

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/11_2015

УДК 551.24:551.72(571.56)

Маргулис Л.С.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, ins@vniagri.ru

Ковнир Б.Д., Сереженков С.В.

ОАО «Якутскгеофизика», Якутск, Россия

Нафиков И.Ф.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, ins@vniagri.ru

СТРОЕНИЕ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПЕРИКРАТОННОГО ПОГРУЖЕНИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Рассмотрены структурно-стратиграфические комплексы, основные структурные элементы и главные этапы формирования осадочного чехла юго-восточного перикратонного погружения Сибирской платформы. Подавляющая часть чехла сложена рифейскими и венд-кембрийскими отложениями. Главные эпохи тектогенеза, особенно заключительная позднекембрийская, привели к консолидации отложений на подавляющей восточной части перикратона с образованием Сетте-Дабанской складчатой зоны и оформлению на его крайнем западе Алдано-Майской «остаточной» перикратонной впадины.

Ключевые слова: рифейские отложения, перикратонное погружение, Сетте-Дабанская зона, Алдано-Майская впадина, Сибирская платформа.

Рассматриваемая территория является юго-восточным звеном системы краевых структур Сибирской платформы. Крупнейший структурный элемент рассматриваемой территории – Алдано-Майская впадина. С востока впадина ограничена Сетте-Дабанской зоной Верхояно-Колымской складчатой системы, с юга и запада – структурами Алданской антеклизы, а с севера раскрывается в Вилуйскую синеклизу и наложенный на нее Предверхоаянский краевой прогиб (рис. 1).

Геологическая изученность

Изучение нефтегазоносности Приверхоаянья, начатое еще в 1930-е гг., связано с именами А.А. Леонтовича, С.Н. Алексейчика, И.Г. Козлова, В.З. Скорохода, В.И. Петишкина, В.А. Ярмолюка и др. Планомерное изучение геологического строения началось в 1950-е гг. геологами объединения «Аэрогеология» (А.М. Данилович, Ф.В. Каминский, А.Ф. Лобанова, В.М. Моралев, Б.С. Неволин, С.В. Нужнов, С.В. Потапов, А.Л. Ставцев), ДВТГУ (Б.П. Бутенко, В.Г. Варнавский, В.Т. Гудзенко, М.П. Красильникова, В.А. Ярмолюк и др.) и МГУ (Е.И. Тараненко, Л.Н. Илюхин).

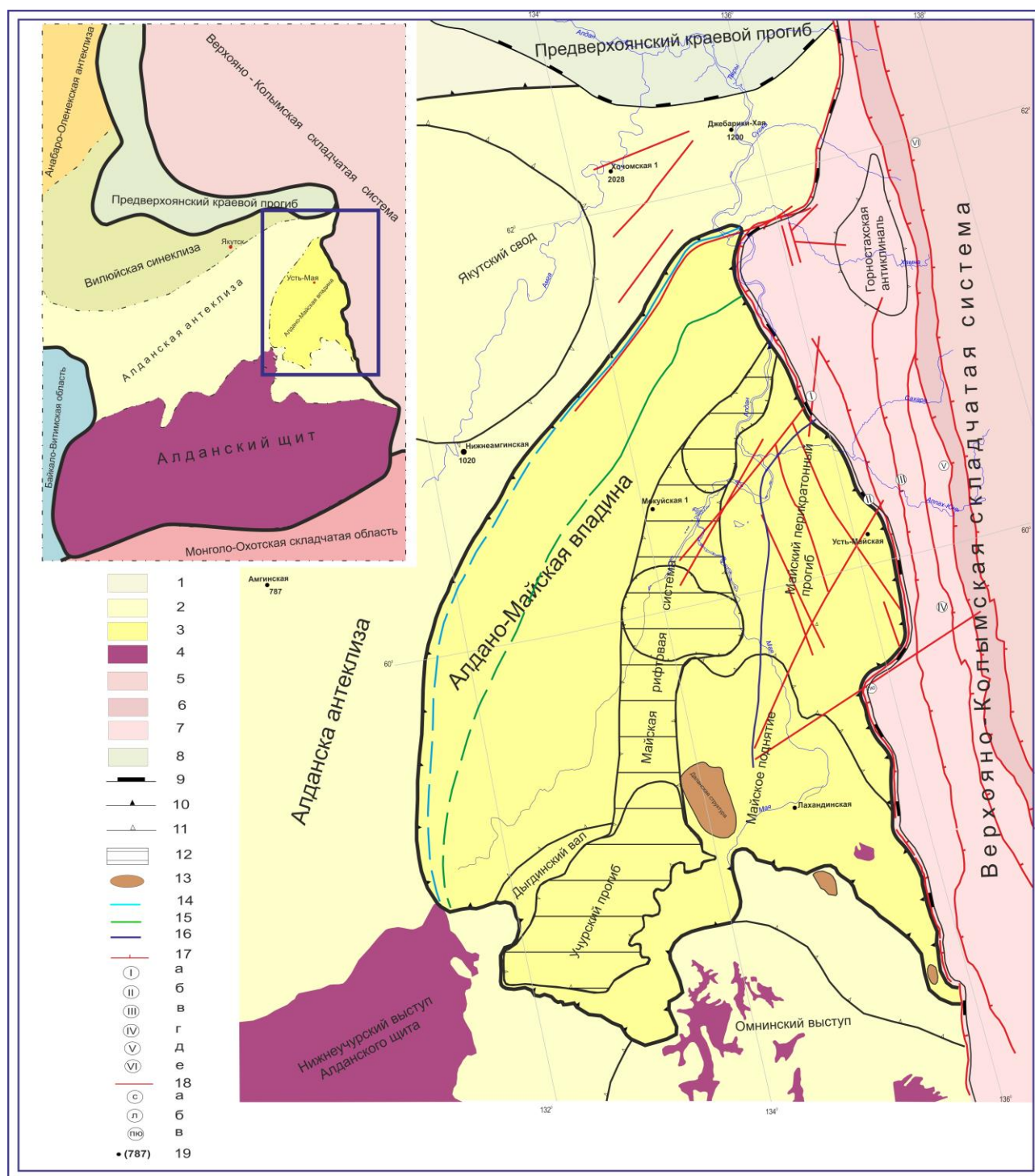


Рис. 1. Тектоническая схема юго-восточного перикратонного погружения Сибирской платформы

Сибирская платформа: 1 – Вилуйская синеклиза; 2 - Алданская антеклиза; 3 - Алдано-Майская впадина; 4 - Алдано-Становой щит и выходы фундамента на Алданской антеклизе; Верхояно-Колымская складчатая система: 5 - Южно-Верхоянская зона; Сетте-Дабанская зона: 6 – Бурхалинская подзона; 7 - Кыллахская подзона; 8 - Предверхоанский краевой прогиб; границы структур: 9 – надпорядковых, 10 – I порядка, 11 – II порядка; 12 - Усть-Майская рифтовая система; 13 - локальные структуры; контуры выклинивания (эрозионного срезания предвендской поверхностью) отложений; 14 - нижнерифейских; 15 - среднерифейских; 16 - верхнерифейских; 17 – фронтальные надвиги (а – Кыллахский, б – Нельканский, в – Гувиндинский, г – Челатский, д – Улахан-Бамский, е – Бурхалинский); 18 - разломы, выделенные по сейсмическим данным (а – Северный, б – Ленский, в – Правуюдомский); 19 - скважины глубокого бурения (глубина залегания поверхности фундамента).

