазведки, не дающей, как было показано выше, в условиях Сурхандарьинской мегасинклинали надежных геологических результатов, не позволило авторам выполнить достаточно точные геологические построения.

Б.Б.Таль-Вирским, Л.Г.Черкашиной, Г.А.Федотовой проанализированы материалы геофизических работ, выполненных в регионе к тому времени, составлены схема тектоники и структурная карта по кровле бухарских слоев палеогена, показаны перспективы нефтегазоносности района. В 1972 г. Б.Б.Таль-Вирский завершил работу по изучению тектоники и геофизических полей нефтегазоносных областей центральной части Средней Азии. Для Сурхандарьинской мегасинклинали составлены схема тектонического строения, карты изопахит различных литолого-

стратиграфических комплексов, структурная схема по поверхности складчатого основания.

Некоторые сведения по тектонике Афгано-Таджикской депрессии, полученные при интерпретации геофизических данных, приведены в работах Л.Б.Вонгаза, А.Б.Когана (1964), М.Л.Белеловского (1962, 1965, 1975), Г.В.Кошлакова (1970) и др. На основании математической обработки гравиметрических данных М.Л.Белеловским составлена схема тектонического районирования подсолевого структурного этажа, построена прогнозная схема по размещению возможных скоплений нефти и газа в подсолевых отложениях.

В 1964 г. А.А.Акрамов обобщил результаты электроразведочных работ, проведенных в Сурхандарьинской мегасинклинали с 1957 по 1963 г. В результате впервые получено представление о глубинном геолого-тектоническом строении региона в целом. А.А.Акрамов пересмотрел и исправил некоторые упущения исследователей, выполнявших работы по отдельным локальным площадям. Им составлена сводная структурная карта по кровле опорного электрического горизонта, который он отождествлял с бухаро-акджарскими слоями палеоцена, выявлен ряд локальных антиклинальных поднятий, два из которых (Коштарское и Амударьинское) при последующей проверке бурением дали приток промышленной нефти из бухарских слоев. При этом отмечено хорошее совпадение глубин по данным бурения и ВЗЗ (табл. I). Это был бесспорный успех электроразведки, а структурная карта, воссоздавшая структурный план надсолевой части осадочного чехла, составленная А.А.Акрамовым, легла в основу структурно-тектонических схем региона П.К.Азимора, С.И.Мусаева, З.З.Насретдинова, В.В.Рубо, Р.Х.Сайфи, Б.Б.Таль-Вирского и др.

Однако очень слабая изученность территории Сурхандарьинской мегасинклинали бурением не позволила А.А.Акрамову выполнить достаточно надежную количественную интерпретацию электроразведочных данных по всему региону. Принятие бухаро-акджарских слоев как единого опорного электрического горизонта для всей территории района без учета характера геоэлектрического разреза для каждого конкретного участка обусловило существенные погрешности (табл. I).

Имеющие место ошибки между данными электроразведки и бурения, а также резкие расхождения значений суммарной продольной проводимости, снятых с кривых ВЭЗ, с аналогичным параметром, полученным по каротажу на вновь пробуренных скважинах, обусловили необходимость переосмысливания результатов электроразведочных работ на основе последних данных бурения, сведений о геоэлектрическом разрезе района и новых усовершенствованных приемов количественной и качественной интерпретации.

Таким образом, анализ выполненных геофизических работ в регионе свидетельствует о том, что в последние годы получена принципиально новая информация, позволяющая в той или иной мере дополнительно осветить многие вопросы, связанные с глубинным геологическим строением территории и перспективами ее нефтегазоносности. Мы попытались, используя последние достижения в области обработки и интерпретации геофизических данных, комплексный подход к решению задач, новейшие геологические сведения, пересмотреть с единых позиций накопленный к настоящему времени фактический материал, обобщить его и дать в конечном итоге результативные построения, уточняющие тектонику Сурхандарьинской мегасинклинали и расширяющие возможности геофизических методов при оценке перспектив ее нефтегазоносности.

### Глава III. ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ

Основа оценки возможностей того или иного геофизического метода в районе при решении конкретно поставленной задачи, правильности методических подходов к обработке информации и ее геологической расшифровке — анализ физических свойств горных пород, участвующих в геологическом строении региона. Сведения об электрических свойствах — необходимое, но недостаточное условие для объективного анализа геоэлектрического разреза и его отражения в электроразведочных материалах, поскольку существенную роль играет также соотношение мощностей геоэлектрических горизонтов, теоретические возможности того или иного метода, особенности геолого-тектонического строения региона и т.д. Поэтому необходимо комплексное рассмотрение этих факторов.

Данные о параметрах геоэлектрического разреза Сурхандарьинской мегасинклинали получены в результате обработки каротажных диаграмм структурных, разведочных и параметрических скважин (более 100 диаграмм методом КС со стандартным градиент-зондом, с действующим расстоянием 2,5 м), анализа параметрических ВЗЗ у скважин и обработки всех имеющихся кривых ВЗЗ.

Повсеместно наиболее точные результаты можно было бы получить при наличии данных БКЗ или хотя бы измерений с большим зондом. Но такие исследования, как правило, проводились лишь для продуктивных пластов-коллекторов, мощность которых мала не только по отношению к мощности разреза осадочной толщи, но и к отдельным геоэлектрическим горизонтам. Поэтому обработке и анализу подвергались каротажные диаграммы стандартного градиент-зонда.

Для определения степени расхождения данных БКЗ и стандартного градиент-зонда мы использовали материал по Коштарской площади. БКЗ здесь выполнено в следующем интервале: разрез акджарских, бухарских, сузакских и алайских слоев палеогена. Материалы БКЗ интерпретировались с помощью палеотек Л.М.Альпина (1940). В результате выяснилось, что для карбонатных отложений акджаро-бухарской и алайской свит, представленных пластами повышенного сопротивления и относи-

тельно большой мощности, сопротивление по градиент-зонду определяется заниженным в среднем на 25–30%. Аналогичные исследования, выполненные по карбонатным отложениям Гаэли (Киричек, Корх, 1968) и Чарджоуской ступени (Зарипова, 1974), показывают тот же порядок занижения сопротивлений. Для глинистых отложений сузакских слоев сопротивление, определенное по стандартному градиент-зонду, близко к данным, полученным при обработке БКЗ.

Величина расхождения между средним значением сопротивления пласта, определяемым по каротажной диаграмме стандартного градиент-зонда  $\rho_m$ , и значением сопротивления, получаемым по БКЗ  $\rho_{ист}$ , зависит от сопротивления бурового раствора, диаметра скважины, мощности и сопротивления пласта, диаметра зоны проникновения бурового раствора в пласт, размера зонда. Если эти показатели изменяются в пределах исследуемой площади незначительно, то значения кажущегося сопротивления, полученные по градиент-зонду единого размера, можно использовать не только для сравнительной характеристики разрезов, но и для определения истинного электрического сопротивления отдельных толщ и достаточно узкого диапазона изменения данного параметра.

С этой целью А.В.Киршин и др. (1973) предложили способ, основанный на определении истинного сопротивления пластов по номограммам, специально рассчитанным для фиксированных значений размера зонда, сопротивления бурового раствора и диаметра скважин при различных отношениях диаметра зоны проникновения к диаметру скважин и сопротивлению зоны проникновения к сопротивлению бурового раствора.

Практические расчеты, выполненные по этой методике для некоторых площадей Западного Узбекистана, показали, что для крупных литолого-стратиграфических толщ ошибка в определении истинного электрического сопротивления не превышает 10%, причем отклонения носят закономерный характер для региона. Поэтому при подборе каротажного материала мы стремились, по возможности, брать сведения по скважинам, конструктивно сходным и пробуренным с применением идентичного по химическому составу бурового раствора. Данные по конструкции скважин и составу бурового раствора заимствованы из паспортов

скважин и отчетов по ним.

К сожалению, большинство скважин вскрыло в основном неоген-палеогеновую часть разреза. Лишь некоторые из них пробурены до верхнемеловых и единичные до нижнемеловых и верхнеюрских отложений. Кроме того, почти все скважины освещают разрез в пределах антиклинальных зон, что также затрудняет получение правильного представления о геоэлектрическом разрезе погруженных синклиналиных областей даже в его верхней части. Единственный источник информации в таких случаях - данные методов ВЭЗ, МТЗ.

Сходство литолого-фациального состава разновозрастных пород региона со смежными структурными зонами Южного Таджикистана, а для мезозойских толщ также с Бухаро-Хивинским регионом (Акрамходжаев, Эгамбердиев, 1971; Белеловский, Седлецкий и др., 1971; Вонгаз, Коган, 1964) позволяет заимствовать дополнительный материал по физическим свойствам для получения представления об электрических параметрах мезозойско-кайнозойского разреза. По Южному Таджикистану сведения заимствованы из материалов Г.В.Кошлакова (1965, 1970), а по Бухаро-Хивинской депрессии - у П.Г.Ахматова, И.М.Мелькановицкого, Б.Б.Таль-Вирского (1967), Н.Г.Зариповой (1974). Указанные исследователи также получили данные об электрических параметрах пород по результатам аналогичной обработки каротажных диаграмм стандартного градиент-зонда и анализа параметрических ВЭЗ.

Палеозой. В районе исследования электрические свойства пород складчатого основания не изучались. Незначительные сведения по Южному Таджикистану есть у А.И.Нефедовой и др. (1967), Г.В.Кошлакова (1970), которые считают, что комплекс домезозойских пород имеет весьма высокое, практически бесконечное сопротивление. Ограниченные, но конкретные данные приводятся П.Г.Ахматовым и др. (1967) по Бухаро-Хивинскому региону. Здесь сопротивление палеозойских пород меняется от 5 до 250 ом. Это, по мнению авторов, связано с разнообразным составом пород, слагающих складчатое основание, а также обусловлено небольшой мощностью вскрытия палеозоя скважинами. Геоэлектрический разрез палеозойских пород по данным каротажа скважин (материалы П.Г.Ахматова, К.А.Грудкина,

Н.А.Громыко и др.):

	Глубина вскрытия	
	менее 50 м	более 50 м
Газлинское поднятие и сопредельные площади	$\frac{36}{50}$	$\frac{100-250}{50-120}$
Каганское поднятие	$\frac{40}{27-30}$	$\frac{90}{112-350}$
Мубарекское поднятие	$\frac{15}{23}$ и $\frac{220}{40}$	

**П р и м е ч а н и е .** В числителе - среднеквадратичное электрическое сопротивление, в знаменателе - исследованная мощность.

Данные по Бухаро-Хивинскому региону могут недостаточно отражать действительно высокие (до 1000 ом и более) значения электрических сопротивлений горных пород палеозоя. Проведенные в большом объеме аналогичные исследования по Фергане (Орловский, Мелькановицкий, Синельников, 1967) показывают закономерное занижение (в 3-8 раз и более) электрических сопротивлений в верхней части палеозойского фундамента, обусловленное сильной выветрелостью и обводненностью пород (табл.2).

Т а б л и ц а 2

Удельное электрическое сопротивление выветрелых палеозойских пород по сравнению с их ненарушенными разностями, ом

Участок исследований	Известняки		Песчаники, сланцы	
	ненарушенные	в зоне выветривания	ненарушенные	в зоне выветривания
Сулькта	1500	80	150	30-50
Шураб	1500	90	220	50
Самаркандек	1200	250	-	-
Кок-Янтак	-	-	200-300	20-40
Среднее	1400	140	210	40

Мощность зоны выветривания измеряется первыми десятками метров и, следовательно, не влияет на точность определения с помощью электроразведки глубины до поверхности складчатого основания, особенно при глубоком его залегании.

Можно считать, что в Сурхандарьинской мегасинклинали палеозойские толщи имеют, как и в сопредельных регионах, сравнительно высокоомный характер и поэтому являются надежным маркирующим горизонтом при постановке электроразведки. Об этом свидетельствует четкий выход на асимптоту кривых МТЗ.

Электрические свойства пермо-триасовых образований Сурхандарьинской мегасинклинали не изучены. Имеются лишь отрывочные сведения по восточной и южной частям Афгано-Таджикской депрессии. Г.В.Кошлаков (1970) и др. на основании косвенных данных (состав пород и электрические свойства этого комплекса в северном и восточном обрамлении депрессии) пришли к выводу, что электрическое сопротивление пермо-триасовой толщи должно составлять в среднем 20-40 омм. Аналогичные данные получены по скважине Ходжа-Гаурдак в южной части депрессии. Здесь сопротивление триасовых отложений, представленных переслаивающимися глинами и песчаниками (вскрытая мощность 280 м), колеблется от 15 до 35 омм.

Юрские породы изучены в основном лишь за пределами региона. В Сурхандарьинской мегасинклинали отложения верхней юры вскрыты единичными скважинами (Гаджак, Сангардак, Бидаг) на небольшую глубину. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что ниже- и среднеюрские толщи, представленные песчаниками, алевролитами, аргиллитами, отличаются повышенной проводимостью. Сопротивление их равно 5-10 омм.

Соленосно-гипсоносные и карбонатные образования верхней юры исследователи считают мощным высокоомным горизонтом, электрическое сопротивление которого может достигать 1000 омм, а, возможно, и более. Так, скв. 5I в Яване на правом берегу Вахша (Южный Таджикистан) вскрыла высокоомные соленосно-гипсоносные отложения, сопротивление которых достигает 200-1000 омм. На структуре Андыген среднеквадратичное сопротивление вскрытой части юры (?), по Г.В.Кошлакову и др., достигает 250 омм. А.М.Нефедова (1967) приводит сведения по

верхней яры, полученные по ограниченному числу определений и без конкретной привязки к местности. Согласно этим данным, сопротивление верхнеюрских известняков составляет не менее 250-800 ом, а гипсов и ангидритов превышает 1000 ом. Аналогичные или даже более высокие сопротивления установлены в Сурхандарьинской мегасинклинали и по Бухаро-Хивинскому региону. Электрическое сопротивление юрских отложений по данным каротажа скважин (по материалам Ахматова, Мелькановицкого, Грудкина и др., 1967):

	Средняя и нижняя яра	Верхняя яра
Рометанский прогиб и сопредельные площади	$\frac{8}{110}$	$\frac{500}{250}$
Каганское поднятие	$\frac{5}{200}$	$\frac{200-300}{180}$
Мубарекское поднятие	$\frac{8}{380}$	$\frac{950}{200-300}$
Бешкентский прогиб и сопредельные площади		$\frac{8000}{160}$

**Примечание.** В числителе - электрическое сопротивление, среднеквадратичное для низкоомных отложений нижней-средней яры, максимальное для высокоомных толщ верхней яры; в знаменателе - исследованная мощность.

Более детальные данные по электрическим свойствам верхнеюрских отложений Чарджоуской ступени получены в последнее время М.А.Киричек, Н.Т.Зариповой и др. (1974). Они выделяют в пределах высокоомной карбонатной толщи высокопористые разности, характеризующиеся резким уменьшением (до единиц ом) электрического сопротивления.

Скважины, пробуренные в последнее время на площадях Бидаг, Гаджак, Сангардак, расположенных в пределах Сурхандарьинской мегасинклинали, вскрыли отложения верхней яры. Сопротивление кимеридж-титонской соленосной толщи составля-

ет 250-400 ом, а келловей-оксфордских известняков достигает 800-1000 и даже 4000 ом. Относительно низкие значения сопротивления солей, получаемые с помощью каротажа, по сравнению с данными лабораторных измерений ( $\rho$  соли =  $10^5-10^6$  ом) обусловлены, очевидно, суммарным влиянием пластовых вод и бурового раствора. Действительно, сопоставление материалов градиент-зонда и БЖ в Западном Узбекистане свидетельствует о занижении в несколько раз сопротивления этой толщи при использовании стандартного каротажа.

Таким образом, юрские отложения подразделяются на две резко отличные по электрическим свойствам толщи: нижне-среднеюрская имеет сопротивление 5-10 ом, верхнеюрская - в 50-100 и более раз выше (до 1000 ом и более). При значительной мощности (для Сурхандарьинской впадины 700-1000 м и более) верхнеюрские отложения даже при большом погружении могут обладать свойствами опорного электрического горизонта (Синельников, Нюссер, Киршин, 1973).

Меловые отложения, особенно их верхняя часть, изучены в несколько большем объеме по сравнению с никележащими толщами. Верхнемеловые породы характеризуются в основном низкими значениями электрического сопротивления (3-6 ом) и сравнительным постоянством этих параметров на значительных площадях (табл.3). Песчано-глинистая фракция нижнемеловых образований имеет аналогичные значения электрических параметров. Более повышенными сопротивлениями выделяются здесь среднеальбские известняки, мергели и отложения валанжинского возраста. Среднеквадратичное сопротивление  $\rho_m$  колеблется от 20 до 40 ом. При мощности 200 м и более они повышают общий уровень электрического сопротивления пород нижнего мела (без валанжина) до 15-20 омметров (табл.3). Нижнемеловые отложения Афгано-Таджикской впадины имеют большее электрическое сопротивление, чем Бухаро-Хивинской области. Это обусловлено тем, что в разрезе последней высокоомные толщи представлены в меньшем объеме.

В геологической литературе имеются сведения о том, что альмурадская свита нижнего мела (валанжин) в южной части Юго-Западного Гиссара представлена соленосными отложениями, аналогичными кимеридж-титонским (Белеловский, Седлецкий и др.,

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО ДАННЫМ  
КАРОТАЖА СКВАЖИН

	С у р х а н д а р ь и н с к а я мегасинклиналь										Дж. Таджи-кистан	Бухаро-Хивинская область		
Воз- раст	в интерпретации В.Я.Синельникова, Э.Г.Нюссера (1974)										Н.И. Оран-ского 1958г.	А.А. Г.В. Акрамо-ва 1964г.	П.Г.Ахматова, И.М. Мелькановичко-го, Б.Б.Таль-Вирского (1967)	
	Мир- шади	Коштар	Ляль- микар	Хау- даг	Ко- кай- ты	Ак- тау	Дос- ман- ага	Аму- дарья	Хау- даг, Ляль- микар	ва 1964г. и др.	кова	Беш- кент- ский про- гиб	Шуба- рек- ское подня- тие	Роме- тан- ский про- гиб

Верхний  
мел

Сенон	<u>3,5</u> 300	<u>5,6-6,0</u> 250	<u>5,0-6,0</u> 200	<u>4,2</u> 430	<u>6,0</u> 300	<u>4,0</u> 500	<u>4,0</u> 570	<u>5,0-6,0</u> 500	-	-	-	-	-
-------	-------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-----------------------	---	---	---	---	---

Турон	-	-	-	<u>3,1</u> 210	<u>6,0</u> 75	<u>5,0</u> 390	<u>3,2</u> 400	-	-	-	-	-	-
-------	---	---	---	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	---	---	---	---	---	---

## Сеноман

песчани- стый алевро- лит	-	-	-	<u>3,0</u> 600	-	<u>6,0</u> 190	<u>7,0</u> 180	-	-	-	-	-	-
------------------------------------	---	---	---	-------------------	---	-------------------	-------------------	---	---	---	---	---	---

то же с просло-	-	-	-	-	-	<u>25</u> 80	<u>50</u> 55	-	-	-	-	-	-
--------------------	---	---	---	---	---	-----------------	-----------------	---	---	---	---	---	---

ямы известняков и гипса	35	5,5	5,5	3,5	6,0	6,0	6,2	5,5	4,5	2,5-3,5	3,0-6,0	6,0	3,0	5,5
В целом для верхнего мела	300	250	200	1240	375	1160	1205	500				900-1200	750-880	750
<u>Нижний мел</u>														
Альб														
верх. альб (преим. глины)	-	-	-	-	-	5,0	6,0	-	-	-	-	-	-	-
						120	100							
ср. альб (известняки, мергели)	-	-	-	-	-	20	33	-	-	-	-	-	-	-
						230	210							
ниж. альб	-	-	-	-	-	-	8,2	-	-	-	-	-	-	-
							520							
Апт-баррем	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-
							332							
Для нижнего мела (без валанжина)	-	-	-	-	-	14	16	-	-	-	10-20	5	12	8
						350	1162					1230	400-600	320
В целом для меловых отложений (без валанж.)	-	-	-	-	-	8	10,8	-	-	-	10-20	5,5	6,5	6,3
						1510	2367					2280	1300	1070

В числителе - среднеквадратичное электрическое сопротивление, омм,  
в знаменателе - исследованная мощность, м. (в табл. 4 то же).

1971). Мощность их оценивается в 120 м с наблюдающимся увеличением в восточном направлении. Кроме того, по Ходжа-Гаурдакской скважине, расположенной внее описываемого региона, видно, что стометровая толща, залегающая выше гаурдакской свиты (в интерпретации В.И.Браташа она представлена ангидритами), имеет сопротивление 200 ом и более.

Следовательно, если указанные высокоомные толщи распространены в исследуемом нами районе, то при благоприятных условиях кровля опорного электрического горизонта может быть приурочена к нижней части разреза меловых отложений.

**Палеоген.** Разрез палеогеновых образований начинается бухаро-акджарскими слоями, представленными известняками, доломитами, гипсами. Как видно из табл.4, по сопротивлению они четко подразделяются на три горизонта. Первый (снизу) - акджарский мощностью 150-300 м, характеризуется сопротивлением 40-80 ом, наибольшие значения отмечены на Амударьинской площади, наименьшие - на Дяльмикарской. Второй - нижнебухарские слои мощностью 150-180 м, имеет сопротивление 7-12 ом, а в Предбабатагской зоне сопротивление увеличивается до 20-40 ом (Коштар, Кокайты, Амударья). Это обуславливает здесь повышение сопротивления бухаро-акджарской толщи в целом. Достаточно высоким сопротивлением (до 100-200 ом) обладают маломощные (20-50 м) верхнебухарские слои, однако в ряде мест (Миршади, Досманата) среднеквадратичное сопротивление их составляет всего 40 ом. Столь значительные вариации в сопротивлениях бухарских толщ обусловлены различным соотношением содержания в разрезе хемогенных, карбонатных и терригенных пород, а также степенью минерализации вод, содержащихся в их поровых и трещинных пространствах.

Сузакские слои, представленные глинами, алевролитами, повсеместно низкоомные (3-6 ом). Для Гиссарской долины Г.В.Кошлаков (1970) приводит еще меньшие значения (1-3 ом).

Алайские слои подразделяются на два геоэлектрических горизонта. Нижний представлен преимущественно известняками, маломощный (15-25 м), характеризуется повышенными значениями сопротивлений (30-50 ом), иногда до 100 ом и более (Коштар, Джайранхана). Верхний - низкоомный, песчано-глинистый, при мощности 100-150 м обладает сопротивлением, ана-

Таблица 4

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ПО ДАННЫМ КАРОТАЖА СКВАЖИН

Возраст	Сурхандарьинская мегасинклиналь										Южный Таджикистан				Бухаро-Хивинская область		
	В.Я.Синельников, Э.Г.Нуссер, 1974										Г.В.Ковалев и др.		П.Г.Ахматов, И.М.Мельжановичи, Б.Б.Таль-Вирский, 1967				
	Курган-ча	Мир-ди	Кош-тар	Ляль-ми-кар	Кум-курган	Хау-даг	Ко-кай-ты	Ак-тау-ман-ага	Дос-ман-ря	Аму-дан-ря	Джай-ран-хана	Гиссар-ская долина	Вахш-Кафир-на	Беш-кент-нигай-прог-на	Муба-рек-ское-подня-тие	Роме-танск-прогиб	
Ханабадский																	
Исфаринский	$\frac{5}{50}$	$\frac{5}{100}$	$\frac{3}{100}$	-	$\frac{5.1}{200}$	-	$\frac{4.7}{170}$	-	-	$\frac{5}{220}$	-	-	-	-	-		
Риштанский																	
Туркестанск.	$\frac{3.5}{50}$	$\frac{4}{70}$	$\frac{2.5}{70}$	$\frac{3.2}{220}$	$\frac{4}{150}$	-	$\frac{6}{180}$	-	$\frac{3.5}{120}$	$\frac{3}{120}$	$\frac{3}{73}$	I-4	2-5	-	-		
Алайский																	
песч. глинистые	$\frac{8}{80}$	$\frac{3}{130}$	$\frac{4}{100}$	$\frac{3}{150}$	$\frac{4}{100}$	-	$\frac{6}{90}$	-	$\frac{6}{100}$	$\frac{5}{60}$	$\frac{5}{130}$	-	-	$\frac{3.5}{200-400}$	$\frac{6.5}{100}$	$\frac{2.0}{320}$	
преим. извест.	$\frac{32}{15}$	$\frac{37}{20}$	$\frac{100}{25}$	$\frac{28}{15}$	$\frac{55}{20}$	-	$\frac{45}{20}$	-	-	$\frac{40}{50}$	$\frac{120}{10}$	-	-	-	-	-	

## Продолжение таблицы 4

Сузакский	$\frac{6,5}{75}$	$\frac{3,3}{130}$	$\frac{4}{140}$	$\frac{3,7}{140}$	$\frac{3,8}{75}$	$\frac{5}{154}$	$\frac{6,5}{285}$	$\frac{10}{70}$	$\frac{4}{131}$	$\frac{4}{140}$	$\frac{4}{140}$	I-3	2-4	-	-	-
Бухарский																
верхний горизонт	$\frac{75}{20}$	$\frac{40}{52}$	$\frac{200}{35}$	$\frac{60}{50}$	$\frac{100}{10}$	$\frac{30}{180}$	$\frac{200}{20}$	-	$\frac{35}{35}$	$\frac{190}{40}$	-	-	-	-	-	-
нижний горизонт	$\frac{7}{55}$	$\frac{8}{126}$	$\frac{20}{163}$	$\frac{7}{180}$	$\frac{12}{150}$	-	$\frac{42}{155}$	$\frac{50}{344}$	$\frac{13}{144}$	$\frac{35}{160}$	-	40-60	-	-	-	-
Акджарский	$\frac{51}{60}$	$\frac{40}{192}$	$\frac{65}{130}$	$\frac{35}{60}$	-	-	$\frac{62}{170}$	-	$\frac{36}{294}$	$\frac{82}{297}$	-	100-200	-	-	-	-
Средне- взвешенные значения	$\frac{23}{135}$	$\frac{22}{370}$	$\frac{38}{330}$	$\frac{38,5}{290}$	-	$\frac{30}{180}$	$\frac{54}{345}$	$\frac{50}{344}$	$\frac{25}{473}$	$\frac{67}{497}$	-	100 и более	100 и более	$\frac{60}{150}$	$\frac{280}{120}$	$\frac{30}{65}$

логичным сузакским глинам (3-6 омм). Такой же порядок сопротивлений имеют песчано-глинистые отложения туркестанской, риштанской, исфаринской и ханабадской свит (2-6 омм). В риштанских слоях выделяется только маломощная пачка высокоомных гипсов (40-60 омм).

Верхний олигоцен - неоген. Сопротивление континентальных красноцветов, сложенных мощной (до 5000 м и более) толщей песчано-глинистых отложений, колеблется в широких пределах - от 5-10 омм по периферии Сурхандарьинской впадины до 10-15 омм в ее центральной части:

	Песчано-глинистые отложения	Конгломераты
Сина	10	более 50
Курганча	$\frac{5}{850}$	
Миршади	$\frac{13}{250}$	32 и более
Коштар	$\frac{5-10}{700}$	
Кызылтепе	$\frac{10}{800}$	
Ляльмикар	$\frac{8-12}{430}$	
Кумкурган	10	
Кокайты	$\frac{8-13}{500}$	
Амударья	$\frac{10}{600}$	
Джайранхана	$\frac{8-10}{1470}$	
Пахтабад	-	более $\frac{30}{900}$
Аширхан	$\frac{6}{3580}$	

В числителе - электрическое сопротивление, омм, в знаменателе - мощность, м.

Аналогичным порядком сопротивлений характеризуются отложения неогена в Гиссарской и Вахшской долинах (5-10 ом).

Никаких четких подразделений по электропроводности между различными по возрасту неогеновыми отложениями не отмечается. Исключение составляют верхние горизонты неогена, когда они представлены конгломератами каранакской и полизакской свит. Сопротивления их возрастают до 30-50 ом и более (Миршади, Сина, Пахтаабат). Следует отметить, что в указанных местах трудно установить границу между неогеновыми и четвертичными отложениями, так как осадконакопление происходило непрерывно, и в разрезе не наблюдается достаточно четкого изменения литологического состава.

Четвертичные отложения. В связи с тем, что электрокаротажными работами почти нигде в районе не освещены верхние части разреза, вскрытого скважинами, сведения о сопротивлении этих толщ получены нами по материалам параметрических ВЭЗ. Удельные электрические сопротивления в зависимости от состава четвертичных отложений колеблются от первых единиц до 100 ом и более. Сопротивление конгломератов и галечников обычно составляет 100-200 ом. В отдельных случаях, особенно в самых верхних горизонтах разреза, оно резко увеличивается, достигая иногда 1000 ом (конусы выноса грубообломочного материала, образованного реками Тупаланг, Сангардак, Каратаг и др.).

Как упоминалось выше, грубообломочная серия четвертичных толщ обычно трудно отделима от конгломератов неогена, поэтому ВЭЗ обычно фиксирует суммарную их мощность. Пространства между конусами выноса покрыты сравнительно маломощными (редко более 100-200 м) четвертичными осадками песчано-глинистого, часто лессового состава. Их сопротивление 10-30 ом. В юго-восточной части региона в разрезе четвертичных отложений преобладают пески, супеси, удельное сопротивление их колеблется от 30 до 70 ом.

Закономерности изменения сопротивлений отдельных литолого-стратиграфических комплексов по площади Сурхандарьинской мегасинклинали даны на рис. I. Характерно снижение сопротивления всех донеогеновых горизонтов от Бабатага к центру впадины. Наряду с этим наблюдается различный характер

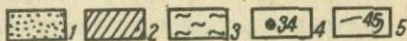
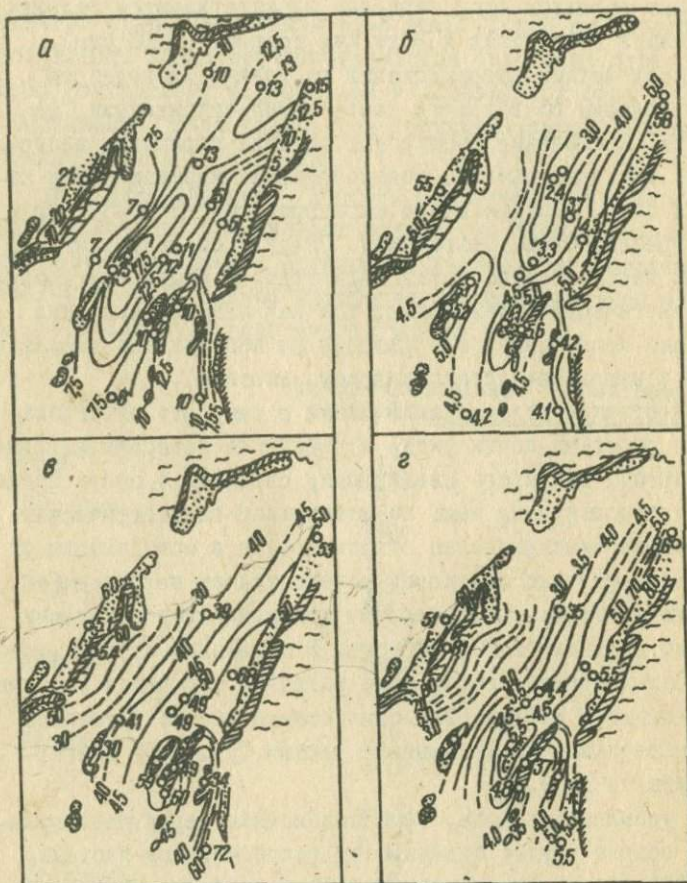


Рис. I. Схема распределения значений среднеекватрального электрического сопротивления ( $\rho_m$ ) неогеновых (а), эоценовых и нижнеолигоценовых (б), палеоценовых (в) и сенонских (г) отложений Сурхандарьинской мегасинклинали.

Выходы на дневную поверхность: 1 - неогена, 2 - палеогена, 3 - мела, 4 - скважины глубокого бурения и значения  $\rho_m$ , 5 - линии равных значений  $\rho_m$ .

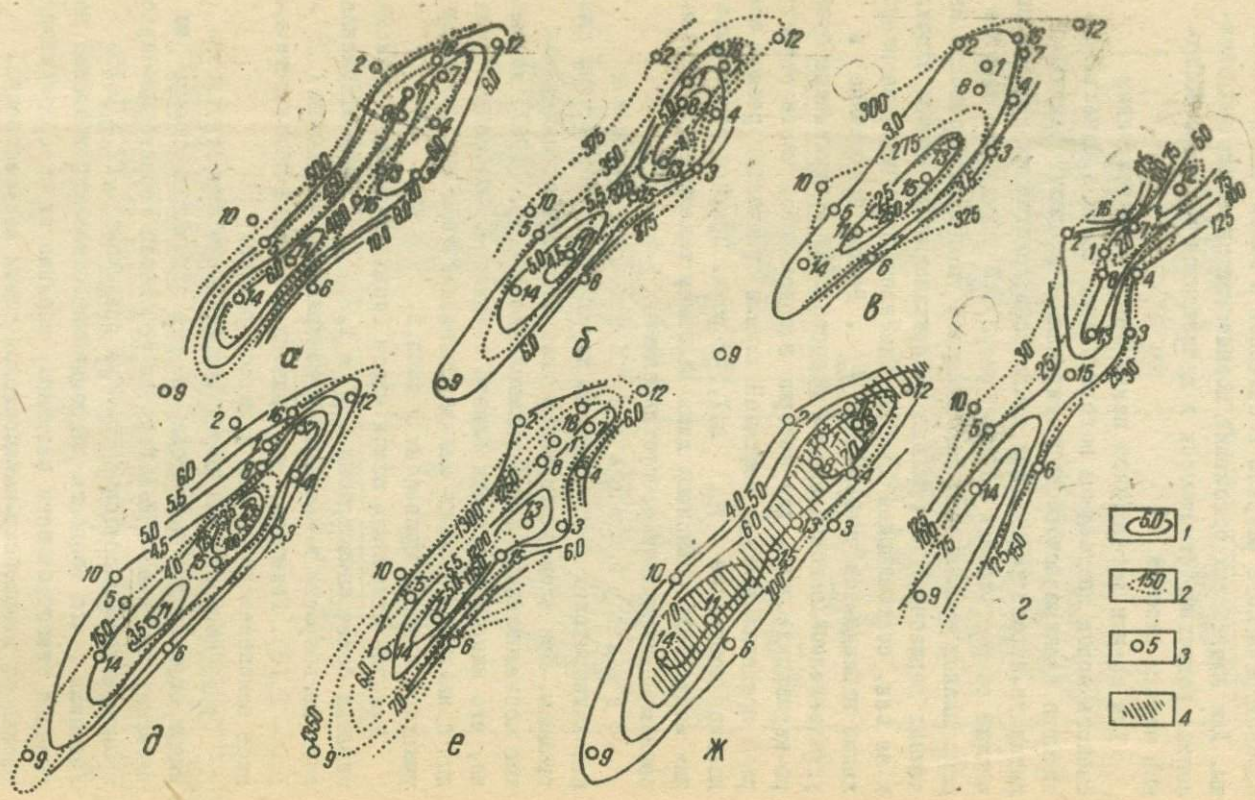
геоэлектрического разреза в северной и южной частях впадины. Для неогеновых отложений повышенные значения сопротивлений, напротив, отмечаются в центральной и северо-западной частях площади.



