

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МОДЕЛЬ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ НЕОПРОТЕРОЗОЙСКО- ФАНЕРОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АНАБАРО-ЛЕНСКОЙ ЗОНЫ

**В.А. Конторович, А.Э. Конторович, И.А. Губин, А.М. Зотеев, В.В. Лапковский,
Н.А. Малышев*, М.В. Соловьев, Г.С. Фрадкин**

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия*

** 117997, Москва, Софийская набережная, 26, Россия*

В ИНГГ СО РАН проводится региональное комплексное обобщение геолого-геофизических материалов по арктическим регионам Сибири и шельфам северных морей. Работа посвящена построению сейсмогеологической модели и оценке перспектив нефтегазоносности неопротерозойско-фанерозойских отложений в северных районах Республики Саха (Якутия), выделенных в составе Анабаро-Ленской зоны. В результате проведенных исследований выделены сейсмогеологические комплексы, построен набор структурных карт, выполнены структурный, палеотектонический и сейсмофациальный анализы. Сделан вывод о том, что в Анабаро-Ленской зоне интерес в отношении нефтегазоносности представляют отложения рифея, венда, кембрия и перми, а также рассмотрены типы возможных ловушек для залежей нефти и газа.

Отражающий горизонт, сейсмогеологический разрез, сейсмогеологический комплекс, скважина, нефтегазоперспективный объект, антеклиза, свод, синеклиза, мегавпадина, разрывные нарушения, рифей, венд, кембрий, пермь, Анабаро-Ленская зона.

THE NEOPROTEROZOIC–PHANEROZOIC SECTION OF THE ANABAR–LENA PROVINCE: STRUCTURAL FRAMEWORK, GEOLOGICAL MODEL, AND PETROLEUM POTENTIAL

**V.A. Kontorovich, A.E. Kontorovich, I.A. Gubin, A.M. Zoteev, V.V. Lapkovsky,
N.A. Malyshev, M.V. Soloviev, and G.S. Fradkin**

Much work at A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics (Novosibirsk) has been done to synthesize geological and geophysical data from the Siberian Arctic and Arctic shelf. Namely, seismic-geological modeling and petroleum potential assessment have been performed for the Neoproterozoic–Phanerozoic section of the Anabar–Lena province in the northern Sakha Republic (Yakutia). The results include seismic-geological division, a set of structural maps, and structural, paleotectonic, and facies analysis. The study shows that Riphean, Vendian, Cambrian, and Permian sequences are of interest in terms of petroleum potential; oil and gas may accumulate in traps of different types.

Reflector, seismic-geological model, sequence, well, prospect, uplift, arch, basin, fault, Riphean, Vendian, Cambrian, Permian, Anabar–Lena province

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа посвящена построению модели геологического строения и оценке перспектив нефтегазоносности северных районов Республики Саха (Якутия), выделенных в составе Анабаро-Ленской зоны.

В географическом плане Анабаро-Ленская зона, площадь которой составляет 72000 км², расположена в междуречье Анабара и Лены, в тектоническом плане — на западе ограничена Анабаро-Хатангской седловиной, на востоке — Верхоянским складчатым поясом. На севере территория исследований контролируется береговой линией, в южной части охватывает северные склоны Саппыйского и Оленекского сводов, осложняющих северную часть Анабарской мегаантеклизы [Геология..., 1981].

Изучение геологии этих арктических районов Республики Саха интенсивно проводилось в 50-70-е годы XX в. В этот период были выполнены маршрутные геологические съемки и пробурено несколько неглубоких скважин. Крупнейший вклад в изучении геологии и полезных ископаемых этого района внесли ученые НИИГА (в настоящее время ВНИИОкеангеология) – И.С. Грамберг, В.Л. Иванов, Д.С. Сороков и другие ученые НИИГА обосновали высокие перспективы нефтегазоносности района, высказали предположение, что главным генератором углеводородов в нем являются богатые органическим веществом отложения докембрия. Они предложили рассматривать хатыспытскую свиту венда в качестве реги-

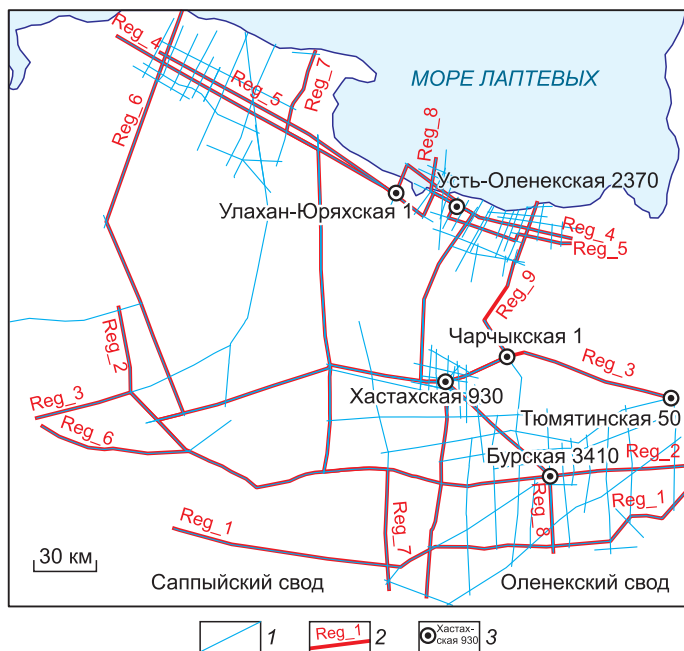


Рис. 1. Схема геолого-геофизической изученности.

1 — сейсмические профили МОГТ; 2 — региональные композитные сейсмические профили МОГТ; 3 — глубокие скважины.

онально-нефтеносной, а также открыли и на региональном уровне оценили гигантское Оленекское месторождение битумов в отложениях перми [Граumberг, 1958, 1961, 1973, 1998].

В середине семидесятых годов эти работы были приостановлены. Оценку перспектив нефтегазоносности региона с середины 70-х годов прошлого столетия проводили ученые СНИИГГИМСа – А.Э. Конторович, Л.М. Бурштейн, В.В. Гребенюк, К.И. Микуленко и др. [Конторович и др., 1981]. В анализе и обобщении материалов геолого-географических работ участвовали ученые

Института геологии ЯНЦ АН СССР – В.А. Каширцев, А.Ф. Сафронов и др.

На новой технической основе региональные геологические исследования Анабаро-Ленской зоны возобновились в 80-е годы XX в. производственным геологическим объединением (ПРГ) Ленанефтегазгеология (г. Якутск) под руководством А.М. Зотеева и В.Е. Бакина.

В этот период было выполнено 6570 км сейсмических профилей МОГТ. Сейсмические профили на исследуемой территории размещены неравномерно. Относительно плотные сетки отработаны на севере Анабаро-Ленской зоны на Усть-Оленекском и Прончищевском поднятиях. Остальная часть территории изучена региональными профилями. Средняя плотность сейсмических наблюдений составляет 0.09 км/км².

В районе пробурено 6 глубоких скважин: Улахан-Юряхская 1, Усть-Оленекская 2370, Чарчыкская 1, Хастахская 930, Бурская 3410 и Тюмятинская 50. Информация по скважинам Улахан-Юряхская 1 и Тюмятинская 50 полностью утрачена. Общий объем бурения (без учета утраченных скважин) составляет 13614 м, плотность бурения — 18000 км²/скв., 0.19 м/км².

Схема геолого-геофизической изученности Анабаро-Ленской зоны приведена на рис. 1.

Из-за трагических событий 1990-х годов выполнить обобщение и системный анализ новых материалов не удалось.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ АНАБАРО-ЛЕНСКОЙ ЗОНЫ, КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗОВ СКВАЖИН

Остановимся на характеристике разрезов скважин, расположенных в Анабаро-Ленской зоне (рис. 2).

Скважина Усть-Оленекская 2370 пробурена в 1988—1990 гг. Забой скважины находится на глубине 3605 м в отложениях рифея. Согласно стратиграфическим разбивкам, составленным В.В. Граусман [1995], скважина вскрывает терригенные отложения триаса (интервал 0—386 м) и перми (386—2750 м, $\Delta H = 2364$ м), с перерывом перекрывающие карбонаты ордовика—силура (2750—3217 м, $\Delta H = 467$ м). Ниже также с перерывом залегают вендские карбонаты (3217—3475 м, $\Delta H = 258$ м) и терригенные отложения рифея (3475—3605 м).

Анализ геолого-геофизических материалов, выполненный специалистами ИНГТ СО РАН, позволяет отметить неоднозначность этой интерпретации. Не вызывают сомнений находки, характеризующие ордовик, однако есть сомнения в надежности определения силура. Нет уверенности и в однозначности выделения венда. По мнению специалистов ИНГТ СО РАН, не исключено, что эта толща пород может быть датирована кембрием.

Несмотря на имеющиеся сомнения в настоящей работе при построении корреляционных схем и структурных карт была принята опубликованная модель В.В. Граусман [1995].

Скважина Чарчыкская 1 пробурена в 1982—1983 гг. Забой скважины находится на глубине 3110 м в отложениях венда. Скважина вскрывает (сверху вниз) терригенные отложения мезозоя (0—1244 м,