Основные объемы геолого-съемочных работ масштабов 1:1000000 и 1:200000 были проведены в 1952-1987 гг. Геологические карты нового поколения изданы в конце двадцатого – начале двадцать первого столетия (Н.А. Цейдлер, Т.Л. Борисова, В.А. Камалетдинов, В.А. Дымович, А.Ф. Васькин и др.). К этому периоду относится появление многих обобщающих работ (Т.К. Баженова, А.К. Бошарин, Г.С. Гусев, В.И. Коростелев, К.Б. Мокшанцев, С.В. Нужнов, М.А. Семихатов и др.).

К настоящему времени регион покрыт геологической съемкой, аэромагнитными и гравиметрическими исследованиями масштабов 1:1000000 и 1:200000; проведены электроразведочные работы. Сейсморазведочные работы МОВ до 1979 г. проводились по однократной системе наблюдений, в 1980-1984 гг. – это МОГТ (6-12*). С 2005 г. по настоящее время ОАО «Якутскгеофизика» проводятся работы МОГТ (60*) (рис. 2).

В пределах региона с нефтегазопоисковыми целями пробурено 6 скважин: Лахандинская-1, Мокуйская-1, Хочомская-1, Амгинская, Нижнеамгинская, Джебарики-Хая; недавно (2014 г.) бурением закончена параметрическая скв. Усть-Майская-366. Наиболее полный разрез чехла вскрыт скв. Мокуйская 1 (при забое 3090 м она достигла гонамской свиты нижнего рифея).

В основу статьи положены совместные исследования (2011-2013 гг.) сотрудников ФГУП «ВНИГРИ» и ОАО «Якутскгеофизика» по переобработке сейсморазведочных данных и обобщению геолого-геофизических материалов. В результате этих работ были выделены отражающие горизонты вблизи основания осадочного чехла, в подразделениях рифея, в подошве отложений венда, основания кембрия и мезозоя (рис. 3). Построена серия структурных карт и карт изопахит кембрийских, вендских и рифейских отложений. Стратиграфическая привязка отраженных волн выполнена по разбивкам Мокуйской скв. 1. Индексы сейсмических горизонтов приведены в соответствие с их стратиграфической приуроченностью и приняты в версии Б.Б. Шишкина [Шишкин и др., 2010].

Тектоно-стратиграфические подразделения

Фундамент платформы представлен глубоко метаморфизованными образованиями архея. Они выходят на поверхность в краевом северо-восточном Учурском блоке Алдано-Станового щита и в эрозионных врезках Омнинского поднятия Алданской антеклизы. Фундамент вскрыт скважинами: Амгинской, Нижнеамгинской и Хочомской-1, которые расположены в тектонически приподнятых районах на крайнем западе и севере рассматриваемой территории. Здесь глубоко эродированный кристаллический фундамент перекрыт вендскими отложениями.

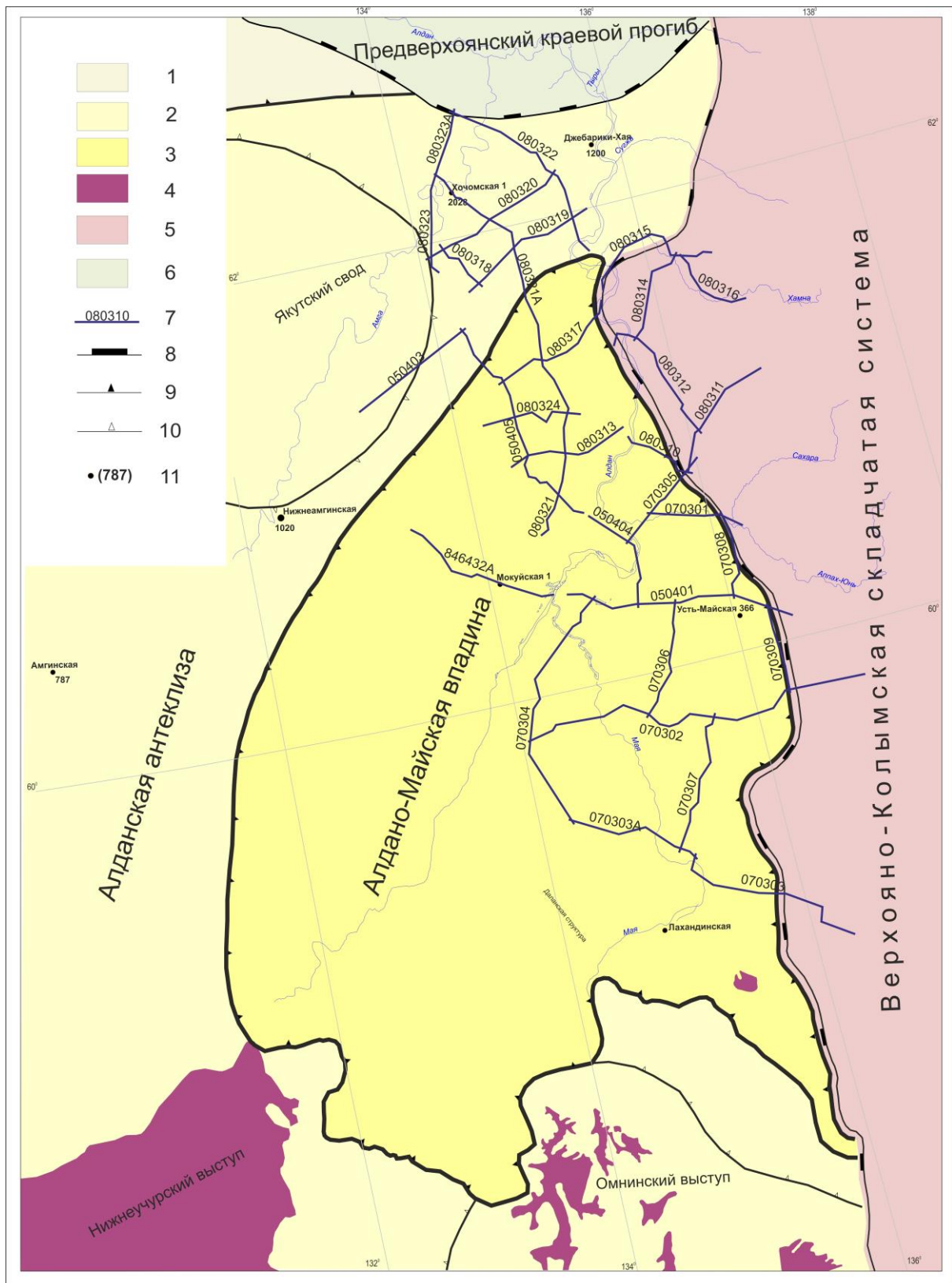


Рис. 2. Схема геолого-геофизической изученности юго-восточного перикратонного погружения Сибирской платформы

Сибирская платформа: 1 – Вилюйская синеклиза; 2 – Алданская антеклиза; 3 – Алдано-Майская впадина; 4 – Алдано-Становой щит и выходы фундамента на Алданской антеклизе; Верхояно-Колымская складчатая система: 5 – Верхояно-Колымская складчатая система; 6 – Предверхоанский краевой прогиб; 7 – сейсморазведочные профили; границы структур: 8 – надпорядковые, 9 – I порядка, 10 – II порядка; 11 – скважины глубокого бурения (глубина залегания поверхности фундамента).

