

УДК 553.98(571.56)

**Нафиков И.Ф.**

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

## **ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ АЛДАНО-МАЙСКОЙ ВПАДИНЫ**

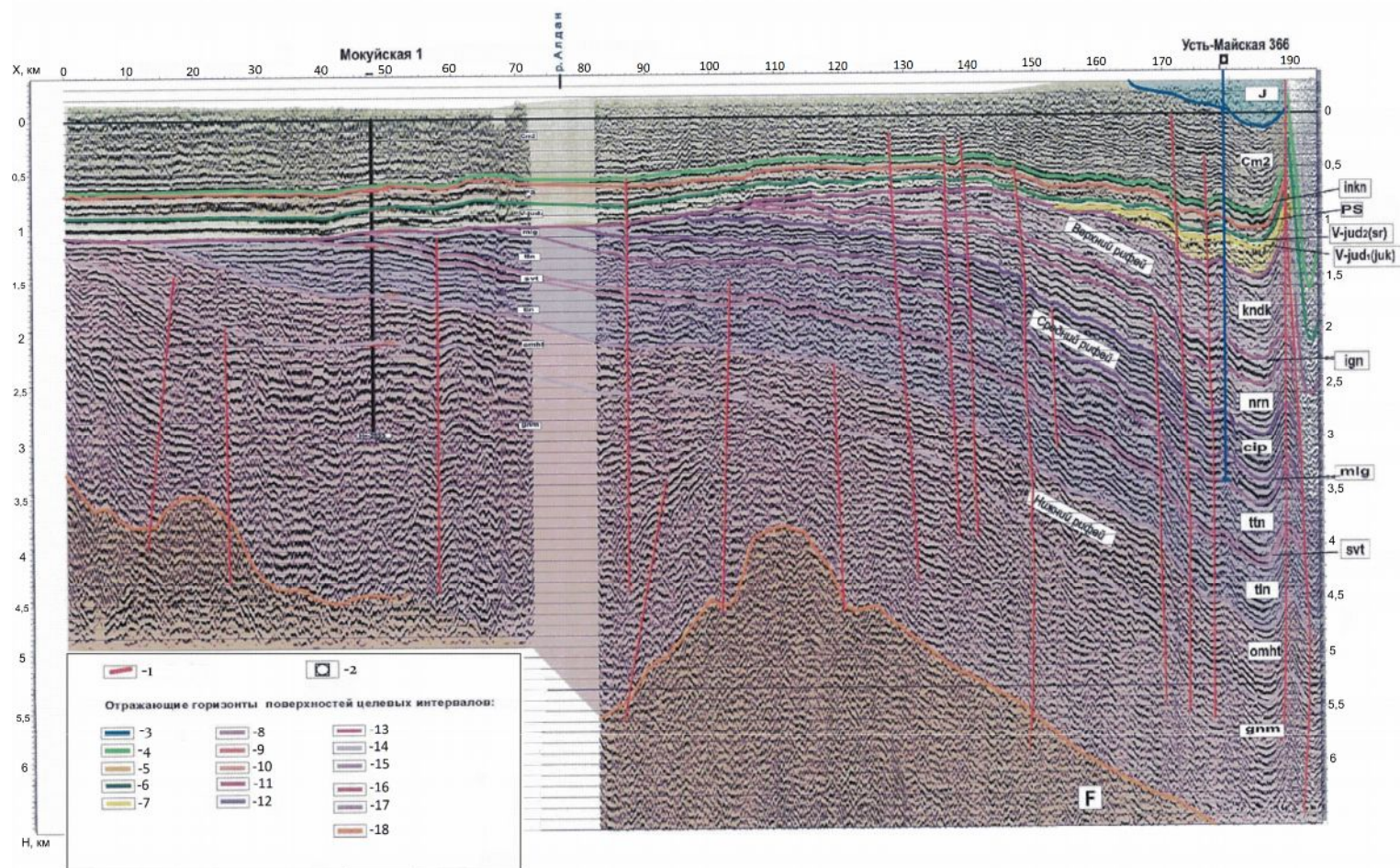
*На основании опубликованных и полученных в последние годы сейсморазведочных данных рассмотрено геологическое строение и характер распространения основных подразделений чехла Алдано-Майской впадины. Охарактеризованы предпосылки нефтегазоносности. Наибольшими перспективами в нефтегазоносном отношении обладают средне- и верхнерифейские отложения; отмечена возможность нефтегазоносности среднекембрийских органогенных построек.*

***Ключевые слова:** рифейские отложения, кембрийские отложения, нефтеносность, Алдано-Майская впадина, Сибирская платформа.*

Алдано-Майская впадина – отрицательная структура древней Сибирской платформы, возникшая на месте рифейского перикратонного опускания на восточном краю Алданской антеклизы. В географическом отношении она расположена на территории Республики Саха (Якутии) и Хабаровского края. На севере Алдано-Майская впадина примыкает к Предверхооянскому прогибу, на юге и юго-западе сопряжена с северо-восточным склоном Алданской антеклизы, где обнажен архейский кристаллический фундамент, на северо-западе – с Якутским сводом. На востоке впадина ограничена Нелькано-Кыллахской зоной разломов – передовых надвигов Южноверхооянской складчатой системы. По поверхности кристаллического фундамента Алдано-Майская впадина в общем виде представляет собой моноклираль, погруженную под складчатую структуру Южноверхооянской складчатой системы. Около передовых надвигов фундамент погружен на глубину 6000 м. Отложения слабо деформированы, но разбиты многочисленными разломами.

