

DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/33\\_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/33_2018)

УДК 553.98.04:551.73(571.56)

**Черданцев Г.А.**

Акционерное общество «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (АО «ВНИГРИ»); Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия, cherdantsev.grigorij@yandex.ru

**Головин С.В.**

Акционерное общество «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (АО «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, ins@vnigri.ru

## **УТОЧНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ВИЛЮЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ**

*Уточнен прогноз нефтегазоносности пород среднего палеозоя южной части Вилюйской синеклизы, являющейся перспективной территорией для поисков углеводородного сырья.*

*На основании новых геолого-геофизических материалов и учета предшествующих данных уточнена стратиграфия среднепалеозойских отложений, построены их уточненные схемы фациального районирования и распределения мощностей. В результате проведенных исследований составлена схема перспектив нефтегазоносности среднепалеозойских отложений.*

**Ключевые слова:** *перспективы нефтегазоносности, средний палеозой, стратиграфия, схема фациального районирования, Вилюйская синеклиза.*

Рассматриваемый регион объединяет западную и южную части Вилюйской газонефтеносной области, восточную половину Западно-Вилюйской нефтегазоносной области и представляет определенный интерес для поисково-оценочных работ на нефть и газ, учитывая расположение в регионе нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан, а также наличие газопровода, связывающего действующие газовые и газоконденсатные месторождения в центральной части Вилюйской синеклизы с газотранспортной системой Якутии и строительством газопровода «Сила Сибири». Более того, проведенные в последнее время геофизические и геологические исследования на территории участка на юге синеклизы позволяют более обоснованно судить о перспективности отложений осадочного чехла, в том числе и среднепалеозойских [Ситников и др., 2014].

Проблемами изучения отложений среднего палеозоя востока Сибирской платформы занимались коллективы различных производственных и научных организаций (ВНИГРИ, ИПНГ СО РАН, ИНГГ СО РАН и др.). Анализ и оценка полученных результатов представлены в ряде монографий и трудов, а также в работах якутских геологов и геофизиков.

На территории Вилюйской синеклизы среднепалеозойские отложения имеют ограниченное распространение – на значительной территории региона они отсутствуют, в других же областях залегают под мощным верхнепалеозойско-мезозойским чехлом и

прогнозируются по данным геофизических работ и палеоструктурных исследований. Ближе к бортам синеклизы отложения среднего палеозоя залегают на глубинах, доступных для глубокого бурения, прямые доказательства нефтегазоносности установлены в образцах пород и по разрезам некоторых скважин на востоке Сибирской платформы [Фрадкин, 2014].

*Тектоническое районирование территории исследований.* Непосредственно на территории исследований установлен ряд крупных структур и локальных поднятий. На северо-востоке территории выделяется Тангнарынская впадина, примыкающая с юга к Хапчагайскому мегавалу, южнее неё располагается Чыбыдинская моноклинали. На юго-западе территории исследований в Сунтаро-Кемпендяйском регионе выделены Ыгыатинская и Кемпендяйская впадины, разделенные Сунтарским поднятием. Южнее от Кемпендяйской впадины Арбайско-Синское поднятие с юго-востока ограничено Сарсанским прогибом, восточнее - северо-западный борт Алданской антеклизы (рис. 1).