Для оценки латеральной изменчивости электрических свойств пород составлены по горизонтные планы среднеквадратичного электрического сопротивления и изопахит различных литолого-стратиграфических комплексов, составляющих геоэлектрический разрез площади Кожтар (рис.2). В результате анализа этих планов установлено закономерное уменьшение мощности изученных горизонтов от крыльев и периклинальных частей складки к ее оси, составляющее 15-20%. Одновременно в этом же направлении наблюдается уменьшение  $\rho_m$ . Резкое исключение в установленной закономерности представляют продуктивные бухаро-акджарские слои, для которых в присводовой части структуры в пределах контура нефтяной залежи отмечается резкое аномальное повышение  $\rho_m$  в 1,5-2 раза. Природа этого явления может быть объяснена лишь влиянием залежи нефти с повышенным электрическим сопротивлением.

Электрическая анизотропия мел-кайнозойских пород региона изучалась по каротажным диаграммам. При этом учитывалась лишь макроанизотропия, так как исследованиями И.М.Мелькановичского и др. (1967) доказано, что микроанизотропия близка к единице. Обобщенные сведения о макроанизотропии мел-кайнозойских толщ для различных участков площади приведены в табл.5.

Меловые отложения южной части Сурхандарьинской мегасинклинали более анизотропны ( $\mathcal{N} = 1,2 - 1,3$ ), чем отложения того же возраста в северной и центральной ее частях ( $\mathcal{N} = 1,0 - 1,13$ ). Возможно, это связано с большей катагенетической измененностью пород в данном районе.

Среди кайнозойских пород максимальную анизотропность имеют образования палеоцена, но это отмечается только на площадях Амударья и Кокайты, по остальной территории анизотропия нижнепалеогеновых толщ не превышает 1,12 - 1,15. Учитывая, что мощность палеоценовых отложений в местах повышения анизотропности невелика, влияние их на общую анизотропность мезозойско-кайнозойской толщи несущественно.



- 1  50
- 2  150
- 3  0.5
- 4 

Выше лежащая толща палеоген-неогеновых пород практически изотропна, коэффициент анизотропии не превышает 1,1.

Т а б л и ц а 5

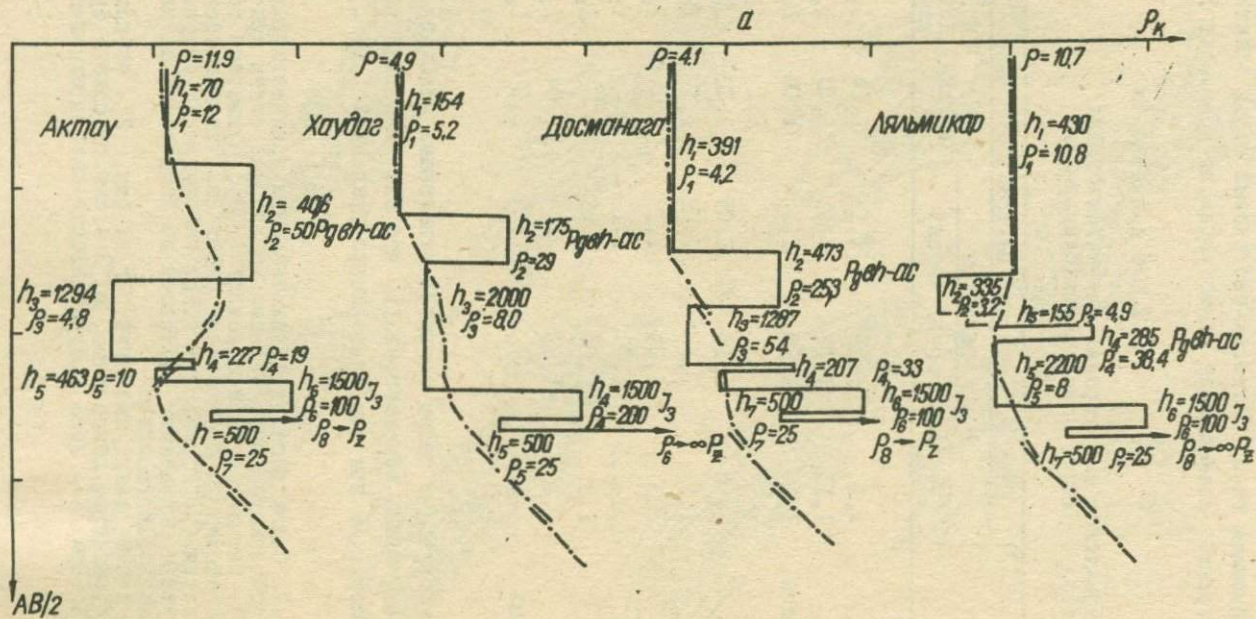
Электрическая анизотропия мел-кайнозойских пород Сурхандарьинской мегасинклинали

Участок	Средние значения макроанизотропии				
	палеоген				! в целом для мел-кайноз.
	! мел	! палеоцен	! эоцен	! неоген	
Миршади	1,1	1,13	1,1	1,04	1,1
Коптар	1,13	1,12	1,1	1,03	1,1
Сев.Курганча	1,14	1,15	1,1	1,04	1,12
Пахтаабад	-	-	-	1,1	1,1
Ляльмикар	1,08	1,16	1,05	1,02	1,08
Кокайты	1,0	1,3	1,02	1,1	1,08
Хаудаг	1,3	1,04	1,1	-	1,15
Досманата	1,1-1,3	1,0	1,1	-	1,15
Актау	1,2	1,05	1,03	-	1,15
Амударья	1,23	1,2	-	1,04	1,15
Джайранхана	-	-	1,05	1,0	1,02

Рассматривая в целом вскрытый скважинами мел-кайнозойский разрез, можно констатировать, что значения анизотропии не превышают 1,16 при наиболее распространенной 1,08 - 1,1.

Рис.2. Схема распределения значений среднеквадратичного электрического сопротивления  $\rho_m$  второй свиты красноцветов (а), первой свиты красноцветов (б), суммарной толщи от верхнеалайских до исфаринских слоев (в), нижнеалайских (г), сузакских (д), суммарной толщи надбухарских отложений (е), бухаро-акджарских (ж) слоев по Коптарской антиклинали (Сурхандар. мегасинк.):

1 - линии равных значений  $\rho_m$ , омм, 2 - изопакеты литолого-стратиграф. комплексов, м,  $M_3$  - скв. глубокого бурения и их номера, 4 - зона продуктивности палеоц. отложений ( $\rho_1$ ).



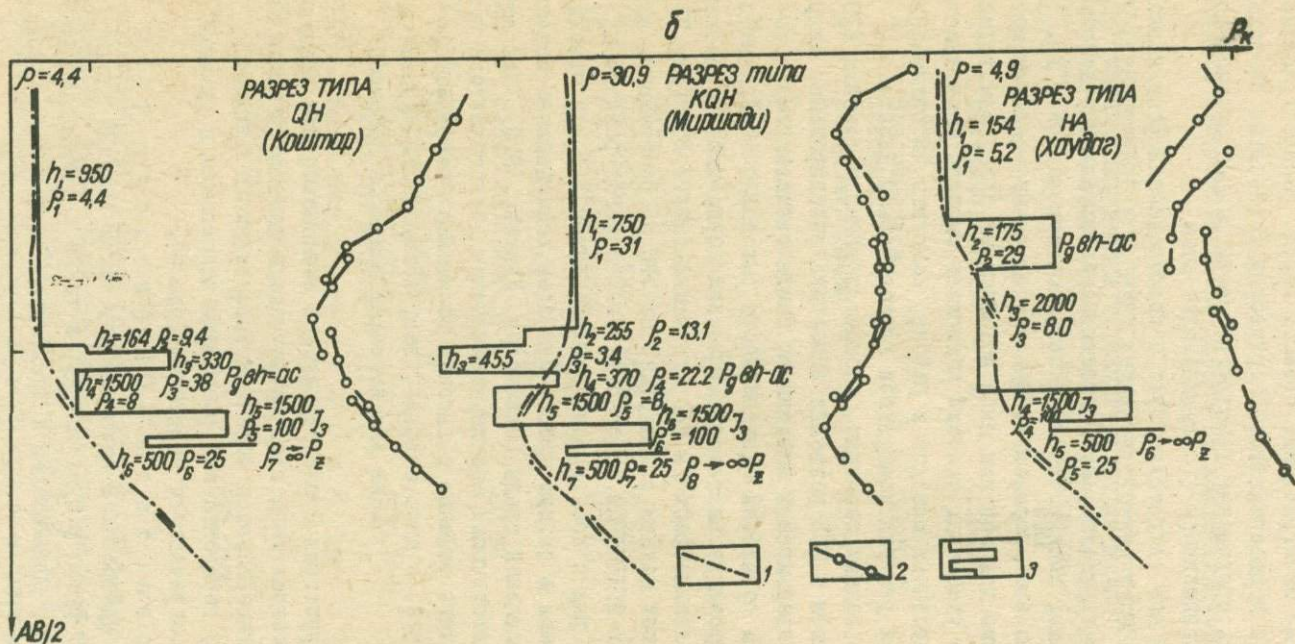


Рис. 3. Теоретические и практические кривые ВЭЗ.  
 а - характер теоретических кривых в зависимости от глубины залегания бухаро-акджарских слоев, б - сопоставление для различных типов геoeлектрического разреза.  
 1 - теоретические кривые ВЭЗ, 2 - практические кривые ВЭЗ, 3 - изменение  $\rho_m$  по данным электроротажа скважин.

Изучение электрических свойств пород, распространения их по площади и мощностей геоэлектрических горизонтов позволило составить обобщенный геоэлектрический разрез Сурхандарьинской мегасинклинали (табл. 6).

Анализ его свидетельствует о преобладающей роли низкоомных песчано-глинистых отложений. Наряду с этим выделяются высокоомные горизонты, представленные известняками, доломитами, гипсами, солями, галечниками, конгломератами и др. Некоторые из этих горизонтов при определенных условиях могут быть опорными для той или иной модификации электроразведки. Определение указанных условий позволяет оценить возможности электроразведочных методов в районе, наметить их оптимальный комплекс для решения конкретной геологической задачи.

Анализ данных каротажа, параметрических и рядовых ВЭЗ, а в дальнейшем и МТЗ позволил выполнить районирование территории Сурхандарьинской впадины по типам геоэлектрического разреза. Для повышения однозначности выводов о стратиграфической приуроченности геоэлектрических горизонтов осуществлены многочисленные расчеты теоретических кривых ВЭЗ (рис. 3). Решение прямой задачи реализовано на ЭВМ по программам, разработанным в ИГИРНИМе. В основу положен метод разложения интеграла в ряд с последующим суммированием его при помощи преобразования в цепную дробь. При этом использована модель плоскопараллельной среды (Зиненберг, Киршин, 1970). Как показал соответствующий анализ, применение данного метода позволяет получить решение с высокой точностью (погрешность менее 1%), что, в свою очередь, дает возможность вычислить кривые  $R_k$  даже для конечных размеров приемной установки.

Для территории Сурхандарьинской мегасинклинали выделяется три основных типа геоэлектрического разреза, каждый из которых характеризуется наличием определенного основного маркирующего горизонта или различным положением в разрезе опорного электрического горизонта (рис. 4).

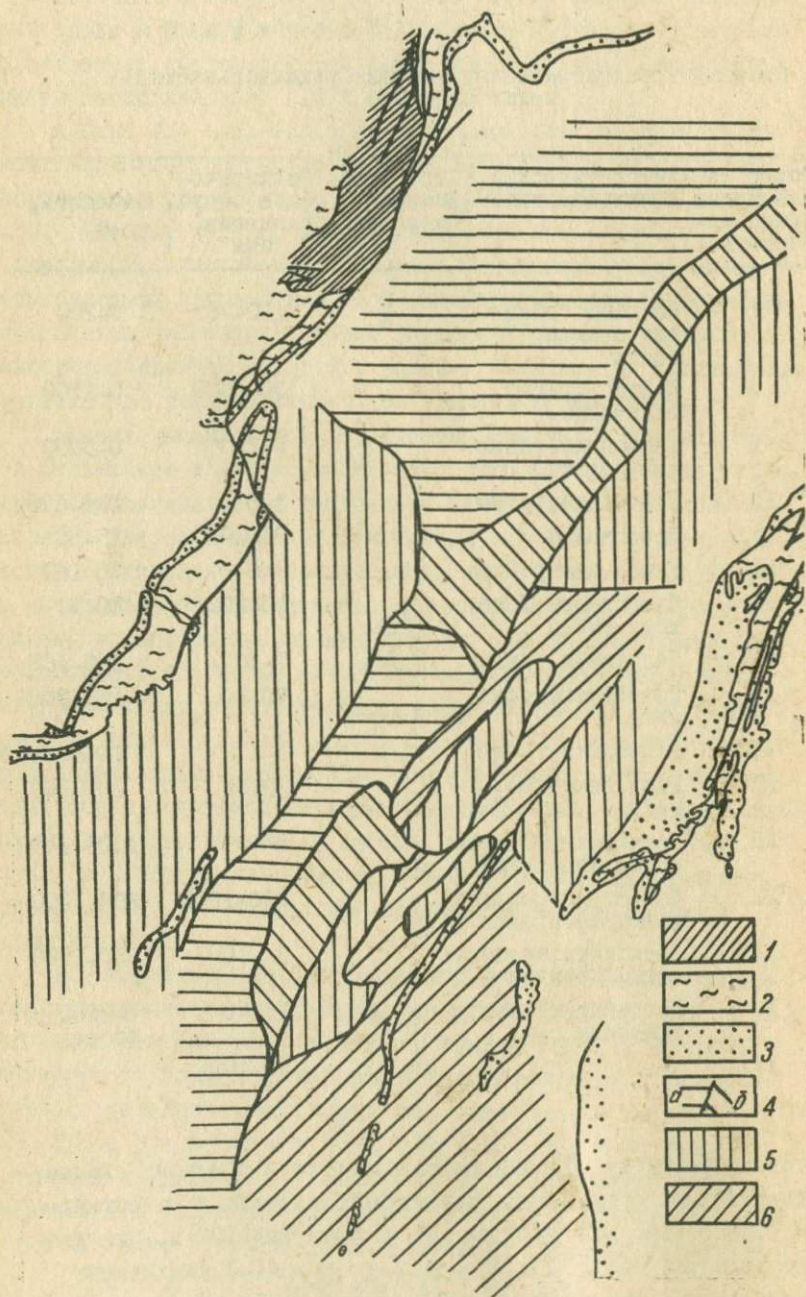
Разрез типа КQH (подтип КН) приурочен к центральной припойменной части впадины вдоль современного русла р. Сурхандарьи, а также к северо-западной части площади, примыкающей к предгорьям Гиссарского хребта

Т а б л и ц а 6

## Сводный геоэлектрический разрез Сурхандарьинской мегасинклинали

Номер геологического горизонта	Литологическая характеристика	Стратиграфическая привязка	Электрическое сопротивление, Ом	Мощность, м
I	Песчано-глинистые осадки, лессы	Q	10-70	0-200
II	Конгломераты, галечники	N + Q	30-1000	0-1700
III	Песчаники, глины алевролиты	$\rho_3 - N$	5-15	0-3000
IV	Песчаники, глины	$\rho_{2-3}$	2-6	100-600
V	Известняки	$\rho_2 a\beta$	30-100	15-50
VI	Глины, алевролиты	$\rho_2 s\kappa$	3-6	70-160
VII	Известняки, доломиты, гипсы	$\rho_1^2 b\sigma h$	40-200	20-50
VIII	Песчаники, глины	$\rho_1^1 b\sigma h$	7-40	150-180
IX	Известняки, доломиты	$\rho_1 a\sigma$	40-80	150-300
X	Песчаники, глины	$\kappa_{1-2}$	3-6	1000-1400
XI	Известняки, мергели	$\kappa_1 a\sigma b$	20-40	200-300
XII	Песчаники, алевролиты, известняки	$\kappa_1$	5-40	1000-1400
XIII	Известняки, соли, гипсы, ангидриты	$\gamma_3$	200-1000	200-1200
XIV	Песчаники, алевролиты, аргиллиты	$\gamma_{1-2}$	5-10	500-1500
XV	Песчаники, глины, эффузивы	$\rho - T$	15-40	0-2500 и более
XVI		$\rho_2$	50-1000	

и горам Сурхантау. Первый геоэлектрический горизонт сложен четвертичными отложениями переменного состава и сопротивления, мощностью, как правило, не превышающей 100 м. Для данного типа разреза ( $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 > \rho_4 \ll \rho_5 \rightarrow \infty$ ) характерно присутствие в его верхней части мощной толщи отложений повы-



шенного электрического сопротивления (горизонты  $\rho_2$  и  $\rho_3$ ).

Изучение геоэлектрического разреза и данных каротажа по скважинам, пробуренным на площадях Пахтаабад, Сина, Миршади, позволило отождествить эти горизонты с образованиями древнечетвертичного и верхнеэоценового (2-я свита красных цветов) возрастов, представленными аллювиально-пролювиальными отложениями р. Сурхандарьи и ее правобережных притоков (галечники, песок, конгломераты, глины). Здесь наблюдается закономерное уменьшение роли грубообломочного материала с глубиной, сопровождаемое одновременным падением величины электрического сопротивления ( $\rho_2$  - 40-100 ом и более, а  $\rho_3$  - 15-40 ом). Суммарная мощность второго и третьего горизонтов в отдельных случаях превышает 1500 м.

Указанные горизонты являются маркирующими для данного типа разреза. Присутствие мощной толщи с достаточно высоким электрическим сопротивлением, перекрывающей низкоомные отложения надпорного горизонта ( $\rho_4$ ), предъявляет повышенные требования к величине и надежности определения параметров (сопротивление, мощность) того или иного слоя в разрезе, который мог бы служить опорным электрическим горизонтом.

Надпорная толща выделяется в разрезе данного типа в виде единого геоэлектрического горизонта, охватывающего отложения повышенной проводимости от нижнего мела до первой свиты красных цветов неогена включительно. Мощность этого горизонта может достигать 4-6 тыс. м. При этом отдельные пакеты пластов повышенного электрического сопротивления в рипшанских, алайских слоях эоцена и бухаро-акджарских слоев палеоэоцена из-за маломощности (первые десятки-сотни метров) неспособны служить опорным электрическим горизонтом и на

Рис. 4. Карта типов геоэлектрического разреза Сурхандарьинской мегаинклинали (по материалам УзГТ). Выходы на дневную поверхность палеозойских (1), мезозойских (2), палеогеновых (3) пород. Область распространения геоэлектрического типа КQH (4): а - подтип КQH, б - подтип КН, НА (5), QH (6).

кривых ВЭЗ не проявляются. Основой для методов на постоянном токе в разрезе этого типа служит пятый горизонт с высоким (до 1000 ом и более) сопротивлением, отождествляемый на основании изучения электрического разреза на смежных территориях сходного геологического строения с мощной соленосно-карбонатно-ангидритовой толщей верхней кры.

Разрез типа Н А ( $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 < \rho_4 \rightarrow \infty$ ) отличается от указанного выше отсутствием мощного высокоомного геоэлектрического горизонта, представленного неоген-четвертичными галечниками и конгломератами. Приуроченность областей развития этого типа разреза к возвышенным частям Сурхандарьинской мегасинклинали, сложенным мезозойско-кайнозойскими породами (северо-западные склоны Бабагагского хребта, Келиф-Шерабадская града), исключает возможность накопления здесь мощных толщ аллювиально-пролювиальных образований высокого электрического сопротивления.

В разрезе этого типа под маломощным слоем четвертичных пород переменного состава и сопротивления залегает низкоомная толща, сложенная песчано-глинистыми отложениями неогена и верхней части палеогена ( $\rho_2$ ). Отсутствие в верхах разреза мощной толщи высокоомных отложений — благоприятный фактор для проявления влияния высокоомных осадков алайских и бухаро-акджарских слоев палеогена, выражающегося в некотором увеличении электрического сопротивления третьего геоэлектрического горизонта.

Слабая изученность и сложность конкретной геологической обстановки на каждой точке наблюдения, к сожалению, не позволяют однозначно и закономерно установить, влиянием каких слоев, бухарских или алайских, вызвано указанное повышение сопротивления третьего слоя в разрезе. Следовательно, его кровля не соответствует какой-либо определенной и постоянной стратиграфической поверхности. Лишь на изученных бурением и параметрическими наблюдениями участках можно уточнить положение этой границы.

Благодаря существованию мощной (до 2000 м и более) низкоомной пачки меловых осадков и относительной маломощности алайских и бухарских слоев они не выделяются на кривых ВЭЗ как самостоятельные горизонты. Поэтому надпорный слой ( $\rho_3$ ) включает отложения от нижнего мела до бухарских

(или алайских) слоев включительно. Опорным горизонтом для методов типа ВЗЗ, как и в разрезе типа КQH, служит мощная высокоомная толща хемогенно-карбонатных осадков верхней кря (нижнего мела?).

Разрез типа QH ( $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$ ) раз-  
 вит в пределах узкой, конусообразно расходящейся к юго-за-  
 паду полосы, простирающейся вдоль северо-западных склонов  
 Бабатагского хребта. Главная отличительная черта геологиче-  
 ского строения — неглубокое (не более 1500-2000 м) залега-  
 ние бухаро-акджарских слоев палеогена и приуроченность к  
 зоне локальных поднятий, осложняющих северо-западные скло-  
 ны Бабатага.

Основным отличием этого типа разреза от указанных выше  
 является то, что опорным горизонтом для метода ВЗЗ служат  
 бухаро-акджарские слои палеогена, представленные известня-  
 ками-ракушняками с прослоями песчано-глинистых включений.  
 При близком расположении от поверхности (первые сотни мет-  
 ров) достаточно отчетливо прослеживаются два опорных гори-  
 зонта: палеоценовый и верхнеюрский. В этом случае мы имеем  
 разрез типа КН, где первый из них выделяется по максимуму  
 кривой К, а второй — по асимптотической ветви кривой Н.  
 Такой тип разреза отмечается по единичным кривым вблизи вы-  
 ходов палеогеновых отложений на поверхность и выделение его  
 в самостоятельный тип нецелесообразно. По мере увеличения  
 глубины залегания бухаро-акджарских слоев, сопровождаемого,  
 по-видимому, уменьшением их сопротивления, угол наклона  
 нижней ветви кривой ВЗЗ типа QH все более отклоняется от  
 $45^\circ$ , и разрез типа QH переходит в разрез типа HA.

Первый слой в разрезе соответствует четвертичным мало-  
 мощным отложениям, второй — верхнеэоценовым; и третий, над-  
 опорный слой, включает породы нижнего неогена и эоцен-олиго-  
 ценовые палеогена. Приведенная стратификация геоэлектриче-  
 ских горизонтов в данном и других типах разреза не означает,  
 что они являются четкими стратиграфическими подразделениями,  
 так как данные электроразведки отражают, в первую очередь,  
 геоэлектрическую характеристику разреза, обусловленную пре-  
 мущественно литологическими, а не возрастными факторами.

Выполненное районирование территории Сурхандарьинской

метасинклинали по типам геоэлектрического разреза позволяет оценить возможности того или иного метода электроразведки и наметить их рациональный комплекс в зависимости от характера решаемой задачи.

Выявление и оценку примерной литологической характеристики грубообломочных неоген-четвертичных образований лучше всего осуществлять методами электроразведки на постоянном токе (ВЭЗ).

Для изучения структурного положения палеогеновых отложений, являющихся основным объектом поисков нефтяных месторождений в районе, можно использовать большое число электроразведочных методов: ВЭЗ, ЗСТ, ТТ и т.д. Выбор наиболее эффективного из них должен определяться соображениями производственно-экономического характера. Учитывая значительную изученность территории методом ВЭЗ, мы считаем целесообразным построение по его данным структурного плана указанной поверхности на участках, где густота сети позволяет это сделать. На неизученной, либо слабо изученной территории необходимо, очевидно, применение более мобильных и дешевых методов. Для качественного выявления антиклинальных структур достаточно оптимален метод ТТ.

Изучение толщ, в основании которой залегает высокоомный верхнеюрский - нижнемеловой горизонт, является более сложной задачей. В области распространения геоэлектрического разреза типов КQH и HA эта задача может быть решена в определенной степени с помощью метода ВЭЗ. Однако сложность интерпретации фактического материала требует для повышения однозначности включения в комплекс и других методов. Из электроразведочных это могут быть методы зондирования становлением электромагнитного поля в дальней и ближней зонах, магнитотеллурическое зондирование и др.

Исследование более глубоких горизонтов, в частности поведения рельефа складчатого основания, исключено методами электроразведки, использующими постоянное электрическое поле. Достаточно эффективны методы, базирующиеся на искусственных и естественных электромагнитных полях. Эта предпосылка подтверждается результатами последующих работ и в первую очередь МГЭ. Изучение поверхности складчатого осно-

вания имеет большое значение для получения не только правильных представлений о тектонических и глубинных особенностях геологического строения региона, но и данных (глубины залегания, мощности и т.д.), необходимых для оценки нефтегазопроизводящих свойств низкоомной толщи  $T_{1-2}$ .

## Глава IV. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ ДАННЫХ

Сложность геологического строения, тектоники и морфологии Сурхандарьинской мегасинклинали обусловила чрезвычайно сильную изменчивость по площади геоэлектрического разреза, влияние на полевые измерения группы искажающих факторов, отсутствие надежных данных контроля результатов и т.д. Дополнительные трудности вызваны тем, что методы электроразведки (за исключением ВЭЗ) внедрены в районе сравнительно недавно, некоторые проходят опытно-производственную проверку, поэтому опыт работы в подобных условиях еще недостаточен. В то же время эти методы на сегодняшний день являются единственно информативными из геофизических исследований в районе. Поэтому к методике обработки и интерпретации электроразведочных данных должны предъявляться особые требования как на этапе пометодного, так и комплексного рассмотрения материалов. Основной упор сделан на широкое математическое моделирование электромагнитных полей, тщательную увязку данных различных методов с геологическими сведениями и материалами бурения, привлечение максимума информации по смежным территориям.

Метод ВЭЗ. Основной объем вертикальных электроразведочных работ выполнен в пределах региона за 1957-1963 гг. В процессе пересмотра и анализа этих материалов выполнены определенные элементы качественной и количественной интерпретации. Большое внимание к различным методам качественной интерпретации объясняется тем, что она позволяет, используя первичный фактический материал, получить дополнительные объективные критерии при установлении тех или иных особенностей геологического строения, определенных при количественной интерпретации.

Наряду с традиционными качественными построениями карт суммарной продольной проводимости  $S$ , абсцисс и ординат  $\rho_{k \min}$  и др. были использованы новые методические приемы, в частности оценка горизонтальных градиентов суммарной продольной проводимости  $\Delta S$ , дифференциальная трансформа-

ция наблюдаемых электрических полей и др.

Вычисление горизонтальных градиентов суммарной продольной проводимости для площади региона осуществлено по составленной нами программе для ЭВМ БЭСМ-4. Алгоритм задачи сводится к расчету в каждой точке квадратно-узловой сети горизонтального градиента  $grad U = \sqrt{\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial U^2}{\partial y}}$

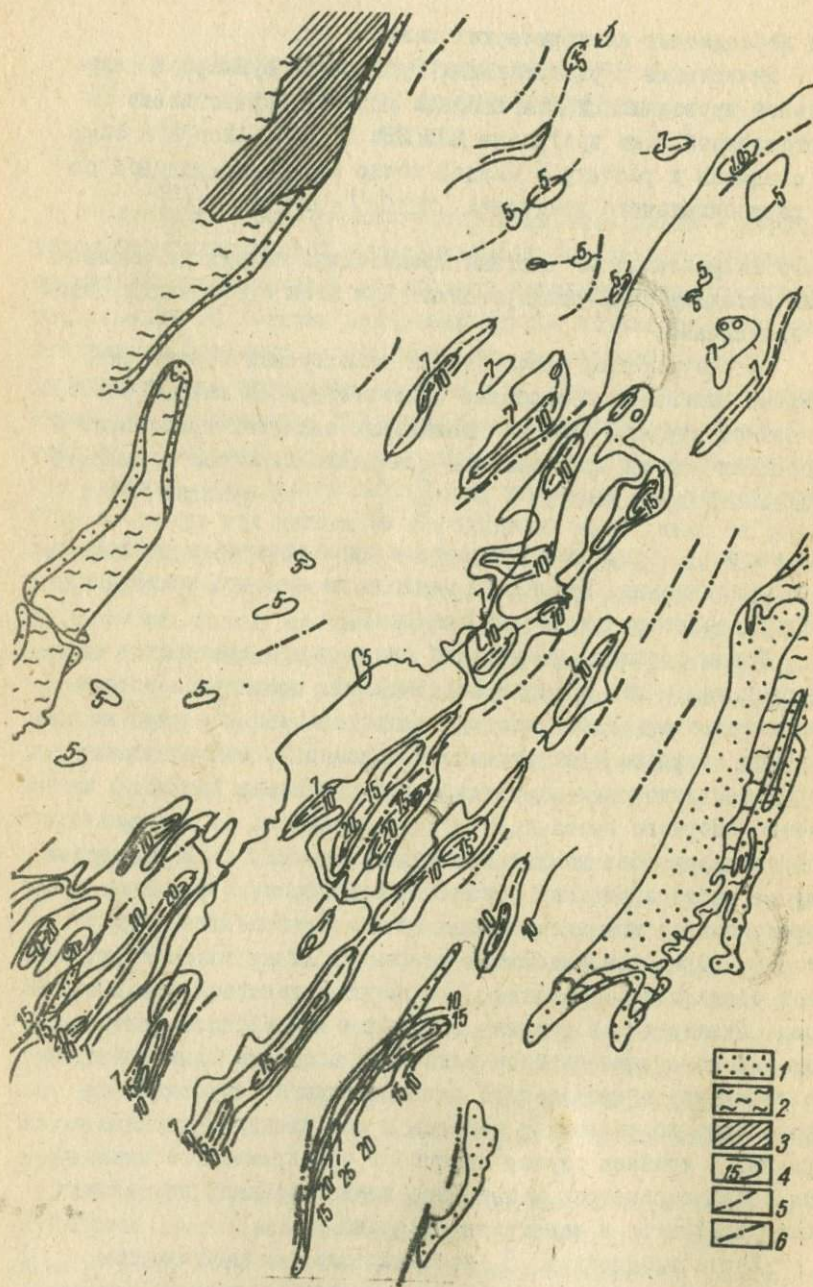
и его направления  $Q$ . Частные производные находятся численными методами дифференцирования. При этом оценивается ошибка вычислений.

По результатам расчетов для исследуемой территории впервые выполнено построение соответствующей карты (рис.5). На ней осконтурены области повышенных значений градиентов и проведены оси их максимальных значений. Величина суммарной продольной проводимости ( $S = \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i}{\rho_i}$ ) - функция двух

параметров - суммарной мощности и эквивалентного продольного сопротивления. Изменение каждого из них при постоянстве другого вызывает изменение значений  $S$ .

Таким образом, физический смысл карты градиентов сводится к тому, что области максимальных градиентов должны соответствовать либо участкам резкого изменения глубины залегания опорного электрического горизонта, иными словами, зонам тектонических нарушений, либо участкам перехода с одного опорного геоэлектрического горизонта на другой, сопровождающегося изменением обоих параметров. В последнем случае неблагоприятным условием является одновременное пропорциональное изменение мощности и сопротивления в одну сторону. При этом, несмотря на резкую смену геоэлектрической обстановки, значения  $S$  могут оставаться неизменными. Однако такое явление в природе наблюдается редко, так как изменение глубины залегания опорного электрического горизонта и продольного электрического сопротивления происходит по различным законам и под влиянием различных причин. В крайнем случае эффект от одновременного изменения обоих параметров может быть лишь ослаблен, но так или иначе проявится в изменении значений  $\Delta S$ .

Карта градиентов  $S$  использовалась для уточнения положения и корреляции зон тектонических нарушений, наме-



чащихся при количественной интерпретации ВЭЗ. Кроме того, оси повышенных значений  $\Delta S$  достаточно отчетливо трассируют границу перехода от разреза типа НА к разрезу типа ОН, сопровождавшемуся перескоком опорного электрического горизонта от верхнеюрских-нижнемеловых отложений к бухаро-акджарским слоям палеоцена.

В последние годы при решении специфических задач, связанных с выделением локальных неоднородностей в разрезе, все большее применение находят способы обработки электро-разведочной информации, использующие специальные преобразования изучаемого поля. Наибольшее признание среди них получил так называемый метод нормированных производных, предложенный М.А.Киричек.

Методика интерпретации с использованием нормированных производных (Бугрова, Киричек, 1971; Зарипова, Киричек и др., 1971) основана на представлении, что в каждом из значений кажущегося параметра, измеренного в зоне однородного поля, где действует принцип суперпозиции, содержится информация об изменениях электрических свойств с глубиной и в плане. Для разделения этих факторов предложено рассматривать внешнее воздействие от горизонтальных неоднородностей в виде периодического возмущения с некоторым периодом  $T > 0$ , зависящим от линейного размера неоднородности. Если наблюдаемую функцию разложить в ряд Фурье, то первый член этого ряда будет характеризовать фон, обусловленный изменением электрических свойств разреза с глубиной, т.е. являться нормой, а высшие гармоники — отражать влияние от горизонтальных неоднородностей за период  $T$ , оцененное относительно нормы. Возможность разделения суммарного поля на указанные

Рис.5. Карта распределения горизонтальных градиентов суммарной продольной проводимости ( $\Delta S$ ) по Сурхандарьинской мегасинклинали.

Выход на дневную поверхность пород: 1 — морского палеогена, 2 — мезозоя, 3 — палеозоя, 4 — линии равных значений  $\Delta S$ , 5 — оси максимальных значений  $\Delta S$ , 6 — оси локальных антиклинальных поднятий.

составляющие предопределяет повышение разрешающей способности электроразведки.

Специфика метода заключается в том, что анализу подвергаются не отдельные изолированные кривые зондирования, а совокупность результатов наблюдений на определенном участке профиля или площади. Аналитические операции над результатами полевых наблюдений обеспечивают определенное сглаживание исходных данных, послонную дифференциацию разреза, усиление сигнала от горизонтальных неоднородностей и, в конечном итоге, частотную цифровую фильтрацию результатов электроразведочных наблюдений.

Рассматриваемый метод положен в основу составленных нами программы для ЭМ БЭСМ-4 и БЭСМ-6 (Кирина, 1975). При этом реализация способа осуществлена как в профильном, так и площадном вариантах. В последнем случае прототип периода  $T$  - радиус учитываемой зоны.

Обработка данных ВЗЗ по Сурхандарьинской мегасинклинали осуществлена с использованием указанных программ по ряду профилей (рис.6). При этом предполагалось выделить горизонтальные электрические неоднородности в разрезе, увязываемые с такими особенностями геологического строения, как пликтивные и дизъюнктивные дислокации, а по возможности и непосредственно залежи нефти и газа.