Осадочный чехол впадины изучен по естественным обнажениям и по разрезам Лахандинской, Мокуйской и Хочомской скважин.

В осадочном чехле Алдано-Майской впадины и сопредельных территорий выделено три структурных яруса – рифейский, венд-кембрийский и мезозойский (рис. 1). Современный вариант стратиграфического разреза был предложен Б.Б. Шишкиным, Г.А. Берилко, П.Н. Соболевым, В.С. Старосельцевым и А.Н. Страховым в 2010 г. в итоге комплексной интерпретации сейсморазведки и материалов исследования Мокуйской и Хочомской скважин [Шишкин и др., 2010].



**Рис. 1. Глубинный геолого-геофизический разрез. Профиль – ПР050401** (по Шишкину и др. с упрощениями, 2010 г.)

1 — разломы; 2 — находящаяся в бурении параметрическая скважина Усть-Майская 366; 3 — граница раздела кембрий-юра; 4 — кровля иниканской свиты; 5 — кровля пестроцветной свиты; 6 — кровля устьюдомской (сардадинской) свиты; 7 — кровля юкандинской свиты; 8 — граница раздела венд-рифей; 9 — кровля игниканской свиты; 10 — кровля нерюенской свиты; 11 — кровля ципандинской свиты; 12 — кровля малгинской свиты; 13 — кровля тоттинской свиты; 14 — кровля светлинской свиты; 15 — кровля талынской свиты; 16 — кровля омахтинской свиты; 17 — кровля гонамской свиты; 18 — фундамент.

**Рифейский структурный ярус** залегает с угловым несогласием на размытой поверхности архейско-нижнепротерозойского кристаллического фундамента, представленного гранито-гнейсами, гнейсами и гранитоидами.

### ***Нижнерифейские отложения***

#### *Учурская серия*

*Гонамская свита* (мощностью более 600 м) представлена песчаниками с прослоями аргиллитов, алевролитами с прослоями глинистых и песчанистых доломитов. Доломиты чаще прослеживаются в нижней части свиты. Переход к перекрывающим отложениям постепенный и проводится по началу ритмичного переслаивания терригенных и доломитовых пород. *Омахтинская свита* (мощностью до 450 м) представлена чередованием мелко- и среднезернистых песчаников и алевролитов с глинистыми и песчанистыми доломитами. Пачки терригенных пород мощностью до нескольких метров. Органогенные доломиты карбонатные пачки (до 5 м), ритмично чередующиеся с терригенными породами.

### ***Среднерифейские отложения***

#### *Аимчанская серия*

*Талынская свита* (мощностью более 450 м) в нижней трети сложена песчаниками и алевролитами нередко с прослоями аргиллитов. В средней части – алевролитами и мелкозернистыми песчаниками. В верхней трети – аргиллитами и темно-серыми алевролитами. Контакт с вышележащими толщами несогласный и может являться хорошим репером. *Светлинская свита* (мощностью до 130 м) представляет собой в основном толщу сероцветных массивных доломитов. В скв. Мокуйская 1 свита имеет мощность всего 130 м и с глубоким размывом перекрыта отложениями венда.

#### *Керпельская серия*

*Тоттинская свита* (до 600 м) и вышележащие свиты вплоть до вендских толщ юдомской серии, изучены здесь по естественным обнажениям. Отложения эти постепенно срезаются предвендским размывом, с чем связано резкое изменение их стратиграфических объемов и мощности, в западном направлении. Тоттинская свита в нижней половине сложена пестроцветными алевролитами с прослоями песчаников. Верхняя половина – аргиллитами, нередко с прослоями глинистых известняков. Переход к вышележащей свите постепенный. *Малгинская свита* (250 м) представлена толстослоистыми светло-серыми известняками. В верхней части зафиксирована пачка (20-30 м) черных битуминозных известняков, которые считаются основными нефтегазогенерирующими отложениями региона. *Ципандинская свита* (до 400 м), согласно залегающая на малгинской, сложена

плитчатыми, строматолитовыми доломитами. В верхней части отмечается пачка (до 30 м) битуминозных доломитов. Суммарная мощность малгинской и ципандинской свит благодаря предвендскому размыву уменьшается в западном направлении от 670 м до 370 м.