### **Литолого-стратиграфическая характеристика**

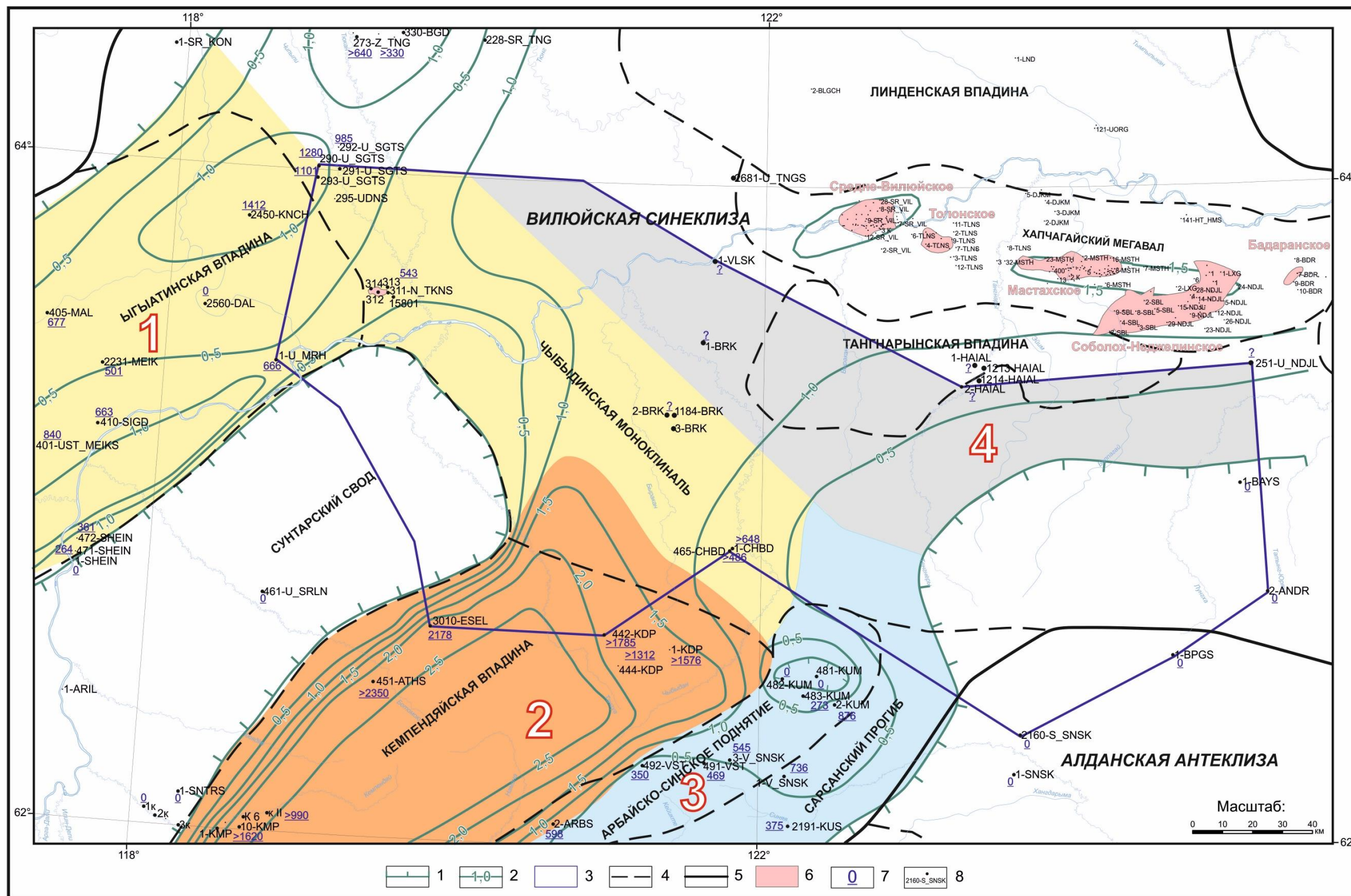
На участке проведения современных геофизических исследований на основании новой геолого-геофизической информации и данных прошлых лет из отложений среднего палеозоя достоверно установлены только верхнедевонские – нижнекаменноугольные породы. Другие девонские и каменноугольные отложения достоверно не выделяются.

Максимальные мощности вскрытого среднепалеозойского разреза достигают 2,5 км. Наибольшая мощность выявлена в Кемпендяйской (скв. Атыяхская 451 - 2350 м) и Ыгыатинской (скв. Южно-Сагытайская 290 - 1400 м) впадинах (рис. 2).