К настоящему времени накоплен большой геолого-геофизический материал, позволяющий оценить результаты работ в районе методом ВЗЗ. Сопоставление данных ВЗЗ с результатами последующего бурения по ряду площадей свидетельствует о том, что первичный вариант качественной картины поведения опорного электрического горизонта в первом приближении совпадает с современными представлениями; в количественном же отношении в ряде случаев имеется существенная разница, достигающая 2000 м и более.

Сравнение результатов расчета суммарной продольной проводимости надбухарской толщи по данным каротажа с данными по ВЗЗ свидетельствует о резком завышении последних. Оба выявленных несоответствия вызвали определенные сомнения в правильности стратиграфической привязки опорного электрического горизонта при интерпретации кривых ВЗЗ. Поэтому нами

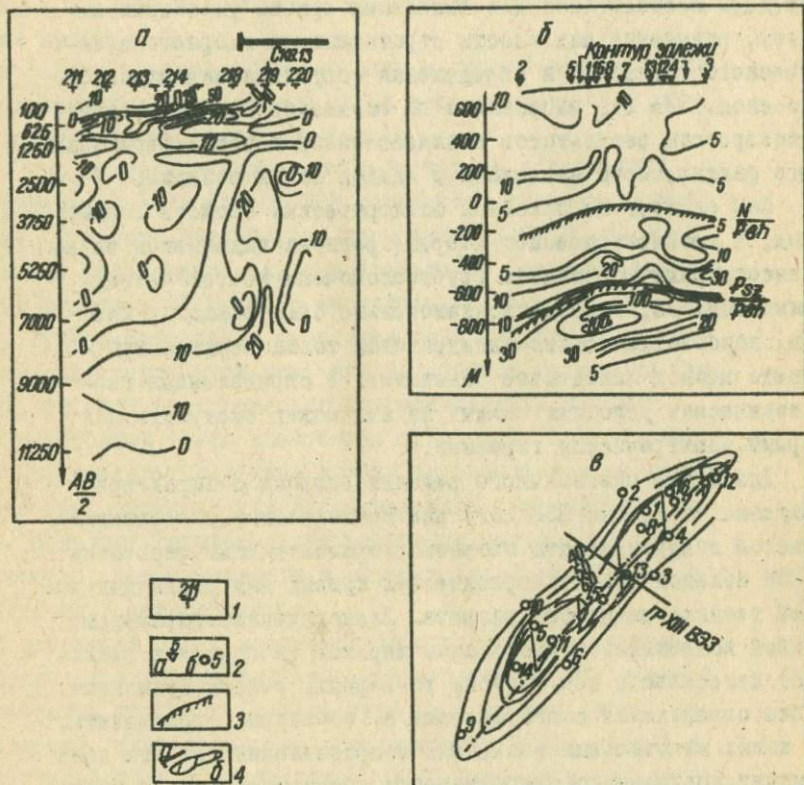


Рис. 6. Влияние залежей углеводородов на электрические поля (месторождение Коштар).  
 а - разрез нормированных проводимостей по профилю XIII-B33, б - разрез  $\rho_m$  по результатам обработки данных электрокаротажа, в - карта распределения среднеквадратичного сопротивления бухаро-ахджарских слоев палеогена; I - точки B33 и их номера, 2 - скважины глубокого бурения; а - на разрезе, б - на плане, 3 - границы литолого-стратиграфических комплексов, 4 - расположение нефтяной залежи: а - на разрезе, б - на плане.

проведены исследования для выявления причин указанных неувязок, повышения надежности стратификации опорного электрического горизонта и определения сопротивления надопорного слоя. Все это направлено на повышение геологической достоверности результатов количественной переинтерпретации всего фактического материала с единых новых позиций.

Как следует из описания электрических свойств горных пород, в геоэлектрическом разрезе региона выделяется четыре высокоомных горизонта: грубообломочные неоген-четвертичные молассы, карбонатно-хемогенные бухаро-акджарские слои, карбонатно-соляно-ангидритовая толща верхней и нижней мелы и складчатое основание. В определенных геотектонических условиях каждый из них может выступать как опорный электрический горизонт.

Для более однозначного решения вопроса о характере отражения на кривых ВЗЗ того или иного слоя и о стратиграфической приуроченности опорного горизонта нами рассчитан на ЭВМ большой объем теоретических кривых для различных моделей геоэлектрического разреза. Электрические параметры моделей колебались в достаточно широком (в пределах реального) интервале с тем, чтобы, во-первых, учесть возможные ошибки определения сопротивлений и, во-вторых, проследить, при каких минимальных значениях сопротивления тот или иной горизонт повышенного сопротивления может выступать в разрезе как опорный электрический.

Анализ теоретических кривых, полученных для различных участков Сурхандарьинской мегасинклинали, позволяет выделить три типа геоэлектрического разреза, аналогичных установленным при рассмотрении всего многообразия практических кривых ВЗЗ. Как наиболее характерные представители каждого из типов разреза выбраны теоретические кривые по структурам Миршади (разрез, аналогичный описанному выше типа KQH), Ляльмикар (разрез типа HA) и Коштар (разрез типа QH) (рис.3) и сопоставлены с практическими кривыми, полученными на этих участках. Во всех случаях отмечается хорошее совпадение теоретических и практических кривых по форме (не считая верхней осредненной части теоретических кривых). Кроме того, параметры геоэлектрического разреза, полученные при интерпретации практических ВЗЗ, вполне соответствуют аналогичным

параметрам по данным каротажа, по которым строились теоретические кривые.

На основе анализа теоретических и практических кривых ВЭЗ, полученных для различных типов геоэлектрического разреза, можно сделать следующие выводы.

1. Неоген-четвертичные грубообломочные образования четко фиксируются на кривых ВЭЗ горизонтом высокого сопротивления. В случае неглубокого залегания (200-300 м) под низкоомными отложениями они при достаточно большой мощности, но малых разносах  $AB/2$  могут выступать как опорный горизонт.

2. Бухаро-акджарские слои палеогена являются опорным электрическим горизонтом лишь при неглубоком залегании (до 1500 м), высоком электрическом сопротивлении и наличии сверху монотонной толщи низкоомных отложений. При больших же глубинах залегания данные породы не отражаются на кривых ВЭЗ, они лишь повышают общее сопротивление надопорного комплекса. Недочет повышения сопротивления надопорной толщи, как известно, может привести к резкому занижению глубины при количественной интерпретации.

В различных типах геоэлектрического разреза бухаро-акджарские слои выделяются либо самостоятельно как опорный электрический горизонт (разрез типа QH, участки Актау, Хаудаг, Коштар), либо совместно с отложениями мела, иногда с породами алайского и сузакского ярусов палеогена они выступают как надопорный слой повышенного сопротивления, отмечающийся по кривой типа А (разрез HA, участки Досманага, Ляльмикар, Кокайты).

В разрезе типа KQH (участок Миршади) при наличии в верхней части разреза толщи аллювиально-пролювиальных образований высокого сопротивления бухаро-акджарские слои не отражаются на кривой ВЭЗ, они входят в надопорный слой, отбивающийся по минимуму кривой H и объединяющий отложения от нижнего мела до миоцена включительно. Таким образом, на большей части площади глубина залегания бухаро-акджарских слоев не может быть определена при интерпретации кривых ВЭЗ. Изменение конфигурации кривых ВЭЗ в зависимости от глубины залегания бухаро-акджарских слоев показано на рис. 3.

Наряду с параметрами мощности и глубины залегания

бухаро-акджарских слоев, как и любого другого слоя повышенного сопротивления, на форму кривой ВЗЗ влияют как собственная величина их электрического сопротивления, так и соотношение сопротивлений опорной и надопорной толщ.

3. На большей части теоретических кривых ВЗЗ четким опорным горизонтом выделяется карбонатно-соляно-ангидритовая толща верхнеюрского нижнемелового возраста. Терригенная бра при этом не выделяется, так как она вместе с никелевыми образованиями входит в тот же опорный горизонт. В отдельных случаях только при относительно неглубоком залегании последняя лишь несколько осложняет асимптотическую ветвь кривой.

Все указанные условия и предпосылки для выделения бухаро-акджарских слоев на кривых ВЗЗ в качестве опорного электрического горизонта в равной мере относятся к высокоомным отложениям верхней бры - нижнего мела. Однако значительно большая мощность, высокое электрическое сопротивление и наличие сверху мощной низкоомной толщи, охватывающей осадки от нижнего мела до миоцена включительно (бухаро-акджарские слои лишь незначительно повышают ее общее эквивалентное сопротивление), позволяют выделять на кривых ВЗЗ отложения верхней бры - нижнего мела как достаточно надежный опорный электрический горизонт на большей части площади региона.

Повышение сопротивления бухаро-акджарских слоев, искусственно выполненное по ряду моделей, отрицательно сказывается на выделении в качестве опоры толщи верхнеюрских отложений. При этом отмечается тот же эффект от общего повышения сопротивления надопорной толщи, что для бухаро-акджарских слоев на участке Миршади, где в верхах разреза присутствуют высокоомные галечники и конгломераты: высокоомный верхнеюрский горизонт перестает быть опорой, входит в состав суммарной надопорной толщи, а асимптотическая ветвь кривой ВЗЗ фиксирует, по-видимому, породы складчатого основания. При этом фиксируется резкое увеличение глубины залегания опорного горизонта и сопротивления надопорного слоя. Однако это происходит лишь при увеличении электрического сопротивления бухаро-акджарских слоев более

чем в 5-10 раз по сравнению с параметрами, определенными по данным каротажа.

Столь значительно не разнятся между собой даже величины продольного ( $\rho_l$ ) и поперечного ( $\rho_t$ ) электрического сопротивления бухаро-акджарских слоев ни по одной из скважин Сурхандарьинской мегасинклинали. А так как для расчета теоретических кривых были приняты значения среднеквадратичного сопротивления  $\rho_m = \sqrt{\rho_l \rho_t}$ , то явление "неадекватности" верхнеюрских - нижнемеловых отложений как опорного горизонта тем более не может иметь места даже на крыльях складок, где более значительно сказывается влияние поперечного электрического сопротивления. Кроме того, для расчета теоретических кривых приняты заведомо заниженные сопротивления соляно-ангидритовой толщи порядка 200-1000 ом, тогда как, по литературным данным, истинное сопротивление каменной соли и ангидритов достигает  $10^4$ - $10^6$  ом.

Анализ теоретических и параметрических кривых позволил уточнить величину сопротивления надопорного слоя, используемому при количественной интерпретации кривых ВЭЗ. В соответствии с указанными выше различными типами геоэлектрического разреза и, следовательно, в связи с различным возрастным и литологическим составом надопорной толщи сопротивление ее также претерпевает некоторые изменения. Существенную помощь в этом вопросе оказали карты среднеквадратичного электрического сопротивления (рис.1).

На основании анализа данных бурения и каротажа, теоретических и параметрических кривых ВЭЗ установлено, что сопротивление надопорного слоя, равное 4-5 ом, принятое предыдущими исследователями для всей площади Сурхандарьинской мегасинклинали, соответствует истине лишь в области развития разреза типа QH, где опорным горизонтом служат бухаро-акджарские слои палеогена. В южной части площади оно в некоторых случаях понижается даже до 2-3 ом. На остальной территории, где опорный электрический горизонт - соляно-ангидритовая толща верхней вры, а бухаро-акджарские слои входят в состав надопорной толщи, сопротивление ее возрастает до 8-10 ом на севере и до 6-8 ом на юге.

Сделанные на основании анализа теоретических кривых выводы и построения достаточно хорошо и надежно объясняют и

дают возможность ликвидировать невязки между данными бурения и результатами интерпретации кривых ВЗЗ, позволяют охарактеризовать поведение глубоких горизонтов, слабо изученных в настоящее время другими геофизическими методами и бурением.

Количественная переинтерпретация материалов метода ВЗЗ выполнена по общепринятой стандартной методике с использованием альбомов палеток теоретических кривых. Контроль результатов осуществлялся сравнением практических кривых с модельными, построенными для найденных параметров. Кроме того, учитывалась сходимость результатов по суммарной продольной проводимости.

Для отдельных кривых выполнено решение обратной задачи ВЗЗ с помощью ЭВМ. Отличительная особенность использованной программы, составленной В.И.Зиненбергом (1973), - применение при минимизации функций многих переменных способа регуляризации, по А.Н.Тихонову. Сравнение результатов машинной и ручной интерпретации данных ВЗЗ показало достаточно хорошую их сходимость. Вместе с тем, всесторонний анализ способов решения обратной задачи ВЗЗ свидетельствует о том, что переход к массовой интерпретации кривых на ЭВМ в условиях сложного геоэлектрического разреза региона пока еще нецелесообразен из-за неустойчивости решения для многослойных разрезов и больших затрат машинного времени.

Метод ТТ. Магнитотеллурическое поле изучается в пределах Сурхандарьинской мегасинклинали с 1970 г. За этот период съемкой ТТ покрыта площадь  $2000 \text{ км}^2$  по сети  $I \times 2 - 3 \text{ км}$ .

В результате анализа поля получены важные сведения о его особенностях, позволившие правильно выбрать результирующие параметры, обоснованно подойти к вопросам интерпретации. Характер поляризации теллурического поля оценивается по годографам базисных и полевых теллурограмм, среднестатистическим эллипсам и коэффициентам поляризации, рассчитанным по известным формулам (Бердичевский, 1960).

В результате обработки и интерпретации материалов выяснено, что поле поляризовано эллиптически с коэффициентом поляризации 0,25, что соответствует квазилинейной поляризации.

Теллурические и магнитные годографы построены для всех точек, где выполнены магнито-теллурические зондирования. Характерная особенность теллурических годографов — их вытянутость в направлении ДЗ-СВ для периодов  $T=20-40$  и  $T=300-400$ . Магнитные годографы в основном располагаются перпендикулярно, но иногда они имеют то же направление, что и электрические. Причины, обусловившие подобные ситуации, пока не ясны.

В зависимости от характера первичного магнитотеллурического поля и геоэлектрического разреза применяются различные способы обработки теллурограмм. Для выбора эффективной методики обработки опробованы способы эллипсов, треугольников, отношения амплитуд и др. В результате выяснено, что для Сурхандарьинских материалов наиболее эффективны способы отношения амплитуд (параметр  $\mu$ ), наименьших квадратов (параметр  $K$ ) и отношения составляющих  $M_{xx}$  и  $M_{yy}$ .

Способ отношения амплитуд применяется в районах с устойчивой квазилинейной поляризацией поля ТТ. Параметр  $\mu$  — результирующая величина данного способа обработки. По М.Н. Бердичевскому (1960), параметр

$$\mu = \frac{E_y}{E_x} = \sqrt{\frac{E_{uy}^2 + E_{\sigma y}^2}{E_{xp}^2 + E_{\sigma p}^2}},$$

а в случае отсутствия фазовых сдвигов на полевой и базисной точках

$$\mu = \sqrt{\frac{E_{uy_0}^2 + E_{\sigma y_0}^2}{E_{xp_0}^2 + E_{\sigma p_0}^2}} = \sqrt{\frac{(a+b \frac{E_{y_0 p_0}}{E_{x_0 p_0}})^2 + (c+d \frac{E_{y_0 p_0}}{E_{x_0 p_0}})^2}{1 + \frac{E_{y_0 p_0}}{E_{x_0 p_0}}}},$$

где  $E_{uy_0}$ ,  $E_{\sigma y_0}$ ,  $E_{xp_0}$ ,  $E_{\sigma p_0}$  — амплитуды составляющих поля по осям  $xu$  и  $uv$ .

Как видно, параметр  $\mu$  зависит не только от коэффициентов  $a, b, c, d$  обусловленных распределением электрических свойств среды и направлением осей координатных систем  $xu, uv$ , но и от направления первичного поля.

Таким образом, желательнее вести обработку теллурограмм данным способом в районах с незначительными изменениями направления азимута оси поляризации первичного поля и при

отсутствии фазовых сдвигов между каналами  $E_x, E_y, E_u, E_v$ . Материал, полученный по западному погружению Бабатага, показывает, что значительная часть его отвечает данным требованиям. Примерно в такой же ситуации для обработки теллуриграмм может быть использован способ наименьших квадратов.

Согласно теоретическим основам метода теллурических токов между компонентами электрического поля, измеренными в различных точках земной поверхности, можно получить следующую зависимость:

$$E_{ug} = aE_{xp} + bE_{yp}; \quad E_{vg} = cE_{xp} + dE_{yp},$$

где  $E_{ug}, E_{vg}$  и  $E_{xp}, E_{yp}$  — компоненты электрического поля в точках  $g$  и  $p$ , заданные в ортогональной системе координат. Якобиан этого линейно-однородного соответствия  $J = ad - bc$  не зависит от направления осей координат систем  $(x, y)$ ,  $(u, v)$  и является функцией от электрических свойств среды.

Для нахождения коэффициентов  $a, b, c, d$  используется метод наименьших квадратов. Для облегчения и ускорения расчетов данный способ реализован И.М.Паничем в виде программы для ЭВМ БЭСМ-6. Интересен анализ результатов обработки данным способом различных комбинаций пугов, снимаемых с осциллограмм для одной точки. Оказалось, что средняя напряженность теллурического поля  $K$ , полученная по всем пугам, и среднее значение данного параметра, полученное обработкой каждого пуга, почти по всем точкам отличается не более чем на 5-10%.

В процессе работы вычислялся параметр

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \operatorname{arctg} \frac{x_i}{y_i} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \operatorname{arctg} \frac{x_i}{y_i}}{n-1}},$$

характеризующий поляризацию поля.

Д.С.Копелев (1963) считал, что при методе наименьших квадратов можно получить хорошие результаты при условии, что  $S$  превышает 5-7°. Действительно, как показал анализ, поляризация поля влияет на точность получаемых данных, однако значительно большее влияние оказывает качество осциллограмм и точность обработки. Основная масса результа-

тов получена при  $S \geq 10^0$ , т.е. при таких условиях, в которых линейная поляризация не отмечена.

Достоинство этих методов — быстрота получаемой информации при незначительной затрате времени на обработку полевого материала. Однако в районах, где в геоэлектрическом разрезе имеются промежуточные экраны, характеризующиеся линейной тектоникой, информация, получаемая при этих способах обработки, может быть недостаточна для эффективной геологической интерпретации имеющегося электроразведочного материала.

В районах с ярко выраженной линейной тектоникой при наличии экранов составляющие теллурического поля, направленные вдоль и вкrest основных тектонических элементов, ведут себя по-разному. В таких геологических ситуациях необходимо применять методы обработки, позволяющие выделить направления теллурического поля, соответствующие основному направлению простирания геологических структур. Такие возможности имеет метод отношения составляющих поля, основанный на линейном соответствии между составляющими теллурического поля в полевой и базисной точках (Бердичевский, 1960). Определение коэффициентов  $a, b, c, d$  можно получить на основе гиперболической зависимости между соотношениями  $\left| \frac{E_{yq}}{E_{xp}} \right|$  и  $\left| \frac{E_{yp}}{E_{xp}} \right|$ , а также между  $\left| \frac{E_{yq}}{E_{yq}} \right|$  и  $\left| \frac{E_{xp}}{E_{yp}} \right|$

$$\frac{E_{yq}}{E_{yp}} = \sqrt{|a|^2 + |b|^2 \left| \frac{E_{xp}}{E_{yp}} \right|^2 + 2ab \cos(\varphi_a + \varphi_b - \varphi_c) \frac{E_{yp}}{E_{xp}}}$$

$$\frac{E_{yq}}{E_{yp}} = \sqrt{|a|^2 + |c|^2 \left| \frac{E_{xp}}{E_{yp}} \right|^2 + 2dc \cos(\varphi_d + \varphi_e - \varphi_c) \frac{E_{xp}}{E_{yp}}}$$

Построение массива точек с координатами  $\left| \frac{E_{yq}}{E_{xp}} \right|$ ;  $\left| \frac{E_{yp}}{E_{xp}} \right|$  позволяет найти значения модулей коэффициентов  $|a|$  и  $|b|$ . В случае, если по этому массиву трудно определить значения коэффициентов, строят дополнительный массив с координатами  $\left| \frac{E_{yq}}{E_{yp}} \right|$ ;  $\left| \frac{E_{xp}}{E_{yp}} \right|$ . Соответствующим образом определяют значения  $|c|$  и  $|d|$ .

В результате обработки материалов ТТ получены теллу-ропараметры  $\mu$ ,  $\mu_{xx}$ ,  $\mu_{yy}$  для западного погружения Баба-тагского поднятия, по которым построены соответствующие карты (рис. 7). На этих картах, отражающих в основном каче-ственную картину тектонической обстановки изучаемого района, выделяется серия аномалий. При их геологической интерпрета-ции особое внимание уделялось выяснению вопроса о существо-вании в пределах исследуемой площади опорного горизонта для метода теллурических токов, определению характера связи между значениями теллурупараметров и суммарной продольной про-водимостью, мощностью надопорной толщи, величиной силы тяже-сти и др., выяснению влияния геологических неоднородностей ей разреза на величину напряженности поля ТТ.

К интерпретации материалов теллурической съемки привле-кались дополнительно материалы ВЭЗ, МТЗ, сейсмо-, грави-, магниторазведки и бурения.

В общем случае опорным горизонтом для теллурических токов могут быть породы как высокого, так и низкого сопро-тивления. Для выяснения этого вопроса на территории иссле-дований выполнена серия МТЗ. Сопоставляя периоды вариаций, полученных при работе методом ТТ, с материалами МТЗ, пришли к выводу, что теллурической съемкой на разных участках пло-щади фиксируются различные фиктивные опорные горизонты. Об этом же свидетельствуют установленные корреляционные зави-симости. Под фиктивным опорным горизонтом здесь и далее понимается экранная толща, максимально влияющая на величину теллурупараметров.

Преобладающие периоды колебаний, зафиксированные тел-лурической съемкой, — от 10 до 40 с. В зависимости от гео-логического строения участка поле ТТ имеет различные "про-никающие" свойства (Бердичевский, 1960, 1968), которые зави-сят от типа поляризации Е или Н и от длины волны  $\lambda$ .

Вариации с периодом 10–20 с с длиной волны  $\lambda = 25–40$  км лежат на восходящих ветвях кривых  $\beta_r$ . Эти вариации, как правило, характеризуют надэкранную и экранную толщи. Вари-ации с периодом  $T > 30$  с приурочиваются либо к перегибу, либо к нисходящей ветви, т.е. характеризуют суммарную часть разреза — надэкранную и отчасти подэкранную.

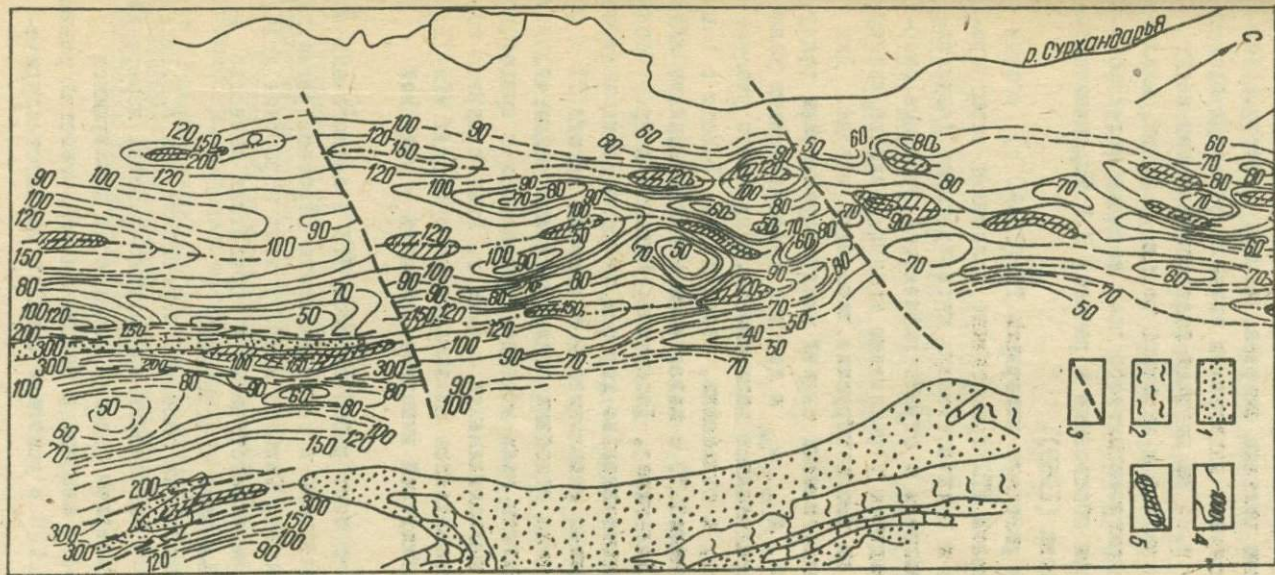


Рис. 7. Карта относительной напряженности теллурического поля ( $\mu_{xx}$ ) западного склона Бадкхатского поднятия Сурхандарьинской мегасинклинали (по материалам объединения "Узбекгеофизика").  
 Выходы на дневную поверхность пород: 1 - палеогена, 2 - мела, 3 - разрывные нарушения, 4 - линии равных значений параметра  $\mu_{xx}$ , 5 - аномалии теллурического поля.

Вариации с различным типом поляризации несут различную информацию о разрезе. Поляризация типа Е более тесно связана с глубокими частями разреза, чем Н. Электромагнитные поля типа Н сильнее подвержены влиянию экранных пластов ( $\rho_{\text{всн}}, J_3$ ), т.е. на площади исследований они несут информацию о подэкранных и экранной частях разреза. Аналогичные свойства электромагнитного поля изучены моделированием и теоретически обоснованы в работах М.Н.Бердичевского (1968) и Г.Г.Обухова (1969).

Расположение рабочего интервала ТТ (10-40 с) вблизи точки перегиба кривой МТЗ существенно усложняет стратиграфическую привязку и количественную интерпретацию результатов ТТ. Решение вопроса о стратиграфической привязке опорного горизонта сводится к выяснению влияния каждого высокоомного горизонта на результирующие параметры метода. Для установления количественных связей между параметрами теллурического поля  $\mu, \mu_{xx}, \mu_{yy}$  и другими геофизическими данными строились определенные зависимости. Для всего участка единая зависимость, к сожалению, отсутствует. Вместе с тем сопоставление аномалий ТТ с известными антиклинальными поднятиями (Контар, Яльшикар, Досманата, Кокаиты и др.) свидетельствует об исключительно хорошем их совпадении в плане, что позволяет надежно использовать материалы метода ТТ (рис.7) для выявления подобных антиклинальных поднятий.

**Метод МТЗ.** Работы этим методом выполняются в пределах Сурхандарьинской мегасинклинали с 1971 г. Лишь в первые годы исследования проводились на аналоговых станциях МТЛ-71; основной объем наблюдений выполнен станцией с цифровой записью ЦЭС-1.

Как показывает опыт работ методом МТЗ в аналогичных по сложности геологического и тектонического строения регионах (Таджикская депрессия, Сахалин и др.), этап обработки исходных данных наиболее ответственный и определяет качество и достоверность дальнейших построений.

Обработка аналоговых записей, осуществленная В.В.Белявским, заключается в выполнении амплитудно-фазовых измерений и получении в дальнейшем моделей импедансов и кажущихся сопротивлений. После анализа и выяснения возможностей разных методов обработки МТЗ в условиях сложных магнитотеллуриче-

ского поля и геологического строения региона принят обрабатывающий комплекс, базирующийся на двух алгоритмах: методе наименьших квадратов и модифицированном способе кажущихся импедансов.

На поверхности горизонтально-неоднородной среды (Бердичевский, 1968) комплексные составляющие электрического  $[\vec{E}(t)]$  и магнитного  $[\vec{H}(t)]$  полей по осям X и Y связаны соотношением

$$E_x = Z_{xx}H_x + Z_{xy}H_y,$$

$$E_y = Z_{yx}H_x + Z_{yy}H_y,$$

где  $Z_{xy}$ ,  $Z_{yx}$  - основные, а  $Z_{xx}$ ,  $Z_{yy}$  - дополнительные импедансы (Бердичевский, 1968).

При использовании многих групп импульсов получаем избыточную систему линейных уравнений

$$E_x^{(m)} = Z_{xx}H_x^{(m)} + Z_{xy}H_y^{(m)}$$

$$E_y^{(m)} = Z_{yx}H_x^{(m)} + Z_{yy}H_y^{(m)}, \quad m=1, n \quad (n>2).$$

Наиболее полное решение этой системы относительно неизвестных импедансов методом наименьших квадратов предложено Д.С. Копелевым (1963). Данный алгоритм реализован В.И. Зиненбергом и В.В. Белявским для ЭВМ БЭСМ-6 в виде программы RIMPFD. Наряду с нахождением неизвестных программа осуществляет отбраковку вариаций, не удовлетворяющих условию

$$|\bar{\epsilon}_m - \bar{\epsilon}| < 2\sigma_\epsilon,$$

$$|\bar{\eta}_m - \bar{\eta}| < 2\sigma_\eta,$$

где  $\bar{\epsilon}$  и  $\bar{\eta}$  - среднеарифметические ошибки комплексных составляющих по осям X и Y,  $\sigma_\epsilon$  и  $\sigma_\eta$  - соответствующие среднеквадратичные отклонения,  $m$  - номер вариации.

В условиях горизонтально-неоднородных сред и квазилинейной поляризации магнитотеллурического поля рекомендуется (Бердичевский, 1968; и др.) использовать более сложные соотношения составляющих электрического и магнитного полей, в частности кажущиеся импедансы

$$Z_{xy}^k = Z_{xy} + Z_{xx}h_{xy}$$

$Z_{yx}^k = Z_{yx} + Z_{yy} h_{xy}$ , где  $h_{xy} = \frac{H_x}{H_y}$ ;  $h_{yx} = \frac{H_y}{H_x}$  - векторы поляризации магнитного поля.

Способ кажущихся импедансов основан на приближительных равенствах  $Z_{xy} \approx Z_{xy}^k$  и  $Z_{yx} \approx Z_{yx}^k$ . Как показано М.Н. Бердичевским (1968), кажущиеся импедансы отличаются от истинных не более чем на 10% по модулю и на 6% по аргументу только при выполнении условий

$$\left| \frac{Z_{xx}}{Z_{xy}} h_{xy} \right| \leq 0,1 \quad \text{и} \quad \left| \frac{Z_{yy}}{Z_{yx}} h_{yx} \right| \leq 0,1,$$

вытекающих из преобразования предыдущих уравнений

$$\frac{Z_{xy}^k}{Z_{xy}} = 1 + \frac{Z_{xx}}{Z_{xy}} h_{xy}, \quad \frac{Z_{yx}^k}{Z_{yx}} = 1 + \frac{Z_{yy}}{Z_{yx}} h_{yx}$$

Необходимость выполнения указанных условий существенно ограничивает практическое применение метода. Его возможности существенно возросли в связи с модификацией способа Г.А.Чернявским, заключающейся в предварительном построении набора теоретических зависимостей

$$\left| \frac{Z_{xy}^k}{Z_{xy}} \right| = f(h_{xy}); \quad \left| \frac{Z_{yx}^k}{Z_{yx}} \right| = f(h_{yx}) \quad \text{для разных } \Delta \varphi,$$

$$\gamma_{xx} = \left| \frac{Z_{xx}}{Z_{xy}} \right| \quad \text{и} \quad \gamma_{yy} = \left| \frac{Z_{yy}}{Z_{yx}} \right|$$

и в последующем нахождении величин  $\gamma_{xx}$  и  $\gamma_{yy}$  путем сопоставления практических зависимостей с палеочным материалом.

Тем не менее в модифицированном способе оставались ограничения, связанные со значительным разбросом значений  $\left| \frac{Z_{xx}}{Z_{xy}} \right|$ ,  $\left| \frac{Z_{yy}}{Z_{yx}} \right|$  и  $\varphi_{xy}$ , затрудняющим в этом случае получение надежных результатов, и с требованием к малости величин  $h_{xy}$ ,  $h_{yx}$ , обеспечивающим примерно линейный характер используемых зависимостей и др. Эти моменты учтены в варианте, усовершенствованном в Ожно-Таджикской геофизической экспедиции.

Двумя указанными способами обработаны практически все материалы МТЗ, полученные станциями с аналоговой записью. В результате рассчитаны импедансные полярные диаграммы с выделением на них больших и малых осей, по направлению

которых строились продольные ( $\rho_T''$ ) и поперечные ( $\rho_T^+$ ) кривые кажущегося сопротивления. Анализ импедансных полярных диаграмм (типичные диаграммы представлены на рис.8) показал, что во многих случаях большие оси примерно соответствуют простиранию основных структурных единиц региона и интерпретация кривых  $\rho_T''$  для них достаточно надежна. Однако для ряда точек МТЗ импедансные диаграммы, рассчитанные для одного периода по разным массивам, существенно отличаются друг от друга. Вероятно, это вызвано тем, что в данных случаях поперечная составляющая электрического поля  $E^+$  имеет относительно малые значения, приводящие к плохой обусловленности системы уравнений, из которой находятся основные и дополнительные импедансы. Улучшения решения можно достичь путем построения импедансных зависимостей по оптимальному направлению. В связи с этим В.И.Зиненбергом и В.В.Белявским составлена соответствующая программа для ЭВМ БЭСМ-6, осуществляющая пересчет компонент поля  $E_x, E_y, H_x, H_y$  по азимутам с шагом  $5^\circ$ . Программа содержит также блок фильтрации данных, аналогичный используемому в программе RIMPID. В результате применения этой программы удалось существенно повысить качество обработки кривых МТЗ пересчетом их на главные направления импедансных диаграмм.

Качественный анализ полярных диаграмм указывает на сложность получаемого материала. Если большие и малые оси основных импедансов для периода  $T = 100-150$  с в большинстве случаев соответствуют основному простиранию структур, то диаграммы дополнительных импедансов далеко не всегда соответствуют принципу двумерности среды, что значительно усложняет интерпретацию кривых  $\rho_T''$ .