### ***Верхнерифейские отложения***

#### *Лахандинская серия*

*Нерюенская свита* (более 450 м) состоит из переслаивающихся пачек известняков, строматолитовых известняков серых, темно-серых, плитчатых, массивных и известковистых аргиллитов с прослоями алевролитов. Согласно перекрыта породами игниканской свиты. *Игниканская свита* (мощностью 300 м) сложена карбонатными породами. Граница с вышележащими отложениями – резкий переход с карбонатов на терригенные породы.

#### *Уйская серия*

*Кандыкская свита* (до 800 м) толща терригенных пород: сероцветные тонкоплитчатые алевролиты, мелкозернистые песчаники и аргиллиты. На сейсмических разрезах кандыкская свита, в наиболее погруженной восточной части разреза имеет мощность около 750 м и срезается полностью в западном направлении предъюдомским размывом. *Усть-Кирбинская свита* (до 400 м) сохранилась только прогибах. В естественных обнажениях преднавиговой зоны сложена листоватыми аргиллитами с прослоями алевролитов. В кровле наблюдается кора выветривания, перекрытая юдомскими отложениями.

**Венд-кембрийский структурный ярус.** Базальные слои венда залегают на подстилающих разновозрастных отложениях рифея с угловым несогласием, срезая их с востока, у зоны Нелькано-Кыллахского надвига на запад от верхней части верхнего рифея до подошвы рифейского структурного яруса на западном борту впадины. Толщина яруса максимальна в восточной части впадины.

### ***Вендские отложения***

#### *Юдомская серия*

*Юкандинская свита* (до 180 м) сложена доломитами с пластами серых и темных битуминозных известняков и зеленых аргиллитов. В основании - песчанистые доломиты, брекчии с обломками песчаников и песчанистых аргиллитов.

*Сарданинская свита* (и ее возрастной аналог, расположенный западнее – *устьюдомская свита*) сложена доломитами с прослоями доломитовых мергелей и глинистых битуминозных известняков. В основании залегают терригенные породы – песчаники с прослоями аргиллитов.

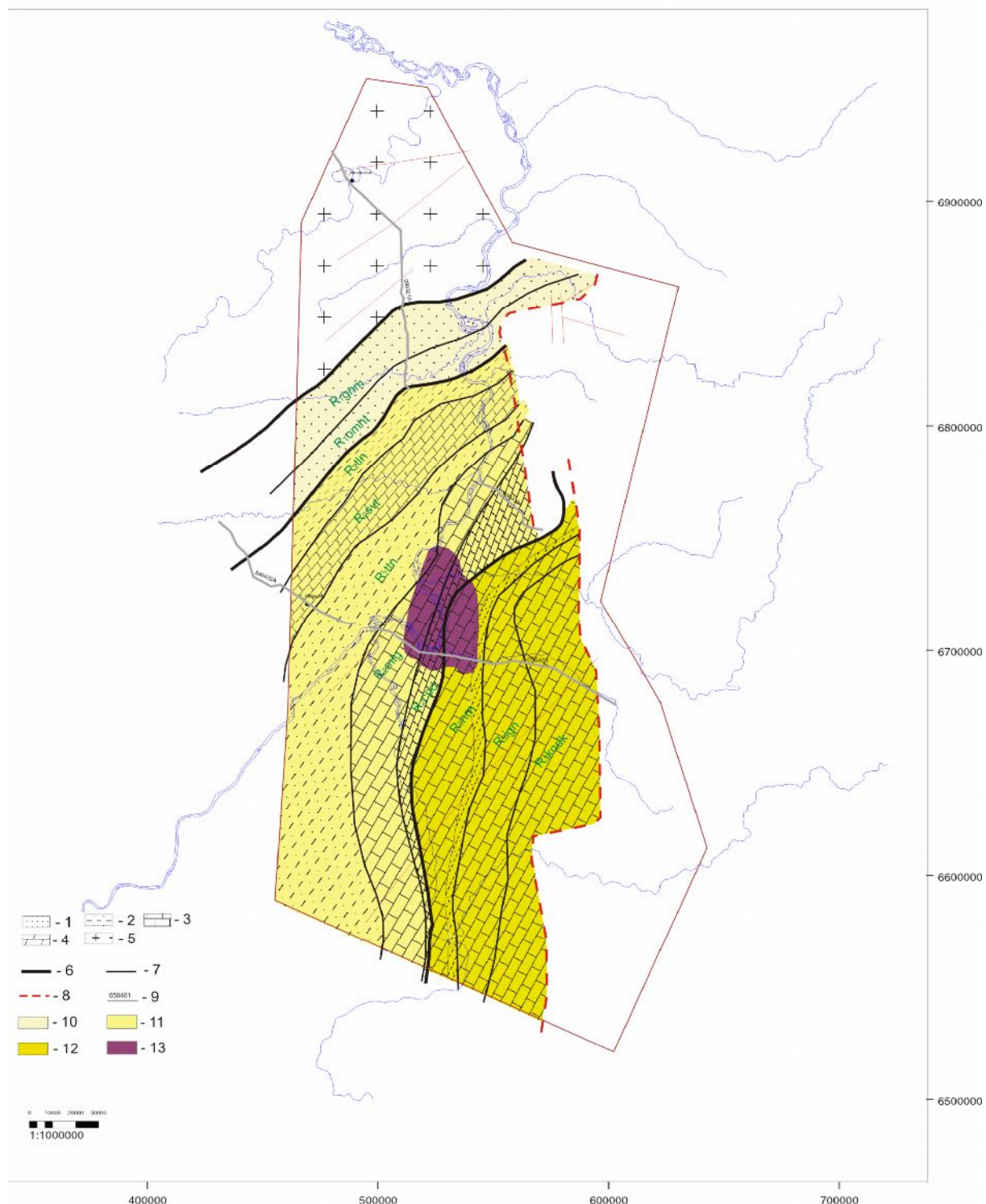
***Кембрийские отложения*** несогласно залегают на вендских образованиях.