Среднепалеозойские образования испытывают резкие фациальные изменения, а также отмечаются значительные перемены в распределении мощностей, что позволяет выделить в пределах синеклизы структурно-фациальные зоны:

- 1) Кемпендяйскую, отвечающую одноименной впадине;
- 2) Ыгыатинскую, аналогично соответствующую впадине,
- 3) Арбайско-Синскую – по одноименной зоне поднятий.

Эти три зоны вместе составляют Лено-Вилуйскую структурно-фациальную зону (см. рис. 1). При этом отложения среднего палеозоя в рассматриваемом регионе развиты значительно шире – они выявлены восточнее ранее установленных границ Ыгыатинской впадины (скважины Южно-Сагытайская 290, 291) и Арбайско-Синской зоны поднятий (скважины Кумахские).



**Рис. 1. Схема фациального районирования среднепалеозойских отложений южной части – Вилюйской синеклизы**

1 – линия выклинивания среднепалеозойских отложений; 2 – изолинии мощности отложений, тыс. м; 3 – участок проведения геофизических работ; 4 – границы структур 1-2 порядка; 5 – границы надпорядковых структур; 6 – газовые и газоконденсатные месторождения; 7 – мощности среднепалеозойских отложений в скважинах, м; 8 – скважина и её номер.

Фациальные зоны: 1 - Быгатинская; 2 - Кемпендяйская; 3 - Арбайско-Синская; 4 - слабоизученная область распространения среднепалеозойских отложений.

Названия скважин: U-NDJL - Южно-Неджелинская, BAYS - Байская, ANDR - Андреевская, BPGS - Баппагайская, S-SNSK - Северо-Синская, SNSK - Синская, KUS - Кусоганская, KUM - Кумахская, V-SNSK - Верхне-Синская, VST - Восточная, ARBS - Арбайская, KDP - Кэдэпчикская, ATHS - Атыяхская, ESEL - Эселяхская, SNTRS - Сунтарская, KMP - Кемпендяйская, CHBD - Чыбыдинская, BRK - Быраканская, VLSK - Вилюйская, HAIAL - Хайлахская, U-SRLN - Южно-Сарыланская, SHEIN - Шеинская, UST-MEIKS - Усть-Меикская, SIGD - Сыгдахская, MEIK - Меикская, MAL - Малькайская, DAL - Далырская, U-MARH - Усть-Мархинская, KNCH - Конончанская, N-TKNS - Нижне-Тюнянская, U-SGTS - Южно-Сагытайская, Z-TNG - Западно-Тюнгская, BGD - Багадянская, SR-TNG - Средне-Тюнгская, U-TNGS - Усть-Тюнгская.

Система		Лено - Вилюйская структурно-фациальная зона													
Отдел	Ярус	Горизонт	Подгоризонт												
			Ыгытинская фациальная зона: Южно-Сагьтайские скв. 290, 292, 293, Усть-Мархинская скв. 1, Нижне-Тюкянская скв. 311	Кемпендяйской фациальной зона: Эселяхская скв. 3010, Кэдапчикские скв. 1, 442, 444, Атыяхская скв. 451, разрезы рек Кемпендяй и Вилюй	Арбайско-Синская фациальная зона: Кумахские скв. 2, 482, 483										
Возраст перекрывающих отложений		1	2	3											
		$P_2$	$P-C_1$	$P_2$											
Д	е	с	к	а	я	Верхний	фотукин-ский	фаменский	каларгонский	Вилучанская свита Алевролиты, аргиллиты, мергели, туфы, гипсы 323-554 м	Аппаинская свита Базальты, туффиты, прослои алевролитов, песчаников 726-778 м	Намдырская свита Песчаники, алевролиты, прослой доломитов, известняков, цеолиты 196-360 м	Кыгылтууская свита	Алтаноттохская свита, Переслаивание алевролитов, аргиллитов, реже песчаников, доломитов, мергелей, ангидритов, туфов  < 339 м	Тисикская свита Аргиллиты, алевролиты, туфы, покровы базальтов до 537 м
							эйфельский	живетский							
Возраст подстилающих отложений		$O-S$	$O-E_3$	$O-E_3$											

 - наличие органических остатков

**Рис. 2. Корреляционная схема девонских отложений южной части Вилюйской синеклизы**  
(по материалам Г.С. Фрадкина и др., ИНГГ СО РАН, ИПНГ СО РАН, 2014 г.)