Общая стратиграфическая шкала			Региональные стратиграфические подразделения		Литологическая характеристика	Мак. мощность	Отр. горизонт
Эратема	Система	Отдел	Серия	Свита			
Мезозойская	Юрская	Нижний		Укугутская	песчаники с прослоями конгломератов, гравалитов и глин	200 м	
Палеозойская	Камбрийская	Средний	Майская	Усть-Майская	переслаивающиеся серые известняки и зеленоцветные аргиллиты	750 м	Є ₂
				Чайская	зеленоцветные мергели и известковистые аргиллиты	200 м	
				Иниканская	битуминозные известняки, аргиллиты, мергели	160 м	
		Нижний		Пестроцветная	известняки, глинистые известняки с прослоями мергелей и доломитов	150 м	
	Вендская	Верхний	Юдомская	Устьюдомская	доломиты с прослоями доломитовых мергелей и глинистых битуминозных известняков	150 м	VR
		Нижний		Юкандинская	доломиты с пластами серых и темных битуминозных известняков и аргиллитов	200 м	
Верхнерифейская			Уйская	Кандьская	сероцветные тонкоплитчатые алевролиты, мелкозернистые песчаники и аргиллиты	720 м	R ₃
				Лахандинская	Игниканская	переслаивание пачек доломитов и известняков	
Нерюенская					переслаивающиеся пачки известняков, известковистых аргиллитов с прослоями алевролитов	500 м	
Среднерифейская		Керпельская		Циципандинская	плитчатые, строматолитовые доломиты	420 м	R ₂
				Малгинская	толстослоистые светло-серые известняки	400 м	
		Аимчанская		Тоттинская	пестроцветные алевролиты с прослоями песчаников, аргиллиты	600 м	R ₁
				Светлинская	однообразная толща сероцветных массивных доломитов	170 м	
Нижнерифейская		Учурская		Татынская	песчаники и алевролиты нередко с прослоями аргиллитов	450 м	R ₀
				Омахтинская	представлена чередованием мелко- и среднезернистых песчаников и алевролитов с глинистыми и песчанистыми доломитами	700 м	
				Гонамская	песчаники с прослоями аргиллитов, алевролиты с прослоями глинистых и песчанистых доломитов	850 м	
Нижнепротерозойская			Нижнепротерозойская-нижнерифейская(?) нерасчлененная толща			3000 м	PR ₁ -R ₁ ?

Рис. 3. Сводный стратиграфический разрез Алдано-Маской впадины

Осадочный чехол платформы с некоторыми изменениями состава и в значительно больших мощностях распространяется восточнее, где участвует в Сетте-Дабанских дислокациях. На Сибирской платформе он состоит из двух структурных этажей: промежуточного, нижнепротерозойско(?) -рифейского, и плитного, вендско-мезозойского.

Промежуточный (нижнепротерозойско(?) -рифейский) этаж наиболее полно представлен в Алдано-Майской впадине. На поверхности он обнажается на северо-восточном погружении Алданской антеклизы и в тектонических гребнях Сетте-Дабанской зоны. В нижнем структурном этаже осадочного чехла можно выделить 2 структурных яруса: нижнепротерозойско-нижнерифейский(?) и рифейский. Их граница проводится по подошве учурской серии рифея, которая в Алдано-Майской впадине сопоставляется с отражающим горизонтом R_1 (см. рис. 3, 4). На большей части впадины эта граница соответствует поверхности кристаллического фундамента, но иногда ниже горизонта R_1 устанавливается осадочная толща, снизу ограниченная довольно ярким рефлексом. Стратиграфическая индексация этой толщи не ясна, предположительно она относится к нижнему протерозою-нижнему рифею(?).

Нижнепротерозойско-нижнерифейский(?) ярус, выполняющий грабены, сейсморазведкой изучен слабо (рис. 5). Его мощность может превышать 3 км. Якутские геологи относят эти образования к аналогу нижнепротерозойской улканской серии, заполняющей одноименный грабен на крайнем юго-востоке Алдано-Станового щита [Берзин и др., 2011]. Эта серия сложена вулканогенно-осадочными отложениями, залегает полого, сравнительно слабо метаморфизирована (до зеленокаменной стадии), что дает основание относить ее к древнейшему комплексу платформенного чехла.

Рифейский структурный ярус резко несогласно перекрывает нижележащие образования в грабенах, а на подавляющей части территории кристаллический фундамент. Ярус расчленяется на два подъяруса: нижнерифейский и средне-верхнерифейский, разделенные поверхностью несогласия (ОГ R_2).

Нижнерифейские отложения (учурская серия) сложены терригенными породами с подчиненной ролью доломитов. Эти отложения изучены в Сетте-Дабанской складчатой зоне [Коростелев, 1982; Нужнов, 1967; Семихатов, Серебряков, 1983] и вскрыты Мокуйской скважиной в интервале 1836-3090 м (забой). Мощность нижнерифейских отложений увеличивается к востоку, достигая во впадине 1900 м, а еще восточнее, в Сетте-Дабанской зоне - до 3800 м [Коростелев, 1982]. На общем фоне восточного наращивания мощности, на западном борту Алдано-Майской впадины выделяется цепочка грабенообразных понижений, в целом наследующих грабены нижележащего этажа.

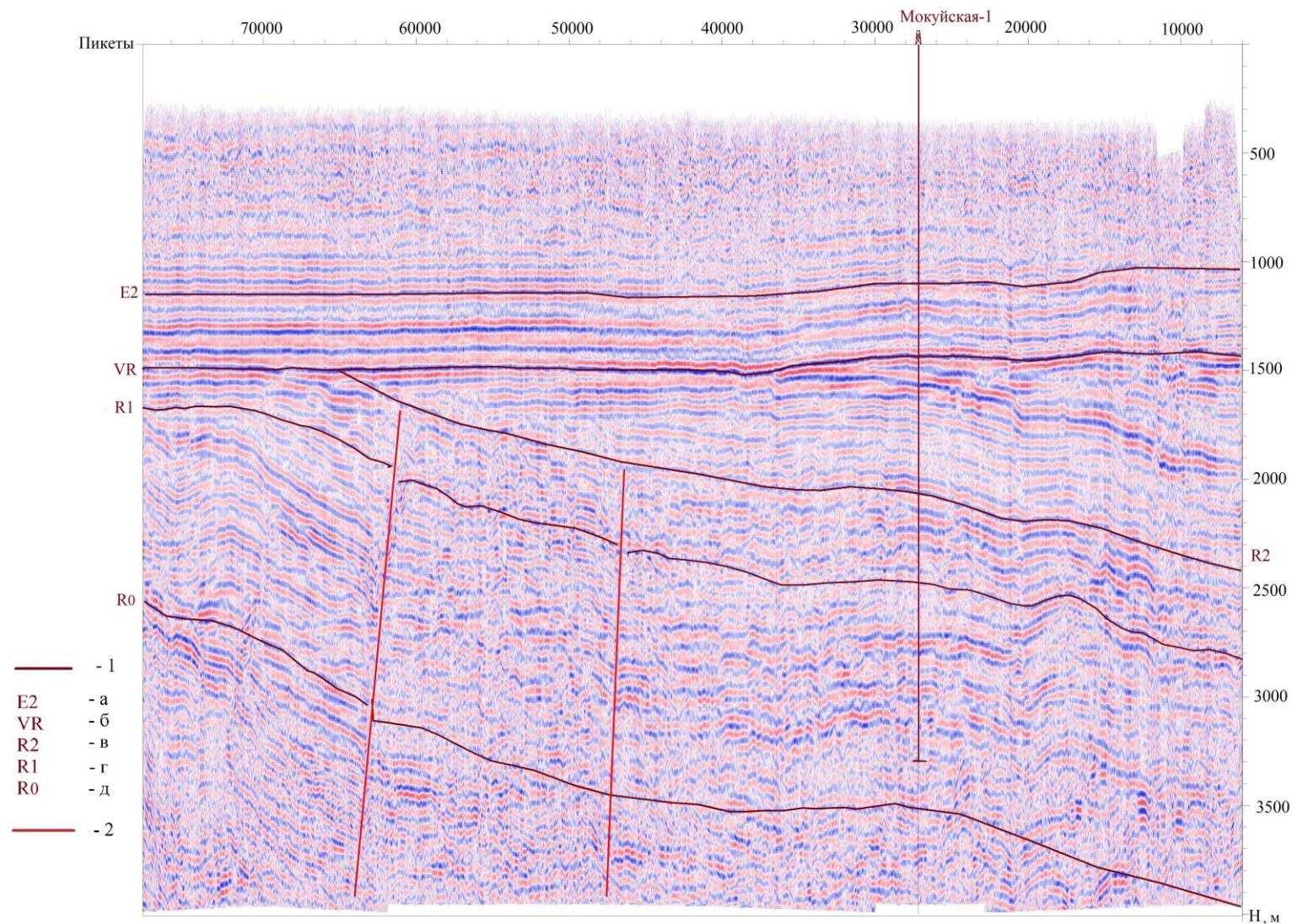


Рис. 4. Глубинный разрез по профилю 846432А
(см. на рис. 2)