*Пестроцветная свита* (150 м) сложена известняками, глинистыми известняками с прослоями мергелей и доломитов. Согласно перекрывается породами иниканской свиты. *Иниканская свита* (40-130 м) представлена битуминозными известняками, аргиллитами с прослоями мергелей и слабобитуминозными известковистыми аргиллитами. В северной части впадины в разрезе Хочомской скв. 1 выделяется *хочомская толща*, являющаяся возрастным аналогом верхней половины полного разреза иниканской свиты. Сложена толща преимущественно доломитами светло-серыми массивного облика, мелкокавернозными, нередко сильно трещиноватыми [Старосельцев В.С., Шишкин Б.Б, 2012]. *Чайская свита* разделяется на две подсвиты: нижнюю, представленную зеленоцветными мергелями и известковистыми аргиллитами (80-100 м) и верхнюю – переслаивающимися известковистыми аргиллитами и буро-красными, розовыми известняками (до 100 м). *Усть-майская свита* (600 м) состоит из переслаивающихся серых известняков и зеленоцветных аргиллитов. Отмечаются прослои карбонатных брекчий. Согласно перекрывает отложения чайской свиты.

**Мезозойский структурный ярус** представлен юрскими отложениями, залегающими на размытой поверхности венд-кембрийских пород. Мощность юрских отложений (*Укугутская свита*) увеличивается на север и достигает в пределах изученной площади 200 м.

За последнее десятилетие специалистами ОАО «Якускгеофизика» в пределах Алдано-Майской впадины и Нелькано-Кыллахской тектонической зоны были выполнены сейсморазведочные работы МОГТ. Сделана корреляция сейсмических горизонтов с привязкой к разрезам Мокуйской, Лахандинской и Хочомской скважин. На сейсмических разрезах прослежены следующие опорные отражения: ЮТ – поверхность предюрского размыва;  $E_2$  – подошва иниканской свиты; VR – подошва вендских отложений;  $R_2$  – подошва среднерифейских отложений;  $R_1$  – подошва нижнерифейских отложений;  $R_{2cpd}$  – подошва отложений ципандинской свиты среднего рифея;  $R_{1omht}$  – подошва омахтинской свиты нижнего рифея.

Наиболее полный разрез рифея, мощностью более 6 км, устанавливается на восточном борту Алдано-Майской впадины в зоне Нелькано-Кыллахского надвига. Воздымаясь на запад, все более древние подразделения рифейских отложений срезаются предъюдомским размывом. Определены линии последовательного выклинивания (эрозионного срезания) с востока на запад под предвендскую поверхность отложений верхнего, среднего и нижнего рифея (рис. 2).



**Рис. 2. Схематическая геологическая карта предвендской поверхности**

(составил И.Ф. Нафиков по данным сейсморазведочных работ ОАО «Якутскгеофизика»)

1 – песчаники; 2 – алеволиты и аргиллиты; 3 – известняки; 4 – доломиты; 5 – породы кристаллического фундамента; 6 – границы отделов; 7 – границы свит; 8 – тектонические нарушения; 9 – сейсмические профили; 10 – верхнерифейские отложения; 11 – среднерифейские отложения; 12 – нижнерифейские отложения; 13 – аномалия мгновенных амплитуд сейсмического волнового поля по верхне- и среднерифейским отложениям (прогнозируемая зона улучшенных коллекторов).