*сп. п. – споро-пыльцевые комплексы.*

Осадки среднепалеозойского комплекса ( $D_3-C_1$ ) в *Кемпендяйской фациальной зоне* выходят на поверхность и вскрыты скважинами в её центральных районах, в зоне развития соляных куполов, а в северной части выявлены глубоким бурением (скважины Кэдэпчикская 1, 442, 444, Атыяхская 451, Эселяхская 3010). В среднепалеозойском разрезе выделяются (снизу вверх): кыгылтусская, намдырская, курунгурияхская свиты (см. рис. 2, 3).

Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Подгоризонт	Кемпендяйская фациальная зона			
					Восточная центри-клираль Кемпендяйской впадины: Естественные обнажения, скв. Кэдэпчинские 1, 442, 444, разрез реки Кемпендяй	Северный борт Кемпендяйской впадины: скв. Эселяхская 3010, Атыяхская 451		
Возраст перекрывающих отложений					1	2		
					$P_1, J_1$	$P_2$		
Каменноугольная	НИЖНИЙ	серпуховский	тушамский		Курунгурияхская свита	Курунгурияхская свита		
		визейский					Доломиты, известняки, песчаники, туфы, аргиллиты	Доломиты, известняки, песчаники, туфы, аргиллиты
		турнейский						
Возраст подстилающих отложений					$D_3$	$D_3$		

**Рис. 3. Корреляционная схема каменноугольных отложений южной части Вилюйской синеклизы** (по материалам И.И. Голубевой, ВНИГРИ, 1985 г., В.В. Граусман, Ленанефтегазгеология, 1991 г., И.В. Будникова и др., СНИИГТиМС, 2009 г.)  
*сп.п.* – споро-пыльцевые комплексы.

*Кыгылтууская свита* выделена в 1964 г. Г.С. Фрадкимым на правом берегу р. Кемпендяй у г. Таас-Туус, где она сложена пластами каменной соли (от 1,5 до 20 м), аргиллитами, алевролитами, песчаниками, мергелями, туфами. Нижняя граница свиты в стратотипическом разрезе не вскрыта, а верхняя проводится по кровле верхнего пласта каменной соли, мощность осадков - более 800 м. Аналогичный состав имеет свита в глубоких скважинах, пробуренных в северо-восточной и северной частях Кемпендяйской впадины (скважины Кэдэпчикские 1, 442, 444, Эселяхская 3010).

В скв. Эселяхская 3010 свита вскрыта полностью (интервал 2336-3975 м), и на основании

переинтерпертации ГИС, а также учитывая данные по керну и шламу, вышележащий разрез по наличию или отсутствию солей четко разделяется на четыре толщи: карбонатно-терригенную, терригенно-соленосную, бессолевую и карбонатно-соленосную. Подстилающие отложения представлены светло-серыми доломитами, предположительно ордовикского возраста.

Спорово-пыльцевой комплекс, выявленный Н.Г. Пашкевич в породах кыгылтуусской свиты (скв. Кэдэпчикская 1, глубина 2818–2825 м), позволяет датировать её возраст как франко-фаменский.

*Намдырская свита* выделена Г.С. Фрадкиным в 1964 г. в обнажениях Таас-Туусской брахиантиклинали (бассейн р. Кемпендяй) и прослежена в разрезах глубоких и колонковых скважин (К-1, К-2, К-4), пробуренных вкост простирания Кемпендяйской впадины [Фрадкин, 1967]. Сложена пестроцветными, преимущественно песчано-алевролитовыми, образованиями с прослоями доломитов, гипсов и пепловых туфов. Нижняя граница свиты проводится по кровле верхнего пласта каменной соли, а верхняя – по смене красноцветных пород сероцветными. Возраст свиты определяется как позднедевонский (фаменский) на основании палинологических данных. Мощность свиты - наиболее полная (около 300 м), вскрыта в скв. Р-1, сокращаясь в восточном направлении до 195 м (скв. К-4); на северо-востоке в скв. Кэдэпчикской площади эти образования выпадают из разреза.