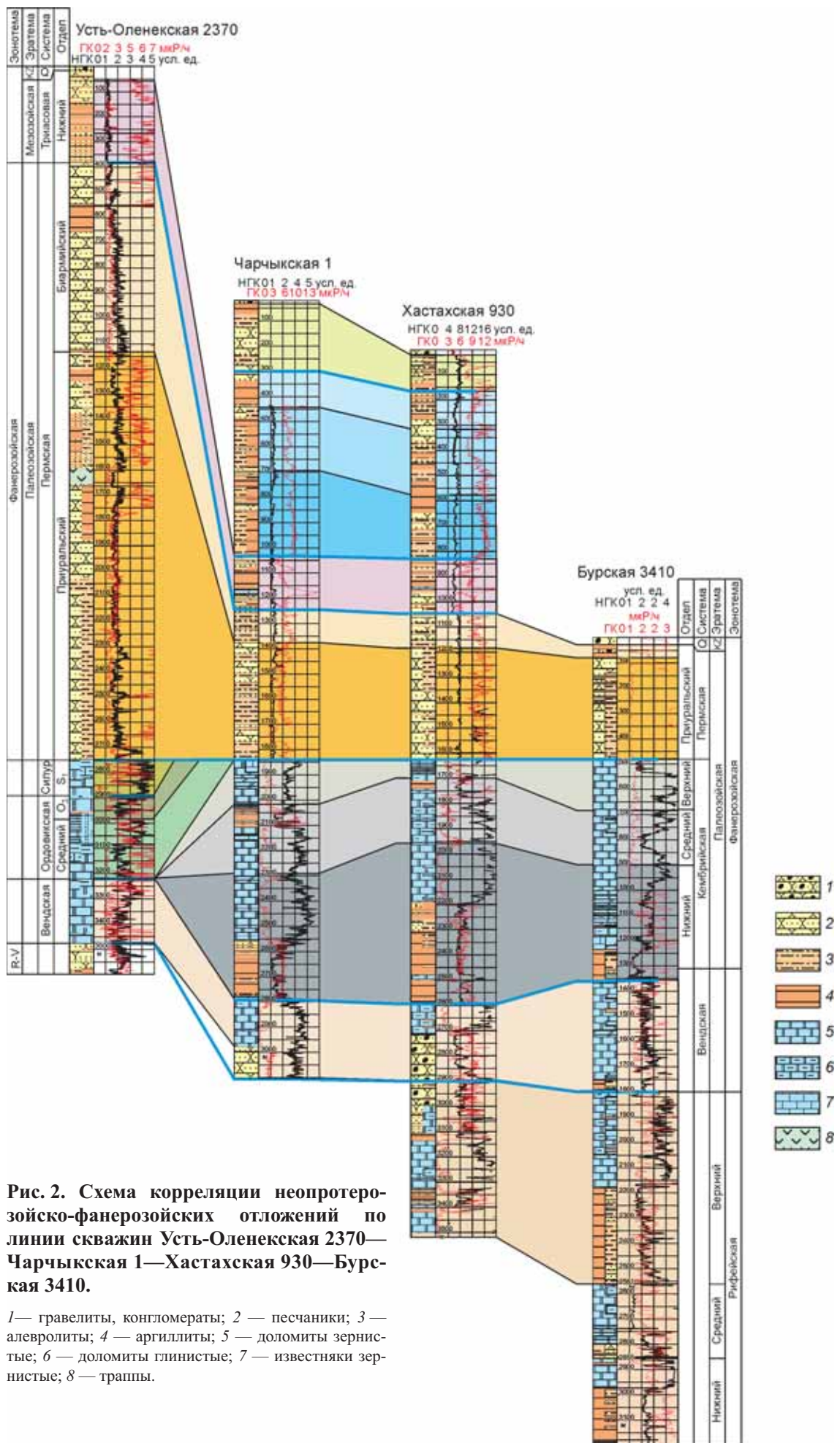


Рис. 2. Схема корреляции неопротерозойско-фанерозойских отложений по линии скважин Усть-Оленекская 2370—Чарчыкская 1—Хастакская 930—Бурская 3410.

1 — гравелиты, конгломераты; 2 — песчаники; 3 — алевролиты; 4 — аргиллиты; 5 — доломиты зернистые; 6 — доломиты глинистые; 7 — известняки зернистые; 8 — траппы.

$\Delta H = 1244$ м) и перми (1244—1838 м, $\Delta H = 594$ м), залегающие с несогласием на кембрии (1838—2793 м, $\Delta H = 955$ м). Кембрийские отложения представлены в верхней части 700-метровой толщей карбонатов, в нижней — 250-метровой толщей терригенных глинистых пород. Залегающий ниже по разрезу венд вскрыт в интервале 2793—3201 м и представлен в верхней части 180-метровой пачкой известняков, в нижней — 120-метровой пачкой песчаников.

Скважина Хастахская 930 пробурена в 1988—1989 гг. Забой скважины находится на глубине 3566 м в рифее. Скважина вскрывает разрез, аналогичный разрезу скв. Чарчкская 1. В верхней части залегают терригенные отложения мезозоя (0—1043 м) и перми (1043—1625 м, $\Delta H = 582$ м), ниже образования кембрия (1625—2590 м, $\Delta H = 965$ м), венда (2590—2901 м, $\Delta H = 311$ м) и рифея. Кембрийские и вендские отложения также имеют двучленное строение. Верхние части комплексов представлены терригенными породами, в основании залегают карбонаты. Рифей, вскрытый в интервале 2901—3556 м, сложен переслаивающимися пачками карбонатов и песчаников.

Скважина Бурская 3410, расположенная в южной части Анабаро-Ленской зоны, пробурена в 1991—1994 гг. Забой скважины находится на глубине 3122 м в рифее. Скважина вскрывает отложения перми (30—474 м, $\Delta H = 444$ м), кембрия (444—1358 м, $\Delta H = 884$ м), венда (1358—1798 м, $\Delta H = 440$ м) и рифея.

В нижней части кембрийского разреза залегают терригенные породы, в верхней — карбонаты. В этой скважине мощность терригенной пачки существенно сокращена. Аналогичным образом ведет себя и венд, который представлен преимущественно известняками и лишь в базальной части получила развитие 15-метровая пачка терригенных пород, сложенная переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

Скважина Бурская 3410 вскрывает наиболее полный разрез рифея, составляющий 1324 м. Рифей сложен мощными (до 400 м) чередующимися пачками карбонатов и терригенных пород.

Кратко сформулируем наиболее важные моменты.

1. Мезозойские отложения получили развитие в центральной части рассматриваемой территории и отсутствуют на севере в районе скв. Усть-Оленекская 2370 и на юге в районе скв. Бурская 3410.

2. Мощность пермских отложений регионально увеличивается в северном направлении с 444 до 2364 м, возрастающая более чем в 5 раз.

3. Согласно существующих определений, кембрийские отложения мощностью 850—1000 м получили развитие на юго-востоке Анабаро-Ленской зоны (Бурская, Хастахская, Чарчкская площади) и отсутствуют на севере в районе устья р. Оленек. Кембрий имеют двучленное строение — в основании залегают пачка терригенных преимущественно глинистых пород, в верхней части — пачка карбонатов. Залегающая в основании кембрийского разреза кессюсинская пачка на севере Сибирской платформы считается нефтепроизводящей [Граumberг, 1958].

4. Вендские отложения вскрыты всеми глубокими скважинами и имеют мощность 250—450 м. В основании венда залегают пачка песчаников, верхняя часть сложена известняками.

5. Рифей представлен мощными (до 400 м) чередующимися пачками карбонатов и терригенных пород.

6. По данным бурения в Анабаро-Ленской зоне можно выделить серию крупных региональных несогласий.

СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В рамках проведенных исследований была выполнена переинтерпретация сейсмических профилей общей протяженностью 6570 км и создана сеть композитных региональных временных и глубинных сейсмогеологических разрезов суммарной длиной 2495 км (см. рис. 1).

Анализ сейсмических материалов позволил выделить в разрезе неопротерозойско-мезозойских платформенных отложений Анабаро-Ленской зоны серию устойчивых реперных отражающих горизонтов, стратификация которых была выполнена с использованием данных сейсмокаротажа, проведенного в скв. Чарчкская 1. Опорные сейсмические горизонты на исследуемой территории приурочены к подошве терригенных отложений триаса, к подошве перми, к подошве палеозоя, к кровле и подошве платформенных отложений рифея (рис. 3). Серия динамически выраженных сейсмических отражений также выделяется внутри рифейской толщи пород (таблица).

Наличие в неопротерозойско-мезозойском разрезе сейсмогеологических реперов позволяет выделить серию сейсмогеологических комплексов: мезозойский, пермский, нижнепалеозойский (кембрийско-силурийский), вендский и рифейский. Рифей на исследуемой территории правильнее рассматривать в качестве мегакомплекса, поскольку по мощности эти отложения превосходят всю вышележащую вендфанерозойскую толщу пород, и в составе мегакомплекса можно выделить пять самостоятельных комплексов, имеющих различные площади распространения и контролируемых динамически выраженными отражающими сейсмическими горизонтами.

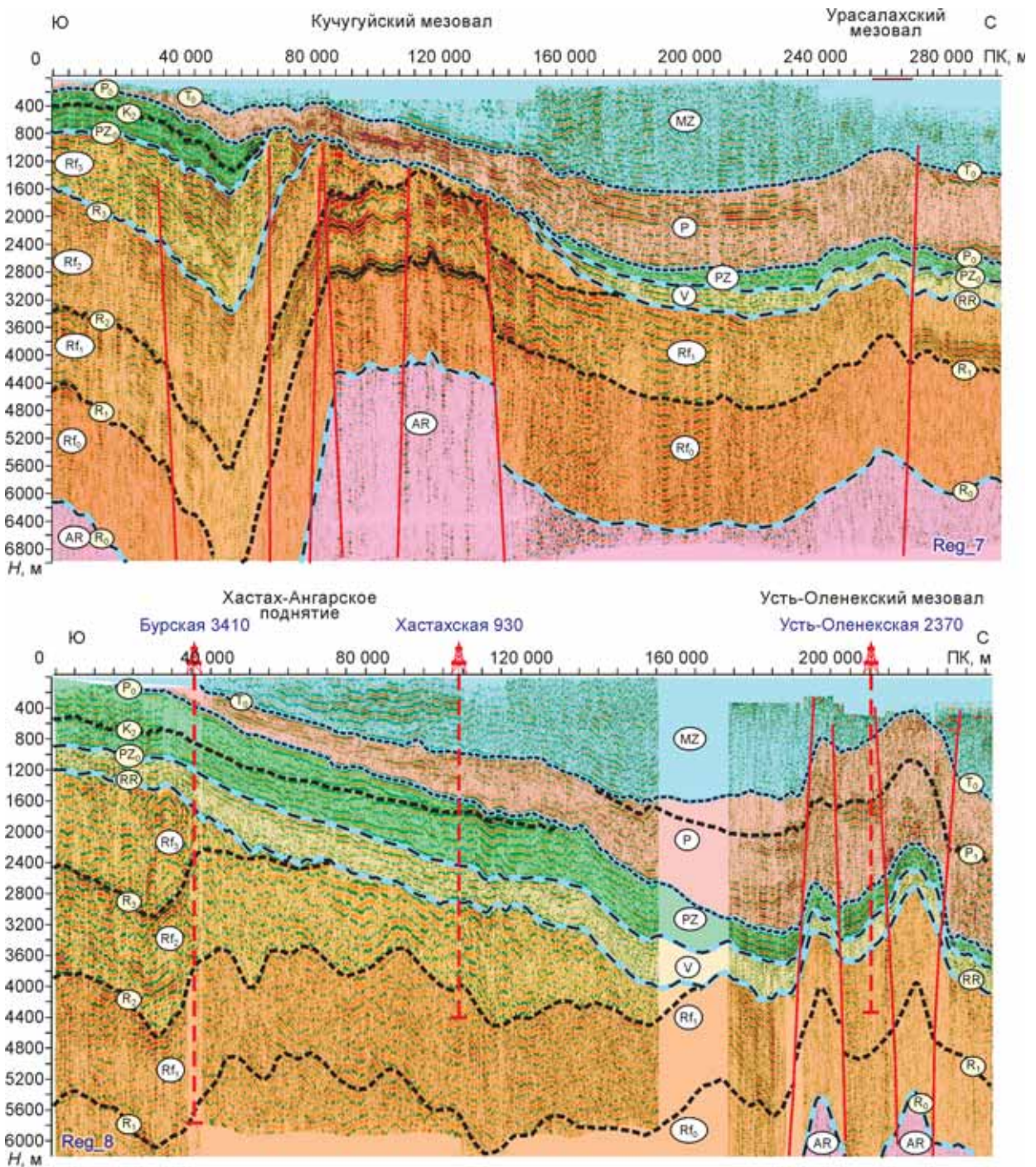


Рис. 3. Сейсмогеологическая характеристика разреза.

Глубинные сейсмогеологические разрезы по региональным композитным профилям Reg_7 и Reg_8.