При интерпретации данных МТЗ большую помощь оказывает математическое моделирование электромагнитных полей. К сожалению, пока еще нет надежных методов решения прямой задачи МТЗ для многослойных сложных сред. Поэтому приходится использовать некоторые идеализированные модели, в частности в виде плоско-параллельной среды. Решение для такого случая, данное М.Н.Бердичевским и Л.Л.Ваньяном, реализовано нами на ЭВМ БЭСМ-6. Для выяснения принципиальной разрешающей способности МТЗ при расчленении геоэлектрического разреза, геологической интерпретируемости и степени искажения практических кривых

$\rho_T$  для различных типичных геоэлектрических ситуаций Сурхандарьинской мегасинклинали (табл.7) рассчитано более 1000 теоретических кривых МТЗ, примеры которых представлены на рис.9. На основе их анализа и сопоставления с фактическими данными МТЗ можно сделать интересные выводы. Так, установлено, что на теоретических кривых  $\rho_T$  первая восходящая ветвь, отражающая действие высокоомных ( $\rho = 100-500$  омк) отложений  $\varphi_{всч}$  мощностью до 500 м или их совместное действие с соляно-ангидридовыми и карбонатными образова-

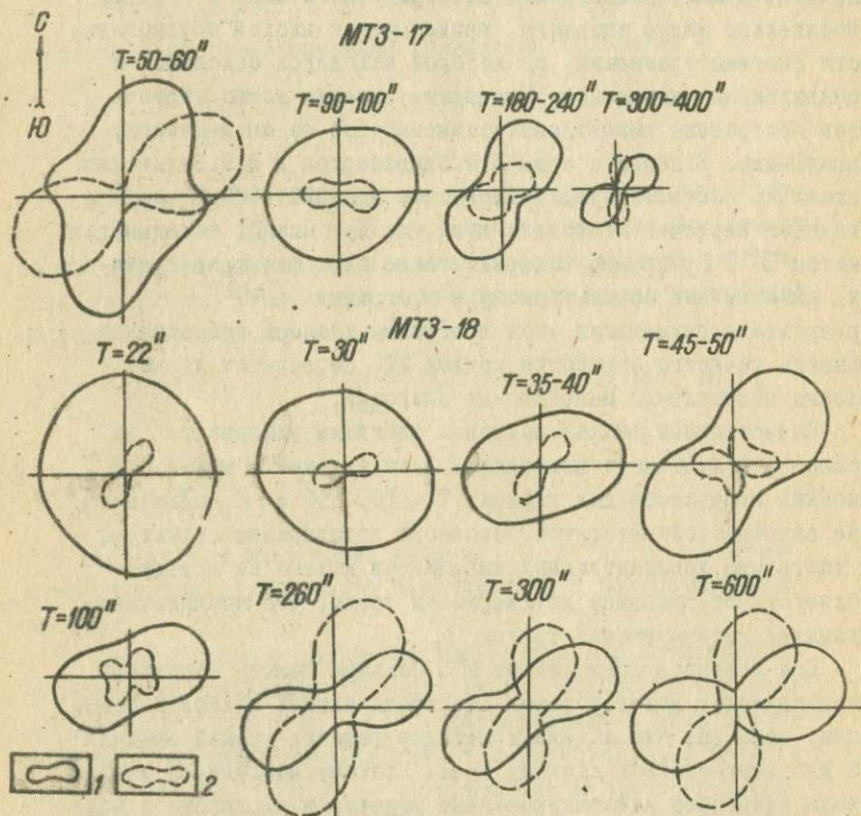


Рис.8. Типичные импедансные полярные диаграммы для Сурхандарьинской мегасинклинали. Диаграммы: 1 - импедансов основных, 2 - дополнительных.

ниями верхней юры (мощность свыше 1000 м, сопротивление 1000 ом), проявляется лишь при низком сопротивлении (около 1 ом) и неглубоком (до 1000-1500 м) залегании надбухарских отложений.

Т а б л и ц а 7

Параметры модельных геоэлектрических разрезов  
( $\rho$  ом м,  $h$ , км)

Номер! вари- анта	$\rho_1$	$h_1$	$\rho_2$	$h_2$	$\rho_3$	$h_3$	$\rho_4$	$h_4$	$\rho_5$	$h_5$	$\rho_6$	$h_6$	$\rho_7$
I	6,0	3,0	500	0,5	1,4	2,0	1000	1,0	5,0	4,0	$\infty$		
2	2,3	2,0	500	0,5	2,0	3,0	$\infty$						
3	10	2,0	1,0	2,0	500	0,5	2,0	1,0	3,0	3,0	$\infty$		
4	10	2,0	1,0	2,0	500	0,5	2,0	1,0	3,0	6,0	$\infty$		
5	4,0	3,0	500	0,5	2,0	2,0	1000	8,0	5,0	5,0	$\infty$		
6	25	1,0	4,0	2,0	500	0,5	2,0	1,0	1000	1,0	2,0	4,0	$\infty$
7	22	1,5	4,0	2,0	500	0,5	4,0	4,0	1000	0,5	4,0	6,0	$\infty$
8	6,0	1,3	9,0	4,2	1000	1,0	2,0	3,0					
9	20	1,5	3,0	1,0	500	0,5	4,0	2,0	1000	0,5	6,0	5,0	$\infty$
10	10	0,04	4,0	3,2	100	2,0	1000	1,0	3,0	6,0			
II	10	1,0	4,0	1,6	100	0,5	4,0	2,0	1000	1,0	3,0	6,0	$\infty$

Линия Н обычно проявляется слабо, наиболее сильно выражена для разрезов, где под высокоомными породами второго экрана залегает проводящий слой ( $\rho \approx 1-2$  ом) мощностью 2000-6000 м. В этом случае максимум на кривых МТЗ может быть обусловлен действием как первого, так и суммарным влиянием первого и второго высокоомных горизонтов.

При более высоких сопротивлениях подэкранной толщи действие второго высокоомного пласта проявляется в увеличении  $\rho_{min}$ , а исключение его из разреза кривую существенно не изменяет.

Поскольку приблизительные способы количественной интерпретации данных МТЗ основываются на взаимосвязи характерных параметров кривых с глубинами залегания изучаемых горизонтов, по результатам математического моделирования выполнено постро-

ение ряда указанных зависимостей и их анализ для различных типов геоэлектрического разреза. Знание закономернос-

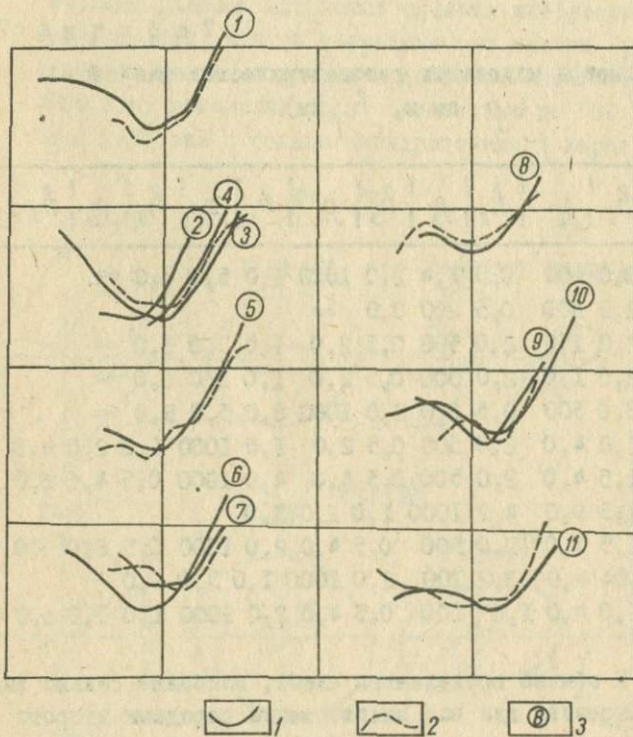


Рис. 9. Сопоставление теоретических (1) и практических (2) кривых МТЗ для типичных геоэлектрических разрезов Сурхандарьинской мегасинаклинали; варианты геоэлектрических разрезов (3). Параметры геоэлектрических разрезов приведены в табл. 7.

тей изменения параметра  $\rho = \frac{\rho_{min}}{\rho_p}$  по площади при известных параметрах верхней части геоэлектрического разреза позволило по кривым МТЗ более надежно оценить глубины до основных высокоомных толщ: юрских отложений, палеозойского фундамента и т.д.

Сопоставление теоретических и практических кривых МТЗ дало возможность выполнить районирование территории по степени отклонения реальной геоэлектрической среды от плоскопараллельной модели, оценить характер искажения кривых и т.д. Основным выводом сводится к необходимости обязательного предварительного анализа кривых МТЗ по степени их искажения и по возможности к их исправлению.

Сурхандарьинская мегасинклиналь характеризуется контрастной складчато-блоковой структурой осадочного чехла, присутствием в разрезе трех высокоомных экранов, структурной дисгармонией надсолевых и подсолевых отложений, близким выходом к поверхности в обрамлении депрессии высокоомных пород палеозоя и другими особенностями, в той или иной мере осложняющими изучаемые электромагнитные поля. При решении поставленной задачи они искажают эффект от искомым границ. Среди множества типов искажений изучены два эффекта: S и краевой, наиболее сильно сказывающиеся при оценке глубин залегания палеозойского фундамента и юрской толщи. Теоретические исследования в данном направлении выполнялись в разные годы М.Н.Бердичевским, В.А.Кузнецовым, Л.А.Лебедевой, В.И.Дмитриевым и др.

Искажения кривых  $\rho_T$ , вызванные действием эффекта S, заключаются в смещении нисходящих ветвей по оси ординат. Величина смещения определяется как  $\lg \rho_T^* - \lg \rho_N = 2 \lg K_n^+$ , где  $\rho_N$  - кривая, соответствующая горизонтально-слоистому разрезу, а параметр  $K_n^+$  характеризует некоторое различие суммарной продольной проводимости для горизонтально-слоистого и реального разрезов.

Для учета искажений продольных кривых  $\rho_T''$  можно использовать знания о точном положении нисходящей ветви кривых  $\rho_T$ , обусловленной действием проводящих подэкранных отложений. В изучаемом районе это либо породы верхнего мела, если искажения вызваны высокоомными бухарскими извест-

няками, либо низкоомной вры, если отмечается влияние высокоомных толщ верхнеюрского соляно-карбонатного комплекса. В этом случае можно определить величину  $K$  и с ее помощью увязать параметры  $S \cdot \rho_{min}$  и  $\rho_{min} / \rho_T$  для реального и нормального (плоско-параллельного) разрезов.

Кроме этого, изучались зависимости  $T_{min} = f(S)$  и  $T_{max} = f(H^T)$ , где  $H^T$  определялось по асимптоте интервала  $H$  кривых  $\rho_T$  как  $H^T \approx \frac{z_0 n T}{2k}$ . Величина  $T_{min}$  теоретических кривых довольно четко контролирует глубину залегания опорного горизонта и суммарную продольную проводимость в пределах каждого из пластов геоэлектрического разреза. Изучение параметра  $T_{min}$  по профилям показало, что коррелируемость его с величинами  $S^{np}$  и  $S^{np} \cdot \rho_{min}$  может быть признаком отсутствия искажений. Величина  $T_{max}$  совместно с  $\rho_{min}$  контролирует глубину залегания низкоомного слоя. Эти параметры используются совместно для выделения искаженных кривых МТЗ.

Для более обоснованного и детального выявления и учета искажений выполнен анализ указанных зависимостей по теоретическим кривым  $\rho_T$  для моделей неоднородных сред: грабена с экраном и периодической прослойкой (Обухов и др., 1975) и среды с тонкой высокоомной прослойкой (Кузнецов, Лебедева, 1975). В результате выявлены оптимальные соотношения параметров геоэлектрического разреза, при которых анализируемые величины близки к таковым для нормальной плоско-параллельной среды. Установлено, что наиболее сильно подвержены искажениям кривые МТЗ, полученные в глубокопогруженных частях региона.

Проведенный анализ и введенные поправки, безусловно, неполны. На наш взгляд, эти поправки могут служить первым приближением к тем необходимым корректировкам, в которых нередко нуждаются кривые МТЗ, полученные в условиях сложного геоэлектрического разреза и сложной геолого-тектонической обстановки. Для исправления искаженных кривых необходимо знание параметров верхней части разреза, выделяющейся на кривых  $\rho_T$ , с тем, чтобы, имея твердый репер по верхним опорным границам (бухарские отложения палеогена, соленосно-карбонатные верхней вры), можно было оценить возможные иска-

нения и сделать более достоверное заключение о глубине залегания фундамента. Кроме того, необходимо повысить детальность исследований методом МТЗ, так как достигнутая на сегодняшний день кондиция — одна точка на  $80 \text{ км}^2$  — не позволяет с достаточной детальностью проследить опорные горизонты и выяснить степень влияния структурного фактора.

Наряду с определением глубин залегания основных геоэлектрических горизонтов в мезозойско-кайнозойской толще данные МТЗ использованы при изучении глубинного строения земной коры региона. При регистрации периодов до 2000–3000 с на кривых зондирования проявляются исчезающие ветви, вызванные наличием проводящего слоя в земной коре. Глубина его залегания, определенная в интервале  $H$  по формуле

$$H = \frac{Z_i T_i}{2F}, \text{ изменяется от } 35 \text{ до } 45 \text{ км.}$$

Мощность данного слоя по нашим материалам оценить невозможно из-за ограниченности регистрируемого частотного интервала. Глубина залегания этого слоя близка к положению границы Мохоровичича, определенной методом "Земля".

Наряду с указанными выше методами интерпретации данных МТЗ нами опробован нашедший широкое применение в некоторых районах СССР способ интерпретации, основанный на пересчете кривых  $\rho_T = f(\sqrt{T})$  в кривые зависимости кажущейся суммарной продольной проводимости от кажущейся глубины (Анищенко, 1974). Как показал анализ результатов интерпретации георетических кривых МТЗ для различных типов геоэлектрического разреза региона, данный способ может представлять определенный интерес лишь в качественном плане для получения представления о характере геоэлектрического разреза на том или ином конкретном участке площади. Для отдельных разрезов полученная этим способом глубина залегания складчатого основания занижена по сравнению с истинной в 1,2–1,6 раза.

Обработка записей МТЗ, полученных станцией ЦЭС-1, проводилась в ВЦ Объединения "Узбекгеофизика". При этом использовались программы DITA-AUTO, составленные во ВНИИГеофизике. В состав обрабатывающей части цифрового электроразведочного комплекса входят вводное устройство ВУ-1 и быстродействующая электронно-вычислительная машина БЭСМ-4М.

В процесс обработки полевых цифровых записей входят

просмотр полевых лент в автономном режиме работы ЕУ-1, обработка записей, включающая ввод информации в ЭВМ, решение и определение значений импеданса, построение импедансных и фазовых кривых. Дальнейшая работа заключается в построении импедансных диаграмм и выборе направления, по которому строятся кривые  $\rho$ .

Применение цифровых станций, имеющих бесспорное преимущество в отношении повышения производительности труда, - новая ступень в процессах регистрации и обработки полевого материала, кроме того, способствует повышению надежности интерпретации и получению ценной и объективной геологической информации.

## Глава У. ТЕКТНИКА СУРХАНДАРЬИНСКОЙ МЕГАСИН- КЛИНАЛИ

### НЕОГЕН - ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ МОЛАССЫ

В пределах Сурхандарьинской впадины широко распространены континентальные отложения неоген-четвертичного возраста - продукты разрушения окружающих горных сооружений в процессе орогенного развития региона. К настоящему времени накопилась мощная толща этих образований, в отдельных местах достигающая 4000-5000 м. Детальное изучение ее верхней части, представленной грубообломочными аллювиально-пролювиальными отложениями р.Сурхандарьи и ее притоков, позволило выяснить важные особенности строения, состава и др. Впервые по геофизическим данным удалось сделать выводы, подтверждающие и развивающие взгляды Н.И.Гриднева (1955) о характере осадконакопления в различных частях Сурхандарьинской впадины в неоген-четвертичное время, т.е. в период формирования основных современных структурных и геоморфологических элементов района.

Сурхандарьинская впадина с начала альпийской складчатости, когда резко обозначились обрамляющие ее горные сооружения Гиссара и его юго-западные отроги, а также поднятие Бабатагского хребта, вплоть до настоящего времени является областью материкового сноса и осадконакопления. Верхние террасы р.Сурхандарьи сложены аллювиально-пролювиальными отложениями постоянных и временных водотоков, притоков Сурхандарьи, стекающих с окружающих горных поднятий.

По различному составу аллювиально-пролювиальных отложений выделяются два резко отличающихся друг от друга типа геоэлектрического разреза. Верхняя часть разреза восточного и юга северо-западного бортов впадины сложена низкоомными образованиями, на кривых ВЭЗ почти не отличающимися от осадков нижележащего надпорного слоя. Это вполне естественно, если иметь в виду, что хр.Бабатаг и Келиф-Шерабадская гряда, обрамляющие Сурхандарьинскую долину на востоке и юго-западе, сложены мезозойско-кайнозойскими толщами, продукты разрушения которых, отлагаясь на размытой поверхности разновозрастных пород палеогена и мела, не могли дать на этой части пло-

щадя существенной дифференциации по электрическим сопротивлениям.

Северная и северо-западная части впадины, а также нижние террасы и пойма р. Сурхандарья представлены относительно высокоомными отложениями, четко выделяющимися по максимуму на кривой ВЗЗ. Аллювиально-пролювиальные породы этой области имеют четко выраженную тенденцию постепенного уменьшения сопротивления с глубиной, а также по направлению от центра речных долин и конусов выноса к их периферии по мере перехода к более высоким террасам или выходу в межконусные пространства. Горные сооружения, с которых стекает Сурхандарья и ее правобережные притоки, сложены мезозойско-кайнозойскими и палеозойскими породами и, следовательно, возрастание сопротивления аллювиально-пролювиальных образований снизу вверх обусловлено постепенной заменой мезозойского обломочного материала по мере размытия относительно рыхлого мезозойско-кайнозойского чехла на палеозойские обломочные образования, конгломераты и гальку с более высоким электрическим сопротивлением. Это подтверждается данными бурения и электрокаротажа.

Уменьшение сопротивления аллювиально-пролювиальных толщ по обе стороны от осевых частей речных долин происходит из-за постепенного фациального замещения более грубообломочных отложений в центре долины мелкозернистыми по их периферии. Одновременно по мере перехода к более высоким террасам р. Сурхандарья увеличивается мощность пачки относительно молодых низкоомных отложений, перекрывающих толщу аллювиально-пролювиальных пород повышенного сопротивления.

На территории впадины выделяются области недифференцированного и дифференцированного геоэлектрического разреза надопорной толщи (рис. 10). Граница между ними не резкая, положение ее на карте дано условно. Она характеризует лишь зону исчезновения электрической и, по-видимому, литологической дифференциации между отдельными слоями разреза вплоть до опорного горизонта. Здесь по мере перехода в область развития высокоомных неоген-четвертичных отложений отмечается резкое ухудшение качества сейсмических записей.

В области недифференцированного геоэлектрического разреза осадков надопорной толщи удалось выделить участки сов-

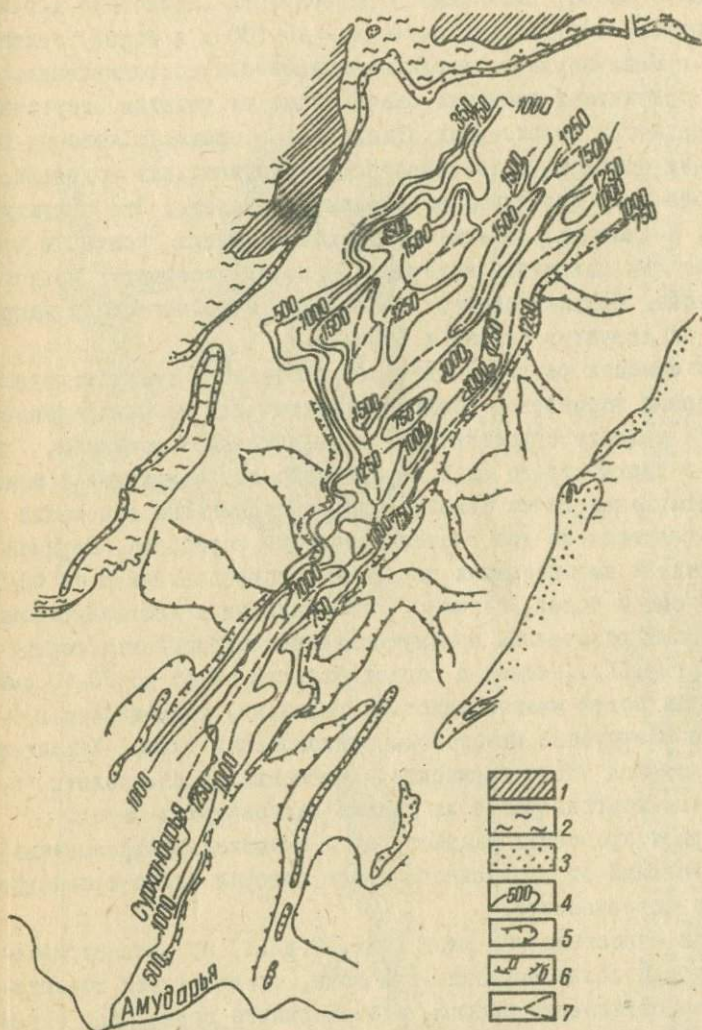


Рис. 10. Карта изомощностей неоген-четвертичных аллювиально-пролювиальных отложений Сурхандарьинской мегасинклинали (по материалам УзГТ). Выходы на дневную поверхность пород: 1 - палеозоя, 2 - мезозоя, 3 - палеогена, 4 - линии равных мощностей, м, 5 - участки развития верх. мало мощных дельвиально-пролюв. отложений повышенного электр. сопротив., 6 - граница, разделяющая области с электр. дифферен. (а) и недиффер. (б) разрезом надпошной толщи, 7 - линии максимальной мощностей аллювиально-пролювиальных отложений.

ременного сноса, сложенные с поверхности (несколько десятков метров, в отдельных случаях — до 100 м и более) делювиально-пролювиальными породами повышенного сопротивления.

Заслуживают внимания окаймляющие их участки отсутствия с поверхности высокоомных отложений, в пределах которых расположена большая часть известных антиклинальных поднятий, погребенных и отчетливо выраженных в рельефе. Это структуры Актау, Досманата, Ляльмикар, Хаудаг, Кошчека, Коштар и др. По аналогии известный интерес для нефтяников могут представлять зоны, протягивающиеся в северо-северо-восточном направлении от структур Коштар и Кошчека.

В области развития дифференцированного геоэлектрического разреза надпорной толщи при исключении из нее надпорного слоя низкого сопротивления и значительной мощности, а также поверхностного слоя переменного сопротивления и мощности оставшаяся пачка аллювиально-пролювиальных отложений подразделяется на два геоэлектрических горизонта. Верхний представлен высокоомными породами с сопротивлением от 40-50 до 200 ом и более, сложен галечниками и конгломератами — продуктами разрушения преимущественно палеозойских горных пород (рис. II). Нижний с сопротивлением от 15 до 30-40 ом образован более мелкозернистыми породами, являющимися продуктами разрушения мезозойско-кайнозойских толщ. Характерные отложения этого горизонта — песчаники и алевролиты с прослоями конгломератов из гальки палеозойских пород.

Ориентировочный возраст пачки аллювиально-пролювиальных отложений от верхнеэоценового (вторая свита красноцветов) до современного.

При сопоставлении карт (рис. I0 и II) на рассматриваемой площади можно выделить три зоны, отличающиеся характером взаимоотношений высоко- и низкоомного горизонтов в геоэлектрическом разрезе аллювиально-пролювиальной толщи.

Аллювиально-пролювиальные отложения представлены низкоомными (от 15 до 30-40 ом), по-видимому, мелкозернистыми разностями. Граница их развития по площади и на глубину недостаточно четкая.

Толща аллювиально-пролювиальных осадков делится на два горизонта: высокоомный с сопротивлением от 40-50 до 200 ом

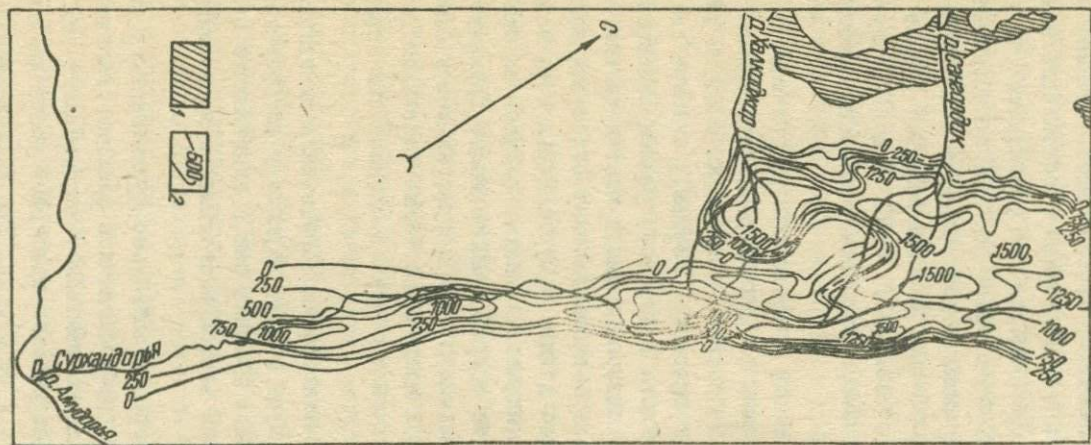


Рис. II. Карта изомощностей неоген-четвертичных конгломератов и галечников Сурхандарьинской мегасинклинали (по материалам УзГГ). 1 - выходы на поверхность палеозойских образований, 2 - линии равных мощностей конгломератов и галечников, м.

и более, представленный грубообломочными фракциями - сверху, и низкоомный 15-30-40 ом, сложенный мелкозернистыми осадками - снизу.

Аллювиально-пролювиальная толща вплоть до надопорного слоя низкого сопротивления образована исключительно высокоомными грубообломочными отложениями с сопротивлением от 40-50 до 200 ом и более. Иногда она распадается на два подгоризонта, причем верхний с более высоким сопротивлением. Однако сопротивление нижнего подгоризонта составляет, как правило, не менее 40-50 ом, что значительно больше сопротивления надопорного слоя (7-10 ом). В данном случае нижняя граница аллювиально-пролювиальных отложений отбивается достаточно надежно.

Породы первой зоны почти повсеместно приурочены к периферическим частям долины р. Сурхандарья, вытягиваясь длинными полосами вдоль ее бортов (в пределах области дифференцированного геоэлектрического разреза), а также слагают участки между конусами выноса водотоков, правых притоков Сурхандарья в северной и северо-западной частях долины. Высокоомный разрез аллювиально-пролювиальных отложений наблюдается в центральной части долины р. Сурхандарья в ее верхнем течении, а также в центральных частях конусов выноса правых ее притоков. Осадки второй зоны занимают промежуточное положение между площадями первой и третьей зон в северной части Сурхандарьинской впадины, а также заполняют центральную часть долины, начиная от южной оконечности Миршадинской структуры.

Такое распределение аллювиально-пролювиальных отложений по площади соответствует общему характеру распределения различных фракций аллювия в долинах рек и аллювиально-пролювиальных пород в конусах выноса постоянных и временных горных водотоков.

Распределение мощностей аллювиально-пролювиальных отложений и их высокоомной грубообломочной фракции (галечников и конгломератов) также закономерно: максимальные их мощности наблюдаются в центральной приосевой части долины р. Сурхандарья, уменьшаясь к ее бортам. Еще большие пачки этих пород залегают в центральных частях конусов выноса

р.Оби-Заранг, Туполанг, Халкаджар, где они представлены крупнообломочными высокоомными образованиями мощностью до 1,5 тыс. м и более. В этом районе даже центральные части конусов выноса отдельных саев сливаются между собой и с отложениями собственно Сурхандарьинской долины, образуя сплошное мощное поле галечников и конгломератов.

Сопоставление карты суммарной мощности аллювиально-пролювиальных пород с картой изомощностей галечников и конгломератов показывает их тождественность в вопросах общего характера развития и распределения аллювиально-пролювиальных осадков по площади и мощности. Карта распределения мощностей только высокоомных грубообломочных фракций может характеризовать распределение и направление стока грунтовых вод аллювиально-пролювиальных отложений, тогда как карта суммарной мощности последних отражает структурный план по поверхности первой свиты красноцветов (миоцен).

В северо-западной части площади, покрытой мощной толщей аллювиально-пролювиальных образований, в районах их максимальной мощности выделяется три линии древних речных долин, проходящих параллельно друг другу в юго-западном направлении. Одна из этих осей совмещается с современной долиной р.Сурхандарьи, но проходит несколько юго-восточнее, ближе к ее левому борту. Две другие долины (оси) проходят северо-западнее, в районе конуса р.Халкаджар поворачивают на юго-восток, сливаются друг с другом, а затем с основной долиной р.Сурхандарьи. В местах их соединения отмечаются узлы, характеризующиеся увеличением мощности аллювиально-пролювиальных отложений. Между этими долинами выделяются водоразделы, где мощность аллювиально-пролювиальной фракции уменьшается. Роль одного из таких водоразделов играет Миршади-Пахтаабадское поднятие. В северо-западном направлении от него, по-видимому, ответвляется поднятие, проходящее между конусами выноса р.Оби-Заранг и Туполанг.

Область второго водораздела субмеридионального простирания, ширина 3-7 км и длина 25-30 км, расположена между конусами выноса р.Халкаджар и Сангардак. Здесь на фоне общего незначительного уменьшения мощности

аллювиально-пролювиальных пород наблюдается аномально большое уменьшение мощности их грубообломочной высокоомной фракции вплоть до полного исчезновения галечников и конгломератов из разреза. Довольно спокойное поведение толщи аллювио-пролювия на этом участке, а также совмещение описываемой области с зоной прогиба по более глубоким горизонтам показывают, что явление это не обусловлено причинами структурного порядка. Отсутствие грубообломочной фракции связано, очевидно, с существованием здесь возвышенности в рельефе олигоцен-миоценового основания долины. Она способствовала накоплению в конусах выноса р.Сангардак, Туполанг и Халкаджар особенно мощных толщ, сложенных высокоомными грубообломочными породами, а также четкости формы самих конусов.

Воды правобережных саев северной части Сурхандарьинской впадины теряются в их же конусах выноса и имеют подземный сток в р.Сурхандарью, проходящий преимущественно в створе между запад-юго-западным окончанием Пахтаабадского и северо-восточным окончанием Миршадинского поднятий. Здесь наблюдается максимальный дебит подземных вод, а также повсеместное их присутствие в толще крупнообломочных высокоомных осадков.

Подземные воды конуса выноса сая Халкаджар представляют полузамкнутый бассейн, имеющий лишь ограниченную связь с бассейнами других саев. Вследствие этого вдоль западного и юго-западного края описанной зоны отсутствия конгломератов и галечников наблюдаются приближение грунтовых вод к поверхности и засоление почв.

Запасы грунтовых вод в аллювиальных отложениях южной части Сурхандарьинской впадины, по-видимому, ограничены вследствие значительного сокращения мощности крупнообломочных образований, вероятно их повышенная минерализация, что и подтверждается результатами гидрогеологических исследований (Балашов, 1960).

Обращает на себя внимание резкое выклинивание аллювиально-пролювиальных отложений (или скачкообразное уменьшение их электрического сопротивления), отмечаемое по резкой смене характера геоэлектрического разреза к юго-западу от конуса выноса сая Халкаджар (рис. II).

Отмечаемое здесь сгущение изопахит прослеживается в восток-юго-восточном направлении. Здесь в пойменной части долины р. Сурхандарьи отмечаются резкое уменьшение мощности аллювиальных отложений и равномерное их распределение по всей ее ширине. Аналогичная картина наблюдается на карте изомощностей галечников и конгломератов, но выражена она значительно менее четко. По данным комплексной интерпретации геолого-геофизических материалов нами установлены здесь крупные разрывные нарушения, протягивающиеся поперек Сурхандарьинской впадины и разграничивающие блоки с различными режимами осадкообразования по крайней мере в неоген-четвертичное время.

Вдоль тектонической зоны, очевидно, происходили горизонтальные подвижки, о существовании которых можно судить по наблюдаемому резкому изгибу изопахит, а также линии разграничения недифференцированного и дифференцированного геоэлектрического разреза надпорной толщи на юго-восточных и северо-западных террасах р. Сурхандарьи. Вблизи тектонической зоны отмечается резкий изгиб и разворот на запад р. Сурхандарьи, а также кулисообразное смещение в осевой части Бабатагского поднятия.

Конусы выноса саев (правые притоки Сурхандарьи), расположенные к юго-востоку от описанного тектонического нарушения, маломощны и локально ограничены.

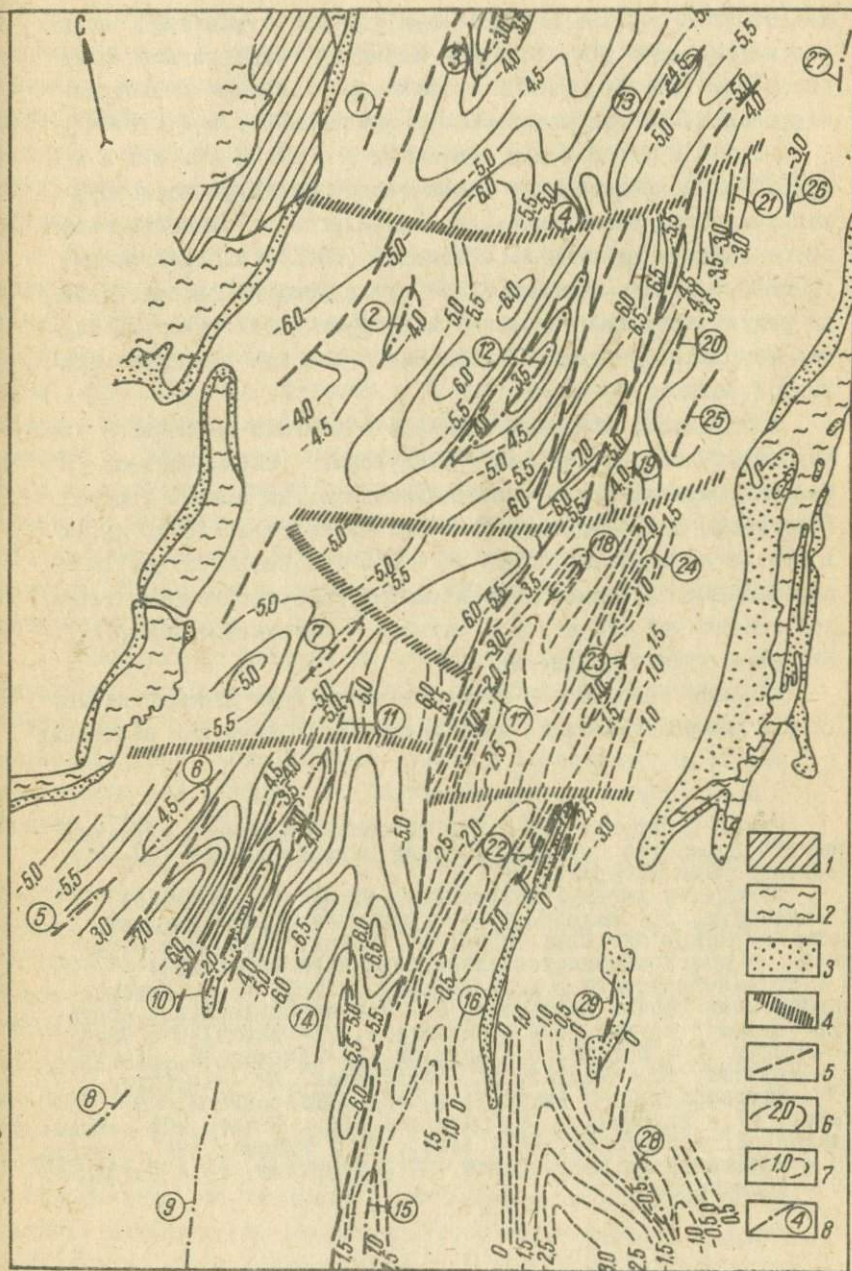
Таким образом, изучение верхней части разреза, сложенной аллювиально-пролювиальными породами повышенного электрического сопротивления, позволило изучить характер их распределения в Сурхандарьинской впадине, распределение находящихся в них грунтовых вод, определить элементы древнего, по-видимому, олигоцен-миоценового рельефа дна долины. Кроме того, изучение верхней части разреза позволяет по косвенным признакам совместно с данными по опорному геоэлектрическому горизонту определять элементы тектонического строения, решать вопросы неотектоники, сейсмоактивности и др.