1 – отражающие горизонты: а – подошва инканской свиты; б – подошва вендских отложений; в – подошва среднерифейских отложений; г – подошва омахтинской свиты нижнего рифея; д – подошва нижнерифейских отложений; 2 – разломы.

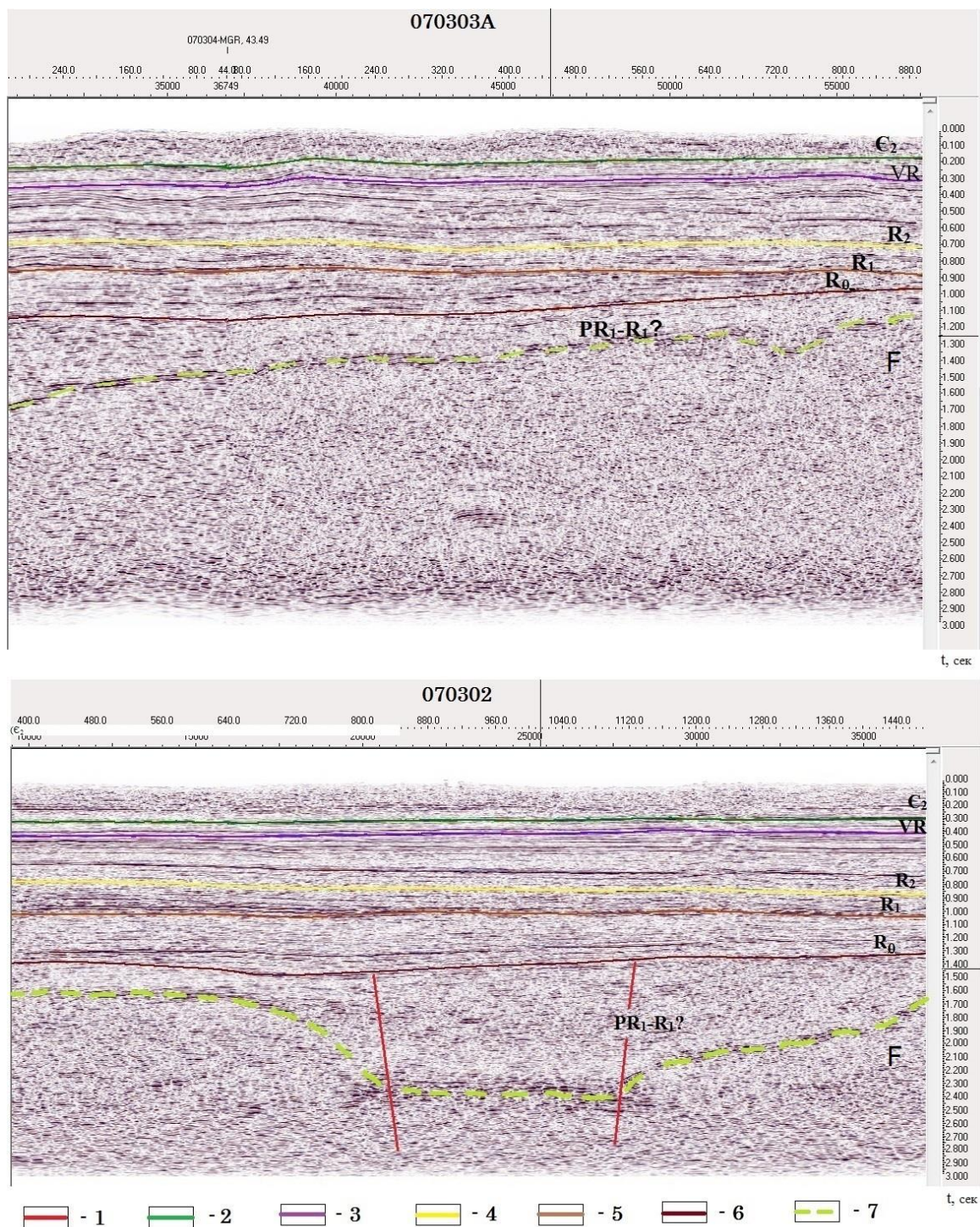


Рис. 5. Временные разрезы по профилям 070303А и 070302
(см. на рис. 2)

1 - разломы; 2 - подошва униканской свиты; 3 - подошва вендских отложений; 4 - подошва среднерифейских отложений; 5 - подошва омахтинской свиты; 6 - подошва гонамской свиты; 7 - предположительная подошва отложений нижнепротерозойско(?) - нижнерифейского яруса.

Она протягивается с юга на север через всю Алдано-Майскую впадину. Совместно с расположенным на юге Учурским прогибом, эта зона образует Майскую рифтовую систему. Мощность нижнерифейских отложений достигает здесь 2500 м.

Средний рифей объединяет аймчанскую и керпельскую серии. Эти отложения несогласно залегают на различных горизонтах нижнерифейских отложений, а на юге региона в пределах Омнинского поднятия трансгрессивно перекрывают породы архея. Отмеченное несогласие практически не фиксируется сейсморазведкой в центральной части Алдано-Майской впадины, тогда как в Сетте-Дабанской зоне отложения нижнего рифея несогласно перекрываются среднерифейскими породами. Среднерифейские отложения хорошо изучены в естественных разрезах, в неполном объеме они вскрыты Мокуйской (1368-1836 м) скважиной. Аймчанская серия в нижней части (талынская свита) сложена терригенными породами с преобладанием кварцевых песчаников, в верхней (светлинская свита) – доломитами, которым подчинены алевролиты и песчаники. Максимальная мощность аймчанской серии в Алдано-Майской впадине – 700 м. Керпельская серия, с размывом залегающая на аймчанской, характеризуется преобладанием депрессионных битумосодержащих отложений. В ее основании залегает фациально изменчивая толща терригенных пород. На юге региона в пределах Омнинского поднятия, вблизи области сноса, широко развиты кварцевые песчаники с характерной косою слоистостью и волноприбойными знаками, сменяющаяся по разрезу пестроцветными алевролитами и аргиллитами. На востоке, в Сетте-Дабанской зоне, основную роль в составе этого подразделения играют сравнительно монотонные, ритмично чередующиеся сероцветные и пестроцветные алевролиты и аргиллиты мощностью до 1000 м (тоттинская свита). В разрезе Мокуйской скважины керпельская серия отсутствует, здесь на породах аймчанской серии с глубоким размывом залегают породы венда. Верхняя часть керпельской серии (малгинская и ципандинская свиты) резко отличается по составу: здесь преобладают часто обогащенные битумами карбонаты. В малгинской свите вблизи ее кровли залегает 15-20 метровый горизонт битуминозных известняков и горючих сланцев. Присутствующие здесь линзы песчаников пропитаны битумом, а известняки содержат включения асфальтита. Мощность малгинской свиты возрастает на восток, изменяясь в Сетте-Дабанской зоне от 100 до 400 м. В керне Лахандинской скважины (287,4-292,9 м) каверны содержали вязкие асфальтены и капельно-жидкую нефть. Ципандинская свита сложена в основном доломитами, встречаются прослой (около 1 м) битуминозных разностей и слои кавернозных доломитов (около 10 м) с твердыми битумами. Мощность верхней (карбонатной) части керпельской серии в Алдано-Майской впадине достигает 600 м. Общая мощность среднерифейских отложений во впадине оценивается до 2500 м, в складчатой зоне – до 3000 м.