Мезозойский сейсмогеологический комплекс на временных разрезах контролируется в подошве отражающим горизонтом T_0 , который наиболее приближен к дневной поверхности, часто оказывается в зонах неполнократного суммирования по ОГТ и обладает невысоким энергетическим уровнем.

В Анабаро-Ленской зоне мощность мезозойского комплекса регионально увеличивается в северном направлении и на юге рассматриваемой территории полностью отсутствует на временных разрезах (см. рис. 3). На севере отражающий горизонт T_0 фиксируется на временах 0.7—0.8 с, соответствующих глубинам 1400—1600 м. На большинстве временных разрезов мезозойский комплекс характеризуется

**Стратиграфическая приуроченность
отражающих горизонтов**

Индекс отражающего горизонта	Стратиграфическая приуроченность
T_0	Подошва триаса
P_0	Подошва перми/граница регионального несогласия
PZ_0	Подошва палеозоя/кровля венда
RR	Кровля рифея
$R_1—R_4$	Внутри рифея
R_0	Подошва платформенного рифея

Отражающий горизонт P_0 развит на большей части исследуемой территории. Исключение составляет самая южная часть Анабаро-Ленской зоны, где этот горизонт приближается к поверхности. Отражающий горизонт P_0 , контролирующий подошву пермского комплекса, одновременно приурочен к крупному предпермскому (раннепермскому) перерыву в осадконакоплении. В различных частях рассматриваемого района нижележащие рифейские, вендские и кембрийские отражающие горизонты срезаются этой эрозионной поверхностью (см. рис. 3).

Пермский сейсмогеологический комплекс характеризуется переменнo-амплитудной субпараллельной сейсмофацией — внутри комплекса выделяется серия отражающих площадок различной степени устойчивости и динамической выразительности, которые практически не поддаются корреляции по площади.

Мощность пермского комплекса достаточно стабильна и составляет 350—400 мс или 800—900 м. Исключением является район Усть-Оленекского поднятия, расположенного в северо-восточной части Анабаро-Ленской зоны, где мощность комплекса резко увеличивается.

Выше при характеристике априорной модели объекта исследований отмечалось, что в скв. Усть-Оленекская 2370 мощность перми по отношению к скважинам, пробуренным на Чинжарской, Хастахской и Бурской площадях возрастает в 5 раз, что и находит отражение в волновых сейсмических полях.

Палеозойский (кембрийско-силурийский) сейсмогеологический комплекс в кровле контролируется отражающим горизонтом P_0 . К подошве комплекса приурочен отражающий горизонт PZ_0 в зоне развития венда и RR в зонах его отсутствия.

Отражающие горизонты PZ_0 и RR , приуроченные к кровле венда и рифея соответственно, развиты неповсеместно, характеризуются достаточно высоким энергетическим уровнем и надежно прослеживаются на временных разрезах. Выше было отмечено, что в различных частях Анабаро-Ленской зоны палеозой представлен различными как по составу, так и по возрасту породами. На юго-востоке получил развитие кембрий, на севере ордовик—силур. Зоны развития этих толщ отображаются на временных разрезах различными рисунками сейсмической записи.

Кембрийский сейсмогеологический комплекс получил на рассматриваемой территории ограниченное распространение и развит только в юго-восточной части площади в районе Бурской, Хастахской и Чарчыкской площадей. В этой зоне временная мощность кембрия составляет порядка 400 мс или 1000 м.

Для кембрийского комплекса типично формирование переменнo-амплитудной субпараллельной и косослоистой сейсмофаций. Внутри комплекса выделяются два достаточно устойчивых отражающих горизонта — K_1 и K_2 , формирующихся на геологических границах, приуроченных соответственно к базальной и верхней частям кембрийского разреза. На востоке Анабаро-Ленской зоны в районе Тюмятинской площади на временных разрезах присутствуют оба этих горизонта.

В юго-западном направлении мощность кембрийских отложений существенно сокращается, а затем кембрийский комплекс пород срезается эрозионной поверхностью, на которой формируется отражающий горизонт P_0 , приуроченный к подошве перми (рис. 4). Параллельно в этом же направлении происходит «выклинивание» горизонта K_1 на горизонт PZ_0 — на подошву комплекса и срезание горизонта K_2 горизонтом P_0 , приуроченным к кровле комплекса.

В северном направлении мощность кембрийских отложений также сокращается. При этом на временных разрезах четко фиксируется косослоистый (клиноформный) рисунок сейсмической записи (см. рис. 4). Горизонт K_2 , который в районе Хастахской и Чарчыкской площадей приурочен к геологической границе, залегающей вблизи кровли кембрийского комплекса, вблизи скв. Бурская 3410 располагается уже в середине комплекса — имеют место кембрийские клиноформы южного падения.

Ордовик-силурийский комплекс, вскрытый скв. Усть-Оленекская 2370 и получивший развитие только в северной части Анабаро-Ленской зоны, отображается на временных разрезах цугом высокоам-

хаотическим рисунком записи — внутри комплекса отсутствуют устойчивые отражающие сейсмические горизонты.

В пределах Анабаро-Ленской зоны мощность мезозойских отложений изменяется в диапазоне 0—1645 м, регионально увеличиваясь в северном направлении. Резкое сокращение мощности мезозоя происходит над Прончищевской, Аллахской и Усть-Оленекской структурами (см. рис. 3).

Пермский сейсмогеологический комплекс на временных разрезах контролируется отражающими горизонтами T_0 в кровле и P_0 в подошве.

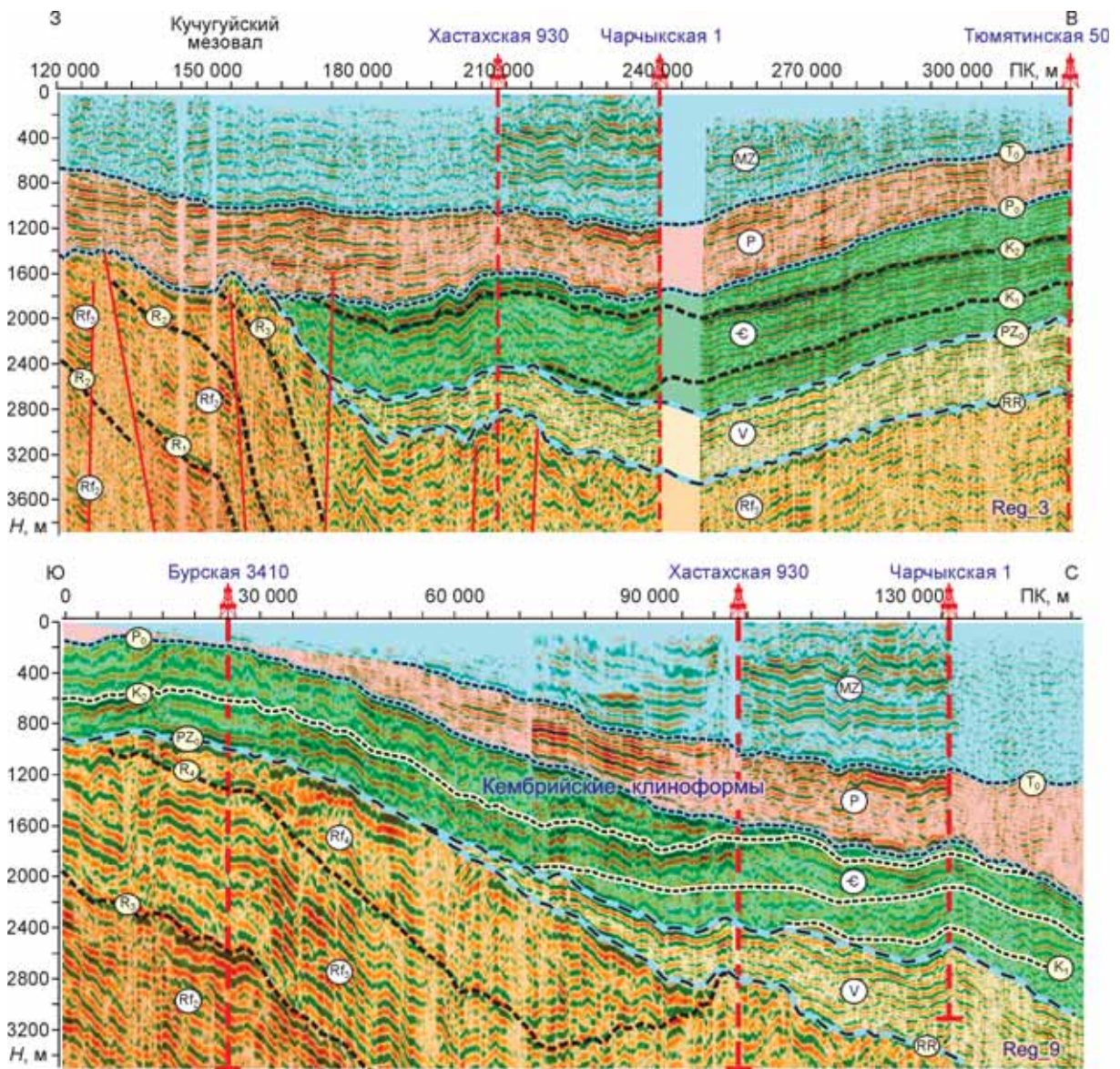


Рис. 4. Сейсмогеологическая характеристика вендских и кембрийских отложений.

плитудных высокочастотных субпараллельных отражений (рис. 5). Мощность ордовик-силурийского комплекса достаточно стабильна и составляет 100—200 мс или 300—450 м.

Вендский сейсмогеологический комплекс на временных разрезах в кровле контролируется отражающим горизонтом PZ₀, в подошве — отражающим горизонтом RR, являющимся одновременно кровлей рифейского мегакомплекса (см. рис. 3—5). Зона распространения вендского сейсмогеологического комплекса принципиально повторяет очертания зоны распространения кембрийско-силурийских отложений, однако несколько сужается на юге.

Мощность вендского комплекса также регионально уменьшается на север и увеличивается на восток — в направлении Тюмтинской площади и северного склона Оленевского свода. В районе Бурской, Хастахской и Чарчыкской площадей мощность венда составляет 850—950 м.

Принципиальное отличие вендского комплекса от всех рассмотренных выше заключается в том, что он практически нигде не срезается эрозивной поверхностью. В западном направлении комплекс выклинивается на приподнятые участки рифея. На временных разрезах этот процесс отображается выклиниванием горизонта PZ₀ на горизонт RR, приуроченный к кровле рифея. В целом для вендского сейсмогеологического комплекса типичен переменнo-амплитудный субпараллельный рисунок сейсмической записи.