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ МЕЗОЗОЙСКО-КАИНОЗОЙСКОГО ЧЕХЛА

На площади Сурхандарьинской метасинклинали в пределах мезозойско-кайнозойского чехла не существует единого опорного электрического горизонта. Выполненное районирование по типам геоэлектрического разреза показало, что на различных участках в зависимости от параметров слагающих разрез пород опорой служат либо мощная высокоомная толща верхнеюрских отложений (на большей части территории впадины), либо бухаро-акджарские слои палеоцена. Структурная карта по кровле опорного электрического горизонта и тектоническая схема района наряду с указанными выше картами распределения неоген-четвертичных моласс - основные результативные материалы, характеризующие строение мезозойско-кайнозойского осадочно-го чехла (рис. 12, 13).

В пределах исследуемого региона выделяются три крупные тектонические области, вытянутые параллельно друг другу с северо-востока на юго-запад: Байсунская макроантиклиналь (А), Сурханский прогиб (Б) и Бабатагская макроантиклиналь (В). Границами между ними служат крупные флексурно-разрывные зоны. По исследованиям А. Г. Бабаева и Е. В. Лебзина (1960), донеогеновая структура в эпиплатформенной орогенической области за неоген-четвертичный период претерпела коренную перестройку, выразившуюся в расколах по субмеридиональным разрывам. Эти разрывы определили преобладающее простирание альпийских структурных элементов.

Тектоническое строение эпиплатформенной орогенической области характеризуется существованием не только явно выраженных структур субмеридионального (Памирского), но и почти скрытых линейных дислокаций преимущественно широтного (Тянь-Шаньского) направления, сходного с простиранием позднегерцинских элементов (Белеловский, 1965). Следовательно, указанные дислокации в какой-то мере наследуют позднегерцинскую структуру фундамента, продолжая развиваться в новейшее время. Преобладающее субширотное направление палеозойских структур на закрытой территории подтверждается не только



аналогией с обнаженными районами горного обрамления, но и соответствующей ориентировкой аномалий геомагнитного поля (Борисов, Рыманов, 1960), а также результатами последних электроразведочных исследований (Синельников и др., 1974).

Б а й с у н с к а я м а к р о а н т и к л и н а л ь (рис.13, А) представляет запад-северо-западную часть Сурхандарьинской мегасинклинали, выделяется в самостоятельную тектоническую единицу А.Г.Бабаевым (1961), А.А.Бакировым (1963), Б.Б.Таль-Вирским (1964) и другими исследователями по результатам геологических и геофизических работ. Западная ее граница проходит вдоль Байсунтауской флексурно-разрывной зоны.

В пределах Байсунской макроантиклинали выделяются две крупные тектонические зоны: Байсунская - синклиналичная и Шерабад-Сарыкамшская - антиклиналичная. На севере и юге Байсунская макроантиклиналь резко сужается до 20-25 км, а в центре испытывает раздув до 40-45 км. Именно здесь в палеозойском фундаменте предполагается существование твердой стабильной структурной единицы - Байсунской глыбы (А.Г. Бабаев - устное сообщение).

Вблизи северного и юго-восточного края площади наблюдается резкое изменение направления тектонических нарушений

Рис.12. Структурная карта по кровле опорного электрического горизонта Сурхандарьинской мегасинклинали ( $J_3$ ) (использованы материалы УзГТ).

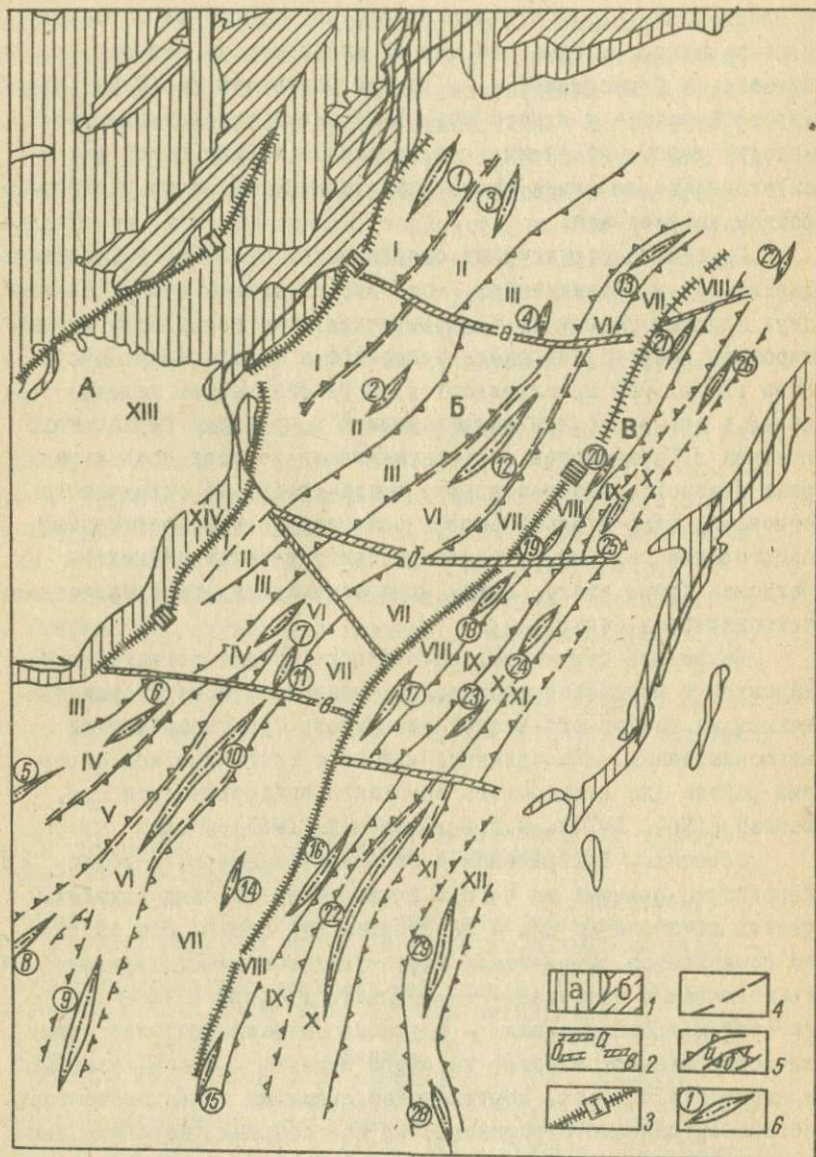
Выходы на дневную поверхность пород: I - палеозоя, 2 - мезозоя, 3 - палеогена, 4 - разрывные тектонические зоны - границы блоковых полей, 5 - прочие разрывные нарушения, изогипсы опорного электрического горизонта: 6 - отождествляемого с верхнеюрской толщей, 7 - с бухаро-акджарскими слоями палеогена, 8 - оси антиклиналичных структур (цифры в кружках): I - Сангардак, 2 - Баташ, 3 - Сина, 4 - Денау, 5 - Истара, 6 - Аширхан, 7 - Акджар, 8 - Ангор, 9 - Учкизыл, 10 - Хаудаг, 11 - Кумжурган, 12 - Миршади, 13 - Пахтаабад, 14 - Джаржурган, 15 - Джайранхана, 16 - Коккайт, 17 - Ляльмикар, 18 - Кошчека, 19 - Бакаты, 20 - Ялямджаган, 21 - Каттабаш, 22 - Актау, 23 - Иккизак, 24 - Коштар, 25 - Раджабмархур, 26 - Догад, 27 - Курганча, 28 - Амударья, 29 - Досманага.

и простирается пород с север-северо-восточного на запад-северо-западное, а сама она как бы выступает на юго-восток, врезаясь в Сурханский прогиб более чем на 10 км. На широте Шерабада у южного края Байсунской глыбы также происходит резкое изменение простираения оси Байсунской макроантиклинали: ее южная часть разворачивается почти в субширотном направлении.

Исходя из структурных особенностей этой части Сурхандарьинской мегасинклинали, можно предположить существование двух крупных разрывных тектонических зон, проходящих в субширотном направлении вдоль северного и южного края Байсунской глыбы. Они прослеживаются по геофизическим данным далее в юго-восточном направлении и в пределах Сурханского прогиба и Бабатагской макроантиклинали во всех этапах разреза мезозойско-кайнозойского чехла вплоть до складчатого основания включительно вкrest основному северо-восточному простираению главных современных тектонических элементов региона. Кроме этого, между ними отмечается еще субширотная тектоническая зона.

Разрывные структуры, по-видимому, имеют региональный характер и прослеживаются далее, возможно, с некоторым смещением на восток-юго-восток за пределы Сурхандарьинской мегасинклинали. Аналогичного мнения о тектоническом строении района для складчатого основания придерживаются Л.Б. Вонгаз (1964, 1970), М.Л. Белеловский (1965) и др.

Северная, Центральная и Южная разрывные зоны делят территорию региона на четыре блока. Основной вид тектонических движений по ним – горизонтальный сдвиг. Это отчетливо проявляется по смещению вдоль этих зон границ крупных тектонических областей – Сурханского прогиба и Бабатагской макроантиклинали – и границ составляющих их тектонических элементов более высокого порядка – антиклинальных и синклиналильных зон. Вертикальные смещения поверхности опорного электрического горизонта по обе стороны разрывных тектонических зон не подчинены какой-либо единой закономерности и обусловлены, по-видимому, вертикальными смещениями по разрывным тектоническим нарушениям типа сброс-взброс, ориентированным по простираению альпийских структурно-тектонических элементов региона в северо-восточном направлении.



Возникновение разрывных зон субширотного простирания, по которым происходил горизонтальный сдвиг, может быть объяснено колоссальным давлением воздымающихся и надвигающихся на депрессию масс горных пород Памирской и Гиссарской горных систем, интенсивный рост которых начался с наступлением альпийской эпохи и продолжается до настоящего времени. Альпийская структура региона сформирована взаимодействием вертикальных и горизонтальных движений. Последние проявились в виде тангенциального сжатия всей депрес-

Рис. 13. Схема тектонического районирования мезозойско-кайнозойских структур Сурхандарьинской метасинклинали (по результатам геолого-геофизических исследований с учетом данных П. К. Азимова, А. Г. Бабаева, М. Л. Белеловского, В. И. Браташа, Л. Б. Вонгаза, Ш. Д. Давлятова, С. А. Захарова, С. И. Ильина, С. И. Мусавева, Э. Э. Насретдинова, А. В. Пейве, Б. А. Петрушевского, В. И. Попова, В. В. Рубо, О. А. Рыжова, Р. Х. Сайфи, Л. И. Сафьяна, Б. Б. Таль-Вирского, Н. П. Туаева, В. Я. Широкова и др.).

I - выходы на дневную поверхность пород мезозоя (а), палеозоя (б), 2 - разломы (границы блоковых полей): а - Северный, б - Центральный, в - Южный, 3 - флексурно-разрывные зоны: I - Байсунтауская, II - Сурхантау-Келифская, III - Предбабатагская, 4 - прочие разрывные нарушения, 5 - структурные зоны: а - антиклинальные, б - синклинальные, в - локальные антиклинальные складки. Тектонические области и складчатые структуры: А - Байсунская макроантиклиналь: XIII - Байсунская синклинальная зона, XIV - Шерабад-Сарыкамшская антиклинальная зона, Б - Сурханский прогиб: I - Карлюкская синклинальная зона (I-Сангардак), II - Батагская антиклинальная зона (2-Баташ, 3-Сина), III - Денауская синклинальная зона (4-Денау), IV - Аширханская антиклинальная зона (5-Истара, 6-Аширхан, 7-Акджар), V - Шерабадская синклинальная зона, VI - Миршади-Хаудагская антиклинальная зона (8-Ангор, 9-Уч-Кизыл, 10-Хаудаг, 11-Кумжурган, 12-Миршади, 13-Пахтабад), VII - Сурхандарьинская синклинальная зона (14-Джаркурган), В - Бабатагская макроантиклиналь, VIII - Ляльмикарская антиклинальная зона (15-Джайранхана, 16-Кокайт, 17-Ляльмикар, 18-Кошчека, 19-Бокаты, 20-Ялямджаган, 21-Каттабаш), IX - Такадагская синклинальная зона, X - Актауская антиклинальная зона (22-Актау, 23-Иккизак, 24-Коштар, 25-Раджабмархур, 26-Догаб, 27-Курганча), XI - Тибетская синклинальная зона, XII - Бабатаг-Досманатинская антиклинальная зона (28-Амударья, 29-Досманага).

сии, особенно резкого в альпийских антиклинальных и значительно более слабого в синклинальных зонах. На фоне сжатия происходило дифференцированное перемещение блоков фундамента, находящихся в основании альпийских структур этого порядка (Вонгаз, 1964, Таль-Вирский, 1964).

Существование прочной Байсунской глыбы могло способствовать расколу Сурхандарьинской мегасинклинали по серии субширотных разломов на блоки, сдвинутые относительно друг друга. Судя по взаимному смещению антиклинальных и синклинальных зон, северная часть площади несколько сдвинута на восток, а южная — более значительно на запад. Центральный блок, опирающийся на прочную Байсунскую глыбу, испытал, по-видимому, значительно меньшее смещение, но воздействие сил противоположного направления на северной и южной его границах сопровождалось некоторым разворотом блока по часовой стрелке, о чем свидетельствуют срывы субширотных разрывных тектонических зон вдоль Предбабатагской флексурно-разрывной зоны: западные части разрывных зон *a* и *b* сдвинуты навстречу друг другу соответственно в направлении на юг (зона *a*) и север (зона *b*). О стабильности центрального блока свидетельствуют относительно спокойное залегание осадочных толщ, отсутствие крутых антиклинальных поднятий, сопровождающихся разрывными нарушениями типа сбросов, обрывающих крылья этих складок.

Сильная дислоцированность северного и южного блоков, отмечаемая по кровле соленосно-ангидритово-карбонатной толщи верхней кры, свидетельствует о большей их эластичности и подвижности. Особенно резкая расчлененность рельефа поверхности этой толщи по направлению вкрест простирания Сурхандарьинской мегасинклинали отмечена в южном тектоническом блоке. Здесь имеются наиболее узкие складки, крылья которых оборваны тектоническими нарушениями с наибольшей амплитудой смещения. Очевидно, южный блок испытал максимальные горизонтальные подвижки. Об этом свидетельствует также резкое расширение мегасинклинали к югу от разрывной тектонической зоны *b*.

Блоковое строение региона прослеживается в структуре поверхности складчатого основания, а также подтверждается косвенными признаками, проявляющимися в строении верхней

части геоэлектрического разреза и распределении электрических свойств пород меловой и палеогеновой систем. Вдоль разрывной тектонической зоны  $\delta$  происходит резкая смена геоэлектрического разреза. Если севернее опорным горизонтом повсеместно служат породы верхней юры, то к югу от зоны  $\delta$  в пределах Бабатагской макроантиклинали — бухаро-акджарские слои палеоцена. Толща галечников и конгломератов мощностью свыше 1000 м, присутствующих к северу от зоны  $\delta$ , исчезает к югу от нее. Все это может служить дополнительным свидетельством существования тектонических движений различных блоковых полей региона относительно друг друга в неоген-четвертичное время.

Изучение распределения среднеквадратичного электрического сопротивления различных литолого-стратиграфических комплексов на площади Сурхандарьинской мегасинклинали показало, что и для этого параметра отмечается деление ее территории на два блока — северный и южный, при этом южный характеризуется значительно более резким и разнообразным изменением параметра  $\rho_m$  почти всех литолого-стратиграфических разностей.

Блоковое строение Сурхандарьинской мегасинклинали подтверждается характером наблюдаемого здесь магнитного поля, отличающегося четко выраженной субширотной зональностью.

Отмеченное различие в распределении физических свойств в северной, центральной и южной частях Сурхандарьинской мегасинклинали свидетельствует о том, что условия развития южного блока отличались от условий развития площади, лежащей к северу от разрывной зоны  $\delta$  уже в верхнемеловое время. Различия в строении других блоков проявились, по-видимому, значительно позднее с началом альпийского цикла тектогенеза.

Сурханский прогиб представляет центральную часть Сурхандарьинской мегасинклинали, наиболее опущенный участок поверхности региона. Ширина его на севере составляет 40–45 км, в центре сокращается до 30 км, а на юге возрастает вновь до 55–65 км. Сокращение ширины Сурханского прогиба в центральной части впадины сопровождается сужением тектонических зон более высокого порядка.

Границами Сурханского прогиба служат две флексурно-разрывные зоны: Сурхайтау-Келифская на западе и Предбабатагская на востоке. Первая, по геологическим и геофизическим данным, проведена вблизи тектонического контакта мезозойских и палеозойских пород юго-восточных склонов гор Сурхайтау, Шерабад-Сарыкамышской гряды и Келиф-Шерабадской гряды с толщей континентальных моласс неогена Сурханского прогиба.

Предбабатагская флексурно-разрывная зона установлена нами впервые по результатам преимущественно электроразведочных исследований в совокупности с данными комплексной интерпретации всего геолого-геофизического материала. Предбабатагская флексурно-разрывная зона разделяет две крупные тектонические области изучаемого региона - Сурхайский прогиб и Бабатагскую макроантиклиналь. Зона проведена по серии пространственно-коррелирующихся разрывных тектонических нарушений типа сброс, прослеживающихся вдоль всего юго-восточного борта Сурханского прогиба и образующих как бы ступень между ним и Бабатагской макроантиклиналью. Амплитуда вертикального сдвига по кровле верхнеюрских отложений достигает в северной части впадины 1,5-2 км, в центральном блоке уменьшается до 1 - 1,5 км, а на юге вновь возрастает до 1,5 - 2,5 км. Более плавный переход от Сурханского прогиба к Бабатагской макроантиклинали, наблюдаемый в пределах центрального блока, - еще одно свидетельство его относительной стабильности по сравнению с другими блоками Сурхандарьинской мегасинклинали.

Максимальная глубина Сурханского прогиба по кровле юрских отложений наблюдается вблизи опущенной северо-западной ступени Предбабатагской флексурно-разрывной зоны и составляет на севере 7-8 км, в центре - 5,5 - 6 км и на юге - 6 - 6,5 км. Сурхайский прогиб представлен серией антиклинальных и синклиналильных зон - тектонических элементов более высокого порядка, линейно-вытянутых вдоль его основного простирания.

Краевые части Сурханского прогиба представляют глубоко погруженные синклиналильные зоны - Карлыкскую вдоль его северо-западного борта и Сурхандарьинскую вдоль юго-восточного. В пределах Карлыкской зоны, по геологическим данным, известно Саягырдакское локальное антиклинальное поднятие, расположенное в ее северо-восточной части.

Сурхандарьинская синклиналильная зона на большей части Сурханского прогиба соответствует современной долине р. Сурхандарьи, которая лишь на крайнем северо-востоке смещается к северо-западу. Ширина Сурхандарьинской синклиналильной зоны постепенно увеличивается с северо-востока на юго-запад в среднем от 5 до 15 км, что вполне закономерно и соответствует постепенному расширению долины р. Сурхандарьи вниз по ее течению.

В центральной части зоны мощность аллювиальных отложений р. Сурхандарьи, в том числе и их грубообломочной фракции — галечников и конгломератов — уменьшается.

В южной широкой части Сурхандарьинской синклиналильной зоны в левобережье р. Сурхандарьи геофизическими методами установлено глубокопогруженное (5 км по кровле опорного горизонта  $T_3$ ) Джаркурганское локальное поднятие.

Воздымаясь к северо-западу от оси максимального погружения, Сурхандарьинская синклиналильная зона переходит в Миршади-Хаудагскую антиклиналильную зону. Несколько севернее субширотной разрывной тектонической зоны  $\delta$  от Миршади-Хаудагской антиклиналильной зоны в направлении на юго-запад ответвляется Аширханская антиклиналильная зона. В пределах южного тектонического блока их разделяет выклинивающаяся к северу Шерабадская синклиналильная зона. В Миршади-Хаудагской зоне с юга на север установлены следующие локальные антиклиналильные поднятия: Учкызыл, Ангор (юго-западное ответвление Миршади-Хаудагской антиклиналильной зоны), Хаудаг, Кумкурган, Миршади и Пахтаабад.

Максимальное приближение верхнеюрской толщи к поверхности наблюдается на структуре Хаудаг, где глубина залегания ее кровли соответствует изогипсе 1,5-2 км. Здесь на поверхность выходят отложения сузакского яруса палеогена, а кровля бухаро-акджарских слоев залегает на глубине всего 150 м. Перепад глубины до опорного горизонта ( $T_3$ ) от сводовой части Хаудагского поднятия до нижних отметок Сурхандарьинской и Шерабадской синклиналильных зон составляет соответственно 4 - 4,5 и 5 - 5,5 км.

К северу и югу от Хаудагской структуры вдоль оси антиклиналильной зоны отмечается погружение этого горизонта до

глубины 3 - 3,5 км, а севернее субширотной разрывной зоны  $\delta$  в районе структуры Кумкурган, где соединяются Миршади-Хаудагская и Аширханская антиклинальные зоны, она превышает 5 км. Одновременно в северном направлении глубина прогиба в Сурхандарьинской и особенно в Шерабадской синклиналиных зонах уменьшается. Перепад глубин по восточному борту Кумкурганской структуры составляет 1,0 - 1,5 км, а западное крыло ее, очень пологое, через небольшой прогиб (200-400 м) сочленяется со структурой Акджар, расположенной в Аширханской антиклинальной зоне.

Миршади-Хаудагская антиклинальная зона в верхнеюрском структурном плане представляет узкое горстообразное поднятие, ограниченное почти на всем протяжении разрывными тектоническими нарушениями сбросового типа (исключение составляет участок зоны между субширотными структурами  $\delta$  и  $\delta'$ ). Вероятно, здесь отмечается не одна плоскость сбрасывателя, обусловившего амплитуду вертикального смещения до 4-5 км, а их серия, способствующая образованию ступенеобразных блоков, по которым поднятие на востоке сопрягается с Сурхандарьинской синклиналиной зоной, а на западе - с Шерабадской ( юг ) и Денауской ( север ) синклиналиными зонами. Границы Миршади-Хаудагской антиклинальной зоны совмещаются с тектоническими нарушениями.

Миршади-Хаудагская антиклинальная зона прослеживается с юго-запада на северо-восток вдоль Сурханского прогиба. Лишь на севере она приближается к его восточному краю, а в центре и на юге проходит посередине. Ширина зоны изменяется от 3 км в районе структуры Пахтаабад до 10 км в южной части структуры Миршади.

Аширханская антиклинальная зона - глубоко погруженное осложнение в пределах Сурханского прогиба. Ее юго-восточный борт, погружаясь, переходит в Шерабадскую синклиналиную зону. Погружение происходит резко, сопровождаясь разрывной тектоникой. Лишь по мере приближения к субширотной зоне  $\delta$ , где соединяются Аширханская и Миршади-Хаудагская антиклинальные тектонические линии, переход к Шерабадскому прогибу становится более плавным.

В пределах Аширханской антиклинальной зоны выявлено

три локальных антиклинальных поднятия, разделенных между собой относительно небольшими (несколько сот метров) перепадами глубин. С юго-запада на северо-восток здесь установлены локальные структуры Истара, Аширхан, Акдзар. Сводовая часть их оконтуривается по изогипсе 4,5 - 5,0 км.

Северо-западное крыло Миршади-Хаудагской (а на юге - Аширханской) антиклинальной зоны довольно плавно переходит в Денаускую синклиналичную зону. Восточный и западный ее борты относительно пологи, глубина по дну прогиба составляет 5,5 - 6 км, перепад глубин залегания опорного горизонта, отождествляемого с верхнеюрскими образованиями, от обрамляющих Денаускую синклиналичную зону Миршади-Хаудагской и Баташской антиклинальных зон составляет в среднем 1,0 км. Исключение - северо-западный борт Миршадинской структуры, осложненный разрывным тектоническим нарушением с амплитудой 1,5-2 км.

Денауская синклиналичная зона, на северо-востоке имеющая ширину до 15 км, резко сужается в юго-западном направлении до 6-8 км. Не исключено, что северная часть этой зоны могла служить древней долиной Сурхандарьи, о чем в известной мере свидетельствует положение ее современного русла в верхнем течении на площади зоны. Вовлечение зоны в дальнейшем в интенсивные тектонические движения, появление на ее площади Денауского локального антиклинального поднятия, а также образование мощных конусов выноса правобережных притоков могли обусловить изменение направления стока и формирование современной долины в Сурхандарьинской синклиналичной зоне.

Северо-западное крыло Денауской синклиналичной зоны, полого поднимаясь, переходит в Баташскую антиклинальную зону. Перепад глубин в осевой части этой зоны по кровле верхнеюрского горизонта от дна Денауской синклиналичной зоны не превышает 1,5 км. Ширина Баташской зоны в среднем 10-12 км. Южнее субширотной разрывной зоны *б* она резко сужается до полного выклинивания в южной части впадины.

В полосе Баташской антиклинальной зоны, по геофизическим данным, выявлено два локальных антиклинальных поднятия - Баташ и Сина, свод которых оконтуривается соответственно по изогипсам 4,5 и 3,0 км. Ранее выделялось два Баташских поднятия - Западное и Восточное. В результате исследований мы

установили, что самостоятельной антиклинальной структурой является лишь Западное Баташское поднятие с относительно крутым западным и пологим восточным крылом. Восточное Баташское поднятие оказалось лишь ступенеобразным уступом в восточном крыле Баташской складки. Превышение свода Баташской складки над этой ступенью составляет 200-300 м. Структура Сина, по-видимому, локальное осложнение в антиклинальном структурном выступе, прослеживаемом в северном направлении в сторону Мечетлинского поднятия. Амплитуда поднятия относительно общей поверхности выступа, очевидно, не превышает 200-300 м.

Краевой северо-западной частью Сурханского прогиба является указанная выше Карлыкская синклинали зона, выделяющаяся достаточно уверенно лишь к северу от разрывной тектонической зоны  $\delta$ . От Баташской антиклинальной зоны отделяется серией тектонических нарушений, а от Байсунской макроантиклинали - Сурхантау-Келифской флексурно-разрывной зоной. Карлыкская синклинали зона, по-видимому, представляет грабенообразное опускание с глубиной залегания дна по опорному горизонту ( $J_3$ ) до 6 км.

Б а б а т а г с к а я м а к р о а н т и к л и н а л ь - восточная часть Сурхандарьинской мегасинклинали, представляет северо-западное крыло Бабатагского хребта, полого погружающейся в сторону Сурханского прогиба. Западной границей этой тектонической области служит Предбабатагская флексурно-разрывная зона, а восточная проходит вдоль надвига, под которым погребено восточное крыло Бабатагского поднятия. Пологий подъем в сторону Бабатага осложнен серией продольно вытянутых синклиналиных и антиклинальных зон северо-восточного простирания.

Отметим, что приведенная общая картина строения Бабатагской макроантиклинали справедлива для площади, расположенной к северу от субширотной разрывной зоны  $\delta$ . Строение области южнее этой зоны достаточно своеобразно, и эта часть региона лишь условно может быть включена в состав Бабатагской макроантиклинали, так как характер взаимоотношения антиклинальных и синклиналиных зон, общая гипсометрия поверхности реперных горизонтов довольно резко отличаются от кар-

тины, наблюдаемой в северной и центральной частях области.

Если к северу от разрывной тектонической зоны <sup>6</sup> гофрировка Бабатагской макроантиклинали относительно мягкая и отмечается довольно плавный подъем к Бабатагу от 4,5-5 до 3-3,5 км, а перепады глубин между синклиналильными и антиклинальными зонами не превышают 0,5-1 км, разрывная тектоника практически отсутствует, то на юге перепады глубин до 2 км и более, наблюдаются глубокие впадины и сильно приподнятые структуры, борта которых оборваны сбросовыми разрывными нарушениями. Таким образом, южный тектонический блок в большей мере подвержен современным тектоническим движениям, чем территория, лежащая к северу от него.

Согласно представлениям Л.Б.Вонгаза (1970), площадь южного Сурхандарьинского тектонического блока относится к альпийскому широтновытянутому валу, развивающемуся в южной части Таджикской депрессии. Это положение можно обосновать тем, что, несмотря на общее погружение субмеридиональных альпийских (неоген-антропогенных) структур Таджикской депрессии с севера на юг, в южной ее периферии происходит довольно резкое их воздымание. Это особенно хорошо видно в Сурханском и Вахшском (к востоку от изучаемой площади) синклиналильных прогибах, на юге которых палеогеновые и неогеновые отложения, образующие структуры Кокаиты, Хаудаг, Учкызыл, Досманага, Актау и др., выведены на поверхность, тогда как севернее и южнее они глубоко погружены и перекрыты мощной толщей неогеновых и антропогенных накоплений.

Таким образом, южный Сурхандарьинский тектонический блок в значительной мере представляет самостоятельную структурно-тектоническую единицу, развитие которой происходило в той или иной мере индивидуально по сравнению с остальной частью Сурхандарьинской мегасинклинали, лежащей к северу.

Бабатагская макроантиклиналь занимает восточную часть площади и протягивается с северо-востока на юго-запад на расстояние до 150 км, несколько расширяясь в этом же направлении от 20 до 30 км. Сложена серией узких линейно-вытянутых вдоль ее основного простирания антиклинальных и синклиналильных зон. Средняя глубина залегания поверхности верхней кры- 3,5-4 км.

Краевой западной частью является Ляльмикарская антиклинальная зона. С запада она оборвана Предбабатагской флексурино-разрывной зоной. Антиклинальные структуры типа Ляльмикарской зоны Н.П.Туаев (1964) называет шовными и считает наиболее интересными при поисках нефти и газа, так как здесь помимо локальных антиклинальных структур могут существовать неструктурные тектонически экранированные залежи. Ширина Ляльмикарской антиклинальной зоны в среднем 5 км.

В пределах зоны с юга на север установлены локальные антиклинальные поднятия: Джайранхана, Кокайты, Ляльмикар, Кошчека, Бакаты, Ялянджаган, Каттабаш.

Максимальное приближение юрских отложений к поверхности наблюдается в пределах Кокайтинского (2,5 км) и Ляльмикарского поднятий (3 км). Наибольшее погружение отмечено в районе структуры Кошчека (более 5 км). Северо-западные крылья всех поднятий более крутые, оборваны Предбабатагской флексурино-разрывной зоной, а юго-восточные более пологие.

Юго-восточное крыло Ляльмикарской антиклинальной зоны, погружаясь в среднем на глубину 3,5-4 км, переходит в Такадашскую синклиналичную зону. Лишь у северного края структуры Актау глубина до опорного горизонта составляет более 4,5 км, а к востоку от структуры Кошчека - более 5 км. В среднем превышение Ляльмикарской антиклинальной зоны над Такадашской не превышает 0,5-1,0 км.

Ширина Такадашской синклиналичной зоны - 2-4 км и лишь на крайнем юге площади увеличивается до 6 км. Ее юго-восточный борт, полого поднимаясь, переходит в Актаускую антиклинальную зону, прослеживающуюся вдоль Бабатагской макроантиклинали параллельно ее оси. Ширина Актауской антиклинальной зоны увеличивается с северо-востока на юго-запад от 3 до 8 км.

Актауская антиклинальная зона - одна из богатейших в районе по обилию установленных здесь локальных антиклинальных поднятий. Вдоль тектонической линии расположены структуры Актау, Иккизак, Коштар, Раджабмархур (Ташлак), Догаб и Курганча (северная и южная). На Курганче и Коштаре в бухарских слоях палеогена открыты промышленные залежи нефти. Из указанных локальных антиклинальных поднятий наиболее

приподнятое Актауское. Кровля юрских образований здесь залегает на глубине около 2,0 км, а бухаро-акджарские слои — от нескольких десятков до 100-200 м.

Контрастность антиклинальных поднятий Актауской зоны над погруженными частями смежных прогибов — Такадашской и Тиветской синклинали зон возрастает на юго-запад от 0,5 км на севере до 1-1,5 км в центральной части и от 2 до 2,5 км на юге Сурхандарьинской мегасинклинали. При этом северо-западный борт Актауской зоны более крутой, чем юго-восточный: максимальное ее превышение над смежным Тиветским прогибом едва превышает 0,5 км. Лишь участок, расположенный между поднятиями Актау и Досманата, опущен по отношению к обрамляющим его локальным антиклинальным структурам на 2-2,5 км. Структура Актау отделена от смежных прогибов разрывными нарушениями.

Тиветская синклинали зона расположена к востоку от Актауской антиклинальной зоны и отделена от нее разломом типа надвиг. Ширина Тиветской зоны увеличивается с севера на юг от 3 до 10 км. Дно ее сильно выположено, глубина залегания юрских толщ достигает 3,5 км, а в южном тектоническом блоке — 4-5 км.

Бабатаг-Досманатагинская антиклинальная зона — краевой восточный участок, изученный в пределах Бабатагской макроантиклинали. Зона сильно дислоцирована, наблюдаются многочисленные разрывные нарушения, мел-палеогеновые отложения выходят на дневную поверхность и эродированы. В пределах зоны с севера на юг выделяются Гурген-Зоркассинская, Центральная, Бешарчинская, Мадьянбулакская, Досманатагинская, Амударьинская и Карасыртская антиклинали и Бибибекинская синклинали. Площадь зоны из-за сложного рельефа изучена преимущественно геологическими картировочными работами, лишь на крайнем юге выполнены электро- и сейсморазведочные исследования.

Характерно резко асимметричное строение структур Бабатаг-Досманатагинской зоны — пологое северо-западное (25-30°) и крутое юго-восточное (70-80°) крыло. В некоторых местах восточное крыло осложнено разрывными нарушениями типа взбросов и надвигов. Между южной оконечностью хр. Бабатаг и струк-

турой Досманага отмечается прогиб глубиной до 400 м по кровле бухарских слоев палеоцена, выходящих на поверхность в их осевых частях. На юге эти отложения погружаются. Так, в Амударьинской структуре они отмечены на глубине более 1000 м.

Таким образом, Сурхандарьинская мегасинклиналь — сложнопостроенная структурная единица, разбитая Субширотными разрывными нарушениями древнего заложения на серию блоков, отличающихся друг от друга характером физических полей, смежной опорных горизонтов, морфологией структур и т.д. Наряду с этим выделяются субмеридиональные разрывные нарушения, ограничивающие крупные структурные единицы, сформировавшиеся, по мнению большинства исследователей, в орогенический этап развития, а в их пределах, как правило, относительно узкие антиклинальные и синклинальные зоны, линейно протягивающиеся вдоль впадины. В пределах антиклинальных зон выделяются локальные структуры, благоприятные для формирования в них залежей нефти и газа.

## СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ СКЛАДЧАТОГО ОСНОВАНИЯ

Поверхность складчатого основания четко отделяет по физическим свойствам породы осадочного чехла от палеозойских образований, являясь в большинстве случаев надежным репером при геофизических исследованиях. Поэтому при отсутствии в районе геологических сведений о морфологии фундамента большое значение при изучении его рельефа приобретают материалы геофизики: электроразведки, сейсмологии и магниторазведки.

Однако низкая детальность электроразведочных и сейсмологических исследований, выполненных в Сурхандарьинской мегасинклинали, не позволяет на данном этапе дать подробную характеристику геолого-тектонического строения поверхности складчатого основания. Поэтому приводимые ниже данные в известной мере схематичны, а некоторые выводы о развитии структуры фундамента могут быть полемичны.

Поверхность герцинского фундамента Сурхандарьинской мегасинклинали довольно сильно расчленена

эрозийными процессами, интенсивно развивавшимися в перм-триасовое время. За последующий платформенный период формирования области, продолжавшийся до верхнеолигоценового времени, складчатое основание испытало лишь незначительные вертикальные подвижки. Основные тектонические движения, горизонтальные сдвиги, поднятия и опускания, сформировавшие современную блоковую структуру поверхности складчатого основания региона и складчатое строение перекрывающего его осадочного чехла, происходили в альпийский цикл орогенеза. Интенсивные тектонические движения продолжаются до настоящего времени.

Глубина залегания поверхности складчатого основания в пределах Сурханского прогиба и Бабатагской макроантиклинали колеблется от 7 - 7,5 до 12 - 12,5 км, а в Байсунской макроантиклинали - от 0 до 5 - 6 км (рис. 14). Учитывая, что в горах Сурхантау, сложенных палеозойскими образованиями и примыкающих с северо-запада к Сурханскому прогибу, абсолютные отметки достигают 2,5 км, можно констатировать, что амплитуда тектонических движений на орогенном этапе, обусловивших современную структуру поверхности складчатого основания, с учетом происходивших денудационных процессов в пределах региона может превышать 15 км.

На структурной карте поверхности складчатого основания изогипсы в соответствии с достигнутой точностью наблюдений проведены через 2 км. При выбранном сечении изолиний некоторые детали структурного плана поверхности складчатого основания неизбежно теряются. Прослеживаются только основные антиклинальные и синклинальные зоны. Из разломов отмечены те, которые, развиваясь в орогенный период, пересекали поверхность фундамента и, таким образом, влияли на характер его рельефа. Судить о времени заложения этих разрывных структур на современном уровне геолого-геофизической изученности региона невозможно. Можно лишь предполагать, что субширотные разрывные зоны, наследуя основное простираие герцинских структур фундамента, по-видимому, древнее субмеридиональных, наследующих альпийскую структуру осадочного чехла.

Достоверность определения глубины залегания складчатого основания при интерпретации МТЗ подтверждается удовлетвори-

тельным совпадением с положением кровли фундамента, полученным по результатам ГСЗ и наблюдений со станциями "Земля". Дополнительным критерием надежности результатов, полученных по сведениям МТЗ, служит, в первую очередь, хорошее совпадение глубины до промежуточных опорных горизонтов в осадочном чехле с данными глубокого бурения на площадях Ляльмикар, Коштар, Кошчека, Миршади, а также с результатами, полученными по ВЗЗ (рис.12).

Как указывалось выше, в обрамлении Сурхандарьинской мегасинклинали в горах Сурхантау, Байсунтау, Кугитанг, Мечетли отмечаются выходы пород фундамента на дневную поверхность. В пределах Байсунской макроантиклинали поверхность фундамента относительно спокойно погружается на юг до абсолютных отметок 6 км и более. Через Сурхантау-Келифскую флексурно-разрывную зону Байсунская макроантиклиналь сопрягается с Сурханским прогибом. Перепад глубин между ними возрастает с юга на север от 3 до 7-8 км.

Сурхандарьинская мегасинклиналь разбита серией субширотных разрывных тектонических зон на отдельные блоки. Здесь выделяется субмеридиональная Предбабатагская флексурно-разрывная зона, отделяющая Сурханский прогиб на западе от Бабатагской макроантиклинали на востоке.

Из более мелких разрывных структур субмеридионального простирания можно отметить нарушение, проходящее несколько восточнее Сурхантау-Келифской флексурно-разрывной зоны, а также нарушения типа сбросо-надвиг, осложняющие восточные крылья поднятий Хаудаг и Актау. Эти разрывные структуры находят отражение как в структуре осадочного чехла, так и в строении поверхности складчатого основания. Амплитуда вертикального сдвига по ним по направлению к поверхности несколько уменьшается.

Максимальный подъем поверхности складчатого основания (до 6-7 км) в пределах изученной части Сурханского прогиба отмечен на севере вблизи южных предгорий Гиссарского хребта. Поверхность складчатого основания на расстоянии 5-10 км погружается на юг до глубины более 12 км. По линии Сина-Сары-Ассия намечается субширотная тектоническая разрывная зона, южнее которой фиксируется наиболее глубокая впадина поверх-

ности фундамента. Аналогичные глубины отмечаются лишь на крайнем юге территории вблизи р.Амударьи. Далее на юг некоторый подъем поверхности складчатого основания сопровождается

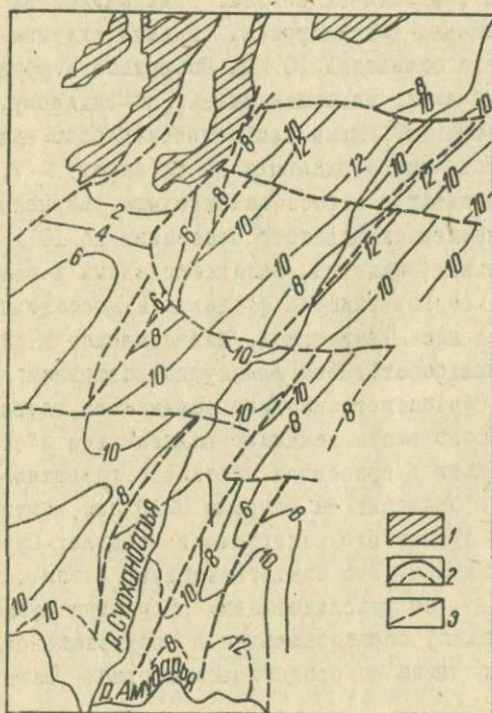


Рис.14. Схематическая структурная карта по поверхности складчатого основания Сурхандарьинской мегасинклинали (по результатам геолого-геофизических исследований с учетом данных Р.И.Абрамсона, Ю.Ф.Коновалова, Г.В.Кошлякова, Е.С.Кузнецова, А.Р.Митрофановой, В.А.Пака, Б.В.Таль-Вирского и др.). 1 - выходы на дневную поверхность пород палеозоя, 2 - изогипсы поверхности складчатого основания, 3 - разрывные нарушения.

ется еще одной субширотной разрывной зоной, проходящей на широте г. Денау. Два северных блока имеют сходное геологическое строение. Отмечается лишь некоторое смещение изогипс, свидетельствующее о существовании тектонических движений типа горизонтального сдвига.

Центральный тектонический блок, опирающийся на Байсунскую глыбу, наименее дислоцирован, средняя глубина поверхности складчатого основания 10 км. Поверхность фундамента, как и осадочный чехол, испытала здесь, по-видимому, наименьшие трансформации. Южный тектонический блок максимально дислоцирован: поднятия фундамента до 6 (Актау) - 7,5 км (Хаудаг) сопровождаются сбросо-надвиговыми разрывными структурами и погружением складчатого основания до 10 и даже 12 км. Из локальных поднятий, зафиксированных в осадочном чехле (рис. 13), по поверхности фундамента достаточно отчетливо фиксируются лишь Хаудагское, Миршадинское и Актауское.

Восточнее Предбабатагской флексурно-разрывной зоны плавный подъем дна Сурханского прогиба замещается глубоким прогибом, дно которого вновь начинает подниматься в сторону Бабаатага. Однако даже в приосевой части его поверхность складчатого основания залегает на глубине 9-10 км, почти аналогичной средней глубине его залегания в пределах Сурхандарьинской мегасинклинали. Это свидетельствует о том, что Бабаатагское поднятие - не унаследованная структура фундамента, а покровная складка, образовавшаяся в результате смятия пород осадочного чехла на орогеническом этапе развития региона.

Амплитуда вертикального смещения поверхности складчатого основания северо-западного и юго-восточного бортов Предбабатагской флексурно-разрывной зоны изменяется от 2 до 4 км. Лишь в пределах блока, расположенного к северу от поднятий Хаудаг и Актау, она уменьшается до 0,5 - 1,0 км.

## Глава VI. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СУРХАН- ДАРЬИНСКОЙ МЕГАСИНКЛИНАЛИ

Сурхандарьинская мегасинклиналь - один из наиболее перспективных регионов Афгано-Таджикской депрессии (Азимов и др., 1971; Акрамходжаев и др., 1975; Беккер, 1972; Болтышев и др., 1968; Браташ, 1975; Лебзин, 1974; Меламед и др., 1976; и др.). В разрезе мезозойско-кайнозойских осадочных отложений выделяются три регионально-продуктивных этажа: верхний - палеогеновый, средний - меловой и нижний - юрский. Промышленная продуктивность палеогенового комплекса доказана открытием серии месторождений (Хаудаг, Коштар, Ляльмикар и др.). За исключением нескольких литологически ограниченных все залежи палеогена сводовые, небольших размеров (1,0-7,0 x 0,05 - 1,8 км).

Нефтегазоносность меловых пород изучена недостаточно. При бурении на отдельных площадях отмечены газопроявления в отложениях сенона, турона, валанжина (Ляльмикар, Хаудаг, Гаджак и др.), а также нефтепроявления в сеноне на площади Курганча. О перспективах этих образований свидетельствует открытие в мелу крупных месторождений газа на сопредельных территориях Северного Афганистана и Южного Таджикистана.

Юрские породы в отношении нефтегазоносности до сих пор не изучены. Имеются лишь косвенные сведения, выдвигающие юрскую толщу региона в высокоперспективные объекты. К ним относятся высокая продуктивность аналогичных образований в смежном Западном Узбекистане, получение мощного фонтана газа из келловей-оксфордских известняков на площади Гаджак, расположенной в пределах Байсунской макроантиклинали, высокие содержания и хорошее качество рассеянного в юрской толще органического вещества (РОВ), благоприятные термобарические условия для преобразования РОВ в нефтегазовые углеводороды (УВ) и т.п.

В связи с благоприятными генетическими предпосылками нефтегазообразования в мезозойско-кайнозойских отложениях Сурхандарьинской мегасинклинали в разное время осуществлялась не только качественная, но и количественная оценка пер-

спектив их нефтегазоносности, в том числе и объемно-генетическим методом (Акрамходжаев, Эгамбердыев, Яковец и др., 1973, 1975; Саидходжаев, 1976; и др.). Для оценки масштабов генерации и эмиграции применяли способ С.Г.Неручева (1969) и первый упрощенный вариант разрабатываемого в ИГИРНТМе объемно-генетического метода (Акрамходжаев, 1973).

Объемно-генетический метод к настоящему времени получил существенное развитие в работах А.М.Акрамходжаева и А.В.Киршина (1974, 1975); и др. Теперь стало возможным учитывать не только количество десорбированных из нерастворимого органического вещества углеводородов, но и новообразование последних в катагенезе; эмиграции углеводородов не только из органического вещества, но и из производящих пород. Кроме того, в последнем варианте оценивается количество раздельно жидких и газообразных фракций. Наряду с принципиальным усовершенствованием метода в последние годы существенно расширился объем данных о геохимии РОВ мезозойско-кайнозойских отложений Южного Узбекистана и сопредельных территорий. Вместе с тем сведений о глубинах погружения и мощностях нефтегазоматеринских толщ, особенно мезозойского возраста, почти нет.

В таких условиях единственный источник информации о глубинах залегания и мощностях нефтегазоматеринских толщ (важнейшие параметры при оценке масштабов генерации и эмиграции углеводородов) — данные геофизических исследований. В связи с этим мы попытались, используя имеющиеся геолого-геофизические данные, построить соответствующие карты, дополнив исходные параметры материалами геохимических (Х.Б.Авазатов, А.К. Каримов, М.И.Кушнир), литологических (А.М.Акрамходжаев, М.Э. Эгамбердыев, Б.Хикматуллаев и др.), масс-спектрометрических (Ш.Х.Амирханов) и других исследований, оценить количество генерированных и эмигрировавших углеводородов из нефтегазоматеринских толщ региона, выявить основные зоны нефтегазообразования, сопоставить их с зонами нефтегазоаккумуляции и уточнить перспективы района в региональном плане.

Мы попытались также выяснить возможности геофизических методов при оценке продуктивности локальных структур, т.е. в плане поисковых и детальных работ. Изучаемым объектом служили некоторые локальные поднятия в палеогеновой структуре и

располагавшиеся в их пределах залежи углеводородов. Основанием для постановки данных исследований явились методические разработки последних лет по выявлению аномалий типа залежь (АТЗ) и полученные положительные результаты их применения в отдельных регионах Совза, в том числе и на смежной территории Западного Узбекистана.

### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ ИСХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОГНОЗНЫХ ЗАПАСОВ НА ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ И ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СУРХАНДАРЬИНСКОЙ МЕГА- СИНКЛИНАЛИ

Территория Сурхандарьинской мегасинклинали имеет сложное геологическое строение. Для нее характерно глубокое (до 3-7 км) залегание мезозойских и палеогеновых отложений под мощной толщей неоген-четвертичных моласс, широкое развитие верхнеюрских соляно-ангидритовых пород, предопределившее различный характер над- и подсолевого структурных планов, сложная дизъюнктивная тектоника, наличие аномально высоких пластовых давлений и т.д.

В этих условиях роль геофизических методов высока не только при изучении особенностей тектоники района, но и при решении задач, связанных с оценкой и уточнением перспектив территории на нефть и газ.

Одна из важнейших составляющих методики определения прогнозных запасов нефти и газа на генетической основе, разрабатываемой в ИГИРНИГМе под руководством А.М.Акрамходжаева, - оценка масштабов генерации и эмиграции углеводородов из основных нефтегазоматеринских толщ. В регионе к числу таких толщ А.М.Акрамходжаев, М.Э.Эгамбердыев, Д.А.Яковец и др. (1975) на основе литолого-фациальных, геохимических и других исследований относят отложения нижней и средней юры, карбонаты верхней юры, глины апта-альба, образования палеоцена и эоцена. Кроме того, эти же исследователи выделяют в регионе и возможно нефтегазоматеринские породы в отложениях неокома и верхнего мела. Именно этим толщам и было уделено особое внимание с позиций оценки распределения их мощностей и глу-

бин погружения в пределах региона. Рассмотрены и более крупные литолого-стратиграфические комплексы пород. При составлении соответствующих карт использована имеющаяся геолого-геофизическая информация, учтены материалы аналогичных построений, сделанных ранее для отдельных комплексов (Акрамходжаев, Эгамбердыев, 1971; Лучников, 1968; Троицкий, 1967; и др.).

Мощности отложений палеогена (рис.15), фиксируемые в пределах Сурхандарьинской мегасинклинали, свидетельствуют о независимости их от современного структурного плана региона и о сравнительно спокойной тектонической обстановке и характере осадконакопления в палеогене. Значения этого параметра возрастают с севера на юг и с запада на восток от 400 до 900 - 1000 м. Максимум отмечается в восточной части региона в полосе между поднятиями Миршади, Кошчека, Актау, Амударья. Некоторое сокращение мощности фиксируется в пределах Келиф-Шерабадского, Келиф-Сарыкамьшского и Бабатагского поднятий.

Сопоставление карт изопахит по палеогену в целом и отдельно по бухаро-акджарским слоям палеоцена (рис.16) свидетельствует в основном о идентичности их изменения по площади. Вместе с тем наибольшая контрастность этого изменения (от 50-100 до 450-500 м) характерна для палеоценовых образований и показывает на более интенсивное осадконакопление в этот период.

Осадконакопление в верхнемеловое время по сравнению с палеогеновым более равномерное и спокойное. Мощность отложений этого возраста закономерно увеличивается с севера на юг и юго-запад от 700-800 до 1100-1200 м. Наряду с этим в районе Байсунской синклинали зоны Хаудагской антиклинали и участка Досманга - Южный Актау выделяются три локальных максимума, разделенных минимумами с перепадом мощностей в 200 м в районе Шерабада и 300 м - в районе Кокайты.

Мощность возможно нефтегазоматеринской толщи турона увеличивается от 200 м на севере до 400-450 м на юге и юго-западе. Характер и закономерности изменения глубины погружения отложений турона, как и других нефтегазоматеринских толщ, определяются современной тектонической структурой региона: максимальная глубина залегания отмечается в депрес -



сионных участках, а минимальная - в пределах антиклинальных зон. Если на возвышенных участках, обрамляющих Сурхандарьинскую мегасинклинали, верхнемеловые породы выходят на поверхность, а в сводах поднятий Хаудаг, Актау, Досманата глубина их залегания не превышает 1000-1500 м, то на крыльях антиклинальных зон они погружаются до 2000-3000 м, а в прогибах - до 4500-5000 м.

Для отложений нижнего мела характерно региональное увеличение мощности с севера на юг от 900 до 1400 м. Ось максимальных градиентов изменения мощности проходит через Регар, Денау, Миршади, Досманата. Аналогичное распределение имеют мощности нефтегазоматеринской толщи альба, достигающие 250 м на севере и 500 м на юге. Глубины залегания аптальбской толщи составляют в районе поднятий Хаудаг, Досманата, Актау 1500-2000 м, на погруженных участках антиклинальных зон - 2500-4000 м, а в депрессиях - 5000-6000 м. В пределах Байсунской макроантиклинали альбские породы погружены на глубины 2000-2500 м.

Линии изопакит отложений верхней юры на изучаемой площади вытянуты субширотно. Аналогичное поведение отмечается для нефтегазоматеринской толщи келловей-оксфорда (гиссарская свита). Мощность этой свиты увеличивается равномерно с севера на юг от 200-300 до 700 м в районе Термеза, а всей толщи верхнеюрских осадков - от 300-400 до 1200 м. По мнению М.Э. Эгамбердыева (1975), в районе Приамударьинской части Сурхандарьинской мегасинклинали глубина мелководного верхнеюрского моря достигла максимума. В южном направлении в пределах Афганской территории мощность этих осадков уменьшается, что подтверждается данными скважин, пробуренных в пределах Северо-Афганского выступа (Ходжа-Гаурдак и др.), где полная мощность юрских отложений составляет всего 750 м.

Рис.15. Карты изопакит укрупненных литолого-стратиграфических комплексов Сурхандарьинской мегасинклинали (по результатам геолого-геофизических исследований с учетом данных П.К.Азимова, В.В.Волтышева, В.С.Лучникова, Я.Р.Меламеда, С.И.Мусаева, З.З.Насретдинова, Б.Б.Таль-Вирского, М.Э.Эгамбердыева и др.). 1 - линии равных значений мощностей, 2 - глубокие разведочные скважины, цифрами указаны соответствующие мощности.

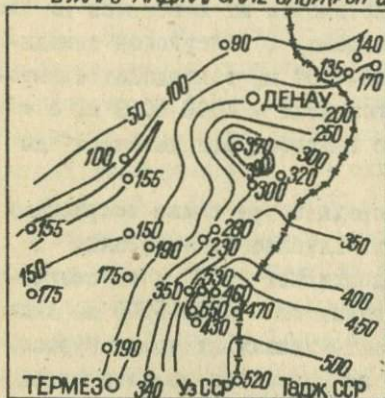
Глубины залегания пород келловей-оксфорда характеризуются значительно меньшей контрастностью их изменения по площади по сравнению с меловыми толщами. В Байсунской синклинальной зоне они составляют 3500-4000 м, в пределах северо-западных склонов Бабатагского поднятия - 4000-5000 м, а в депрессионных зонах Сурханского прогиба увеличиваются до 6000-7500 м.

Мощности отложений нижней-средней при также возрастают с севера на юг от 400 до 1500 м. Глубина их залегания в Байсунской синклинальной зоне достигает 4500 м, на северо-западных склонах Бабатагского поднятия - 4500-5500 м. Аналогичные глубины отмечаются в антиклинальных зонах Сурханского прогиба. В синклинальных же зонах они увеличиваются до 6500-8000 м и более.

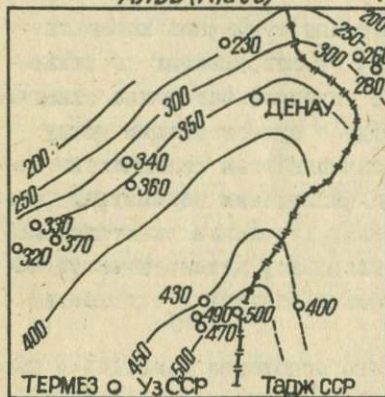
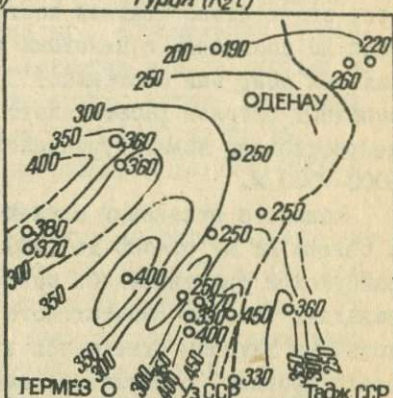
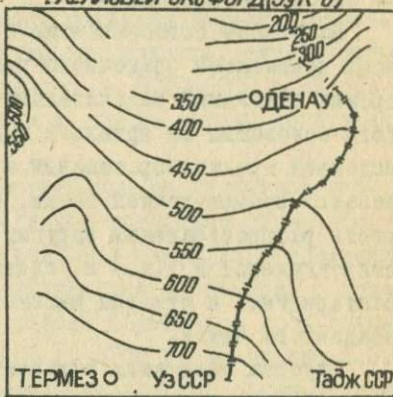
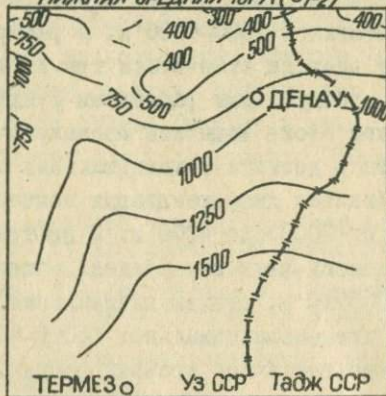
На основе сопоставления величины суммарной мощности всех комплексов осадочного чехла от современных до нижнеюрских отложений включительно с глубиной залегания складчатого основания мы пришли к выводу о существовании между подошвой юрских образований и поверхностью складчатого основания промежуточной толщи, по физическим параметрам (скорость распространения упругих волн, удельное электрическое сопротивление и т.д.) и, следовательно, литологической характеристике и степени метаморфизма близкой к отложениям осадочного чехла.

Глубина залегания складчатого основания (рис. 14) в пределах Сурхандарьинской мегасинклинали колеблется от 6000 до 12000 м. В соответствии с этим мощность промежуточной толщи может составлять 1000-4000 м. В распределении данного параметра по площади отмечается три характерных участка, разграниченных субширотными разломами фундамента. В северном тектоническом блоке мощность промежуточной толщи сравнительно устойчива и достигает максимальных значений, в южном отмечается отчетливая дифференциация мощностей по субмеридиональным зонам от 2000 - до 4000 м. В центральном блоке, занимающем большую часть региона, средняя мощность образований составляет 2000-3000 м, причем минимальная (1000-2000 м) наблюдается на юге, а максимальная (3000-4000 м) - в северо-западной и северо-восточной краевых частях.

БУХАРО-АКДЖАРСКИЕ СЛОИ (Рвн-ос)



АЛЬБ (К, алв)

Турон (К<sub>2</sub>t)КЕМОВЕЙ-ОКСФОРД (J<sub>3</sub> K-O)НИЖНЯЯ-СРЕДНЯЯ ЮРА (J<sub>1-2</sub>)

Можно предположить, что выделяемая промежуточная толща включает пермо-триасовые и частично осадочные верхнепалеозойские образования.

Ограниченные сведения о физических свойствах пермо-триасовых пород показывают, что литологический состав этих образований близок к таковым для ниже-среднеюрских отложений.

Приведенная выше уточненная информация о мощностях и глубинах залегания основных нефтегазоматеринских толщ вместе с данными А.М.Акрамходжаева, Х.Б.Авазматова, Ш.Х.Амирханова, А.К.Каримова, М.И.Кушнир, Ш.Г.Саидходжаева, М.Э.Эгамбердыева, Б.Хикматуллаева и др. о распределении битумоидов и органического вещества в породах, его типе, степени катагенетической превращенности и т.п. послужили основой для количественной оценки масштабов генерации и эмиграции углеводородов в Сурхандарьинской мегасинклинали. Расчеты осуществлены по методике А.М.Акрамходжаева и А.В.Киришина (1974, 1975, 1978) на ЭВМ ЕС. Результаты этих расчетов по суммарному для каждой толщи количеству эмигрировавших УВ отдельно для жидких и газообразных фракций приведены в табл.8, а плотность эмиграции по площади - на рис. 17.

Общее количество углеводородов, эмигрировавших из мезозойско-кайнозойской толщи, превышает 52 млрд. т. Производящая способность в различных отделах осадочного чехла следующая: терригенная толща нижней и средней юры ( $\approx 55\%$  общего количества УВ), карбонаты верхней юры ( $\approx 26\%$ ), толща палеогена ( $\approx 12\%$ ) и меловые отложения ( $\approx 7\%$ ).

Аналогичное распределение имеет средняя плотность эмиграции по площади для указанных нефтегазопроизводящих толщ. Существенно различна доля жидких фракций в эмигрировавшей смеси углеводородов из рассмотренных комплексов пород.

Рис.16. Карты изопакит нефтегазоматеринских толщ Сурхандарьинской мегасинклинали (по результатам геолого-геофизических исследований с учетом данных П.К.Азимова, В.В.Болтышева, В.С.Лучникова, Я.Р.Мелаида, С.И.Мусаева, З.З.Насретдинова, Б.Б.Таль-Вирского, М.Э.Эгамбердыева и др.) Усл.обозн. см на рис.15.

Т а б л и ц а 8

Масштабы эмиграции жидких и газообразных УВ  
из нефтегазопроизводящих толщ Сурхандарьин-  
ской мегасинклинали, млн. т

Нефтегазомате- ринская толща (по А.Н. Акрам- ходжаеву, И.Э. Эгамбердиеву и др.)	Жидкие УВ		Газообразные УВ	
	Кол-во эмигрировав- ших УВ	Средняя плотность, эмиграции на 1 км <sup>2</sup>	Кол-во эмигриро- вавших УВ	Средняя плотность эмиграции на 1 км <sup>2</sup>
Эоцен	1875	0,098	3016	0,158
Палеоцен	577	0,030	975	0,051
Палеоген в целом	2452	0,128	3991	0,209
Турон	106	0,008	897	0,062
Альб	491	0,023	1873	0,128
Неоцен	28	0,002	158	0,009
Мел в целом	625	0,033	2928	0,199
Келловей- оксфорд	7365	0,366	6893	0,344
Нижняя - средняя бра	1648	0,082	28128	1,726
Бра в целом	9013	0,448	35021	2,070
Мезозой - кайнозой в целом	12090	0,609	41940	2,478

Максимальные значения ( $\approx 50\%$ ) характерны для верхнеюрской карбонатной формации, содержащей РОВ преимущественно сапропелевого типа (ПНМП I-2, по классификации А.М.Акрамходжаева, А.К.Каримова, 1973) и прошедшей главную фазу эмиграции нефти в определении А.М.Акрамходжаева (главную фазу нефтеобразования, по Н.Б.Вассоевичу, главную зону нефтеобразования, по А.Э.Конторовичу).

Высокая доля жидких фракций ( $\approx 40\%$ ) отмечена и для нефтегазопроизводящих пород палеогенового возраста, однако она несколько меньше таковой для карбонатов верхней юры. Это можно объяснить тем, что РОВ палеогеновых пород, характеризующееся высоким качеством, не везде смогло реализовать нефтематеринский потенциал из-за существенно меньшей глубины погружения. Поэтому в общих результатах фиксируется сумма углеводородных продуктов верхней зоны эмиграции газа и главной зоны эмиграции нефти.

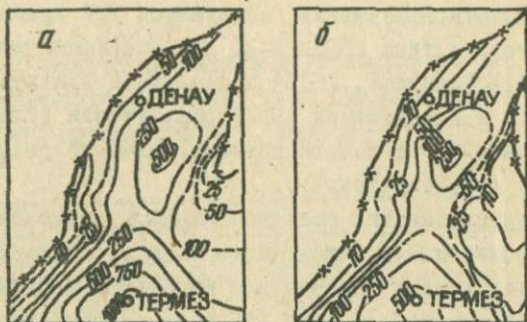
Наименьшей долей жидких фракций ( $\approx 5\%$ ) в составе эмигрировавших УВ характеризуются отложения нижней и средней юры. Это понятно, если учесть преимущественно гумусовый характер исходной органики и чрезвычайно большие глубины погружения вмещающих ее толщ (до 8 км).

Меловые отложения, содержащие РОВ смешанного гумусово-сапропелевого и сапропелево-гумусового типов, по доле жидких фракций в смеси эмигрировавших углеводородов занимают промежуточное положение ( $\approx 16\%$ ) между породами, обогащенными преимущественно сапропелевым и преимущественно гумусовым органическим веществом. Среди меловых толщ минимальные значения данного параметра имеют туронские отложения ( $\approx 10\%$ ), максимальные ( $\approx 31\%$ ) — альбские глины, что хорошо увязывается с долей в этих образованиях микрокомпонентов РОВ с действительно нефтематеринским потенциалом и степенью его преобразованности.

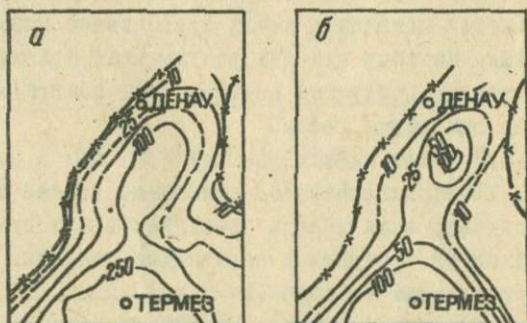
Анализ карт плотностей эмиграции жидких и суммы углеводородов (рис.17) позволил нам не только выделить в пределах Сурхандарьинской мегасинклинали основные зоны нефте- и газообразования, но и охарактеризовать их с количественных позиций.

Граница области ошугимой эмиграции жидких и газообразных УВ для юрских отложений достаточно отчетливо прослежива-

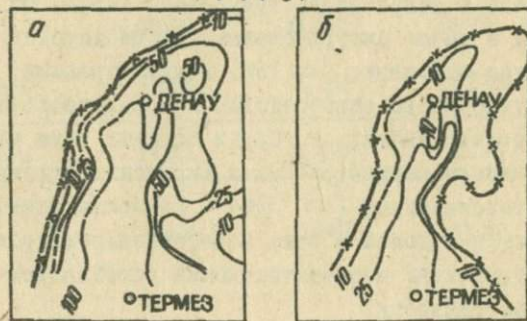
## ЭОЦЕН



## ПАЛЕОЦЕН



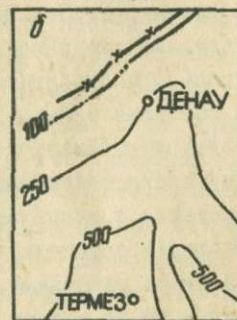
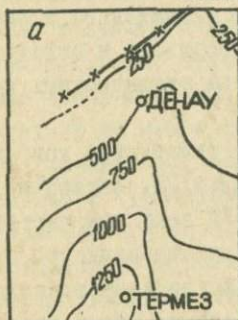
## ТУРОН



## АЛЬБ



## КЕЛЛОВЕЙ-ОКСФОРД



## НИЖНЯЯ-СРЕДНЯЯ ЮРА



ется лишь на севере вдоль южных склонов Гиссарского хребта. На остальной территории изодиины спокойно уходят в смежные районы, отражая единство процессов на обширной части юга Средней Азии в этот период, поскольку большая часть УВ эмигрировала из юрских образований в доорогенный этап развития региона. Максимумы плотности эмиграции УВ протягиваются вдоль центральной части Сурханского прогиба, постепенно нарастая по интенсивности с севера на юг. На такое распределение плотности эмиграции существенно повлияло продуцирование УВ в неоген-четвертичное время, когда происходило интенсивное погружение толщ на отдельных участках. Это видно из сопоставления данных по плотности эмиграции отдельно жидких и газообразных УВ. Последние значительно лучше сопоставляются с положением современных прогибов и отражают результат дополнительного продуцирования значительных масс газообразных УВ в новейшее время.

Для меловых пород характерно увеличение контрастности выделения зон интенсивной эмиграции УВ, являющееся следствием возрастания в сумме этих УВ доли той части, которая эмигрировала после обособления Сурхандарьинской метасинклинали. На это четко указывает существование границы ощутимой эмиграции суммы УВ не только на севере, но и на западе территории, а для жидких фракций - и на востоке. Кроме того, на площади выделяются локальные зоны максимальной эмиграции, приуроченные к областям максимального прогибания в современной структуре. Вместе с тем здесь еще сказываются процессы нефтегазообразования, протекавшие в доорогенный этап развития региона, что выражается в довольно ощутимых значениях плотности эмиграции на участках, где в настоящее время мело-

Рис. 17. Схематические карты плотности эмиграции суммы углеводородов (а) и жидкой (б) фракций из нефтегазопродуцирующих толщ Сурхандарьинской метасинклинали.

1 - линии равных значений плотности эмиграции углеводородов (тыс. т/км<sup>2</sup>): а - к современному времени, б - в доорогенную эпоху, 2 - граница области ощутимой эмиграции углеводородов.

вые отложения погружены на незначительную глубину или выведены на дневную поверхность.

Площадь эмиграции УВ из палеогеновых отложений еще более локализована и по существу совпадает с наиболее погруженной частью Сурхандарьинской мегасинклинали. Здесь четко выделяются два максимума интенсивности эмиграции. Первый расположен в районе г. Термеза, второй, менее интенсивный, — к юго-востоку от г. Денау. Сопоставление характера распределения плотности эмиграции УВ из палеогеновых пород с тектоническими особенностями региона свидетельствует о том, что на него в значительной мере влияла блоковая структура складчатого основания и осадочного чехла.

Интересны результаты сравнения плотности эмиграции жидких УВ из разных толщ. Существует представление о том, что промышленные скопления нефти образуются при плотности эмиграции жидких УВ не менее 200–300 тыс. т/км<sup>2</sup> (Конторович, 1970, 1976; Вышемирский, Конторович, Трофимук, 1971; и др.). Данному условию в Сурхандарьинской мегасинклинали удовлетворяют лишь две нефтегазопроизводящие толщи: келловей-оксфорда и эоцена. Остальные, в том числе и палеоценовая с доказанной нефтеносностью, имеют плотность эмиграции меньше 200 тыс. т/км<sup>2</sup>.