Верхнерифейские отложения, изученные по естественным разрезам северного погружения Алданской антеклизы и Сетте-Дабанской складчатой зоны, представлены двумя сериями: лахандинской и уйской. Лахандинская серия, с перерывом и корой выветривания,

залегают на различных горизонтах ципандинской свиты (ОГ R₃). Подошвенные отложения серии представлены терригенными породами, сменяющимися известняками, нередко битуминозными, а затем (игниканская свита) доломитами с прослоями глауконитосодержащих доломитов и пестроокрашенных аргиллитов. Мощность лахандинской серии возрастает к востоку, до 700-900 м в депоцентре прогиба и до 800-1200 м в складчатой зоне. Уйская серия согласно залегают на лахандинской и представлена разнообразными терригенными породами, редко известняками и доломитами, в нижней части – сероцветными, в верхней – пестроцветными. Мощность верхнерифейских отложений по сейсмическим данным в Алдано-Майской впадине достигает 2000 м. По скважинным данным вскрытая мощность верхнерифейских отложений составляет 1966 м - интервал 1749-3715 м (забой).

Сейсмические материалы свидетельствуют о зональном распространении отложений рифея в Алдано-Майской впадине. С востока на запад от фронтальных Нелькано-Кыллахских надвигов, за счет воздымания отложений и эрозионного их срезания предвендским размывом из разреза последовательно исчезают все более древние горизонты (см. рис. 4). Верхнерифейские отложения мощностью до 2000 м присутствуют на ограниченной территории, вблизи надвиговой зоны, среднерифейские образования мощностью до 1700 м имеют более широкое распространение, а нижнерифейские породы, за исключением Омнинского и Майского поднятий, где они трансгрессивно перекрываются среднерифейскими отложениями, имеют повсеместное распространение. В целом мощность рифейских отложений на востоке Алдано-Майской впадины достигает 4000 м, а еще восточнее, в краевой (Сетте-Дабанской зоне) Верхояно-Колымской складчатой системе оценивается до 6000 м. Характер распространения отложений подчеркивает перикратонный генезис рассматриваемой территории, а с завершением рифея проявление масштабных восходящих движений, сопровождавшихся в разной степени деформацией отложений. Эти тектонические события в конце позднего протерозоя, в предвендское время, привели к существенной перестройке региона, к повсеместному перерыву в осадконакоплении и масштабной эрозии.

Плитный структурный этаж разделяется в регионе на два структурных яруса: венд-кембрийский и мезозойский. *Венд-кембрийский ярус* резко несогласно залегают на различных горизонтах рифея (опорный сейсмический горизонт VR). Венд представлен юдомской серией, в нижней части (юкандинская свита) сложенной терригенными породами и доломитами, часто глинистыми и битуминозными, в верхней (усть-юдомская свита) – кварцевыми песчаниками, сменяющимися вверх по разрезу разнообразными доломитами. Мощность юдомской серии в пределах впадины доходит до 200-250 м, достигая в Сетте-Дабанской зоне 600-900 м.

Кембрийские отложения, залегающие с небольшим размывом на образованиях юдомской серии, начинаются с пестроцветной свиты нижнего кембрия (известняки с прослоями мергелей и доломитов) и перекрывающей ее согласно региональной битуминозной иниканской свитой (нижний-средний кембрий) – битуминозных известняков с прослоями кремнистых аргиллитов, иногда фосфоритов или горючих сланцев. Эти отложения карбонатного шельфа и некомпенсированной части бассейна сравнительно выдержаны по мощности (200-300 м). Образования среднего-верхнего кембрия, согласно залегающие на подстилающих породах, представлены в основном известняками и доломитами. По геологическим и сейсмическим данным в этих отложениях установлены цепочки рифогенных построек, объединенные в протяженный Восточно-Якутский барьерно-рифовый комплекс [Коростелев, 1982]. Мощность средне-верхнекембрийских отложений во впадине колеблется в пределах 150-300 м, достигая в складчатой зоне 3000 м.

Общая мощность венд-кембрийского структурного яруса составляет 1039 м (параметрическая скв. Усть-Майская), 1153 м (скв. Мокуйская) и 1180 м (скв. Хочомская). В Сетте-Дабанской зоне она оценивается не менее 4500-5000 м [Коростелев, 1982].

Мезозойский структурный ярус в рассматриваемом регионе представлен континентальными угленосными отложениями юры, резко несогласно перекрывающие кембрийские, а в Сетте-Дабанской складчатой зоне и рифейские образования. Мощность этих отложений увеличивается к северу: от 88 к 633 м соответственно в Мокуйской и Усть-Майской скважинах и до 848 м в Хочомской. На крайнем севере региона разрез чехла наращивается меловыми отложениями.

По характеру распределения мощностей осадочного чехла, наряду с Сетте-Дабанской складчатой зоной, можно выделить еще два района. Первый (юго-западный) район, занимающий подавляющую часть рассматриваемой территории, характеризуется в целом наращиванием мощностей и объема осадочного чехла к депоцентру Алдано-Майской впадины. Мощность чехла в Майском перикратонном прогибе перед фронтом Нельканского надвига превышает 6000 м. По увеличению мощностей чехла (до 4400-5500 м) в пределах Алдано-Майской впадины фиксируется Майская рифтовая система. Второй (северный) район, соответствующий Хочомской моноклинали, отличается отсутствием нижнепротерозойско(?) - рифейского этажа и наращиванием мощности венд-кембрийских и мезозойских отложений до 2300-3000 м по направлению к Предверхоянскому краевому прогибу.

Основные структурные элементы

В тектоническом отношении рассматриваемый регион принадлежит к южному звену области сочленения Сибирского кратона с Верхояно-Колымской складчатой системой. В пределах Сибирской платформы здесь выделяются следующие главные структурные

элементы: Алдано-Становой щит, Алданская антеклиза, Алдано-Майская впадина и Предверхоянский краевой прогиб.

Алдано-Становой щит на рассматриваемой территории представлен только своей северо-восточной краевой частью - Нижнеучурским выступом, сложенным глубоко метаморфизированными архейскими образованиями.

Алданская антеклиза занимает значительную часть исследуемой территории. В наиболее приподнятой южной части антеклизы на поверхности обнажаются породы рифея, в погруженных частях антеклизы чехол представлен лишь венд-кембрийским и мезозойским структурными ярусами (разными горизонтами), перекрывающими кристаллический фундамент. Граница со смежной Алдано-Майской впадиной на юге проводится условно по выходам на поверхность вендских отложений, на остальной (погруженной) территории – по линии полного эрозионного срезания рифейских толщ предвендским несогласием.