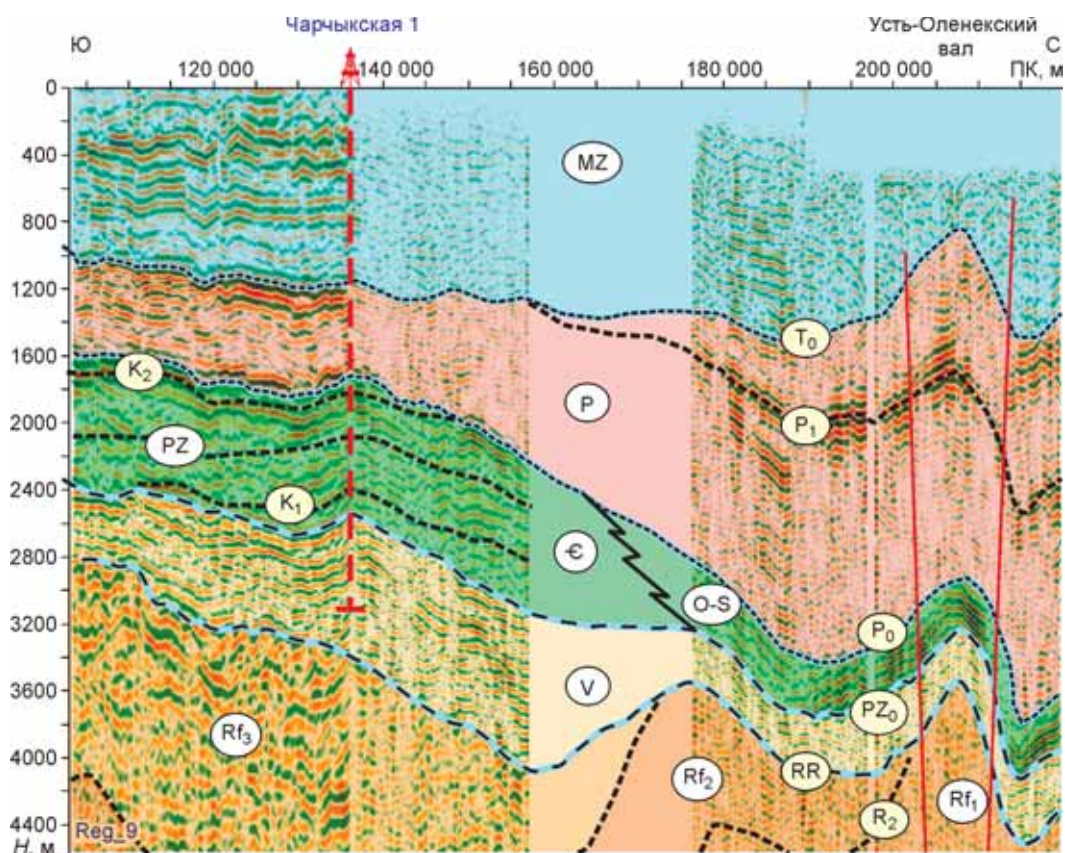


Рис. 5. Сейсмогеологическая характеристика палеозойских (кембрийских и ордовикско-силурийских) отложений.

Рифейский сейсмогеологический мегакомплекс в подошве контролируется отражающим горизонтом R_0 . К кровле мегакомплекса приурочен горизонт RR в зонах развития венда и P_0 на участках, где рифей выходит под эрозионную поверхность.

Отражающий горизонт R_0 , приуроченный к подошве рифея, обладает достаточно высоким энергетическим уровнем и отделяет высокоамплитудные рифейские волновые поля от хаотического рисунка сейсмической записи, характерного для пород фундамента.

В наиболее полных разрезах рифея, получивших развитие на юго-востоке рассматриваемой территории, выделяются пять сейсмогеологических комплексов, к кровлям которых приурочены отражающие горизонты R_1 — R_4 (рис. 6). В этой зоне мощность рифейских платформенных отложений достигает 8 км. По аналогии с вендом и кембрием в западном и северном направлениях рифейские отражающие горизонты регионально воздымаются и последовательно срезаются отражающим горизонтом P_0 . Таким образом, в северо-западном направлении возраст рифейских отложений, залегающий в верхней части мегакомплекса, все более возрастает. Если в районе Хастахской площади в верхней части мегакомплекса залегают наиболее молодой рифейский комплекс Rf_4 , то на юго-западе Анабаро-Ленской зоны под подошву перми выходят комплексы Rf_1 — Rf_2 (см. рис. 6). При этом мощность «срезанных» рифейских отложений составляет 3—4 км.

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В рамках проведенных исследований по результатам интерпретации сейсмических материалов на территорию Анабаро-Ленской зоны был построен набор структурных карт по отражающим горизонтам, приуроченным к следующим стратиграфическим уровням: подошва мезозоя, подошва перми, подошва палеозоя, кровля рифея и подошва рифея.

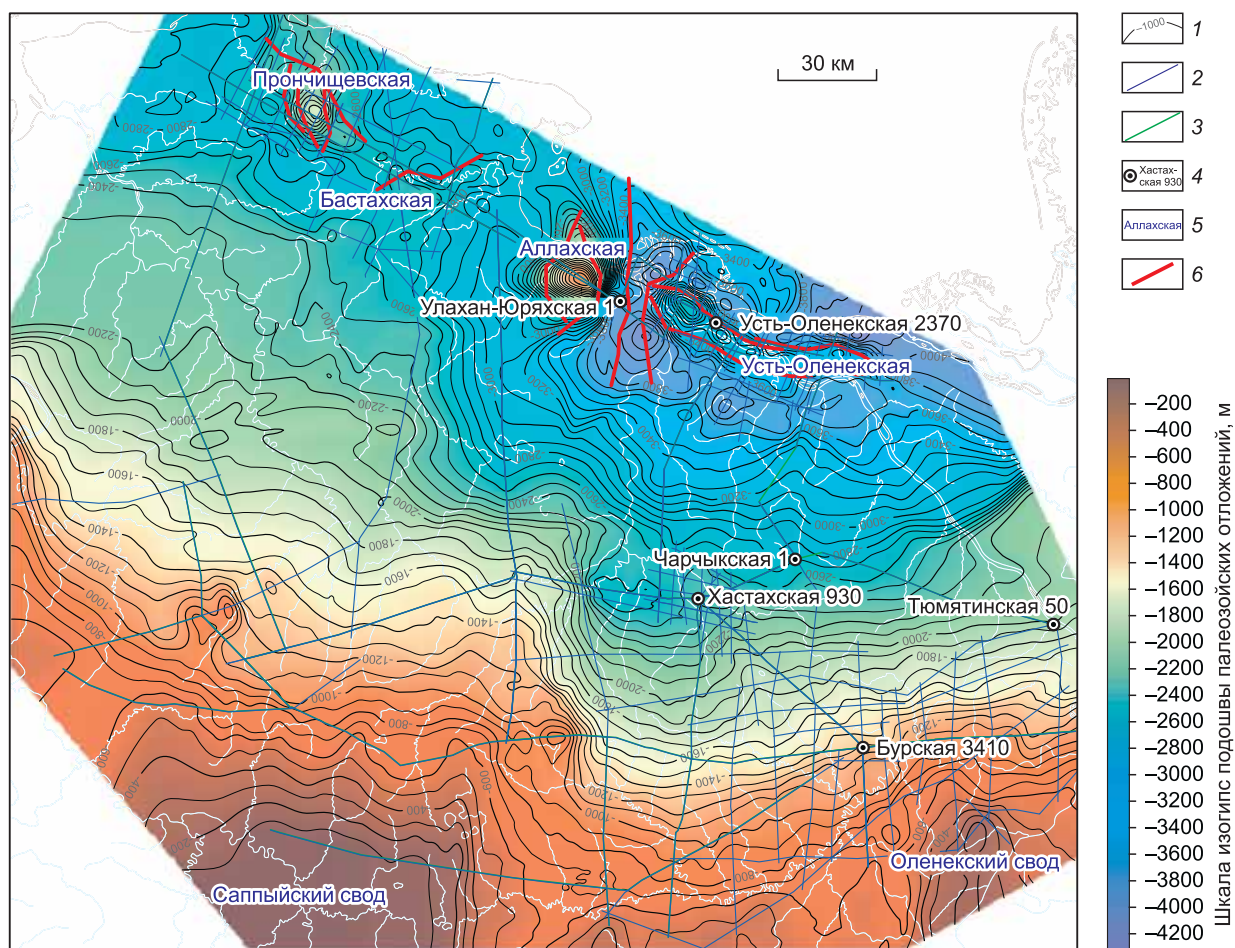


Рис. 7. Структурная карта по подошве палеозойских отложений.

1 — изогипсы подошвы палеозойских отложений; 2 — линии сейсмических профилей; 3 — линии композитных региональных сейсмических профилей; 4 — глубокие скважины; 5 — положительные структуры; 6 — мезозойские разрывные нарушения.

ПАЛЕОЗОЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЯРУС

Анализ структурных карт позволяет отметить, что в Анабаро-Ленской зоне структурные планы всех палеозойских стратиграфических уровней подобны — поверхности регионально погружаются в северо-восточном направлении. На севере Анабаро-Ленской зоны выделяется цепочка структур, вытянутая в юго-восточном направлении (с запада на восток), — Прончищевская, Бастахская, Аллахская (Улахан-Юряхская) и Усть-Оленекская. Все структуры чрезвычайно контрастны и осложнены большим количеством разрывных нарушений, секущих всю рифей-мезозойскую толщу платформенных отложений. При анализе структурно-тектонических особенностей палеозойского структурного яруса Анабаро-Ленской зоны остановимся более подробно на структурном плане подошвы палеозойских отложений (кровле неопротерозоя), который послужил основой при построении тектонической схемы палеозойского структурного яруса (рис. 7, 8).

Как было отмечено ранее, рельеф подошвы палеозоя регионально погружается в северо-восточном направлении с -10 м на юго-западе Анабаро-Ленской зоны в пределах северной части Сапныйского свода до -4350 м в депрессиях, расположенных по периферии Усть-Оленекской структуры, находящейся на северо-востоке рассматриваемой территории.

Расположенное на северо-западе Анабаро-Ленской зоны Прончищевское мезоподнятие имеет изометричную форму. В рельефе подошвы палеозоя структура ограничена на отметке -2600 м, имеет площадь 960 км² и амплитуду 880 м.

К юго-востоку от Прончищевской структуры расположен Бастахский вал. Структура характеризуется небольшими размерами, также ограничена изогипсой -2600 м и вытянута в юго-восточном направлении. Площадь поднятия составляет 110 км², амплитуда 130 м.