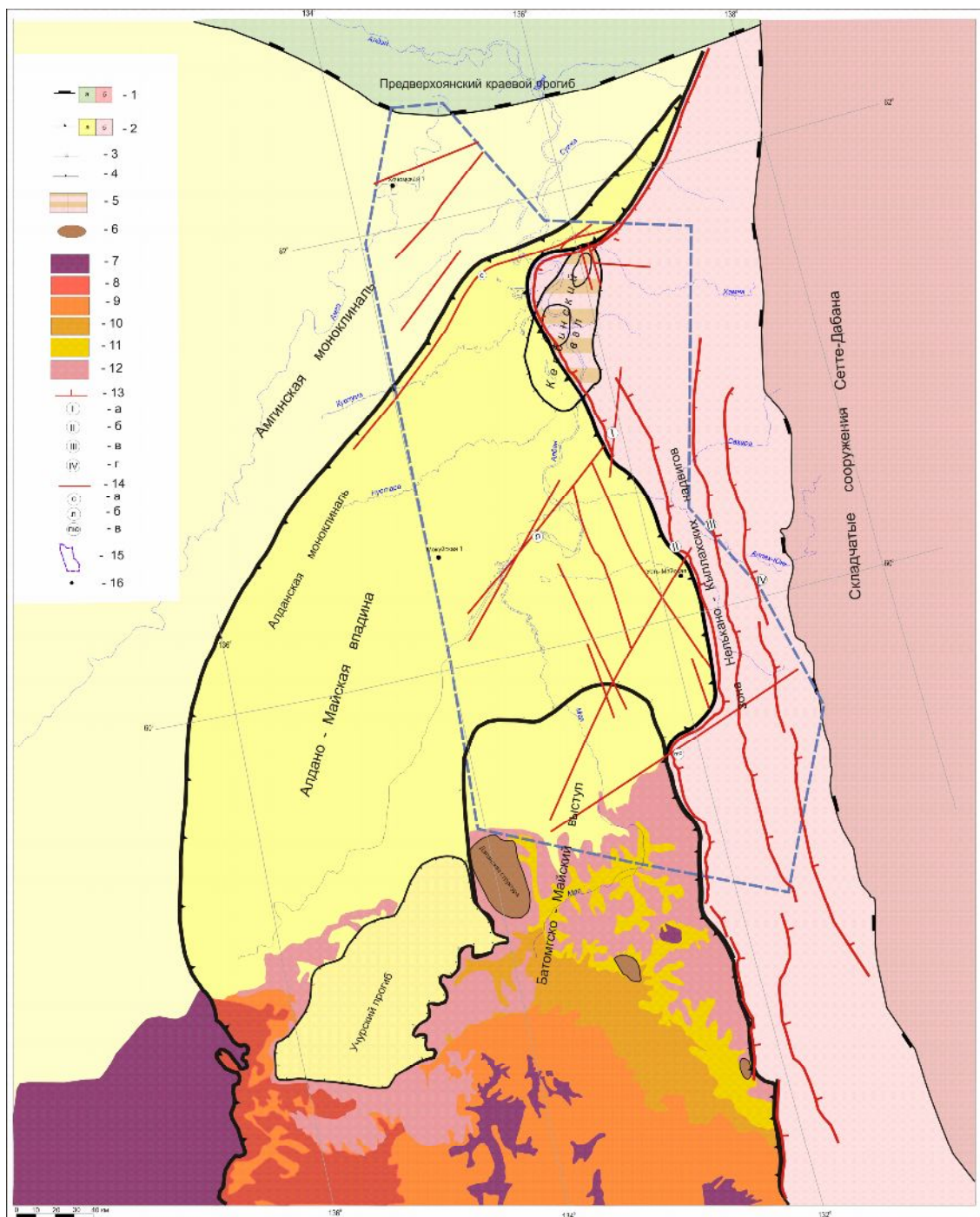
По линии выклинивания рифейских отложений проводится западная граница Алдано-Майской впадины. За пределами этой границы осадочная толща представлена лишь отложениями венда, кембрия и юры.

Основными структурными элементами Алдано-Майской впадины являются (рис. 3): Адданская моноклираль – пологое ( $10^\circ$ ) погружение подразделений рифейского структурного яруса к передовым надвиговым структурам Сетте-Дабанского складчатого пояса [Трофимук А.А., 1971], осложненная Батомгско-Майским выступом. Северное погружение этого выступа очерчивается изогипсой -3000м по поверхности кристаллического фундамента и изогипсой -600м по основанию вендских отложений. На севере исследуемого района выделяется Хочомское поднятие, расположенное уже за пределами Алдано-Майской впадины. Здесь на глубоко эрозионной поверхности кристаллический фундамент перекрывается венд-кембрийскими отложениями.

В породах осадочного выполнения Алдано-Майской впадины установлены многочисленные нефтегазопроявления. Вязкие и твердые битумы выявлены в естественных обнажениях терригенных и карбонатных пород средне- и верхнерифейского возраста (малгинская, ципандинская, нерюенская, игниканская и кандыкская свиты). Капельно-жидкая нефть была обнаружена в доломитах низов малгинской свиты Лахандинской скважины.