Таким образом, при окончательном выборе порогового значения плотности эмиграции необходимо учитывать и другие факторы, отражающие скорость этого процесса, наличие благоприятных условий для концентрации УВ, общую мощность комплекса отложений, включающего нефтематеринские породы. Чем больше мощность, тем большая часть эмигрировавших из нефтепроизводящих пород жидких УВ останется в толще. С этих позиций для отложений палеоцена критическая величина плотности эмиграции может быть снижена до 100 тыс. т/км<sup>2</sup>, а для нижнемеловых — составляет не менее 200 тыс. т/км<sup>2</sup>.

Приведенные цифры эмигрировавших УВ из нефтегазопроизводящих толщ Сурхандарьинской мегасинклинали и распределение плотности этого параметра по площади характеризуют ту часть генетического потенциала продуктивности (в определении А.М. Акрамходжаева, 1978), которая реализована за всю историю геологического развития региона. В последней выделяется

несколько этапов, существенно отличающихся по интенсивности тектонических движений, развитию дизъюнктивных дислокаций и т.д. С учетом времени формирования (и расформирования) ловушек и флюидоупоров эти факторы наряду с генетическими влияли на распределение эмигрировавших УВ, их концентрацию в залежи, уход в атмосферу и т.п. В связи с этим помимо знания интегральных характеристик масштабов нефте- и газообразования необходимы данные об интенсивности продуцирования УВ в историческом аспекте, т.е. дифференциальная характеристика изменения изучаемого параметра во времени.

Используя материалы математического моделирования процессов преобразования РОВ осадочных пород по мере их захоронения, на основе палеотектонических построений (рис.18) мы построили палеогенетический профиль по линии Байсун - Досманата (рис.19). По этому же профилю показана динамика реализации генетического потенциала продуктивности нефтегазоматеринских пород во времени (рис.20).

Совместный анализ данных построений позволяет уточнить особенности и показать количественно процессы нефте- и газообразования в различные этапы платформенного и орогенического развития Сурхандарьинской мегасинклинали.

Терригенные отложения нижней - средней юры уже в верхнеюрское время начали довольно интенсивно продуцировать преимущественно газообразные УВ. Такие же или даже несколько более высокие темпы газообразования характерны для периода накопления отложений нижнего мела. Вместе с тем в это время существенно возрастает роль жидких УВ за счет интенсивного преобразования сапропелевых компонентов смешанной органики при прохождении главной фазы образования и эмиграции нефти. Абсолютные количества жидких фракций невелики из-за преимущественно гумусового характера РОВ и практически недостаточны для их миграции в коллекторы и формирования залежей.

В последующие периоды платформенного этапа развития региона продолжалось довольно равномерное продуцирование и эмиграция газообразных УВ. Резкая дифференциация по профилю и возрастание интенсивности масштабов продуцирования УВ характерны для неоген-антропогена, когда формировался современный структурный облик региона с его глубокими прогиба-

ми в одних частях и значительными поднятиями в других. В прогибах терригенные образования погрузились на глубину до 6-8 км и вступили в нижнюю зону газообразования, что обусловило максимальное продуцирование УВ в этих районах.

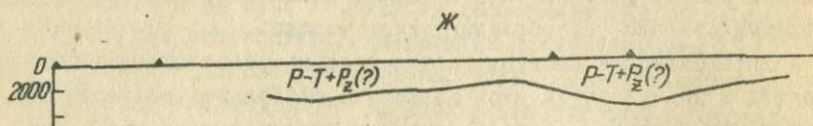
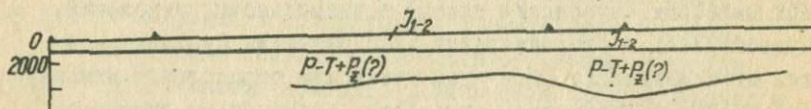
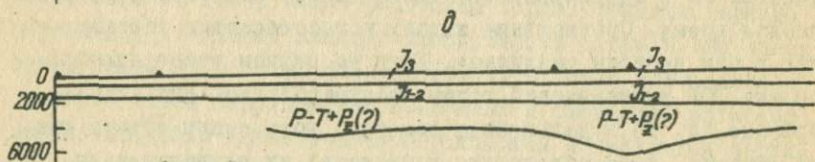
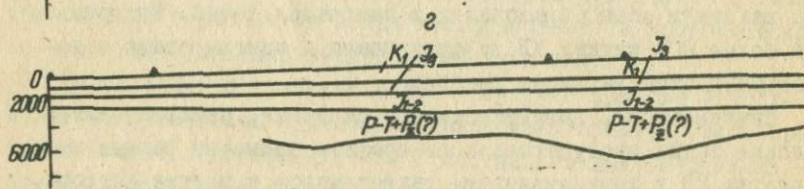
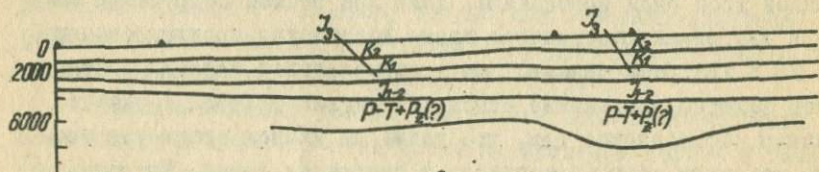
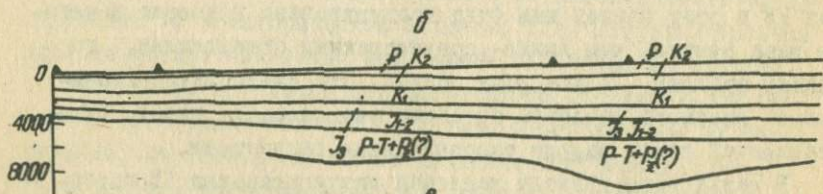
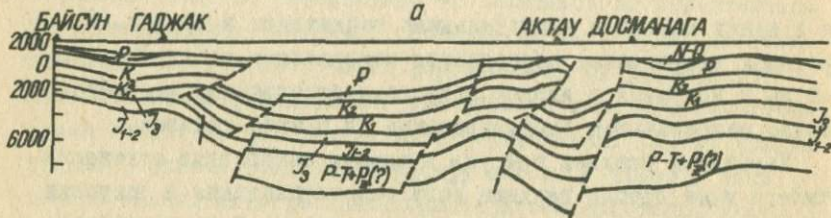
Карбонаты верхней юры уже в период накопления отложений нижнего мела прошли верхнюю зону газообразования и вступили в главную зону генерации и эмиграции нефти. Если газообразных УВ в этот период ими было продуцировано примерно в четыре раза меньше, чем нижне-, среднеюрскими отложениями, то жидких фракций - в два раза больше. Это следствие исключительно высокого качества органики верхнеюрских пород, представленной почти нацело сапропелевыми разностями.

В дальнейшие периоды масштабы продуцирования УВ карбонатной юрой были невысокими. Даже при резком погружении толщ в неоген-антропогеновое время количество продуцированных ею УВ в два раза меньше, чем в нижнемеловой период. При этом заметно уменьшение отношения жидких фракций к газообразным, объясняемое тем, что толща на данном этапе уже прошла максимум зоны образования и эмиграции нефти. Интересно, что более 80% жидких УВ продуцировано и эмигрировало в доорогенный этап развития региона.

Нижнемеловые, преимущественно альбские, нефтегазоматеринские толщии продуцировали по профилю примерно равные количества УВ в верхнемеловое, палеогеновое и неоген-антропогеновое время. Соотношение жидких и газообразных составляющих в эти периоды различное. Если на первом этапе преобразования РОВ нижнемеловой толщии продуцировались лишь газообразные УВ, то в дальнейшем заметную роль стали играть жидкие фракции, хотя абсолютные количества их незначительные.

Реализация генетического потенциала продуктивности верхнемеловых (туронские глины) и палеогеновых отложений осуществилась в орогенический этап развития Сурхандарьинской мегасинклинали. При этом туронские образования явились весьма слабым источником генерации, а тем более эмиграции преимущественно газообразных углеводородов.

Интенсивность продуцирования углеводородов палеогеновой толщии в значительной мере зеркально отображает современный структурный план региона и свидетельствует о том, что в наиболее погруженных частях отложения этого возраста не только



прошли верхнюю зону газообразования, но и находятся в той или иной части главной зоны образования и эмиграции нефти.

Сумма приведенных генетических показателей нефтегазопроизводящих толщ Сурхандарьинской мегасинклинали в совокупности с материалами по палео- и современной тектонической обстановке, данными о гидрогеологическом режиме и т.п. дает возможность, с одной стороны, уточнить в региональном плане перспективы отдельных литолого-стратиграфических комплексов, а с другой, объяснить их с генетических позиций.

Нефтегазоматеринская толща нижней - средней вры - мощнейший источник газообразных УВ на протяжении всей истории геологического развития региона. Поскольку площадь Сурхандарьинской мегасинклинали почти до конца верхнемеловой эпохи представляла единое целое с областями, расположенными к востоку и западу, часть образовавшихся УВ имела возможность свободно мигрировать по восстанию пластов и, не встречая на своем пути достаточно крупных структурных ловушек, уходить за пределы изучаемого района. Другая часть УВ, продуцированных породами терригенной вры, довольно свободно проникала в вышележащую верхнеюрскую толщу из-за отсутствия хороших флюидоупоров и повлияла на протекавшие в ней процессы миграции, формирования и переформирования залежей нефти и газа. В толще терригенной вры в эту эпоху могли образоваться лишь литологически ограниченные скопления газообразных флюидов.

После обособления Сурхандарьинской мегасинклинали как самостоятельной структурной единицы новообразовывающиеся за счет деструкции РОВ, в том числе и нефти, углеводороды могли частично задерживаться в поднятиях, обрамлявших формирующуюся впадину, вытесняя при этом из ловушек жидкие флюиды (при их наличии) за пределы территории мегасинклинали.

Рис.18. Палеотектонические профили по линии Байсун-Досманага.

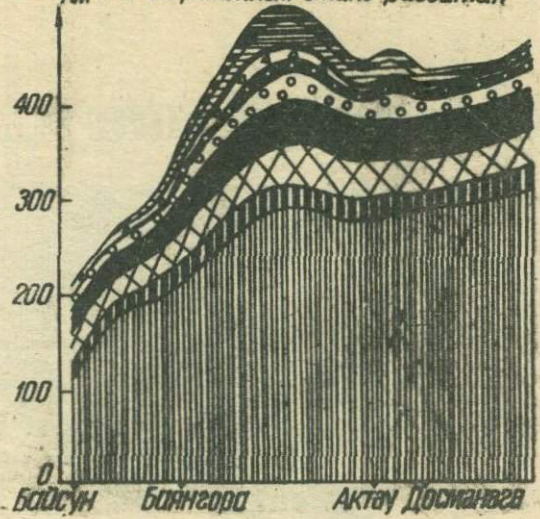
а - современный этап развития, б - начало орогенной эпохи, начало накопления отложений: в - палеогена, г - верхнего мела, д - нижнего мела, е - верхней вры, ж - нижней вры.

Толща желловей-оксфорда явилась основным генератором жидких УВ в разрезе осадочного чехла Сурхандарьинской мегасинклинали. На долю пород этого возраста приходится примерно 60% общего количества эмигрировавших жидких фракций. Для них характерна регионально высокая плотность эмиграции, составляющая в среднем 366 тыс. т/км<sup>2</sup>, а на отдельных участках - 500 тыс. т/км<sup>2</sup>. При формальном рассмотрении указанные показатели вполне благоприятны для формирования промышленных скоплений нефти в теле карбонатной формации региона, эту толщу можно было бы отнести к разряду преимущественно нефтеносной. Однако детальное изучение динамики реализации генетического потенциала продуктивности нефтегазоматеринских пород желловей-оксфорда, истории развития региона не подтверждает этого вывода.

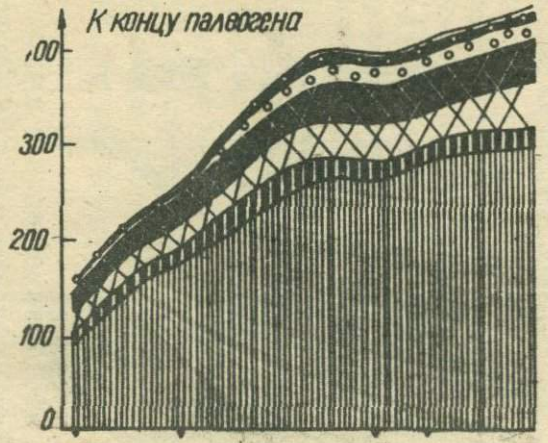
Основная масса жидких УВ эмигрировала в доорогенный этап развития, этому предшествовала интенсивная эмиграция газообразных УВ верхней зоны газообразования. Поскольку в этот период верхнеюрские карбонаты уже были перекрыты высококачественной покрывкой (эвапоритовая формация кимеридж-титона), условия для перетоков газа верхней зоны газообразования были неблагоприятными, поэтому этот газ заполнял имеющиеся ловушки и частично мигрировал по восстанию пластов в наиболее приподнятые области. Эмигрировавшие затем жидкие УВ могли заполнить лишь свободные от газа, либо частично заполненные газом ловушки. Основная же масса жидких УВ, благодаря латеральной миграции, уходила за пределы территории нынешней Сурхандарьинской мегасинклинали, чему активно способствовало огромное количество газа, генерированного в этот период породами терригенной вры, а, возможно, и промежуточного комплекса. Газ по пути своего движения растворял и уносил жидкие фракции.

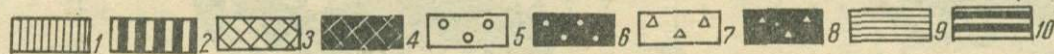
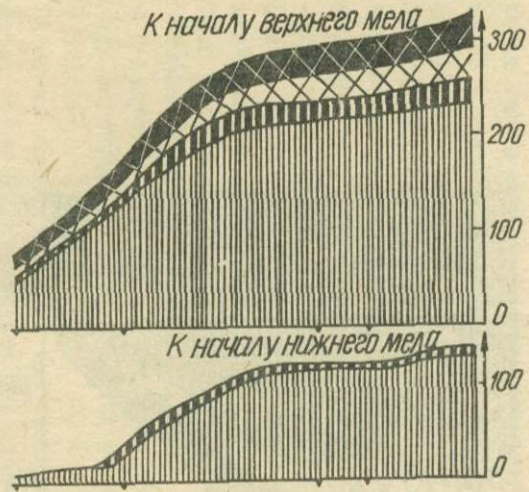
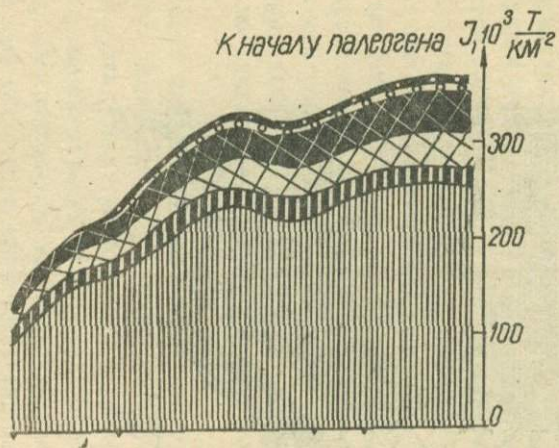
Наиболее благоприятными для концентрации жидких УВ в это время были приподнятые в региональном плане зоны и изолированные ловушки в теле карбонатной формации (район современных юго-западных отрогов Гиссарского хребта на северо-западе и западе, Кафирниганская мегантиклиналь на востоке и т.д.). К началу орогенического этапа развития региона здесь уже существовали пологие антиклинальные поднятия.

$J, 10^3 \frac{T}{\text{км}^2}$  На современном этапе развития



К концу палеогена





С наступлением интенсивных тектонических движений альпийской складчатости центральная часть региона испытала резкое погружение, в то время как западная и восточная краевые части его интенсивно воздымались. В прогибах накапливались мощные толщи континентальных моласс, приподнятые участки подвергались эрозии. Скопления углеводородных флюидов, образовавшиеся на платформенном этапе развития, перераспределялись в верхнеюрской толще, приспособиваясь к новым структурным формам, и в какой-то мере разрушались под воздействием ряда факторов. Одновременно в глубоко погруженных впадинах (глубина залегания келловей-оксфордских отложений превышает 7 км) происходило дальнейшее преобразование органического вещества, сопровождавшееся интенсивным газообразованием за счет деструкции рассеянных и концентрированных его форм.

О существовании и последующем разрушении палеозалежей, нефти может свидетельствовать наличие в разрезе верхней юры Тубегатана, Кугитанга - Гаурдака, Шаргуни, Лучоба и др. твердых битумов классов антраксолитов и керитов (Акрамходжаев, Эгамбердыев, Уртаев, Яковец, 1975), поскольку "исходным веществом всех битумов является нефть" (Бека, Высоцкий, 1976).

Таким образом, комплекс таких факторов, как постоянный приток значительных количеств эмигрировавших газообразных углеводородов не только из верхнеюрской толщи, но и нижележащих отложений терригенной юры, а, возможно, и из образований промежуточного комплекса, наличие довольно крупных структурных ловушек, существование высококачественного и

Рис.19. Палеогенетический профиль по линии Байсун - Досманага (с использованием материалов А.М.Акрамходжаева, Х.Б.Авазматова, Ш.Х.Амирханова, А.К.Каримова, Ш.И.Кушнир, Ш.Г.Саидходжаева, М.Э.Эгамбердыева и др.).

Интенсивность продуцирования газообразных (светлые тона) и жидких (темные тона) углеводородов нефтегазопроизводящими толщами нижней - средней юры (1,2), верхней юры (3,4), нижнего мела (5,6), верхнего мела (7,8) и палеогена (9,10).

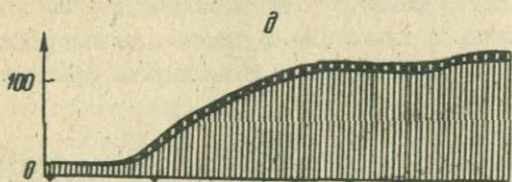
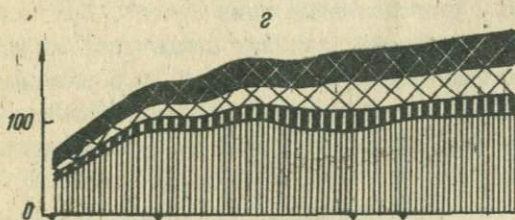
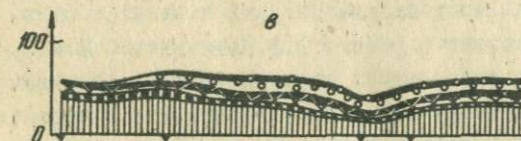
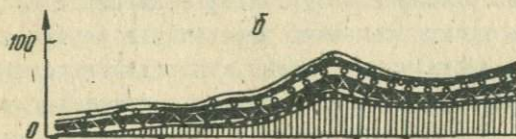
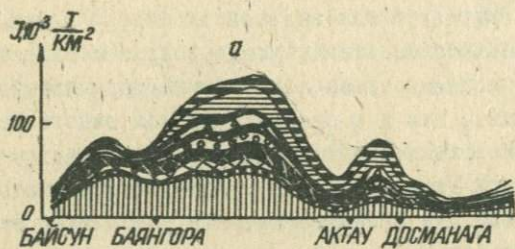
пластичного флюидопора позволяют уверенно отнести карбонаты келловей-оксфорда к наиболее перспективным объектам Сурхандарьинской мегасинклинали в отношении наличия крупных залежей газа и газоконденсата.

Возможность обнаружения здесь конденсата обусловлена значительными количествами жидких УВ, эмигрировавших в нестген-антропогеновое время, и подтверждается значительным обогащением газов месторождений Душанбинского прогиба и юго-западных отрогов Гиссара гомологами метана. Вероятность обнаружения залежей нефти в рассматриваемых отложениях в пределах Сурхандарьинской мегасинклинали, по-видимому, крайне низка. Это могут быть лишь реликтовые скопления, сохранившиеся за счет своей изоляции на глубинах, недостаточных для деструкции нефти. В этом отношении определенный интерес может представлять Байсуинская макроантиклиналь. Вместе с тем широкие масштабы образования и миграции жидких углеводородов в регионе резко повышают, на наш взгляд, перспективы промышленной нефтеносности смежных районов, таких как юго-западные отроги Гиссарского хребта. Здесь, наряду с известными нефтепроявлениями на площадях Адамташ, Гумбулак, Караиль в последнее время открыто нефтяное месторождение Кошкудук (Ибрагимов, Убайходжаев, Докунихин, 1979). Высокой вероятностью обнаружения подобных скоплений, по нашему мнению, характеризуются и восточные площади отрогов.

В Сурхандарьинской мегасинклинали лишь в последние годы начались геофизические исследования верхнеюрской толщи в основном по определению морфологии кровли. Высокие потенциальные возможности этих образований требуют детального освещения их геометрии хотя бы на сравнительно небольших глубинах, доступных для бурения. В этом отношении наибольший интерес представляют площади развития антиклинальных структур по кровле юрских отложений.

В нижнемеловых отложениях неокомская и апт-альбская толщи характеризуются заметными количествами эмигрировавших УВ, однако масштабы этого процесса были существенно различными для них.

Количество УВ, эмигрировавших из неокомских отложений, крайне невелики и практически исключают возможность находке-



ния здесь сингенетичных залежей не только нефти, но и газа. В то же время образования этого возраста известны скопления преимущественно газа как в Сурхандарьинской мегасинклинали (Гаджак), так и в смежных районах южного Таджикистана (Андиген, Комсомольское) и Северного Афганистана (Ходжа-Булан, Етымтаг, Ходжа-Гугердак). Приведенные факты свидетельствуют о том, что преимущественным источником залежей газа в неокомских отложениях Сурхандарьи является юрская толща. Возможность кратковременных перетоков в первую очередь газобразных УВ через мощную толщу кимеридж-титонских образований можно вполне допустить, учитывая интенсивные тектонические движения в регионе в орогенезе, способствующие образованию хотя и быстро заживающихся, но некоторое время живших тектонических нарушений даже в пластах соли.

Как показано в работе В.ф.Клейменова, М.И.Субботы (1978), при пересечении нарушением газовой залежи "газ под большим давлением сразу же устремляется в образовавшуюся брешь, мгновенно преодолевает солевой водоупор и перетекает в коллекторы, расположенные выше солей". При таком механизме формирования неокомских залежей исключительно высока вероятность нахождения под ними скоплений УВ в подсолевой толще. На приведенных выше площадях в породах карбонатной юры (где бурением вскрыта ее продуктивная часть) зафиксированы скопления газа.

Количество углеводородов, эмигрировавших из альбской нефтематеринской толщи, на порядок больше. По отношению же к верхнеюрским, а тем более к нижне-, среднеюрским отложениям это количество намного ниже. Доля жидких фракций в сумме

Рис.20. Динамика реализации генетического потенциала продуктивности нефтегазопроизводящих толщ мезозоя - кайнозоя по профилю Байсун - Досманага (с использованием материалов А.М.Акрамходжаева, Х.Б.Авазматова, Ш.Х.Амирханова, А.К.Каримова, М.И.Кушнир, Ш.Г.Саидходжаева, М.Э.Эгамбердыева) за период накопления отложений неогена + антропогена (а), палеогена (б), верхнего мела (в), нижнего мела (г), верхней юры (д). Усл.обозн. см. на рис.19.

эмигрировавших УВ относительно невелика ( $\approx 20\%$ ), что при учете довольно высокой битуминозности рассматриваемой толщи не дает оснований предполагать наличие здесь сингенетичных скоплений.

Потенциально нефтегазоматеринские породы альба стали преимущественно газопроизводящими еще в платформенный этап развития региона. Часть газообразных УВ могла мигрировать в пласты-коллекторы (в альбе и сеномане установлено по два проницаемых горизонта) и при благоприятных геологических условиях сформировать залежи газа. В орогенный этап альбская толща продуцировала дополнительные порции УВ за счет дальнейшего преобразования РОВ в погружающихся участках. На площадях, вовлеченных в воздымание, подвергающихся эрозионному размыву, либо характеризующихся активизацией дизъюнктивной тектоники, создались условия, способствующие потере огромных масс газообразных УВ. Все это обусловило перераспределение газа в толще альбских отложений, поэтому можно считать, что фиксируемые сегодня здесь залежи газа сформированы на заключительном, орогеническом этапе развития территории. С этих позиций и учетом коллекторских свойств отложений нижнего мела (Коробка, 1972) наиболее благоприятные условия для образования залежей УВ в альбских и сеноманских породах характерны для западной части территории региона (поднадвиговые части разреза Келиф-Шерабадского и Келиф-Сарыкамьшского поднятий, Байсунская синклиналиная зона).

Из верхнемеловых отложений в Сурхандарьинской мегасинклинали к нефтегазопроизводящим относится лишь туронская толща. Масштабы эмиграции из нее углеводородов невелики, обусловлены преимущественно процессами верхней зоны газобразования и связаны по времени с орогенным этапом развития региона. Учитывая к тому же отсутствие в этих образованиях проницаемых горизонтов (Насретдинов, 1968), можно рассчитывать лишь на существование небольших залежей газа в вышележащей сеноманской толще, что подтверждается наличием газа в сеноне на площади Ляльмикар.

Самая молодая нефтегазопроизводящая толща в районе — отложения палеогена. Реализация генетического потенциала их проходила в орогенический этап развития Сурхандарьинской

мегаинклинали. Количества эмигрировавших УВ вполне достаточны для формирования известных и еще не открытых залежей, сингенетичность которых обоснована А.М.Акрамходжаевым, Ш.Х. Саидходжаевым и др. (1976) и не вызывает сомнений.

На основе полученных детальных количественных данных, мы обратили особое внимание на то, что в эмигрировавшей углеводородной смеси жидкие фракции составляют лишь 40%, хотя палеогеновые образования в пределах Джино-Таджикской депрессии регионально нефтеносны (газопроявление обнаружено лишь на месторождении Ляльмикар). Это расхождение связано, на наш взгляд, с благоприятными условиями в регионе для потери газообразных УВ верхней зоны газообразования при интенсивных тектонических движениях в орогенезе. На это на основе анализа материалов по многим межгорным впадинам мира указывал В.Ф.Раабен (1978).

Кроме того, существенное превышение продуцирующей способности эоценовых отложений над палеоценовыми при обратном распределении фактических запасов нефти связано, по-видимому, с аккумулятивными свойствами этих образований. Если отложения эоцена содержат лишь один, да и то маломощный проницаемый горизонт в алайских слоях, то в бухаро-акджарских слоях палеоцена горизонтов-коллекторов шесть. Поэтому, если масштабы эмиграции УВ из пород эоцена в три раза выше, чем из палеоцена, то где же эти УВ? Видимо, значительная часть их находится в рассеянном состоянии в вышележащих толщах олигоцена и неогена. При этом не исключена возможность их концентрации в скоплениях в толще неогеновых моласс, аналогично известным залежам нефти в подобных образованиях Ферганы. В связи с этим представляет определенный интерес постановка специальных работ, в том числе и геофизических, для проверки данного положения. Возможно, на первом этапе следует пересмотреть материалы каротажа и геофизических съемок, в частности электроразведки методом ВЗЗ, с целью решения вопроса о наличии в соответствующей части разреза аномалий типа залежь.

Поскольку региональная нефтеносность палеогеновых отложений Сурхандарьинской впадины доказана глубоким бурением, актуальные проблемы здесь на сегодняшний день - поиски новых антиклинальных структур и оценка их продуктивности.

Таким образом, геофизические исследования приобретают все большую роль на всех этапах оценки перспектив нефтегазоносности территории. Видимо, необходима более детальная и углубленная интерпретация геофизических данных с целью изучения по ним латеральной изменчивости литолого-фациального состава исследуемых отложений, распределения в них содержания органического вещества и т.д.

#### ВОЗМОЖНОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ СТРУКТУР

Большинство открытых в Сурхандарьинской мегасинклинали и смежных районах месторождений нефти и газа невелики по размеру и многопластовые. Продуктивные горизонты встречены по всему разрезу осадочных пород, участвующих в строении региона, от алайских слоев палеогена до верхнеюрских отложений включительно.

Оценке перспективности локальных структур в последнее время уделяется большое внимание (Волков, 1975; и др.). При этом, как правило, используется комплекс различных признаков: геологических, тектонических, геохимических, геофизических и др. Относительно слабая изученность этих показателей и отсутствие минимально необходимого числа эталонных объектов на изучаемой территории делают нецелесообразным решение данной задачи методами распознавания образов. Поэтому основной упор сделан на выяснение возможностей геофизических методов при обнаружении прямых эффектов от залежей нефти и газа, хотя некоторые обстоятельства затрудняют подобный подход.

Как уже отмечалось, Сурхандарьинская мегасинклиналь характеризуется крайне низкой изученностью буровыми работами. Разрез осадочного чехла исследован лишь в пределах антиклинальных зон. Результаты параметрического бурения в зонах прогибов отсутствуют. Физические свойства пород разреза изучены достаточно полно лишь в его верхней части (неоген-палеоген-верхний мел). Использование сейсмических методов исследования затруднено из-за сложных сейсмогеологических условий.

Высокая плотность нефтей в районе ( $\rho = 0,96 \text{ г/см}^3$ ), сложный рельеф поверхности и другие факторы затрудняют применение для прямых поисков высокоточной гравиразведки. Лишь электроразведка, а также высокоточная магнитная съемка дают материал, который может быть использован в плане прямых поисков. Предпосылкой для анализа магниторазведочных данных служит предположение о существовании зоны эпигенетических изменений пород, обусловленной выделением и миграцией углеводородных флюидов, преобладанием здесь восстановительных процессов, способствующих изменению физических, в том числе и магнитных свойств пород, по сравнению с окружающей средой. Исследования, проведенные во ВНИИГеофизике М.А.Киричек и др. по ряду нефтегазоносных областей Советского Союза, показали, что залежи нефти и газа в большинстве случаев фиксируются слабыми отрицательными аномалиями геомагнитного поля.

Физической базой для определения перспективности локальных структур с помощью электрических методов исследования может служить известный факт повышения электрического сопротивления в области нефтяной и, особенно газовой залежи (в 3-10 раз), сопровождающегося на кривых зондирования ощутимым увеличением сопротивления продуктивного пласта на 15-20% и более (методы сопротивления), а также окислительно-восстановительные процессы над залежью (методы естественного поля, вызванной поляризации).

Наилучшие результаты при интерпретации электроразведочного материала с целью выделения залежей нефти и газа получены при работах в различных областях Союза в условиях их приуроченности к терригенным коллекторам с низким электрическим сопротивлением, при отсутствии промежуточных экранов высокого сопротивления (Богуславский, Киричек, 1971; Карнов, 1971; и др.). Характер геоэлектрического разреза и нефтегазоносности Сурхандарьинской мегасинклинали с этих позиций неблагоприятны. Существование в осадочном чехле промежуточных высокоомных экранов, преимущественная приуроченность залежей к карбонатным коллекторам, входящим в экранирующие толщи, обуславливают осложняющие факторы, затушевывающие аномальный эффект от залежи нефти или газа.

Мы проанализировали материалы вертикальных и магнитотеллурических зондирований, полученные в результате работ

объединением "Узбекгеофизика" и ИГИРНИГМом в Сурхандарьинской мегасинклинали, а также данные электрокаротажа скважин нефтегазодобывающего управления "Джаркурганнефть". При обработке использованы метод нормированных производных, дифференцированная обработка каротажных диаграмм и т.д., позволяющие более отчетливо выявлять эффект от горизонтальных электрических неоднородностей.

Моделью и эталоном для сравнения выбрана структура Кашгар (рис.6), в пределах которой бухаро-акджарские слои палеоцена выступают в роли опорного электрического горизонта, содержат залежи нефти и детально изучены с помощью бурения. Кроме того, в пределах структуры выполнены электроразведочные исследования методом ВЗЗ.

По скважинам, вскрывшим палеогеновые отложения, проведен анализ каротажного материала, полученного с помощью стандартного градиент-зонда с параметрами установки М 0,5 № 2,5 А. По результатам обработки каротажных диаграмм составлены погоризонтные планы среднеквадратичного электрического сопротивления ( $\rho_m$ ) и изопахит различных литолого-стратиграфических комплексов, составляющих геоэлектрический разрез месторождения. В результате установлено закономерное уменьшение (на 15-20%) мощности изученных горизонтов по направлению от крыльев и периклинальных частей складки к ее оси, что свидетельствует об одновременности процессов складкообразования и осадконакопления в кайнозойское время. Одновременно наблюдается уменьшение  $\rho_m$  в этом же направлении. Резкое исключение в установленной закономерности представляют продуктивные бухаро-акджарские слои, для которых в присводовой части структуры в пределах контура нефтяной залежи отмечается резкое повышение сопротивления в 1,5-2 раза. Природа этого явления может быть объяснена лишь влиянием залежи нефти с повышенным электрическим сопротивлением.

Каротажные диаграммы КС дополнительно подверглись дифференцированной обработке: среднеквадратичное сопротивление  $\rho_m$  подсчитывалось для стандартного интервала, равного 100м, по всем скважинам месторождения. В дальнейшем путем перенесения полученных данных на одну линию вкрест простираения

оси структуры удалось построить поперечный профиль  $\rho_m$ , т.е. создать геоэлектрическую модель месторождения. Линии изоом фиксируют некоторое повышение сопротивления, обусловленное мало мощными известняками, залегающими в основании алайских слоев палеогена, но особенно отчетливо, в том числе и гипсометрически, отбивается кровля бухарских слоев. Изолиния среднеквадратичного сопротивления 100 ом фактически фиксирует положение и контур основной залежи. По скв. I несколько глубже отмечается второй максимум  $\rho_m$ , также соответствующий фактически существующему скоплению нефти. В нижней части разреза вновь отмечается понижение  $\rho_m$  до значений 3-5 ом.

Исследовав характер геоэлектрического разреза в пределах структуры, содержащей залежь нефти, и убедившись, что последняя отчетливо выделяется по данным электрокаротажа даже в условиях, когда она приурочена к высокоомным карбонатным коллекторам, мы попытались установить влияние нефтяной залежи на результаты полевых электроразведочных исследований ВЭЗ, выполненных на Коштарской площади.

По профилю VIII ВЭЗ, пересекающему Коштарское поднятие, построен разрез вторых нормированных производных. Сопоставляя разрез  $\rho_K$  и нормированных производных, можно отметить отчетливое проявление Коштарской складки с повышенными значениями  $\rho_K$  и вторых нормированных производных. Однако, если информативность разреза  $\rho_K$  на этом ограничивается, то картина, наблюдаемая на разрезе нормированных производных, более сложная. На разносе АВ/2 = 3750 м в районе ВЭЗ 219 и 222, расположенных в приосевой части складки, наблюдается локальная положительная аномалия, ограниченная с обеих сторон локальными отрицательными аномалиями вторых нормированных производных. При АВ/2 = 7000 м (ВЭЗ 219) отмечается новый локальный максимум, по интенсивности почти равный вышележащему, также резко ограниченный по краям отрицательными значениями нормированных производных.