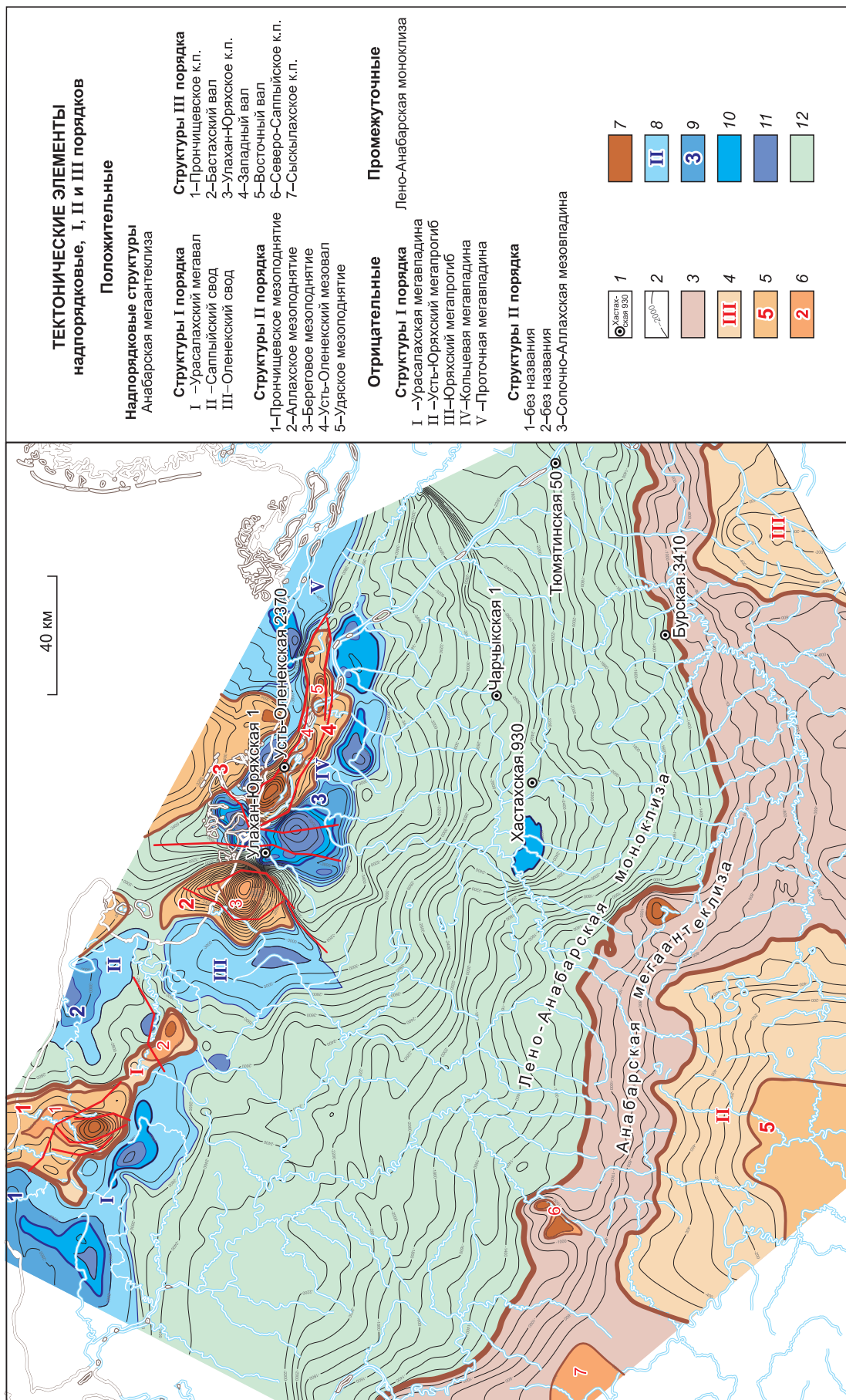


Рис. 8. Тектоническая карта палеозойского структурного яруса (Анабаро-Оленекская зона).

1 – глубокие скважины; 2 – изогипсы подошвы палеозойских отложений (м); 3–7 – тектонические элементы; 3–7 – положительные; 3 – 0 порядка, 4 – I порядка, 5 – II порядка, 6 – III порядка, 7 – IV порядка; 8–11 – отрицательные; 8 – I порядка, 9 – II порядка, 10 – III порядка, 11 – IV порядка; 12 – промежуточные, моноклизы.

На абсолютной отметке –2650 м Прончищевская и Бастахская структуры объединены в единый тектонический элемент I порядка Прончищевско-Бастахский мегавал. Его площадь в пределах исследуемой территории составляет 1392 км², амплитуда 930 м.

Прогибом меридионального направления, в составе которого выделены Усть-Юряхский и Юряхский мегапрогибы, Прончищевско-Бастахский мегавал отделен от Аллахского и Усть-Оленекского поднятий, осложняющих наиболее погруженную часть Анабаро-Ленской зоны.

Аллахское мезоподняtie — чрезвычайно контрастная структура, несколько вытянутая в северном направлении. В рельефе подошвы палеозоя мезоподняtie оконтурено изогипсой –2800 м, имеет площадь 760 км² и амплитуду 1880 м. Структура осложнена сбросами, амплитуды смещений по ним превышают 1000 м. В центральной части Аллахского мезоподнятия выделена Улахан-Юряхская структура — тектонический элемент III порядка. Улахан-Юряхское куполовидное поднятие (к.п.) оконтурено на абсолютной глубине 2000 м, имеет площадь 174 км² и амплитуду 1080 м. С востока структура контролируется высокоамплитудным сбросом.

Расположенный к востоку Усть-Оленекский мезовал в отличие от рассмотренных ранее объектов имеет ярко выраженную линейную форму и вытянут в широтном направлении параллельно береговой линии. Структура ограничена на абсолютной отметке –3600 м и осложнена серией куполов. В рельефе кровли палеозоя поднятие имеет площадь 820 км² и амплитуду 980 м. Структура осложнена большим количеством разрывных нарушений преимущественно широтного направления.

С юга, запада и востока Усть-Оленекское поднятие ограничено Кольцевым мегапрогибом, осложненным серией депрессионных зон. В западной части Кольцевого мегапрогиба расположен Сопочно-Аллахский мезопрогиб, осложненный двумя изометричными депрессиями и разделяющий Усть-Оленекскую и Аллахскую структуры. Региональное погружение структурной поверхности подошвы палеозоя в направлении моря Лаптевых намечается к северо-востоку от Усть-Оленекской структуры, где Кольцевой мегапрогиб раскрывается в Проточную мегавпадину.

К югу от депрессий, расположенных вблизи Прончищевско-Усть-Оленекской цепочки поднятий, начинается региональное воздымание палеозойских структурных поверхностей в южном направлении. Региональная моноклиналь, выделенная в составе Лено-Анабарской моноклизы, не осложнена ни положительными, ни отрицательными структурами.

В южной части рассматриваемой территории намечается серия положительных структур. На юго-западе фиксируется северный склон Саппыйского свода, на юго-востоке — Оленекского свода, входящих в состав Анабарской мегаантеклизы.

Структуры частично расположены на территории, изученной сейсморазведкой, и пересечены единичными профилями.

РИФЕЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЯРУС

Структурные планы рифейских отражающих горизонтов принципиально отличаются от рельефа рассмотренных выше палеозойских стратиграфических уровней (рис. 9, 10).

Согласно выполненным построениям, абсолютные глубины залегания подошвы рифея на исследуемой территории лежат в диапазоне 2870—9800 м. В юго-восточной части Анабаро-Ленской зоны, на территории, где получил развитие наиболее полный разрез рифейских отложений, расположена крупная депрессионная Буолкалах-Оленекская синеклиза. В рельефе отражающего горизонта R₀ депрессия контролируется изогипсой –9600 м и имеет амплитуду 2850 м. Площадь мегасинеклизы в пределах исследуемой территории составляет 24690 км². Эта депрессионная зона осложнена Хастахской мегавпадиной, в пределах которой выделяются Терютяхинский мезопрогиб и серия более мелких впадин. В локальных депрессиях, осложняющих Терютяхинский мезопрогиб, фиксируются наибольшие глубины залегания подошвы рифейских отложений. Площадь Хастахской мегавпадины, оконтуренной в рельефе горизонта R₀ на отметке –8300 м, составляет 11708 км², амплитуда 1450 м.

В пределах Буолкалах-Оленекской синеклизы выделяются две положительные структуры — Хастах-Ангарское и Ноюокское поднятия. Хастах-Ангарское поднятие контролируется изогипсой –8300 м, имеет площадь 271 км² и амплитуду 350 м. Ноюокское поднятие расположено гипсометрически несколько выше и оконтурено изолинией, проведенной на отметке –7600 м. Структура имеет площадь 168 км² и амплитуду 550 м.

На крайнем юго-востоке рассматриваемой территории выделяется приподнятая зона, отвечающая северному склону Оленекского свода.

На юге Анабаро-Ленской зоны к западу от Буолкалах-Оленекской синеклизы расположены Верхнебурский и Кучугуйский мезовалы, приуроченные к зоне надвига. Обе структуры с запада контролируются разломами, в остальной части изогипсами, проведенными на отметке –5400 м, и осложнены локальными положительными структурами. Кучугуйский мезовал имеет площадь 1106 км² и амплитуду

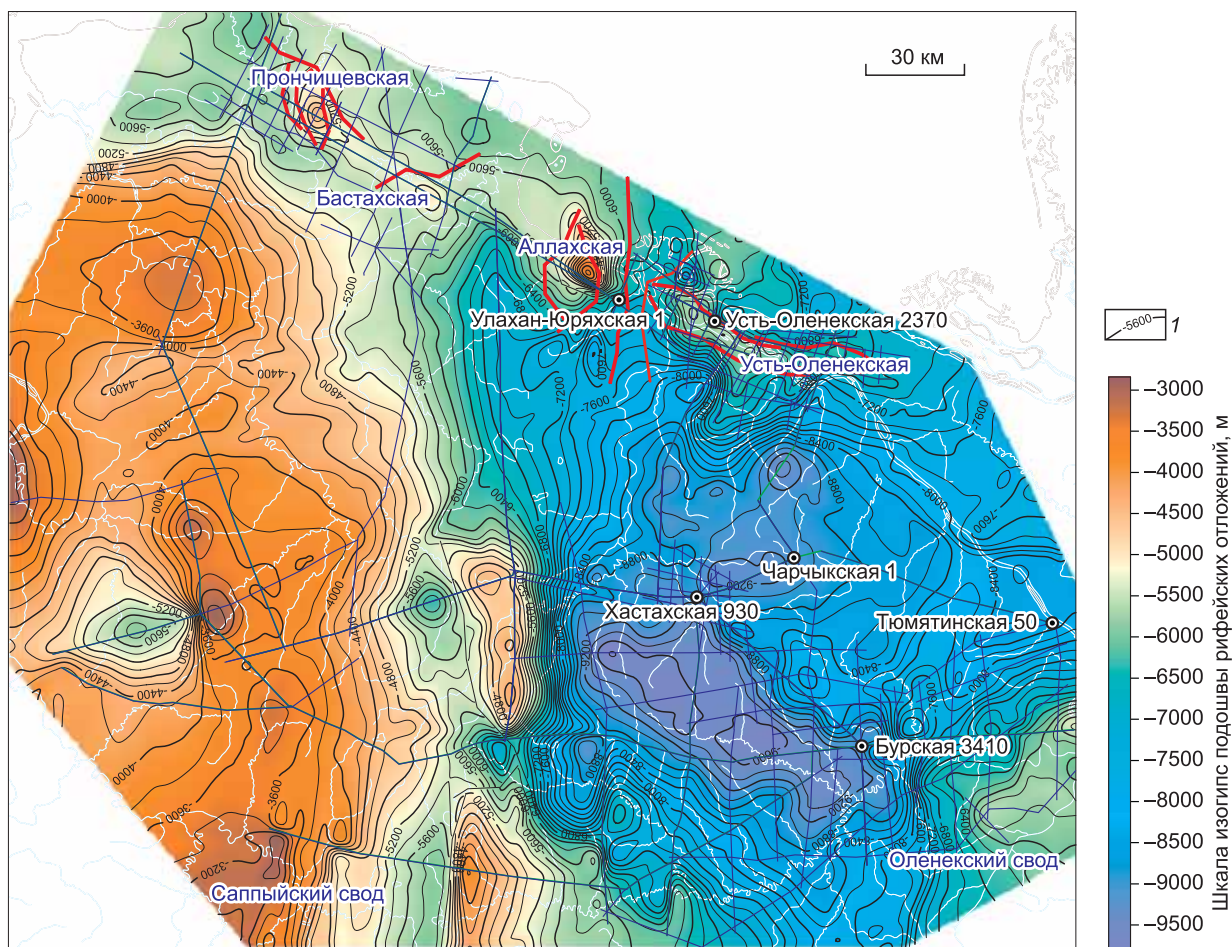


Рис. 9. Структурная карта по подошве рифейских отложений.