На юге Алданской антеклизы выделяется обширное *Омнинское поднятие*. В его своде обнажается кристаллический фундамент, склоны сложены средне-верхнерифейскими образованиями общей мощностью до 1000 м. Рифейские отложения залегают практически горизонтально, погружаясь от свода поднятия на север под углами 3-5°, на восток – до 10°. На северном погружении антеклизы разрез наращивается снизу нижнерифейскими, а сверху венд-кембрийскими отложениями. В грабенах устанавливаются породы нижнего протерозоя – нижнего рифея(?). Мощность рифейских отложений достигает здесь 1,2-1,5 км, а с учетом более древних отложений может достигать 3-4 км. Погружаясь на север морфоструктура Омнинского поднятия, хотя и с меньшей контрастностью, сохраняется и в чехле Алдано-Майской впадины (Майское поднятие). На западе региона Алданская антеклиза представлена Амгинской моноклиной, на северо-западе – Якутским погребенным сводом, на севере – Хочомской моноклиной.

Амгинская моноклинал – это полого наклоненная на восток плита, где на глубоко эродированном кристаллическом фундаменте различными горизонтами залегает венд-кембрийский структурный ярус. Последний несогласно перекрыт нижнеюрскими отложениями. Мощность осадочного чехла на востоке моноклизы, на границе с Алдано-Майской впадиной, которая проводится по появлению в разрезе рифейских отложений, достигает 1100-1200 м.

Якутский свод – обширное многокупольное поднятие, протягивающееся от окрестностей г. Якутска до р. Амги на расстояние около 200 км. По геофизическим данным один из куполов поднятия намечается на его востоке, в среднем течении р. Амги, где его ширина оценивается примерно в 150 км [Мокшанцев и др., 1964]. В скважине, пробуренной в

своде купола у г. Якутска, фундамент на глубине 568 м резко несогласно перекрыт нижнеюрскими отложениями.

Хочомская моноклираль с юга от Алдано-Майской впадины и с востока от Сетте-Дабанской зоны отделена зонами разломов. Хочомская моноклираль отличается тектоническим наклоном и наращиванием чехла по направлению к Предверхолянскому краевому прогибу. Разрез моноклинали изучен скв. Хочомской, на глубине 2028 м вскрывшей кристаллический фундамент. Чехол сложен венд-кембрийским и мезозойским структурными ярусами. Объем мезозоя наращивается к северу последовательным появлением отложений средней и верхней юры, а на крайнем севере - и нижнего мела. Мощность чехла увеличивается к северу от 1500 до 2700 м.

Алдано-Майская впадина – крупнейший структурный элемент рассматриваемой территории. На юге, западе и севере она граничит с Алданской антеклизой, на востоке определена фронтальными надвигами (Нельканским, Кыллахским, Эбейке-Хаятинским) Верхояно-Колымской складчатой системы. Впадина в субмеридиональном направлении протягивается на расстояние в 550 км, при максимальной ширине в 250 км. Мощность чехла, достигает здесь 6 км, а с учетом практически неизученного нижнепротерозойско-нижнерифейского(?) структурного яруса, заполняющего в основном грабены, может достигать значительно больших величин (в пределах 10 км). Несмотря на значительную дифференциацию по площади, в целом мощность чехла увеличивается с запада на восток и максимальных значений достигает у фронтальных надвигов Верхояно-Колымской системы. Скважинами изучены следующие структурные ярусы: мезозойский (отложения юры, до 663 м), венд-кембрийский (венд-нижне-средне-верхнекембрийские отложения, до 1153 м) и частично рифейский (верхний рифей, до 1966 м, средний рифей, до 595 м, нижний рифей, до 1221 м). Байкальский тектогенез (самый поздний рифей) привел к формированию структурного несогласия и отчетливой эрозионной поверхности, разделившей рифейский промежуточный и плитный этажи платформы. Характер изменения мощностей и состава отложений впадины и пород внешней зоны складчатой системы [Гусев, 1968; Нужнов, 1967; Мокшанцев и др., 1964] свидетельствуют о перикратонном генезисе Алдано-Майской впадины. Перикратонное погружение в рифее на границе с прогибами Сетте-Дабанской континентальной окраины достигало не менее 5 км. Как самостоятельный структурный элемент Алдано-Майская впадина начала формироваться в самом позднем рифее.

В Алдано-Майской впадине выделяются: Алданская моноклираль, Майская рифтовая система, Майский перикратонный прогиб, Майское поднятие, Дыгдинский вал.

Алданская периклираль представляет собой практически горизонтальное залегание мезозойского (до 500 м) и венд-кембрийского (до 1500 м) структурных ярусов и пологого

погружения пород рифейского яруса. Рифей представлен только среднерифейскими и нижнерифейскими отложениями, последовательно срезающимися на запад предвандским несогласием. Общая мощность чехла увеличивается на восток от 1200 м до 3800 м.

Майская рифтовая система определяется в основном по увеличению мощностей ниже-среднерифейских отложений, в общем виде наследующая раннепротерозойско-раннерифейские(?) грабены. Грабены выделяются в значительной степени предположительно, так как нижнепротерозойско-нижнерифейский(?) структурный ярус сейсморазведкой изучен слабо. Майская рифтовая система протягивается с юга на север на расстояние около 380 км при максимальной ширине около 60 км и разделена на 3 прогиба: Учурский (южный), Центральный и Кербинский (северный). Наиболее полно сейсморазведкой изучен Центральный прогиб и практически не изучен Учурский. Несмотря на значительное сокращение стратиграфического объема рифейских отложений (размыты породы верхов среднего рифея), мощность осадочного чехла в Центральном и Кербинском прогибах достигает соответственно 3700 м и 4500 м, превышая на 700-750 м мощность отложений в смежных участках. На бортах Центрального прогиба устанавливается яркий рефлектор, сопоставляемый с поверхностью кристаллического фундамента. Предположительно фундамент здесь залегает на глубинах порядка 6,5-7,5 км, а мощность нижнепротерозойско-нижнерифейского(?) структурного яруса оценивается в 3-4 км.

Майский перикратонный прогиб – наиболее погруженная часть Алдано-Майской впадины перед фронтом складчато-глыбовых структур Верхояно-Колымской системы. Осадочный чехол практически в полном объеме включает все тектоно-стратиграфические подразделения чехла. Исключение составляет самый древний нижнепротерозойско-нижнерифейский(?) структурный ярус, который пока сейсморазведкой здесь не опознан. Мощность изменяется от 3 до 6,5 км, максимальная мощность рифейских отложений - 5000 м. Отложения прогиба при общем моноклиальном залегании слабо деформированы. Региональная разряженная сеть сейсмических профилей позволяет лишь наметить локальные антиклинальные перегибы, количество и контрастность которых возрастает к востоку, по мере приближения к Верхояно-Колымской системе.

Майское поднятие является по существу северным периклиальным продолжением Омнинского поднятия Алданской антеклизы. Оно представляет собой структурный мыс (125x100 км), погружающийся в северном направлении. Северная граница поднятия практически совпадает с появлением в чехле юрских отложений. В пределах поднятия, кроме мезозойского комплекса, распространены все отложения чехла, но к сводовой части наблюдается выклинивание нижнерифейских отложений. Майское поднятие осложнено локальными структурами штампового характера. На юге, в поле выходов на дневную

поверхность пород венда, и во врезанных долинах верхнего рифея, сейсморазведкой выделено три антиклинали. Наиболее крупная из них – Даланская, имеет размеры (40x20 км). В этом же районе пробурена Лахандинская скважина (591 м), где в кавернозных доломитах рифея отмечено нефтепроявление.

Дыгдинский вал соответствует только западной части одноименной структуры, выделяемой предшественниками [Нужнов, 1967]; предполагаемая восточная часть вала сейсмическими исследованиями не подтвердилась. Положение Дыгдинского вала определяется достаточно протяженной (120 км) и узкой (10-15 км) цепочкой выходов нижне-среднерифейских и вендских пород в поле развития кембрийских отложений. Размеры антиклиналей, слагающих Дыгдинский вал, составляют 12-40x30-20 км, амплитуды складок - 100-300 м. Северо-западные крылья структур обычно крутые (до 30-70°) и часто связаны с продольными сбросами; юго-восточные (3-15°) – пологие. В пределах вала, особенно на севере, наблюдается кулисообразное сочленение складок, указывающее на правосторонние сдвиговые движения.