Картина, наблюдаемая в приосевой части Коштарской структуры, почти аналогична результатам моделирования над шаром и пластиной повышенного сопротивления, выполненного во ВНИИ Геофизике.

Таким образом, сопоставляя разрезы  $\rho_k$  и нормированных производных, а также учитывая результаты моделирования, мы вправе полагать, что с помощью трансформации данных ВЭЗ в разрезы нормированных производных получен искомый эффект от нефтяной залежи, расположенной в своде Коштарской структуры. Коэффициент перехода от разносов  $\Delta B/2$  к глубинам залегания неоднородности составил 2,8. Эта величина хорошо согласуется с данными, полученными по другим регионам (Зарипова, Киричек, 1971; Карнов, 1971; и др.).

Метод нормированных производных при оценке нефтегазоносности локальных поднятий на примере месторождения Коштары применили для обработки всего объема информации, полученной методом ВЭЗ в пределах Сурхандарьинской мегасинклинали. Расчеты производились по профилям, ориентированным вкострест простираения основной структуры региона с периодами осреднения значений  $T_{оср}$ , равными 5 и 20 км и шагом 1-2 км. В последнем случае ( $T_{оср} = 20$  км) осреднение выполнялось по всем точкам ВЭЗ, расположенным на профиле. Все расчеты производились на ЭВМ по программам, составленным в ИГИРНИГМе (Киришин, 1975).

По результатам пересчета строились разрезы вторых нормированных производных и полноамплитудных производных. Для сопоставления брались разрезы  $\rho_k$ . Профили, подсчитанные при  $T_{оср} = 5$  км, оказались более контрастными, с четким проявлением известных пликативных и дизъюнктивных элементов тектоники региона. Один из них, пересекающий "пустую" структуру Аккуртан в северной периклинальной части Хаудагского поднятия, а также нефтяное месторождение Кокайты, может служить примером разрешающей способности метода нормированных производных при изучении геологического строения региона и при оценке нефтегазоносности локальных антиклинальных структур. Отдельные детали геолого-тектонического строения, проявляющиеся на разрезах нормированных производных, значительно хуже и менее наглядно отражаются на разрезах  $\rho_k$ , а в некоторых случаях и вовсе неразличимы.

Разрезы вторых вертикальных нормированных производных достаточно полно отражают тектонику участка, при этом вполне четко и наглядно отмечаются пликативные и дизъюнктивные дислокации или участки резкого изменения характера геоэлек-

трического разреза. Так, известные антиклинальные поднятия отмечаются четкими положительными аномалиями вторых нормированных производных (Хаудаг, Кокаиты). Отдельные структуры либо не различаются на разрезах нормированных производных, либо проявляются очень слабо и не могут быть опознаны достоверно (Аширхан, Джаркурган). Это глубокозалегающие структуры, выявленные геофизическими методами, с погружением кровли опорного электрического горизонта ( $J_3-K_1$ ) до 5,5 км. Четкому их выявлению в разрезах мешают, по-видимому, недостаточная глубинность исследования и редкая сеть точек ВЭЗ. Разрывные нарушения в некоторых случаях также выделяются достаточно четко по резкой смене геоэлектрического разреза, выражающейся вертикально вытянутыми зонами высоких градиентов нормированных производных, связанными с изменением знака аномалии.

Разрезы полных вертикальных нормированных производных не дают представления о пространственной форме электрической неоднородности, зато несут ценную информацию о характере геоэлектрического разреза, позволяют расчленять его на отдельные слои и горизонты, не поддающиеся выделению ни визуально по кривым ВЭЗ, ни при количественной интерпретации. Так, на разрезах полных нормированных производных достаточно четко прослеживается чередование полос повышенных и пониженных значений производных, которые путем сопоставления с данными электрокаротажа можно отождествить с тем или иным литолого-стратиграфическим комплексом.

Линейно-вытянутая аномалия высоких значений нормированных производных в средней части разрезов ( $AB/2 = 2500 - 3750$  м) может быть сопоставлена с известняками бухаро-акджарского комплекса. Определение коэффициентов пересчета между величиной полуразносов АВ, на которых отмечаются максимальные значения полных нормированных производных, и глубиной залегания бухаро-акджарских слоев, по данным бурения, аналогичное выполненному на Коштаре, позволило получить коэффициент, равный 2,5-3. К сожалению, бурение в Сурхандарьинской мегасинклинали сосредоточено в присводовых частях локальных антиклинальных поднятий. Как следствие этого, полученные нами коэффициенты пересчета могут применяться

только на этих участках и лишь с большой осторожностью в зонах прогибов.

Таким образом, разрезы полных нормированных производных дают некоторую дополнительную информацию о бухаро-акджарской продуктивной толще, которую невозможно получить при количественной интерпретации ВЗЗ вследствие неблагоприятного характера геоэлектрического разреза. Антиклинальные поднятия на разрезах полных нормированных производных выделяются по раздувам полос повышенных значений производных из-за их распространения на более глубокие части разреза. Это происходит за счет обтекания током горизонтальных Электрических неоднородностей повышенного сопротивления, в роли которых выступают присводовые части антиклинальных структур.

Характер поля нормированных производных на месторождениях, кроме Коштара, показан на структуре Кокайты, а на участках, не содержащих залежей нефти, на структуре Аккурган (Северный Хаудаг). "Пустые" структуры имеют сравнительно небольшое повышение значений нормированных производных, форма аномалий четко выражена и линейно вытянута снизу вверх. На разрезах полных нормированных производных аномальный эффект проявляется слабо как по форме, так и по интенсивности. Для структур, содержащих залежи нефти (Коштар, Кокайты и др.), интенсивность положительного аномального эффекта выше почти в два раза. Отличительная особенность — интенсивное распространение на глубину повышенных значений полноамплитудных нормированных производных, указывающее на резкое увеличение сопротивления в присводовой части структур.

Таким образом, резкое увеличение значений нормированных производных на продуктивных структурах, обусловленное повышением сопротивления присводовых частей, происходит за счет присутствия здесь залежей нефти или газа.

Для изучения влияния залежи углеводородов на характер распределения естественного электромагнитного поля и магнитного поля Земли выполнены опытные наблюдения магнитотеллурического поля, а также проведен анализ данных аэромагнитной съемки на отдельных площадях региона.

Объектом опытных работ МТЗ выбрано нефтегазовое место-

рождение Ляльмикар. Наблюдения выполнялись аналоговыми станциями МТЛ-62 синхронно на трех точках. Первая (МТЗ-1) располагалась в осевой части структуры в пределах контура нефтегазоносности, вторая (МТЗ-2) - в периклинальной законтурной части, третья (база) - в зоне прогиба в 2 км к востоку от МТЗ-1. Кроме того, в 2 км восточнее МТЗ-2 находится МТЗ-34 регионального профиля МТЗ.

При анализе кривых МТЗ наблюдается общее резкое повышение кажущегося сопротивления  $\rho_{\text{т}}$  для кривых МТЗ-1, расположенного в контуре нефтегазовой залежи (рис.21). Объяснение этого явления может быть двояким: либо это структурный эффект, обусловленный приближением высокоомных горизонтов к поверхности, либо влияние электрической неоднородности высокого сопротивления - залежи нефти и газа.

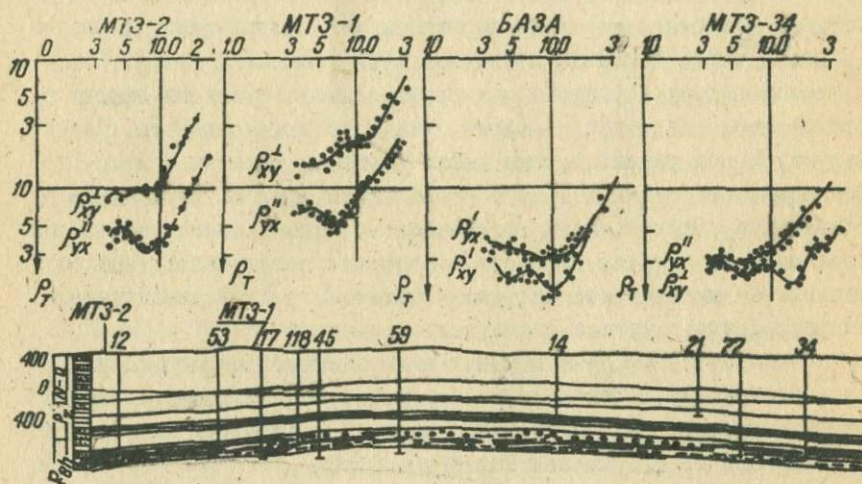


Рис.21. Пример синхронной записи МТЗ на площади структуры Ляльмикар.

Структурный эффект отчетливо проявляется в точках МТЗ-1 и МТЗ-2 по резкому увеличению сопротивления поперечных кривых, лучше реагирующих на изменение гипсометрии промежуточных экранов. В то же время минимум сопротивления продольных кривых, характеризующих в основном положение кровли фундамента, остается практически постоянным как для МТЗ-2, расположенного в пределах структуры, так и МТЗ-34 и базы, находящихся в зоне прогиба. Это свидетельствует о неизменности здесь электрических параметров надпорной толщи. Лишь для МТЗ-1 наблюдается аномально высокое увеличение сопротивления  $\rho_T$  для продольной кривой. Характерно, что эффект от структуры на графиках параметра  $N_{xx}$ , полученных методом МВР на профилях, проходящих через МТЗ-1 и МТЗ-2, практически одинаков и составляет 5-10% от фоновых значений.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что аномально повышенные сопротивления на кривой  $\rho_T$  для МТЗ-1 обусловлены влиянием электрической неоднородности в своде структуры - нефтегазовой залежью.

Сурхандарьинская мегасинклиналь покрыта аэромагнитной съемкой. Наземные работы выполнены лишь на отдельных мелких участках в юго-западных отрогах Гиссара. Графики и карты  $\Delta T_a$  аэромагнитной съемки обычно характеризуют главным образом структуру и литологический состав верхней части складчатого основания.

Региональный характер магнитного поля района отражает в основных чертах герциевскую структуру фундамента, погруженного в условиях региона под породами осадочного чехла на глубины 8-12 км. Однако на фоне регионального магнитного поля отмечаются слабонитевидные отрицательные локальные аномалии, возмущающие объекты которых при расчете глубины их залегания по известным формулам оказываются расположенными в пределах осадочного чехла. Сопоставление этих аномалий с конкретными геологическими объектами Сурхандарьинской мегасинклинали показано вполне удовлетворительное их совпадение со структурами, на которых обнаружены месторождения нефти и газа. На рис.22 показано, как по минимумам поля  $\Delta T_a$  достаточно отчетливо устанавливается местоположение

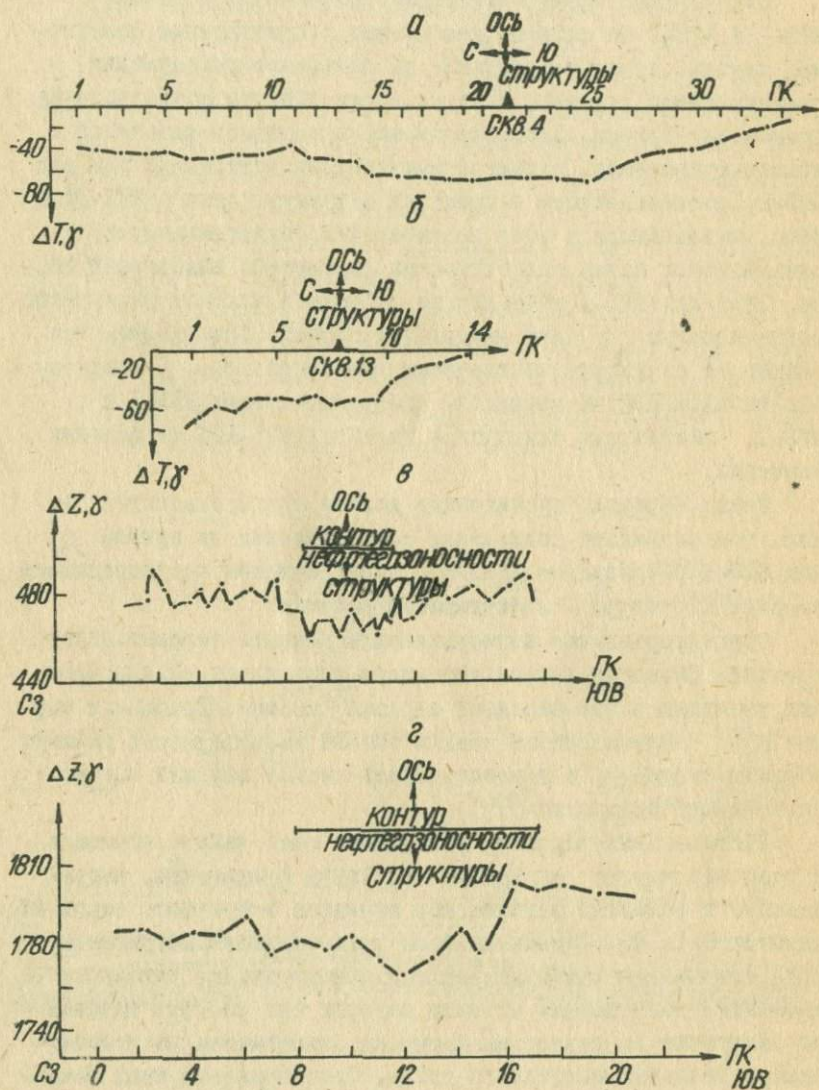


Рис.22. Графики  $\Delta T$  и  $\Delta Z$  над структурами Сурхандарьинской мегасинклинали.

а - структура Миршади, месторождения: б - Коштар, в - Ляльмикар, г - Кокаиты.

месторождения Кошгар и структуры Миршади. Этот результат получен, несмотря на низкую точность съемки ( $\pm 20 \gamma$ ) и неудачную по отношению к альпийской структуре региона ориентировку полетных маршрутов (профилей) в направлении север - юг. Наличие локального минимума над структурой Миршади, непродуктивность которой по бухарским слоям палеоцена доказана глубоким бурением, позволяет предполагать ее продуктивность по более глубоким горизонтам (нижний мел, верхняя юра).

Материалы аэромагнитной съемки могут представлять большой интерес для комплексного, совместно с электроразведкой, решения вопроса о прямых поисках нефти и газа в пределах Сурхандарьинской мегасинклинали.

На основе результатов анализа аэромагнитной съемки нами выполнено несколько профилей наземных наблюдений поля  $\Delta Z_a$  на газонефтяном месторождении Ляльмикар и нефтяном месторождении Кокаиты. Работа выполнена прибором М-27 с ценой деления  $10 \gamma$ , шагом 50 м. Среднеквадратичная погрешность наблюдений составила  $\pm 4 \gamma$ . В результате над структурами в пределах контура залежи отмечены отрицательные аномалии вертикальной составляющей магнитного поля интенсивностью свыше  $20 \gamma$ , сопровождаемые по краям залежи небольшими максимумами поля  $\Delta Z$ . Расчет глубины залегания аномалообразующего объекта показывает совпадение его с верхней границей промышленно эксплуатируемых горизонтов.

Таким образом, мы имеем подтверждение больших возможностей магниторазведки для оценки перспективности локальных структур Сурхандарьинской мегасинклинали. Эти данные недостаточны для категоричных выводов, необходимо выполнение значительного объема целенаправленных высокоточных наблюдений магнитного поля в пределах известных нефтяных месторождений и за их пределами, необходимо установить физические и геологические факторы, комплексно влияющие на магнитное поле над залежами нефти и газа.

Несмотря на огромные трудности, стоящие перед исследователями при разработке рациональной методики прямых поисков нефти и газа, задача эта может быть решена на основе

комплексирования различных геофизических методов, выбора и внедрения наиболее эффективных из них, разработки комплексной геологической интерпретации геофизических данных, создания новых приемов обработки получаемой информации и, наконец, на основе тщательного изучения и выявления всех геологических и физических факторов, обуславливающих проявление залежей нефти и газа в различных физических полях.

## Заключение

Внедрение в производство новых для Сурхандарьинской мегасинклинали методов геофизической разведки, тщательный анализ всей геофизической, особенно электроразведочной информации, полученной к настоящему времени, переосмысливание ее на базе новейших геологических данных путем использования наиболее современных приемов обработки и интерпретации с помощью электронно-вычислительной техники — все это позволило получить впервые или существенно уточнить ранее имевшиеся представления о ряде аспектов тектоники и нефтегазоносности региона.

Для площади региона построена схематическая структурная карта по поверхности складчатого основания, дающая в первом приближении представление о глубинах его залегания, тектонике, блоковой структуре, а также об основных чертах и особенностях подсолевого структурного плана осадочного чехла.

Уточнена структура надсолевой части осадочного чехла, охарактеризованы глубины до кровли верхнеюрских отложений, установлено блоковое строение мезозойско-кайнозойской толщи, унаследованное от аналогичных дислокаций фундамента, протрассировано положение Предбабатагской флексурно-разрывной зоны, разделяющей две крупные тектонические единицы — Сурханский прогиб и Бабатагскую макроантиклиналь; уточнены положение и взаимосвязь синклиналильных и антиклиналильных зон, а также дизъюнктивных структур второго порядка, выявлены неизвестные ранее локальные аномалии (структуры).

Уточнена закономерность распределения по площади мощностей и глубин залегания крупных литолого-стратиграфических комплексов и входящих в них нефтегазоматеринских свит. Подтверждено существование под осадками мезозоя — кайнозоя промежуточной толщи, по-видимому, пермо-триасового возраста. На основе полученных данных наряду с серией других геологических, геохимических и физических параметров (содержание органического вещества, битуминозность и др.) рассчитаны плотности эмиграции суммы углеводородов и отдельно их жидкой фракции, а также составлены соответствующие схематические карты для различных нефтегазоматеринских толщ осадоч-

ного чехла. Анализ полученных схем, современной и палеотектонической обстановки в условиях региона позволил уточнить на генетической основе перспективы нефтеносности и газоносности отдельных этажей осадочного чехла на различных участках площади Сурхандарьинской мегасинклинали.

Изучение закономерностей отображения в физических полях неоднородности типа "залежь" благодаря использованию ряда новых методических приемов трансформации геофизической информации, а также математического моделирования и высокоточных наблюдений на практических геологических объектах позволило доказать принципиальную возможность оценки продуктивности локальных структур с помощью выполнения наземных электро- и магниторазведочных исследований.

Таким образом, приведенные результаты дают достаточно наглядное представление о широких возможностях геофизических методов разведки не только при решении традиционных задач изучения глубинного геолого-тектонического строения закрытых площадей и поисков погребенных локальных структур, но и при уточнении и конкретизации таких специфических вопросов, как оценка перспектив нефтегазоносности различных этажей осадочного чехла, а также продуктивности отдельных локальных поднятий.

Полученные новые данные о глубинном геолого-тектоническом строении и перспективах нефтегазоносности региона окажут существенную помощь геологам-нефтяникам при поиске и выявлении новых кладовых нефти и газа на площади Сурхандарьинской мегасинклинали.

## Л и т е р а т у р а

- А з и м о в П.К., Т у р г у н о в Х.М., М у с а е в С.И.  
[и др.]. Основные результаты и перспективные направления геолого-разведочных работ на нефть и газ в Сурхандарьинской области. М., 1971.
- А к р а м х о д ж а е в А.М. Органическое вещество – основной источник нефти и газа. Ташкент, 1973.
- А к р а м х о д ж а е в А.М. Генетический потенциал продуктивности нефтегазоматеринских пород и его реализация. В кн. "Осадочно-миграционная теория образования нефти и газа". М., 1978.
- А к р а м х о д ж а е в А.М., Э г а м б е р д н е в М.Э., М и р к а м а л о в Х.Х., Н а р т а д ж и е в М. Литология, стратиграфия, нефтегазоносность Южного и Юго-Западного Узбекистана. Ташкент, 1971.
- А к р а м х о д ж а е в А.М., К и р ш и н А.В. К расчету потенциала продуктивности нефтегазопроизводящих пород объемно-генетическим методом. "Узб.геол.ж.", 1974, № 3.
- А к р а м х о д ж а е в А.М., К и р ш и н А.В. К расчету генетического потенциала продуктивности нефтегазопроизводящих пород на ЭВМ. "Узб.геол.ж.", 1975, № 3.
- А к р а м х о д ж а е в А.М., Э г а м б е р д н е в М.Э., Д р т а е в Ю.С., Я к о в е ц Ю.А. Геолого-геохимические предпосылки нефтегазоносности вго-восточной и центральной части Средней Азии. Ташкент, 1975.
- А к р а м х о д ж а е в А.М., Э г а м б е р д н е в М.Э., Х и к м а т у л л а е в В.С. [и др.] Критерии генетического потенциала продуктивности нефтегазоматеринских пород Южного и Западного Узбекистана. Ташкент, 1977.

- А л ь п и н Д.М. Негоризонтальные поверхности раздела и палетки НЭЛ. "Прикладная геофизика", 1940, № 1.
- А н и щ е н к о Г.Н. Кажущаяся продольная проводимость в электроразведке. ВИЭМС, вып.21, 1974.
- А х и а т о в П.Г., М е л ь к а н о в и ц к и й И.М., Т а л ь - В и р с к и й Б.Б. Северо-восточный борт Амударьинской впадины (Бухаро-Хивинская область). В кн. "Физические свойства осадочного покрова территории СССР". М., 1967.
- Б а б а е в А.Г. О сравнительной оценке перспектив нефтегазоносности районов Западного и Южного Узбекистана. Новости нефт.техн., серия геология, № 3, 1961.
- Б а б а е в А.Г. Геотектоническая история Западного Узбекистана и региональные закономерности размещения скоплений нефти и газа. Л., 1966.
- Б а б а е в А.Г., Л е б з и н Е.В. О структурно-геологическом районировании мезозойских образований Западного Узбекистана в связи с нефтегазоносностью. "Сов. геология", 1960, № 6.
- Б а к и р о в А.А. и [др.]. Геологические условия и основные закономерности размещения скоплений нефти и газа в пределах эпигерцинской платформы юга СССР, М., 1963.
- Б а л а ш о в Л.С. Сурхандарьинский артезианский бассейн. Тр.лаб.гидрогеол.проблем, т.ХХУ. М., 1960.
- Б е к а К., В н с о ц к и й И. Геология нефти и газа. М., 1976.

- Белеловский М.Л. Тектоническое районирование подсоевого структурного этажа Афгано-Таджикской впадины. Вopr. геол. строения и перспектив. нефтегазоносности Таджикистана, вып. I, Душанбе, 1965.
- Белеловский М.Л., Седлецкий В.И., Коробка В.С. О соляной тектонике мегантиклинали Юго-Западного Гиссара и Афгано-Таджикской впадины. "Тектоника", 1971, № 2.
- Бердичевский М.Н. Электрическая разведка методом теллурических токов. М., 1960.
- Бердичевский М.Н. Электрическая разведка методом магнито-теллурического профилирования. М., 1968.
- Бердичевский М.Н. [и др.] . Магнито-теллурическое зондирование горизонтально-неоднородных сред. Физика Земли. М., 1973.
- Бердичевский М.Н., Ершов В.М. Магнито-теллурическое зондирование горизонтально-неоднородных сред (эффект  $S$  ). Прикладная геофизика, вып. 75. М., 1974.
- Богуславский А.К., Киричек М.А. Основные результаты электроразведочных исследований при поисках залежей нефти и газа на Южном Мангышлаке. ВИЭМС, № 22, 1971.
- Борисов А.А., Рыманов В.М. О геологической интерпретации магнитных аномалий юга Средней Азии. ДАН СССР, т. 133, 1960, № 6.
- Браташ В.И., Вонгаз Л.Б., Егупов С.В., Иванов С.Д., Печников В.В. Геология нефтегазоносных областей Средней Азии и Южного Казахстана. В кн. "Верхнеамударьинская нефтегазоносная область", тр. ВНИГНИ, вып. XVI, М., 1969.

- Б у г р о в а А.С., К и р и ч е к М.А., Ш к а б а р н я Н.Г. Об аномалиях нормированных производных от газонефтяных залежей при наблюдениях ДЭЗ. ВИЭМС, № 22, 1971.
- Б у г р о в а А.С., К и р и ч е к М.А. Возможности выделения и оконтуривания газонефтяных залежей в полях постоянного тока. Разведочная геофизика, вып.75, 1977.
- В а н ь я н Л.Л., Д е б а б о в А.С., Е г о р о в И.В., К о я н о в Д.К. Результаты математического моделирования магнито-теллурических аномалий. У Всесоюзная школа-семинар по электромагнитным зондированиям, программа, Мукачево, 1978.
- В о л к о в А.М. Прогноз нефтегазоносности локальных под-  
нятий методами распознавания образов. Свердловск, 1975.
- В о н г а з Л.Б. О неунаследованном развитии тектонических структур Гиссарского сектора Таджикской впадины и перспективах его нефтегазоносности. В кн. "Геология и перспективы нефтегазоносности Средней Азии". М., 1970.
- В о н г а з Л.Б., К о г а н А.Б. Некоторые особенности тектоники Таджикской депрессии в связи с нефтегазоносностью. В кн. "Тектоника Памира и Тянь-Шаня". М., 1964.
- В ы ш е м и р с к и й В.С., К о н т о р о в и ч А.Э., Т р о ф и м у к А.А. Миграция рассеянных битумоидов. Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып.143, 1971.
- Г р и д н е в Н.И. Литология кайнозойских моласс Сурхандарьинской депрессии. Ташкент, 1955.
- Д е б а б о в А.С., Б е р д и ч е в с к и й М.Н., В а н ь я н Л.Л. Численное моделирование искажений магнито-теллурического поля произвольными поверхностными неоднородностями. Электромагнитные зондирования, ч.1, М., 1976.

- Д м и т р и е в В.И. Магнито-теллурическое поле в тонких неоднородных средах. В сб. "Вычислительные методы и программирование", вып.13 (сб.работ вычислительного центра МГУ), 1969.
- Д м и т р и е в В.И., К о к о т у ш к и н Г.А. Альбом палеток для магнито-теллурического зондирования в неоднородных средах. М., 1971.
- З а р и п о в а Н.Т., К и р и ч е к М.А., К и р ш и н А.В. Способ нормированных производных для интерпретации материалов электроразведки в Западном Узбекистане. Серия региональная, разведочная и промысловая геофизика. ВИЭМС, 1971, № 79.
- З и н е н б е р г В.И., К и р ш и н А.В. О расчете кривых вертикальных электроразведок на ЭВМ. Вopr.вычисл. и прикладной математики, вып.2. Ташкент, 1970.
- З и н е н б е р г В.И. Решение прямой и обратной задачи метода вертикального электрического зондирования. Автореф. канд.дисс. Новосибирск, 1973.
- И б р а г и м о в А.Г., У б а й х о д ж а е в Т.И., Д о к у н и х и н В.Ф. Первое нефтяное месторождение в юго-западных отрогах Гиссара и перспективы выявления новых месторождений. "Узб.геол.ж.", 1979, № 5.
- К а р и о в Л.Д. О некоторых возможностях метода ВЗЗ для выявления аномалий от нефтяных и газовых залежей в условиях Сахалина. ВИЭМС, № 22, 1971.
- К и р и ч е к М.А., К о р х З.А. О некоторых результатах анализа геоэлектрического разреза в районе Газлинского газового месторождения. Разведочная геофизика, вып.29, 1968.

- К и р и ч е к М.А., З а р и п о в а Н.Г. [и др.] . О возможности поисков газоперспективных зон в юрских подсолевых карбонатных отложениях Западного Узбекистана. Серия региональная, разведочная и промышленная геофизика, ВИЭМС, № 5, 1974.
- К и р ш и н А.В. Методика автоматической обработки электроразведочных данных способом нормированных производных. В сб. "Геофизические исследования на нефть и газ в Узбекистане", вып.18, Ташкент, 1975.
- К и р ш и н А.В., Б а р с у к о в Ю.Ф., З а р и п о в а Н.Г. К оценке истинного электрического сопротивления пластов по данным стандартного градиент-зонда. ДАН УзССР, 1974, № 3.
- К л е й м е н о в В.Ф., С у б б о т а М.И. Геолого-гидрогеологические условия раздельного формирования скоплений нефти и газа. Тр. Зап.Сиб. НИГНИ. Тюмень, вып.137, 1978.
- К о н т о р о в и ч А.Э. Теоретические основы объемно-генетического метода оценки потенциальных ресурсов нефти и газа. Тр. СНИИГГИМСа, вып.95, 1970.
- К о н т о р о в и ч А.Э. Геохимические методы количественного прогноза нефтегазоносности. М., 1976.
- К о п е л е в Ю.С. Опыт применения способа наименьших квадратов для обработки теллураграмм. В сб. "Разведочная и промышленная геофизика", № 48, 1963.
- К о ш л а к о в Г.В. О некоторых результатах геофизических исследований на юге Таджикистана. В кн. "Вопросы геологического строения и перспективы нефтегазоносности Таджикистана", вып.1, 1965.

- К о ш л а к о в Г.В. Электроразведка для решения задач структурной геологии в складчатых областях (на примере Таджикской депрессии). Автореф. канд.дисс. Новосибирск, 1970.
- К о ш л а к о в Г.В., К о н о в а л о в Ю.Ф. Особенности многослойных МТЗ. В сб. "Разведочная геофизика", 1973, № 53.
- К у з н е ц о в Б.А. Теоретический анализ искажений кривых магнито-теллурического зондирования в средах с периодическими неоднородностями. Автореф. канд.дисс. М., 1971.
- Н е р у ч е в С.Г. Нефтепроизводящие свиты и миграция нефти. М., 1969.
- Н е с т е р о в И.И., С а л м а н о в Ф.К. Оценка перспектив нефтегазоносности палеозоя Западно-Сибирской низменности. В кн. "Проблемы нефтеносности Сибири". Новосибирск, 1971.
- Н е ф е д о в а А.И., Г а м о в А.Н., Б е л е л о в - с к и й М.Л., А л л а х в е р д о в О.Л. Таджикская впадина. В кн. "Физические свойства осадочного покрова территории СССР". М., 1967.
- О б у х о в Г.Г. Приближенные способы исследования магнито-теллурического поля в горизонтально-неоднородных средах. В сб. "Магнито-теллурические методы изучения строения земной коры и верхней мантии". М., 1969.
- О б у х о в Г.Г., Л а н к и с Л.К., Т к а ч е в Г.Н. Магнито-теллурическое поле над грабеном с горизонтальным экраном. В сб. "Прикладная геофизика", вып.75, М., 1974.

- Орловский А.С., Мелькановицкий И.М., Синельников В.Я. Ферганская депрессия. В кн. "Физические свойства осадочного покрова территории СССР", М., 1967.
- Раабек В.Ф. Размещение нефти и газа в регионах мира. М., 1978.
- Синельников В.Я., Нюссер Э.Г., Кишкин А.Е. О стратиграфической приуроченности опорного электрического горизонта в Сурхандарьинской впадине. "Узб.геол.ж.", 1973, № 3.
- Синельников В.Я., Нюссер Э.Г. Глубинное геологическое строение Сурхандарьинской впадины по данным ВЭЗ. Тр.ИГИРНИГМа, вып.10, 1974.
- Синельников В.Я., Нюссер Э.Г., Белявский В.В. Оценка возможностей методов электромагнитных полей для поисков локальных структур в Сурхандарьинской впадине. В сб. "Геофизические исследования на нефть и газ в Узбекистане". Тр.ИГИРНИГМа, вып.9, 1974.
- Синельников В.Я., Нюссер Э.Г. Роль электро-разведки при поисках и оценке нефтегазоносности структур Сурхандарьинской впадины. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции. "Прямые методы поисков залежей нефти и газа". Ивано-Франковск, 1974.
- Синельников В.Я., Нюссер Э.Г., Белявский В.В. Опыт применения метода теллурических токов в сложных геотектонических условиях Сурхандарьинской впадины. В сб. "Геофизические исследования на нефть и газ в Узбекистане", вып.8, Ташкент, 1975.

Синельников В.Я., Киршин А.В., Нюссер Э.Г., Белявский В.В. Структура поверхности складчатого основания Сурхандарьинской мегасинклинали в свете геофизических данных. "Геотектоника", 1979, № 2.

Синельников В.Я., Нюссер Э.Г., Белявский В.В. Электрические свойства горных пород Сурхандарьинской впадины. Сб. "Геофизические исследования при изучении нефтегазоносных площадей Узбекистана". Тр. ИГИРНИГМа, вып. 16, 1974.

Табачков А.А., Таль-Вирский Б.Б., Каипов А.А. Развитие сейсморазведки на нефть и газ в Узбекистане. Сб. "Геофизические исследования на нефть и газ в Узбекистане". Тр. ИГИРНИГМа, вып. 21, 1976.

Таль-Вирский Б.Б. Некоторые закономерности тектонического развития эпиплатформенной орогенической области Западного Тянь-Шаня (по результатам геофизических исследований). В кн. "Активизированные зоны земной коры, новейшие тектонические движения и сейсмичность". М., 1964.

Таль-Вирский Б.Б. Тектоника и геофизические поля нефтегазоносных областей центральной части Средней Азии. Автореф. докт. дисс. М., 1972.

Троицкий В.И. Верхнетриасовые и юрские отложения Южного Узбекистана. Л., 1967.

Туаев Н.П. Верхнеамударьинская впадина как пример активизированной платформы в связи с вопросами нефтегазоносности. В кн. "Тектоника Памира и Тянь-Шаня" (материалы II Всесоюзного тектонического совещания в Душанбе). М., 1964.

## О г л а в л е н и е

Введение . . . . .	3
Глава I. Краткая литолого-стратиграфическая характеристика района. . . . .	5
Глава II. Характеристика геофизических исследований, выполненных на территории Сурхандарьинской мегасинклинали. . . . .	15
Глава III. Геоэлектрический разрез . . . . .	24
Глава IV. Особенности методики обработки и интерпретации электроразведочных данных. . . . .	52
Глава V. Тектоника Сурхандарьинской мегасинклинали . . . . .	79
Глава VI. Геофизические исследования при оценке перспектив нефтегазоносности Сурхандарьинской мегасинклинали . . . . .	109
Заключение. . . . .	149
Литература. . . . .	151

Виктор Яковлевич Синельников, Анатолий Васильевич Кишкин,  
Эдуард Георгиевич Нюссер

Тектоника и перспективы нефтегазоносности  
Сурхандарьинской мегасинклинали

Утверждено к печати  
Ученым советом ИГИРНИГМа и  
РИСО Мингео УзССР

Редактор Р.Е.Рубан  
ИБ № 1444

Подписано в печать 30/IX-1981 г. Р - 05247  
Формат бумаги 60x90 I/16. Бумага типографская № I.  
Печать плоская. Усл.п.л. 10. Уч.изд.л. 8. Тираж 500  
экз. Зак. 1646 Цена Груб.20 к.

---

Издательство "Фан" УзССР, 700047, Ташкент, ул. Гоголя, 70.  
Картфабрика Института "Узгипрозем", Ташкент, ул. Муками, 176

Цена 1 р. 20 к.

3886