Д.Л. Ставцев, Б.С. Неволин, С.В. Потапов и В.Т. Гудзенко [Ставцев и др., 1976] выделили три интервала разреза, где благоприятно сочетаются нефтематеринские, коллекторские и экранирующие горизонты: верхняя пачка малгинской свиты (нефтематеринский горизонт) - ципандинская (коллектор) - кумахинская подсвита нерюенской свиты (экран); игниканская свита (нефтематеринский горизонт) - кандыкская свита (коллектор) - базальные отложения нижней подсвиты юдомской свиты (экран); верхняя часть нижней и нижняя часть верхней подсвиты юдомской свиты (нефтематеринский горизонт) - верхняя часть юдомской свиты (коллектор) - пестроцветная свита (экран).

Основные перспективы нефтегазоносности Алдано-Майской впадины связываются с рифейскими отложениями. По данным Т.К. Баженовой величина рифейской эмиграции, формировавшая ресурсы рассматриваемого участка, определена в 84,7 млрд т у.т. Объем аккумуляции нефти в ловушки оценен в 1,5 млрд т. При отсутствии надежных экранов предположено, что от этого объема сохранилось около 0,7 млрд т.



**Рис. 3. Структурно-тектоническая карта Алдано-Майской впадины**  
(составили Л.С. Маргулис, А.М. Жарков, И.Ф. Нафиков)

1 – надпорядковые структуры (а - Предверхоxоянский краевой прогиб, б - складчатые сооружения Сетте-Дабана); 2 – структуры I порядка (а - Алдано-Майская впадина, б - зона Нелькано-Кыллахских (фронтальных Сетте-Дабанских) надвигов); 3 — структуры II порядка (Амгинская моноклиналь, Алданская моноклиналь, Батомгско-Майский выступ); 4 — структуры III порядка (Учурский прогиб, Кербинский вал); 5 — структура перекрытая надвигом; 6 – структуры IV порядка (локальные структуры); 7 — выход на дневную поверхность: 7 — кристаллического фундамента; 8 — нижнерифейских отложений; 9 — айманской серии среднего рифея; 10 — керпельской серии среднего рифея; 11 — верхнерифейских отложений; 12 — вендских отложений; 13 – фронтальные надвиги (а – Кыллахский, б – Нельканский, в – Гувигдинский, г - Чагдинский); 14 — разломы, выделенные по сейсмическим данным (а - Северный, б - Ленский, в - Правуюдомский); 15 — район более детальных исследований (см. рис. 2); 16 — скважины глубокого бурения.



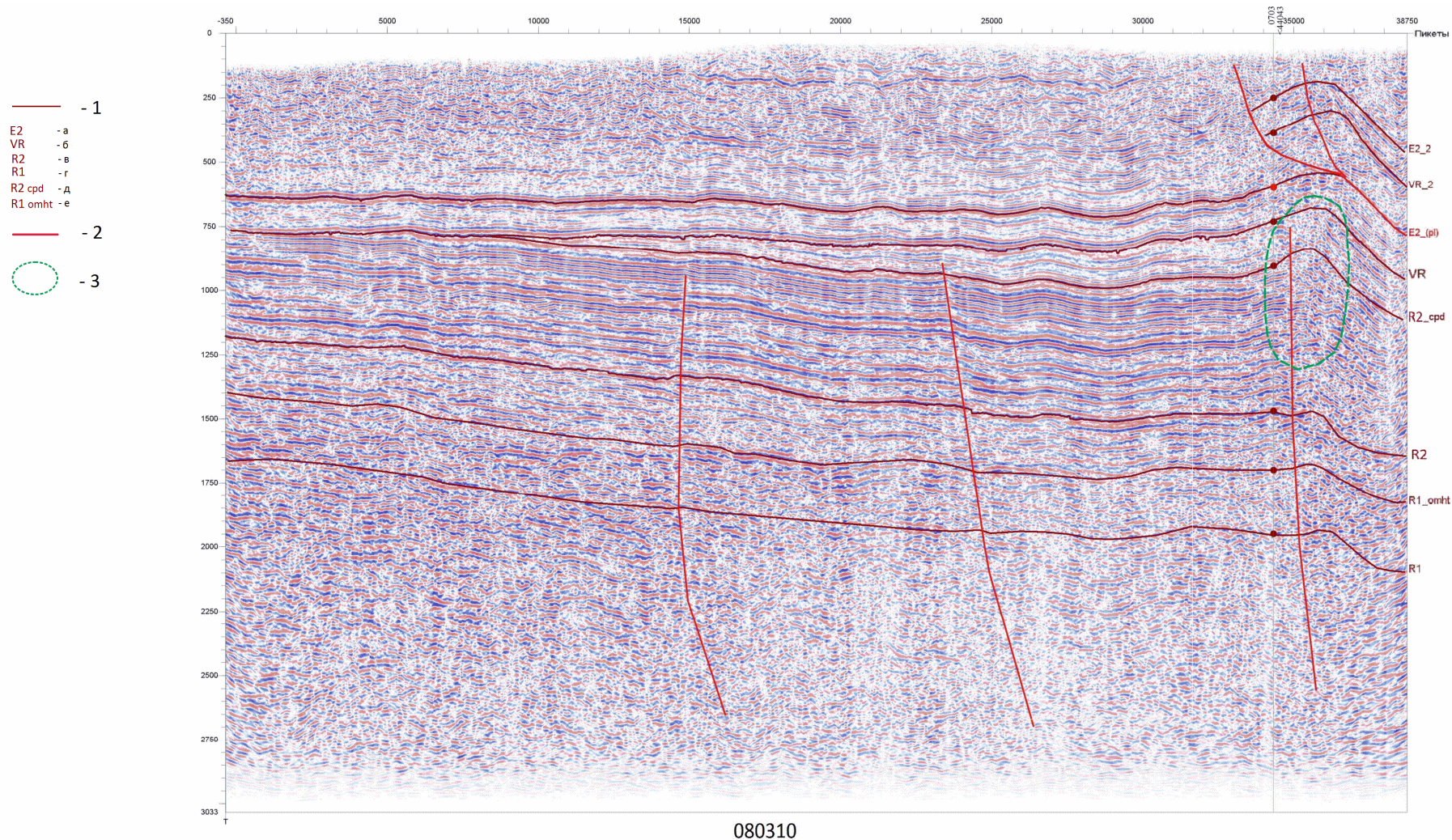
Вероятно, порядка 100-150 млн т нефти сохранилось в отложениях кембрия от более чем 200 млрд т кембрийской эмиграции. Суммарные ресурсы изучаемого участка оценены объёмно-генетическим методом в 850 млн т нефти (по материалам ФГУП «ВНИГРИ», 2013 г.).