*Курунгурахская свита* (С<sub>1</sub>) выделена в 1959 г. Н.М. Чумаковым по разрезам р. Курунг-Юрях. Нижняя граница свиты в Кемпендяйской впадине проводится по подошве сероцветных известняково-доломитовых, мергелистых и алевритово-глинистых пород с подчиненными прослоями ангидритов, песчаников, туфов и туффитов. В Кэдэпчикских скважинах, кроме скв. 1, нижняя граница свиты устанавливается по кровле верхнего пласта каменной соли кыгылтуусской свиты, верхняя – по смене вулканогенно-карбонатно-терригенных пород угленосными пермскими осадками, то есть намдырская свита выпадает из разреза (см. рис. 2).

В скв. Эселяхской 3010 по комплексу ископаемых органических остатков (ихтиофауны, лепидофитов и спорово-пыльцевых комплексов) возраст свиты определяется как раннекаменноугольный. Мощность свиты изменяется от 380 м в центральной части впадины (скв. К-1 и К-4) до 624 м на северо-востоке (скв. Кэдэпчикская 1).

Выше курунгурахской в скв. Кэдэпчикской 1 выделена *кэдэпчикская свита* и отнесена по возрасту к раннему карбону (В.В. Граусман, 1980 г.). Определения споро-пыльцевых комплексов в разные годы Н.Г. Пашкевич, Е.К. Петровой, В.Н. Вахриной и Т.Е. Михайловой не дали однозначного ответа о возрасте свиты. По мнению И.И. Голубевой, кэдэпчикская свита, имеющая литологический облик, сходный с породами средней перми (наличие линз углей, преимущественно песчаный состав, сероцветная окраска), относится к низам позднего

крабона – ранней перми. Можно отметить, что недостаток геологической информации не позволяет с достаточной долей уверенности определить ни возраст свиты, ни распространение по площади, поэтому выделение её в ранге самостоятельного стратона преждевременно; для этого необходимы дальнейшие исследования.

В *Ыгыатинской фациальной зоне* отложения среднепалеозойского комплекса в юго-восточной части впадины развиты в естественных обнажениях, а также вскрыты глубоким бурением на её юго-восточном (скважины Усть-Меикская, Сыгдахская, Усть-Мархинская, Малыкайская) и северо-западном бортах (скважины Западно-Тюнгские, Тюкян-Тюнгские, Южно-Сагытайские 290, 292, 293) и на Чыбыдинской моноклинали.

Рассматриваемые отложения подразделяются на аппаинскую и вилючанскую свиты (см. рис. 2).

*Аппаинская свита* выделена в 1966 г. В.Л. Масайтисом и М.В. Михайловым по р. Аппаи, где она сложена покровами базальтов, переслаивающихся с подчиненными пестроцветными терригенными породами. Её мощность в естественных выходах - несколько более 100 м. Данные глубокого бурения показали, что рассматриваемые образования развиты по всей территории впадины (скважины Усть-Мархинская, Малыкайская, Южно-Сагытайские 290, 292, 293), а также на Нижне-Тюкянской, и Чыбыдинской разведочных площадях. Здесь аппаинская свита образована переслаивающимися базальтовыми покровами (плагифирированных, оливинофирированных) с пачками пестроцветных аргиллитов, алевролитов, песчаников и тонкими прослоями доломитов и мергелей. Эти образования трансгрессивно залегают на ордовикско-силурийских осадках (скважины Усть-Меикская, Сыгдахская, Малыкайская).