Верхояно-Колымская складчатая система представлена областью Сетте-Дабанской складчато-надвиговой зоной (Сетте-Дабанский горст-антиклинорий) [Гусев, 1968; Мокшанцев, 1964]. Она характеризуется наличием протяженных узких блоков, обусловленных системой субмеридиональных надвигов и взбросов. К приподнятым участкам приурочены приразломные антиклинали с выходом на поверхность рифейских отложений (до нижнерифейских в своде Горностахской складки). Крылья антиклиналей и синклинали сложены в основном вендскими и кембрийскими отложениями (доверхнекембрийскими), в некоторых синклиналях присутствуют пермские и юрские образования, резко несогласно залегающие на разных горизонтах рифея, венда и кембрия. С запада Сетте-Дабанская зона от структур Сибирской платформы отделена краевыми надвигами: Нельканским, Кыллахским, Окраинным; с востока от складчатых структур Верхоянья – Бурхалинским разломом. В пределах зоны выделяются Кыллахская (западная) и Сетте-Дабанская (Бурхалинская) подзоны [Пояснительные записки..., 2012], разделенные серией кулисообразных продольных разломов, наиболее крупными из которых являются Улахан-Бамский и Челатский. В Кыллахской подзоне развиты, в основном, венд-кембрийские отложения, в целом аналогичные отложениям Алдано-Майской впадины; в Сетте-Дабанской подзоне – палеозойские отложения, в том числе породы ордовика и силура, не известные на востоке Алданской антеклизы и в Алдано-Майской впадине. Напряженность складчато-глыбовых дислокаций возрастает в восточном направлении.

Кыллахская подзона представляет собой протяженное (около 600 км) неравномерное по ширине (10-100 км) глыбово-складчатое сооружение, в которое на крайнем юге подзоны были

вовлечены поднятые области фундамента, а на подавляющей более северной части – отложения перикратонного понижения Сибирского континента. Кыллахские дислокации затронули все известные отложения (вплоть до юрских), залегающие резко несогласно и сохранившиеся в складчатой зоне фрагментарно. В характеризуемой подзоне развиты линейные обычно гребневидные приразломные антиклинали. Они разделены сравнительно широкими (до 40 км в поперечнике) синклиналями. Западные крылья антиклиналей крутые, нередко подвернутые, восточные более пологие. Плоскости надвигов в сводовой части антиклиналей имеют восточное падение (30-60°) и нарушены поперечными сдвигами. Наиболее крупной и менее нарушенной является Горностахская антиклиналь длиной около 90 км, шириной - до 35 км. Важными структурно-контролирующими элементами являются протяженные краевые разломы, отделяющие складчатую область от структур платформы (Нельканский, Кыллахский, Окраинный) – это взбросо-надвиги и надвиги с падением сместителей на восток под углами 30-75°. По сейсмическим данным эти разломы не затрагивают фундамент и перемещают только осадочные пластины. По Нельканскому разлому отложения верхнего и среднего рифея надвинуты на породы венда и среднего кембрия. Падение надвиговых пластин не превышает 40°, а вертикальная амплитуда оценивается в 2,5-2,7 км [Гусев, 1968]. Краевые разломы смещены по взбросо-сдвиговым зонам (Алдано-Майский, Эбейке-Хаятинский поперечные разломы).

В Кыллахской подзоне содержатся многочисленные силлы и дайки диабазов мощностью до 150-200 м при протяженности до 50 км. Основная их часть приурочена к верхнему рифею. Значительно шире интрузивные образования развиты в пределах Сетте-Дабанской подзоны, где известны гранитоидные массивы и сопутствующие им дайки; вдоль Бурхалинского разлома расположены небольшие массивы ультраосновных пород, датируемые средним девоном-средним карбоном.

Наиболее крупные разломы Сетте-Дабанской складчатой зоны (Нельканский, Кыллахский, Челатский, Улахан-Бамский, Бурхалинский) относятся к глубинным, определившим границы структурно-формационных зон [Гусев, 1968; Коростелев, 1982]. Краевым швом, отделяющим Сибирскую платформу от Верхояно-Колымской складчатой системы, является Нелькано-Кыллахская зона. Эта разломная зона была заложена, вероятно, уже в рифее, а после байкальских (позднерифейских) тектонических событий потеряла активность. Движения по разломной зоне возобновились в среднем палеозое и особенно в позднем мезозое. В позднекимммерийскую фазу (нижний мел) по ней в осадочном чехле сформировалось значительное число взбросов и надвигов, по которым рифейские складчатые толщи надвинуты на кембрийские и юрские, а на севере - на меловые отложения Сибирской

платформы. Размеры горизонтального смещения по Кыллахскому разлому оцениваются в 1-5 км [Коростелев, 1982].

Основные этапы геологического развития

В геологической истории юго-восточного перикратонного погружения Сибирской платформы различаются пять крупных этапов, разделенных эпохами тектонической активности и глубокой эрозии.

Первый (раннепротерозойско-раннерифейский) этап связан с образованием на поднятиях и склонах кратонарифтовых прогибов; *второй (рифейский)* – с формированием различных структур обширной пассивной окраины. Окраина в пределах восточной части платформы представляла собой тектонически стабильный шельф, переходящий на восток в интенсивно прогибающиеся области перикратона. Граница между этими областями определялась, по-видимому, зоной Улахан-Бамского разлома. Несмотря на значительные тектонические события, главные из которых устанавливаются на границах раннего, среднего и верхнего рифея, в целом указанный тектонический план сохранялся на протяжении всего рифея.

Третий (венд-кембрийский) этап сопряжен с позднерифейской (байкальской) фазой тектогенеза, приведшей к складчатости в перикратонных прогибах, сопровождаемой магматизмом и воздыманием всего региона. В венде-кембрии, образованию осадков которых предшествовал длительный размыв, платформенные условия распространились и на Кыллахскую подзону.

В четвертый (позднекембрийско-раннедевонский) этап продолжается стабильный режим на востоке Сибирской платформы и в Кыллахской подзоне, но происходит интенсивное погружение территории восточнее, в Сетте-Дабанском прогибе, ограниченном с запада Улахан-Бамской, с востока - Бурхалинской тектоническими ступенями. По Улахан-Бамскому разлому по геофизическим данным происходит значительное погружение фундамента, наблюдается затухание магнитных аномалий, простирающихся с Сибирской платформы, и существенное увеличение мощностей (до 10-16 км) отложений венда-карбона [Семихатов, Серебряков, 1983]. Эти отложения в позднем девоне были консолидированы с образованием Сетте-Дабанской краевой складчато-блоковой зоны, отделяющей прогибы Верхоянских мезозоид от Сибирской платформы. Считается, что герцинский тектогенез привел к обширным поднятиям и к размыву всех посткембрийских палеозойских отложений на рассматриваемой территории платформы.

Пятый этап развития региона охватывает *юрский и меловой периоды*. Накопление отложений этого времени коррелирует процессам становления и консолидации Верхоянско-Колымских мезозоид и формированию Предверхоянского краевого прогиба. Особенно

значительными были раннемеловые движения, связанные с образованием краевых Сетте-Дабанских надвигов. Поднятия и блоковые подвижки испытали в это время также Алданская антеклиза и Алдано-Майская впадина. Приразломные дислокации свойственны и юрским отложениям. Южные районы Алданской антеклизы и Алдано-Майской впадины служили источниками сноса осадков для более северных областей платформы. Позднекиммерийские движения внесли решающий вклад в формирование современной структуры региона.