I — изогипсы подошвы рифейских отложений. Остальные усл. обозн. см. на рис. 7.

1450 м. Верхнебурский мезовал расположен на исследуемой территории частично, южное окончание структуры находится за пределами территории, обеспеченной сейсмическими данными. Амплитуда структуры составляет 1550 м, площадь в пределах района исследований 1230 км².

Следует отметить, что в пределах Кучугуйского и Верхнебурского мезовалов рифейский комплекс Rf_1 (второй снизу) перекрыт пермскими отложениями, и в разрезе полностью отсутствуют отложения нижнего и среднего палеозоя.

К западу от этих структур расположен также связанный с надвигом Преданабарский мезопрогиб, осложненный тремя более мелкими отрицательными структурами. Амплитуда депрессии, ограниченной на отметке -5300 м, составляет 1250 м.

В западной части Анабаро-Ленской зоны в структурном плане подошвы рифея выделяется крупная приподнятая зона — Анабарская мегаантекклиза. На рассматриваемой территории эта надпорядковая положительная структура, оконтуренная на абсолютной отметке -5300 м, представлена только своей северо-западной частью. В северной части Анабарской антекклизы в пределах территории, обеспеченной сейсмическими профилями, намечаются две вытянутые в северном направлении положительные структуры I порядка, разделенные Укчарылахским мегапрогибом. Расположенные в пределах антекклизы мегавалы также лишь частично попадают на обеспеченную сейсмическими материалами территорию.

В восточной части антекклизы находится Кангаласский мегавал, осложненный двумя структурами II порядка — Юргенским и Билирским мезовалами. Последние, в свою очередь, осложнены более мелкими положительными структурами.

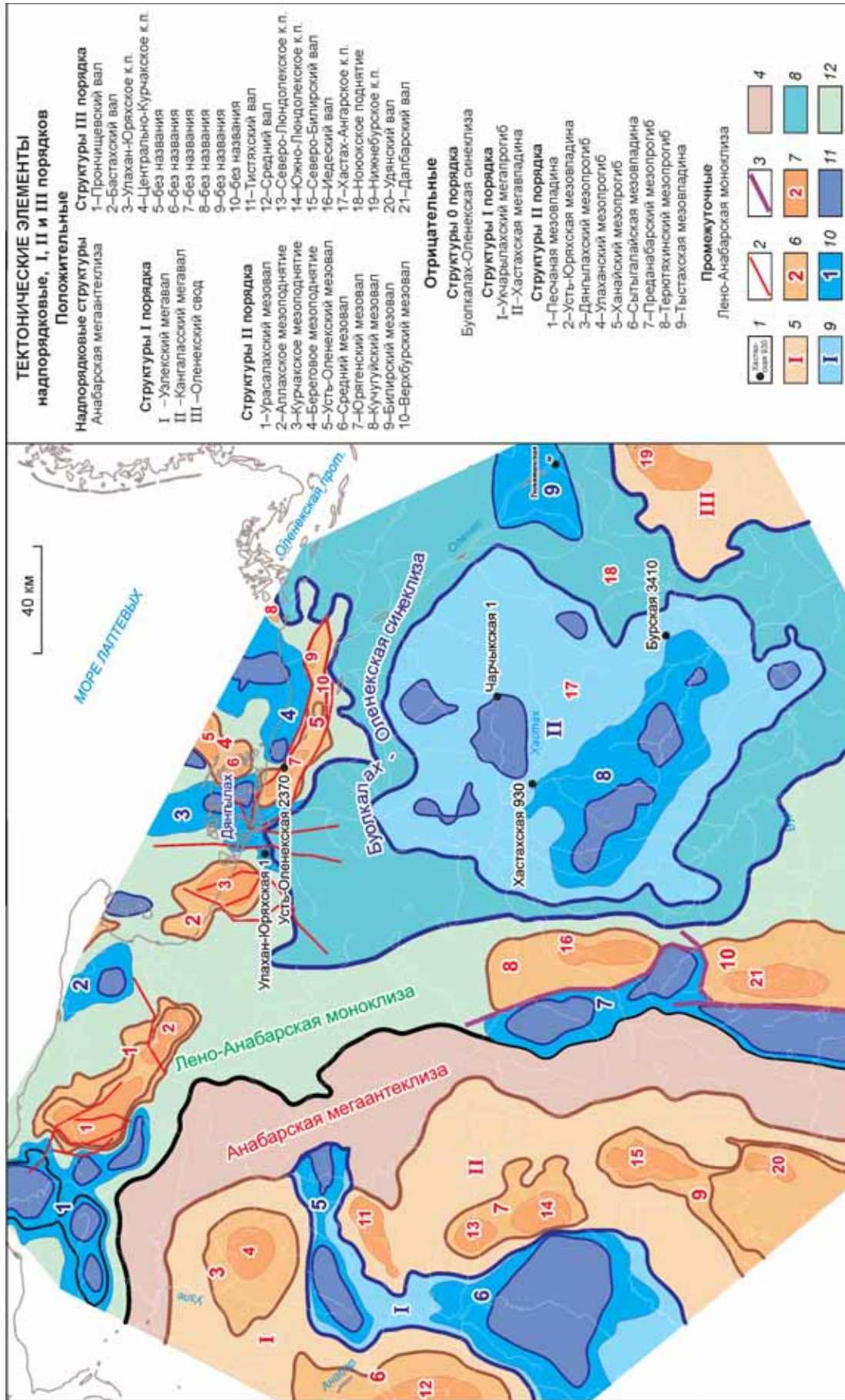


Рис. 10. Тектоническая карта рифейского структурного яруса.

1 — глубокие скважины; 2 — мезозойские разрывные нарушения; 3 — разрывные нарушения, контролирующие зону надвига; 4—12 — тектонические элементы; 4—7 — положительные; 4—0 порядка, 5 — I порядка, 6 — II порядка, 7 — III порядка, 8—11 — отрицательные; 8 — 0 порядка, 9 — I порядка, 10 — II порядка, 11 — III порядка; 12 — промежуточные, моноклизы.

Билирский мезовал оконтурен на отметке –3600 м, имеет площадь 1963 км² и амплитуду 750 м. В северной части структуры находится Северо-Билирский вал — вытянутая в северном направлении структура, ограниченная изогипсой –3500 м. Площадь поднятия составляет 260 км², амплитуда 250 м.

Юргенский мезовал, оконтуренный на отметке –3600 м, частично расположен на рассматриваемой территории.

В северной части Кангаласского мегавала находится Тистяхский вал. Структура контролируется изолинией –4000 м, площадь составляет 195 км², амплитуда 150 м.

К северо-западу от Укчарылахского мегапрогиба расположен Узлекский мегавал. В рельефе подошвы рифея мегавал ограничен на отметке –4100 м и в пределах района исследований имеет амплитуду 1150 м.

Узлекский мегавал осложнен двумя положительными структурами II порядка. Средний мезовал, предположительно ограниченный на отметке –3800 м, также расположен на рассматриваемой территории частично.

Находящееся в северной части мегавала Курчакское мезоподнятия оконтурено на абсолютной глубине 3600 м, имеет площадь 983 км² и амплитуду 250 м.

Тектоническое строение рифейского структурного яруса в северной части Анабаро-Ленской зоны в значительной мере аналогично строению палеозойских отложений.

Здесь также выделяется Прончищевско-Оленекская цепочка контрастных положительных структур, вытянутая параллельно береговой линии. В западной части расположены Прончищевское поднятие и Бастахский вал, оконтуренные изолиниями, проведенными на отметке –5300 м.

Прончищевское поднятие несколько вытянуто в северном направлении, амплитуда составляет 450 м, площадь 313 км². Бастахский вал вытянут в северо-западном направлении, имеет площадь 116 км² и амплитуду 150 м.

На отметке –5500 м Прончищевское и Бастахское поднятия объединены в единую структуру II порядка — Урасалахский мезовал, который вытянут в северо-восточном направлении, его площадь 1175 км², амплитуда 1050 м.

К юго-востоку от рассмотренных структур находится Алахское мезоподнятия, осложненное Улахан-Юрхским куполовидным поднятием. Алаханское мезоподнятия ограничено на абсолютной глубине 5500 м, имеет площадь 527 км² и амплитуду 1550 м.

Еще далее на юго-восток расположен Усть-Оленекский мезовал. Структура, контролируемая изогипсой –6800 м, имеет площадь 506 км² и амплитуду 1250 м.

Отметим, что все поднятия, расположенные на севере Анабаро-Ленской зоны, осложнены многочисленными разрывными нарушениями, секущими не только рифейские отложения, но и весь осадочный чехол.

Завершая характеристику структурно-тектонического строения Анабаро-Ленской зоны, отметим два принципиальных момента.

1. Тектоническое строение рифейского и палеозойского структурных ярусов принципиально отличается в южной и центральной частях Анабаро-Ленской зоны и подобно в северной части рассматриваемой территории.

2. Поднятия Прончищевско-Оленекской цепочки структур имеют практически одинаковое строение в рельефах рифейских и палеозойских горизонтов. При этом амплитуды поднятий в структурном плане подошвы рифея, как правило, меньше амплитуд структур, выделенных в рельефах палеозойских горизонтов, что свидетельствует о молодом возрасте их формирования.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ НЕСОГЛАСИЯ (РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПЕРЕРЫВЫ В ОСАДКОАКОПЛЕНИИ)

Анализ сейсморазведочных материалов и данных бурения позволяет выделить на исследуемой территории четыре крупных региональных перерыва: предвендский, предкембрийский, предпермский, предмезозойский.