Наиболее перспективными в отношении коллекторских свойств отмечены породы среднего и верхнего рифея, в частности, доломиты ципандинской свиты и песчаники кандыкской [Илюхин 1977, Шишкин и др., 2010], а также органогенные известняки и доломиты хочомской толщи среднего кембрия [Старосельцев и др., 2012, Берилко и др., 2012]. Породы ципандинской и кандыкской свиты обладают не только высокими показателями открытой пористости (до 15-17%) и проницаемости, но также обеспечены экранами и благоприятно сочетаются с нефтематеринскими горизонтами. Кроме того, улучшенными фильтрационно-емкостными характеристиками обладает горизонт разнотернистых песчаников в нижней части нерюенской свиты (нельканская подсвита), а также карбонатный трещинно-кавернозный горизонт в средней части той же свиты (милконская подсвита).

Дифференциация участка по перспективности земель основывается, прежде всего, на характере распространения отложений рифея под предвендской эрозионной поверхностью, где в средне-верхнерифейских карбонатах, подверженных карстованию и выщелачиванию, предполагается кавернозно-трещинный тип коллектора.

Такая концепция нефтегазоносности региона подтверждается атрибутивным анализом сейсмического волнового поля, проведенным сотрудниками ОАО «Якутскгеофизика» и СНИИГГиМС [Берилко и др., 2012]. Аномалии волнового поля по верхне- и среднерифейским отложениям связываются с зоной улучшенных коллекторов в поле распространения кавернозно-трещинных карбонатов ципандинской и нерюенской свит (см. рис. 2). Кроме того, не исключается развитие порово-трещинных коллекторов в кандыкской свите. Региональным флюидоупором для средне- и верхнерифейских отложений являются выдержанные и обладающие значительной мощностью породы юдомской серии венда.

Из-за редкой сети сейсмических профилей локальных структур перспективных на обнаружение УВ, за исключением Кербинского вала, пока не выявлено. Отмечаются лишь антиклинальные перегибы, значительная часть которых приурочена к приразломным структурам сочленения Алдано-Майской впадины и Нелькано-Кыллахского надвига (рис. 4).



**Рис. 4. Временной разрез по сейсморазведочному профилю 080310**

*1 – отражающие горизонты: а – подошва униканской свиты; б – подошва вендских отложений; в – подошва среднерифейских отложений; в – подошва нижнерифейских отложений; г – подошва отложений ципандинской свиты среднего рифея; д – подошва омахтинской свиты нижнего рифея; 2 – разломы; 3 – приразломные структуры сочленения Алдано-Майской впадины и Нелькано-Кыллахского надвига.*

Кроме того, можно предполагать, что периклинальное погружение Батомгско-Майского поднятия будет осложнено подобными локальными нефтеперспективными структурами. Три таких антиклинальных складки, в том числе крупная Даланская, выявлены специалистами ОАО «Якутскгеофизика» на выступе, непосредственно южнее изучаемой области.

Обращает на себя внимание Кербинская структура (закартированная в северо-восточной части рассматриваемой территории), протягивающаяся в меридиональном направлении более чем на 75 км. Она осложнена двумя куполами. Кербинский вал выделяется как в пределах впадины, так и в автохтоне передовых надвигов.