Выводы

Территория юго-восточного перикратонного погружения Сибирской платформы характеризуется отчетливым полициклическим развитием. Самый ранний этап его образования связан с раннепротерозойско-раннерифейским(?) рифтогенезом – образованием грабенообразных прогибов, установленных сейсморазведкой на западном склоне современной Алдано-Майской впадины.

Последующая рифейская история региона была определена особенностью эволюции перикратона – областью перехода кратона в интенсивно развивающиеся (миогеосинклинальные) прогибы пассивной континентальной окраины. Первая дифференциация перикратонного погружения и отчленение от него западной краевой части в виде самостоятельной (Алдано-Майской) впадины предполагается в позднем рифее.

Характер геологических процессов, наиболее отчетливо выраженных в байкальскую (поздний рифей), герцинскую (поздний девон) и особенно в заключительную позднекиммерийскую (ранний мел) эпохи тектогенеза, позволяет заключить, что Алдано-Майская впадина, как пограничная структура между платформой и формирующейся складчатой областью, несёт в себе черты «недоразвитого» краевого прогиба [Гусев, 1968]. Отсутствие в ней осадочных формаций, типичных для краевых систем, можно объяснить слабой контрастностью тектонических движений. Положение Алдано-Майской определяется распространением рифейского структурного яруса, сформированного в условиях перикратонного погружения Сибирской платформы. Тектогенез проявился в регионе, и, прежде всего, его южной части, не только в образовании и усложнении фронтальных структур Верхояно-Колымской складчатой системы, но и в масштабном воздымании сопредельных областей, в том числе Алданской антеклизы и Алдано-Майской впадины.

Значительную роль в формировании структуры региона сыграла дизъюнктивная тектоника. Главные разломы в процессе седиментогенеза определяли границы структурно-фациальных зон, а в периоды тектогенеза сформировали чешуйчато-надвиговую структуру складчатой зоны. Краевые Нелькано-Кыллахские разломы в современной структуре региона по сейсмическим данным представлены в основном надвиговыми пластинами в осадочном чехле. Активные движения по разломам Сетте-Дабана, сопровождающиеся землетрясениями,

наблюдаются и в настоящее время [Шишкин и др., 2010]; чешуйчато-блоковая краевая структура хорошо выражена в рельефе.

Основные перспективы нефтегазоносности региона прогнозируются в рифейских, в меньшей мере, в ниже-среднекембрийских отложениях.

Литература

Берзин А.Г., Оболкин А.П., Севастьянов С.Ю., Егшин А.А., Дьяконова В.А. Новые данные по геологии Алдано-Майского прогиба. // Отечественная геология. - 2011 - №6 - С. 21-26.

Гусев Г.С. Тектоническое районирование восточного обрамления Алданской антеклизы // Тектоника, стратиграфия и литология осадочных формаций Якутии: доклады на XVII научной сессии Якутского филиала Сибирского отделения АН СССР. - 1968. – С. 41-50.

Евсеев Ю.А. Тектоника Сетте-Дабанского горст-антиклинория в бассейне реки Юдомы // Тектоника, стратиграфия и литология осадочных формаций Якутии: доклады на XVII научной сессии Якутского филиала Сибирского отделения АН СССР. - 1968 – С. 55-62.

Коростелев В.И. Геология и тектоника Южного Верхоянья. - Новосибирск: Наука, 1982. - 217 с.

Мокшанцев К.Б., Горништейн Д.К., Гусев Г.С., Деньгин Э.В., Штех Г.И. Тектоническое строение Якутской АССР. - М.: Наука, 1964. - 291 с.

Нужнов С.В. Рифейские отложения юго-востока Сибирской платформы. - М.: Наука, 1967. - 161 с.

Пояснительные записки к государственным геологическим картам России, листы О-53, Р-53(масштаб 1:1 000 000). - Санкт-Петербург, ВСЕГЕИ, 1992, - 2012.

Семихатов М.А., Серебряков С.Н. Сибирский гипостратотип рифея. - М.: Наука, 1983. - 223 с.

Шишкин Б.Б., Берилко Г.А., Соболев П.Н., Старосельцев В.С., Страхов А.Н. Строение и перспективы нефтегазоносности Алдано-Майской впадины // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2010. - №4. - С. 26-40.

Margulis L.S.

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), St. Petersburg, Russia, ins@vnigri.ru

Kovnir B.D., Serezhenkov S.V.

JSC "Yakutskgeofizika", Yakutsk, Russia

Nafikov I.F.

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), St. Petersburg, Russia, ins@vnigri.ru

STRUCTURE OF SOUTHEASTERN PERICRATONAL PLUNGING OF SIBERIAN PLATFORM

The structural-stratigraphic complexes, the main structural elements and the main stages in the formation of the sedimentary cover of southeastern pericratonal plunging of the Siberian Platform are analyzed. The overwhelming part of the cover is complicated with Riphean and Vendian-Cambrian deposits. The main orogeny era, especially the final Late Cimmerian, led to the consolidation of sediments on the overwhelming eastern part of the pericratonal, formation of Sette-Daban folded zone and Aldan-May "residual" pericratonal depression at its extreme west.

Keywords: *Riphean deposits, pericratonal plunging, Sette-Daban area, Aldan-May depression, Siberian Platform.*

References

Berzin A.G., Obolkin A.P., Sevast'yanov S.Yu., Egoshin A.A., D'yakonova V.A. *Novye dannye po geologii Aldano-Mayskogo progiba* [New data on the geology of the Aldan-Maya depression]. *Otechestvennaya geologiya*, 2011, no. 6, p. 21-26.

Evseev Yu.A. *Tektonika Sette-Dabanskogo gorst-antiklinoriya v bassejne reki Yudomy* [Tectonics of Sette-Daban horst-anticlinorium in Yudoma River Basin]. *Tektonika, stratigrafiya i litologiya osadochnykh formatsiy Yakutii: reports at the XVII Scientific Session of the Yakut Branch of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences*, 1968, p. 55-62.

Gusev G.S. *Tektonicheskoe rayonirovanie vostochnogo obramleniya Aldanskoy anteklizy* [Tectonic zoning of eastern framing of Aldan antecline]. *Tektonika, stratigrafiya i litologiya osadochnykh formatsiy Yakutii: reports at the XVII Scientific Session of the Yakut Branch of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences*, 1968, p. 41-50.

Korostelev V.I. *Geologiya i tektonika Yuzhnogo Verkhoyan'ya* [Geology and tectonics of the South Verkhoyansk]. Novosibirsk: Nauka, 1982, 217 p.

Mokshantsev K.B., Gornshiteyn D.K., Gusev G.S., Den'gin E.V., Shtekh G.I. *Tektonicheskoe stroenie Yakutskoy ASSR* [The tectonic structure of the Yakut ASSR]. Moscow: Nauka, 1964, 291 p.

Nuzhnov S.V. *Rifeyskie otlozheniya yugo-vostoka Sibirskoy platformy* [Riphean deposits of the south-east of the Siberian platform]. Moscow: Nauka, 1967, 161 p.

Semikhatov M.A., Serebryakov S.N. *Sibirskiy gipostatotip rifeya* [Siberian hipostratotype of the Riphean]. Moscow: Nauka, 1983, 223 p.

Shishkin B.B., Berilko G.A., Sobolev P.N., Starosel'tsev V.S., Strakhov A.N. *Stroenie i perspektivy neftegazonosnosti Aldano-Mayskoy vpadiny* [Structure and petroleum potential of the Aldan-May depression]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2010, no. 4, p. 26-40.