Предвендский этап. Выше было отмечено, что в разрезе рифея на сейсмогеологических разрезах выделено пять комплексов. На юго-востоке рассматриваемой территории наиболее молодой рифейский сейсмогеологический комплекс Rf_4 срезается отражающим горизонтом V_0 , приуроченным к подошве венда (рис. 11). Это обстоятельство позволяет сделать вывод о том, что на рубеже рифея и венда на рассматриваемой территории существовал достаточно крупный перерыв в осадконакоплении и происходили процессы денудации рифейских отложений. Наиболее молодые рифейские сейсмокомплексы отсутствуют на большей части Анабаро-Ленской зоны и получили развитие только в наиболее погруженной части Хастахской мегавпадины, в Терютяхинском мезопрогибе. Вероятно, в предвендское время только этот незначительный по размерам участок не был подвержен процессам эрозии. На большей части Ана-

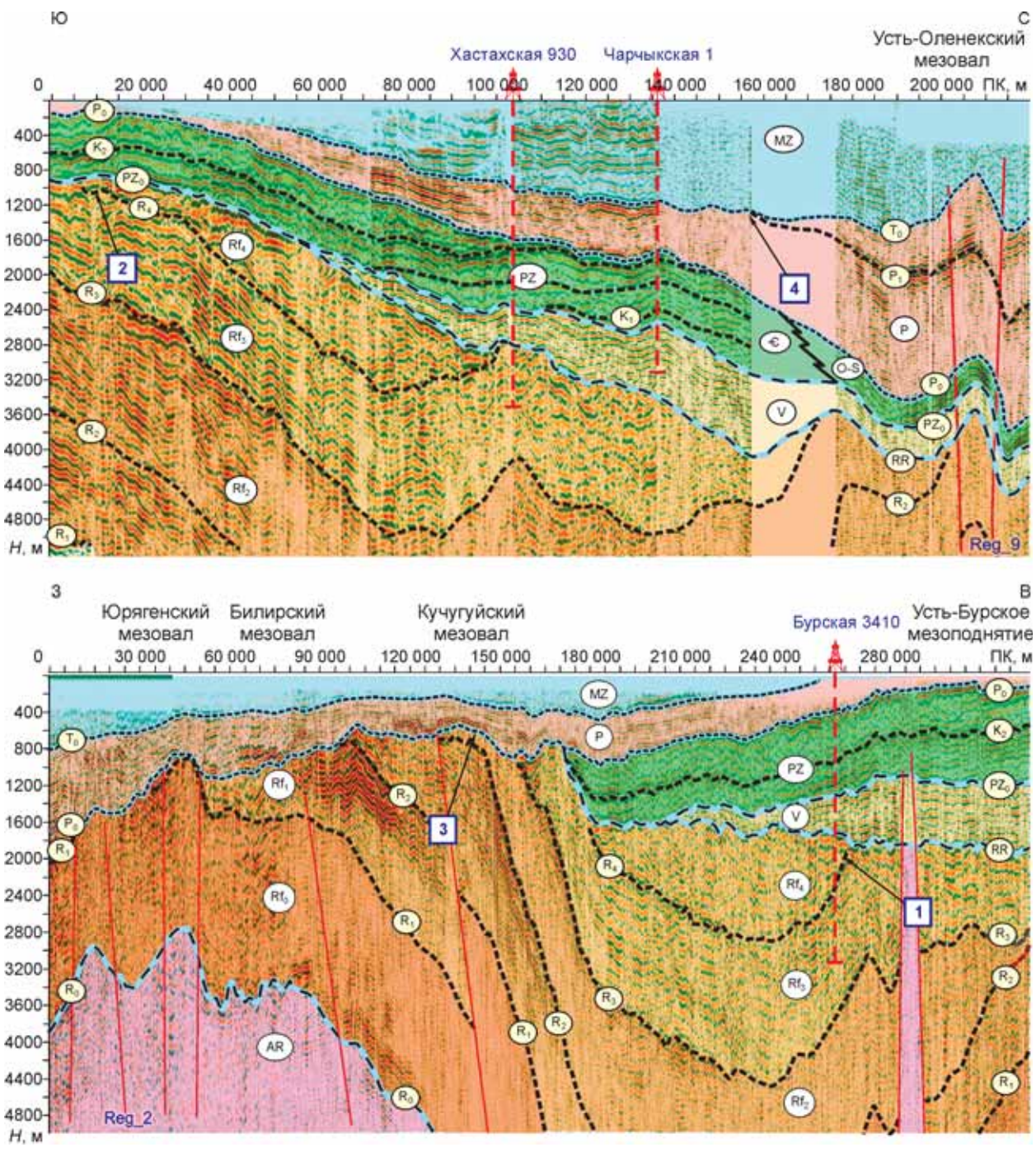


Рис. 11. Региональные перерывы (региональные несогласия):
 1 — предвендский, 2 — предкембрийский, 3 — предпермский, 4 — предмезозойский.

баро-Ленской зоны отложения наиболее молодого рифейского комплекса Rf_4 в предвендское время были размыты.

Предкембрийский этап. Вендские отложения отсутствуют на юго-западе Анабаро-Ленской зоны на Анабарской антеклизе, Курчубуйском и Верхнебурском мезовалах. Анализ сейсмогеологических разрезов позволяет отметить, что вендский комплекс пород не срезается эрозийными поверхностями, а выклинивается на приподнятые блоки рифейских отложений. При этом в палеодепрессийных зонах главным образом в погруженных частях Хастахской мегавпадины вендские отложения, вероятно, без перерыва перекрываются кембрием. В то же время в пределах приподнятых блоков, отвечающих Ана-

барской антеклизе, Курчубуйскому и Верхнебурскому мезовалам, рифейские сейсмогеологические комплексы срезаются горизонтом PZ_0 , приуроченным к подошве кембрия (см. рис. 11). Это свидетельствует о том, что на рассматриваемой территории существовал и предкембрийский перерыв в осадконакоплении, который охватил не всю Анабаро-Ленскую зону, а только ее юго-западную наиболее приподнятую часть.

Предпермский этап. Один из наиболее крупных перерывов в осадконакоплении на исследуемой территории существовал в предпермское время. Отложения перми перекрывают различные по возрасту и составу образования. На севере под пермью залегают отложения ордовика—силура, вскрытые скв. Усть-Оленекская 2370; на юго-востоке — кембрий, вскрытый скважинами на Чарчыкской, Бурской и Хастахской площадях; на юго-западе в зоне, отвечающей северной части Анабарской антеклизы и Курчубуйскому и Верхнебурскому мезовалам, — рифей (см. рис. 11). При этом в Анабаро-Ленской зоне повсеместно отсутствует девон—карбон. Учитывая, что в данном районе мощность перми в северном направлении увеличивается более чем в 5 раз, не исключено, что на юге этот перерыв захватил и раннюю пермь.

Предмезозойский этап. Выше было отмечено, что в северном направлении мощность пермских отложений увеличивается более чем в 5 раз. Анализ временных разрезов позволяет выделить внутри пермской толщи пород горизонт P_1 , который на юге Анабаро-Ленской зоны срезается отражающим горизонтом T_0 , приуроченным к подошве мезозоя (см. рис. 11).

Таким образом, анализ геолого-геофизических материалов позволяет выделить на исследуемой территории, как минимум, четыре крупных несогласия. При этом разрушение рифейских отложений на юго-западе Анабаро-Ленской зоны в пределах Анабарской антеклизы, Кучугуйского и Бурского мезовалов происходило, как минимум, на трех этапах развития территории — в предвендское, предкембрийское и предпермское время.

ИСТОРИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Рифей. Анализ волновых полей, характеризующих строение рифейского сейсмогеологического мегакомплекса, позволяет отметить, что в целом толщины входящих в состав рифея комплексов в зонах, где они получили развитие, достаточно стабильны. Это позволяет предполагать, что рифейские отложения формировались в тектонически-спокойных условиях на слабодислоцированной территории. В то же время современные мощности рифея изменяются в широком диапазоне от 1000 до 8500 м. Связано это не с седиментационными, а с постседиментационными процессами.

Венд распространен в северной и юго-восточной частях Анабаро-Ленской зоны. Максимальные мощности венда, составляющие 800—850 м, фиксируются в Хастахской мегавпадине к северу от Чарчыкской площади, где в это время располагался эпицентр прогибания бассейна. Анализ сейсмогеологических разрезов позволяет отметить региональное увеличение мощности венда на восток, в направлении Тюмятинской площади и северного склона Оленекского свода. В северной части исследуемой территории мощность венда составляют 300—350 м.

Таким образом, фиксируемая в современном рельефе кровли венда погруженная зона, расположенная на северо-востоке Анабаро-Ленской зоны, в период формирования этих отложений представляла собой относительно приподнятую область. Выделяемых в современных структурных планах протерозойских и палеозойских горизонтов Усть-Оленекского, Прончищевского, Аллахского и Бастахского поднятий, находящихся на севере изучаемого района, в венде не существовало.

Тенденцию к росту в это время испытывала главным образом юго-западная часть исследуемого района, в тектоническом отношении отвечающая северной части Анабарской антеклизы, Курчугуйскому и Верхбурскому мезовалам.

Нижний палеозой. В кембрии эпицентр погружения бассейна также располагался на юго-востоке в районе Тюмятинской площади. Региональное увеличение мощности кембрийских отложений, вскрытых скважинами на Хастахской, Бурской и Чарчыкской площадях, в восточном направлении отчетливо фиксируется на сейсмогеологических разрезах.

В северном направлении мощность кембрийско-силурийских отложений резко сокращается. Анализ карты изопахит позволяет сделать вывод о том, что на этом этапе развития на северо-востоке исследуемой территории находилась возвышенность, имевшая место в венде, и не существовало Прончищевско-Оленекской цепочки поднятий. На то, что в кембрии северные районы Анабаро-Ленской зоны возвышались над южными указывает и наличие на временных разрезах клиноформ южного падения.

На юго-западе Анабаро-Ленской зоны кембрийская толща пород срезается горизонтом P_0 , что свидетельствует о разрушении этих отложений в процессе предпермского перерыва в осадконакоплении. Это обстоятельство не позволяет однозначно ответить на вопрос — испытывали Анабарская антеклиза, Курчугуйский и Верхбурский мезовалы тенденцию к росту в раннем палеозое или нет?

Возможны два варианта.

1. Район Анабарской антеклизы унаследованно испытывал тенденцию к росту и одновременно подвергался процессам эрозии — осадки не накапливались либо накапливались, разрушались и сносились в палеодепресссионные зоны.

2. В раннем палеозое на юго-востоке рассматриваемой территории существовали тектонически-спокойные условия и здесь происходил нормальный процесс осадконакопления. На рубеже раннего—среднего палеозоя Анабарская антеклиза, Курчугуйский и Верхбурский мезовалы получили новый импульс к интенсивному развитию, и эта территория вновь начала активно воздыматься. При этом в предпермское и раннепермское время толща кембрийских осадков и значительная часть рифейских отложений были размыты.

Анализ геологической карты позволяет предполагать, что более вероятен второй вариант. На это обстоятельство указывает то, что по периферии наиболее приподнятой части Анабарской антеклизы, где на поверхность выходит протерозой, распространены кембрийские отложения. Логично предположить, что они были развиты и в пределах расположенных к северу от осевой части антеклизы структур и впоследствии были размыты.

Выше было отмечено, что в разрезе скв. Усть-Оленекская 2370, расположенной на севере Анабаро-Ленской зоны, однозначно выделен ордовик, который отсутствует в юго-восточной части рассматриваемой территории — в скважинах Хастанской, Чарчукской и Бурской площадей. Это позволяет сделать вывод о том, что в ордовике региональная направленность тектонических движений существенно изменилась. В это время эпицентр погружения территории сместился на северо-запад, а юго-восточные районы, располагавшиеся в венде и кембрии в палеодепресссионной зоне, начали испытывать тенденцию к относительному росту.

Следует также отметить, что в Анабаро-Ленской зоне в разрезе полностью отсутствуют отложения девона—карбона. Здесь также возможно два варианта.