Перспективы нефтегазоносности рассматриваемой территории могут быть связаны и с развитием органогенных построек в среднекембрийских отложениях Хочомской площади непосредственно севернее Алдано-Майской впадины, где вендские отложения с глубоким размывом перекрывают кристаллический фундамент. Органогенная банка выделяется как по сейсмической записи, так и по данным бурения. Морфология банки характеризуется картой изопахит среднерифейской хочомской толщи [Берилко и др., 2012].

Обобщение полученных в последние годы материалов по бурению и сейсморазведке, позволило уточнить тектоническое строение Алдано-Майской впадины и сопредельных территорий, а также выделить основные нефтеперспективные горизонты – малгинская и ципандинская свиты среднего рифея и верхнерифейские отложениями под эрозионной предвендской поверхностью. Кроме того, значительный интерес в нефтегазоносном отношении представляют среднекембрийские органогенные постройки Хочомской площади. Изучаемый район достаточно перспективен на обнаружение залежей углеводородов, но необходимо проведение уплотненной сети сейсмических профилей – 0,1-0,2 км/пог. км, с целью выделения конкретных объектов нефтегазопоиска и возможного лицензирования.

### Литература

*Берилко Г.А., Шишкин Б.Б., Страхов А.Н.* О перспективах нефтегазоносности среднекембрийских отложений в бассейне р. Амга (восточная часть Алданской антеклизы) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2012. - №3 – С. 38-43.

*Илюхин Л.Н.* Вопросы литогенеза юга Дальнего Востока // Москва, Наука, 1977.

*Ставцев А.Л., Потапов С.В., Неволин Б. С., Гудзенко В.Т.* Стратиграфия осадочного чехла восточных склонов Алданского щита в связи с нефтегазоносностью // Советская геология. - 1976. - №3. – С. 23-33.

*Старосельцев В.С., Рудницкая Д.И., Сальников А.С.* Перспективы нефтегазоносности кембрийских отложений в северо-восточной части Предсеттедабанского прогиба // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2012. - №3. – С. 44-50.

*Старосельцев В.С., Шишкин Б.Б.* Тектонические условия накопления кембрийских битуминозных пород востока Сибирской платформы // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2012. - №2. – С. 38-45.

Трофимук А.А. Нефтегазоносные бассейны Дальнего Востока СССР. - Москва: Недра, 1971.

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.

**Nafikov I.F.**

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), Saint Petersburg, Russia, [ins@vnigri.ru](mailto:ins@vnigri.ru)

### **GEOLOGICAL STRUCTURE AND PETROLEUM POTENTIAL OF ALDAN-MAYA DEPRESSION (SIBERIAN PLATFORM)**

*The geological structure and the nature of distribution of major units of the fill of Aldan-Maya depression are analyzed on the basis of the published and recent seismic data obtained. The background of petroleum potential is characterized. The Middle and Upper Riphean deposits have interesting petroleum potential prospects. The possibility of petroleum potential of the Middle Cambrian organogenic structures is described.*

**Keywords:** Riphean deposits, Cambrian deposits, oil potential, Aldan-Maya depression, Siberian platform.

#### **References**

Berilko G.A., Shishkin B.B., Strakhov A.N. *O perspektivakh neftegazonosnosti srednekembriyskikh otlozheniy v bassejne r. Amga (vostochnaya chast' Aldanskoy anteklizy)* [On the prospects of petroleum potential of the Middle Cambrian deposits in the Amga River basin (the eastern part of the Aldan uplift)]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2012, no. 3, p. 38-43.

Plyukhin L.N. *Voprosy litogeneza yuga Dal'nego Vostoka* [issues of lithogenesis of the south of the Far East]. Moscow, Nauka, 1977.

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.

Starosel'tsev V.S., Rudnitskaya D.I., Sal'nikov A.S. *Perspektivy neftegazonosnosti kembriyskikh otlozheniy v severo-vostochnoy chasti Predsettedabanskogo progiba* [Petroleum potential of the Cambrian deposits of in the north-eastern part of the Predsettedabansk trough]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2012, no. 3, p. 44-50.

Starosel'tsev V.S., Shishkin B.B. *Tektonicheskie usloviya nakopleniya kembriyskikh bituminoznykh porod vostoka Sibirskoy platformy* [Tectonic conditions of the accumulation of the Cambrian bituminous rocks of the east of the Siberian platform]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2012, no. 2, p. 38-45.

Stavtsev A.L., Potapov S.V., Nevolin B. S., Gudzenko V.T. *Stratigrafiya osadochnogo chekhla vostochnykh sklonov Aldanskogo shchita v svyazi s neftegazonosnost'yu* [The stratigraphy of the sedimentary cover of the eastern slopes of the Aldan plate due to petroleum potential]. *Sovetskaya geologiya*, 1976, no. 3, p. 23-33.

Trofimuk A.A. *Neftegazonosnye basseyny Dal'nego Vostoka SSSR* [Oil and gas basins of the Far East of the USSR]. Moscow, Nedra, 1971.

© Нафиков И.Ф., 2013