1. В девоне—карбоне Анабаро-Ленская зона располагалась гипсометрически достаточно высоко, существенно возвышалась над Анабаро-Хатангской седловиной, и образования девона—карбона здесь не накапливались.

2. В девоне—карбоне в Анабаро-Ленской зоне шел нормальный процесс осадконакопления. В предпермское и раннепермское время эта территория начала интенсивно воздыматься, в результате чего отложения девона—карбона были размыты.

Возможна и комбинация этих двух процессов. Отметим, что на рассматриваемой территории отложения девона—карбона нигде не выходят на поверхность и на склонах крупных структур, таких как Анабарская антеклиза и Оленекский свод, пермь повсеместно граничит с кембрием. В силу этого, на наш взгляд, более вероятным выглядит первый сценарий развития территории.

Пермь. В перми начинается резкое погружение территории Анабаро-Ленской зоны в северном направлении, в направлении современной акватории моря Лаптевых. Мощность пермских отложений регионально увеличивается от 0 до 3000 м.

В это время на фоне регионального погружения, по-прежнему, не развивается Усть-Оленекское поднятие, но начинают формироваться Аллахская и Прончищевская структуры.

Мезозой. В мезозойское время региональное погружение северных районов Анабаро-Ленской зоны протекало чрезвычайно активно, что в совокупности с пермскими региональными процессами предопределило формирование Лено-Анабарской моноклизы, выделяемой в структурных планах всех палеозойских горизонтов и в рельефе кровли протерозоя. Именно этот этап развития оказал доминирующее влияние на формирование Прончищевско-Оленекской цепочки структур и обрамляющих их впадин.

ДИЗЬЮНКТИВНАЯ ТЕКТОНИКА

Анализ временных разрезов позволяет выделить в Анабаро-Ленской зоне два основных класса разрывных нарушений:

— разломы, секущие рифей;

— разломы, пересекающие весь осадочный чехол и проникающие в мезозой.

Эти разрывные нарушения не только дифференцированы по времени формирования и глубине проникновения, но и разнесены территориально.

Разломы, проникающие в мезозой, фиксируются исключительно в северной части Анабаро-Ленской зоны и приурочены к расположенным здесь поднятиям Прончищевско-Оленекской цепочки структур. Выше было отмечено, что здесь преобладают сбросы, смещения по которым достигают 1000 м (рис. 12, А). Образования этих разломов связаны главным образом с этапом мезозойской тектонической активизации.

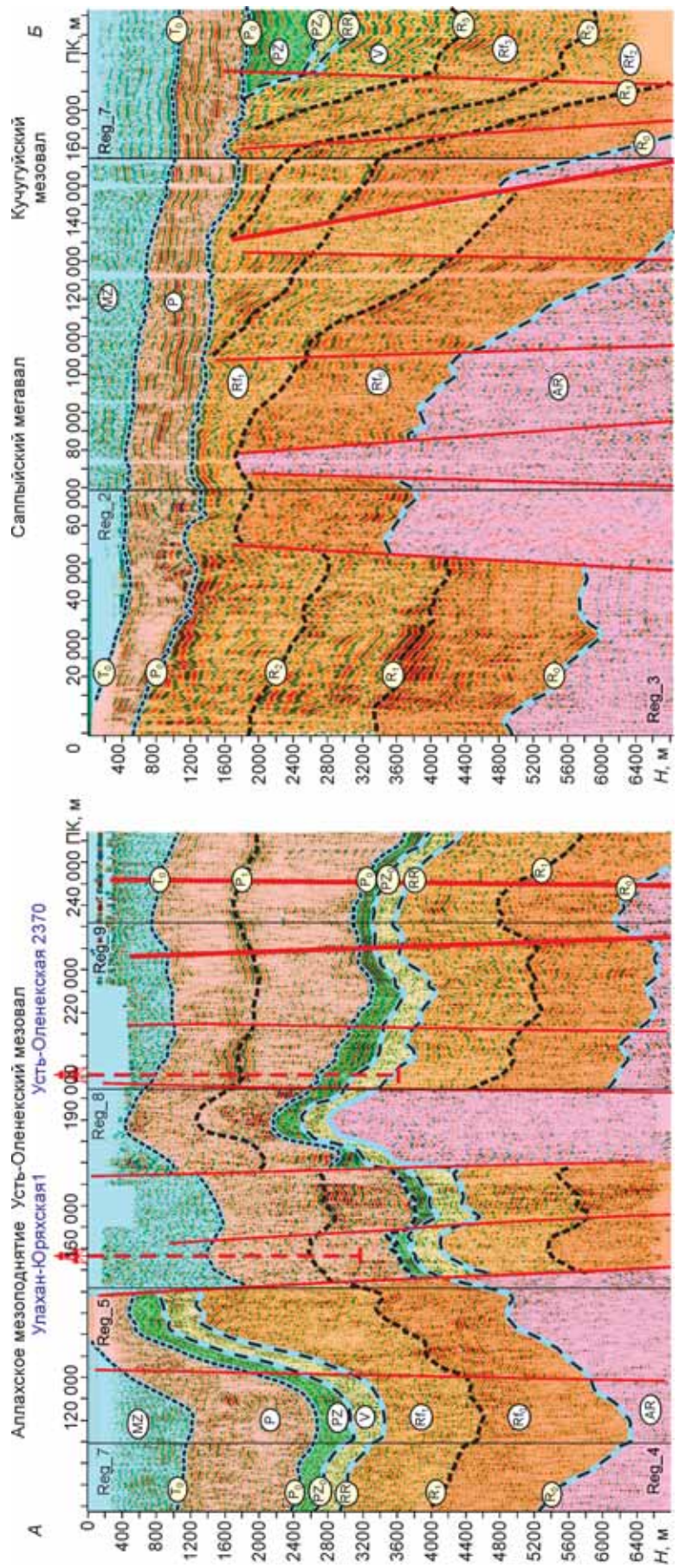


Рис. 12. Мезозойские (А) и рифейские (Б) разрывные нарушения.

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ, НЕФТЕГАЗОПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Интерес в отношении нефтегазоносности в Анабаро-Ленском районе представляют отложения перми, кембрия, венда и рифея.

Нефтегазоперспективные объекты в пермских отложениях могут быть связаны с поднятиями и с зонами литологического замещения коллектора.

Кембрий и венд перспективны главным образом в юго-восточной части исследуемого района, вблизи северного склона Оленекского свода. Здесь трудно рассчитывать на крупные антиклинальные структуры. Объекты этого типа могут быть развиты только на северном склоне Оленекского свода, несколько юго-восточней рассматриваемой в работе территории.

Залежи в венде могут контролироваться структурно-литологическими ловушками в зонах выклинивания комплекса на приподнятые участки рифея (рис. 13, А, Б).

Ловушки в кембрии могут быть связаны как со структурно-литологическими ловушками в зонах выклинивания базальных кембрийских горизонтов, так и со структурно-стратиграфическими ловушками в зонах эрозионного среза кембрийского комплекса (см. рис. 13, А, Б). Учитывая клиноформный характер строения кембрийских отложений, можно рассчитывать и на литологически экранированные объекты.

Значительный интерес в отношении нефтегазоносности на исследуемой территории вызывает рифей (см. рис. 13, В). В юго-восточной части Анабаро-Ленской зоны получил развитие мощный рифейский бассейн, на юго-западе выделены крупные положительные структуры, связанные с выступами рифейских пород — Кангаласский мегавал, Кучугуйский и Верхбурский мезовалы.

Со структурно-тектонических позиций строение рассматриваемой территории аналогично строению Байкитской антеклизы, Катангской седловины и Курейской синеклизы. В Катангской седловине и Курейской синеклизе развита мощная толща рифея, Байкитская антеклиза представляет собой крупный выступ рифея. Именно к приподнятому рифейскому макроблоку приурочена гигантская Юрубчено-Тахомская зона нефтенакопления.

В пределах Кангаласского, Кучугуйского и Верхбурского блоков по аналогии с Юрубчено-Тахомской зоной можно ожидать развитие коллекторов, связанных с зонами дезинтеграции карбонатов.

Безусловно, между этими двумя зонами есть принципиальное отличие. На Байкитской антеклизе рифей перекрыт вендом и кембрием, а на Кангаласском, Кучугуйском и Верхбурском поднятиях — пермью, т.е. здесь имел место существенно более длительный перерыв в осадконакоплении.

Насколько это критично с точки зрения нефтегазоносности, можно оценить, только пробуравив скважину. В настоящее время наиболее подготовлен к бурению и представляет наибольший интерес Кучугуйский мезовал, связанный с зоной надвига. Структура пересечена широтным и меридиональным профилями Reg_7 и Reg_3, ее наличие не вызывает сомнений (см. рис. 13, В). В этой зоне под пермскими отложениями залегает комплекс Rf_1 . На профиле Reg_7 рифейские отложения характеризуются чрезвычайно яркой волновой картиной. К кровлям комплексов Rf_0 и Rf_1 приурочены динамически выраженные высокоамплитудные сейсмические отражения. Такая волновая картина не характерна для карбонатов и, как правило, ассоциируется с низкоскоростными породами. Нельзя исключать, что эти высокоамплитудные волновые пакеты связаны с низкоскоростными черносланцевыми толщами, способными выполнять роль нефтепроизводящих толщ.

ЛИТЕРАТУРА

Геология нефти и газа Сибирской платформы. М., Недра, 1981, 552 с.

Грамберг И.С. Стратиграфия пермских отложений Анабарского района и смежной территории северного края Сибирской платформы // Тр. Института геологии Арктики. Т. 37, вып. 2. Л., Гостоптехиздат, 1953, с. 213—216.

Грамберг И.С. Геохимические исследования как один из методов поисков генетических признаков нефтематеринских толщ (на примере арктических районов СССР) // Нефтегазоносность севера Сибири. 1958, с. 171—182 (Тр. Института геологии Арктики, т. 92).

Грамберг И.С. Перспективы нефтегазоносности севера Восточной Сибири и Северо-Востока СССР // Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности восточной части Советской Арктики. Л., НИИГА, 1973, с. 5—15.

Грамберг И.С. Осадочные бассейны континентальных окраин Мирового океана (время становления, стадии развития, масштаб нефтегазоносности) // ДАН, 1998, т. 362, № 4, с. 525—529.

Грамберг И.С., Калинин М.К., Пук П.С., Сороков Д.С. К вопросу о дальнейшем направлении нефтепоисковых работ в основных перспективных районах севера Сибири // Тр. Института геологии Арктики. 1961, т. 123, вып. 16, с. 95—101.

Граусман В.В. Геологический разрез Усть-Оленекской скв. 2370 (инт. 3605-2700) // Тихоокеанская геология, 1995, т. 14, № 4, с. 137—140.

Игrevский В.И., Семенович В.В., Грамберг И.С., Макаров К.К. Перспективы нефтегазоносности и вопросы освоения нефтегазовых ресурсов Сибирской платформы // Советская геология, 1976, № 6, с. 3—11.

Ларионов В.П., Сафронов А.Ф., Каширцев В.А., Микуленко К.И., Ситников В.С. Нефтегазовая геология и перспективы развития нефтегазового комплекса Якутии // Геология и геофизика, 2004, т. 45 (1), с. 121—126.

*Поступила в редакцию
13 мая 2013 г.*