*Вилючанская свита* в стратотипичном разрезе (правый берег р. Аппаи, в 1,5 км выше устья) представлена пестроцветными карбонатно-глинистыми отложениями доломитами, алевролитами, аргиллитами, мергелями с прослоями пепловых туфов и гипсов, залегающих с размывом на аппаинских базальтовых покровах. Её мощность - до 210 м. На основании спорово-пыльцевых комплексов и остатков панцирных рыб эти образования отнесены к позднему девону (фаменский ярус).

Характерным является обогащение северо-западных разрезов довольно мощными покровами базальтов. Во многих скважинах в нижней части разреза свиты выделяется пласт песчаников (скважины Усть-Меикская, Сыгдахская, Усть-Мархинская, Южно-Сагытайская 290) мощностью от 40 до 240 м. Песчаники по составу полевошпатово-кварцевые с глинисто-карбонатным и карбонатным цементом. Суммарная мощность вилючанской свиты по скважинам - до 554 м.

В *Арбайско-Синской фациальной зоне* породы среднепалеозойского комплекса вскрыты на полную мощность рядом глубоких скважин (Верхне-Синские 1, 3, Кумахские 2, 483). Эти

образования подразделяются на тисикскую и алтаноттохскую свиты, выделенные в 1979 г. К.Е. Колодезниковым (см. рис. 2) [Колодезников, 1979].

*Тисикская свита* в стратотипическом разрезе скв. Верхне-Синской 1 образована переслаивающимися базальтовыми покровами с красноцветными и пестроцветными аргиллитами, алевролитами, мергелями и доломитами, реже песчаниками и туфами, залегающими трансгрессивно на ордовикских породах. Отнесены они к верхнему девону на основании сходства литологического состава с образованиями аппаинской свиты Ыыгатинской впадины и Чыбыдинской моноклинали. Тисикская свита вскрыта также в скв. Кумахская 2, а в скважинах Кумахская 481, 482 и 483 эти отложения выпадают из разреза. Мощность тисикской свиты в направлении с запада на восток возрастает от 120-170 м до 537 м (скв. Кумахская 2), а её отсутствие в скважинах Кумахская 481, 482, вероятно, связано с блоковым характером данного района.

*Алтаноттохская свита*, как самостоятельное подразделение, выделена в скв. К-6 (интервал 741-1230 м), вскрыта также в скважинах Арбайская 2, Верхне-Синской 1, 3, Кумахской 2, 483. Свита представлена пестроцветными переслаивающимися загипсованными алевролитами, аргиллитами, реже песчаниками и прослоями пепловых туфов. Она залегают на базальтовых покровах тисикской свиты. В рассматриваемых осадках, южнее территории участка исследований (скважины Верхне-Синская 1 и К-6) Н.Г. Пашкевич обнаружен спорово-пыльцевой комплекс, позволяющий считать возраст вмещающих пород позднедевонским (фаменский ярус).

### **Оценка перспектив нефтегазоносности позднедевонских-раннекаменноугольных отложений района работ по литолого-стратиграфическим и петрофизическим показателям**

В разрезе среднего палеозоя прослеживаются пласты проницаемых пород (песков, песчаников, алевролитов, карбонатных пород с повышенной трещиноватостью), выявлены изолирующие горизонты (пласты солей, глинисто-алевролитовые и базальтовые покровы и туфовые пачки). Известны также прямые признаки нефтегазоносности - находки жил битуминозного кальцита, наличие высших гомологов метанового ряда в растворенных газах ряда источников Кемпендяйской впадины и др.

Формирование зон нефтегазонакопления среднепалеозойских отложений возможно за счет углеводородов, поступающих из более древних нефтегазоматеринских горизонтов венд-нижнекембрийского комплекса и куонамской свиты  $\text{Є}_{1-2}$ .

В пределах района исследований в составе венд-нижнекембрийского комплекса распространены нефтегазоматеринские горизонты: глинистая (аргиллитовая) часть непского



горизонта  $V_{2np}$  (верхний венд – курсовская свита и аналоги) и глинисто-карбонатная часть тирского горизонта  $V_2$  (верхний венд – бюкская свита).

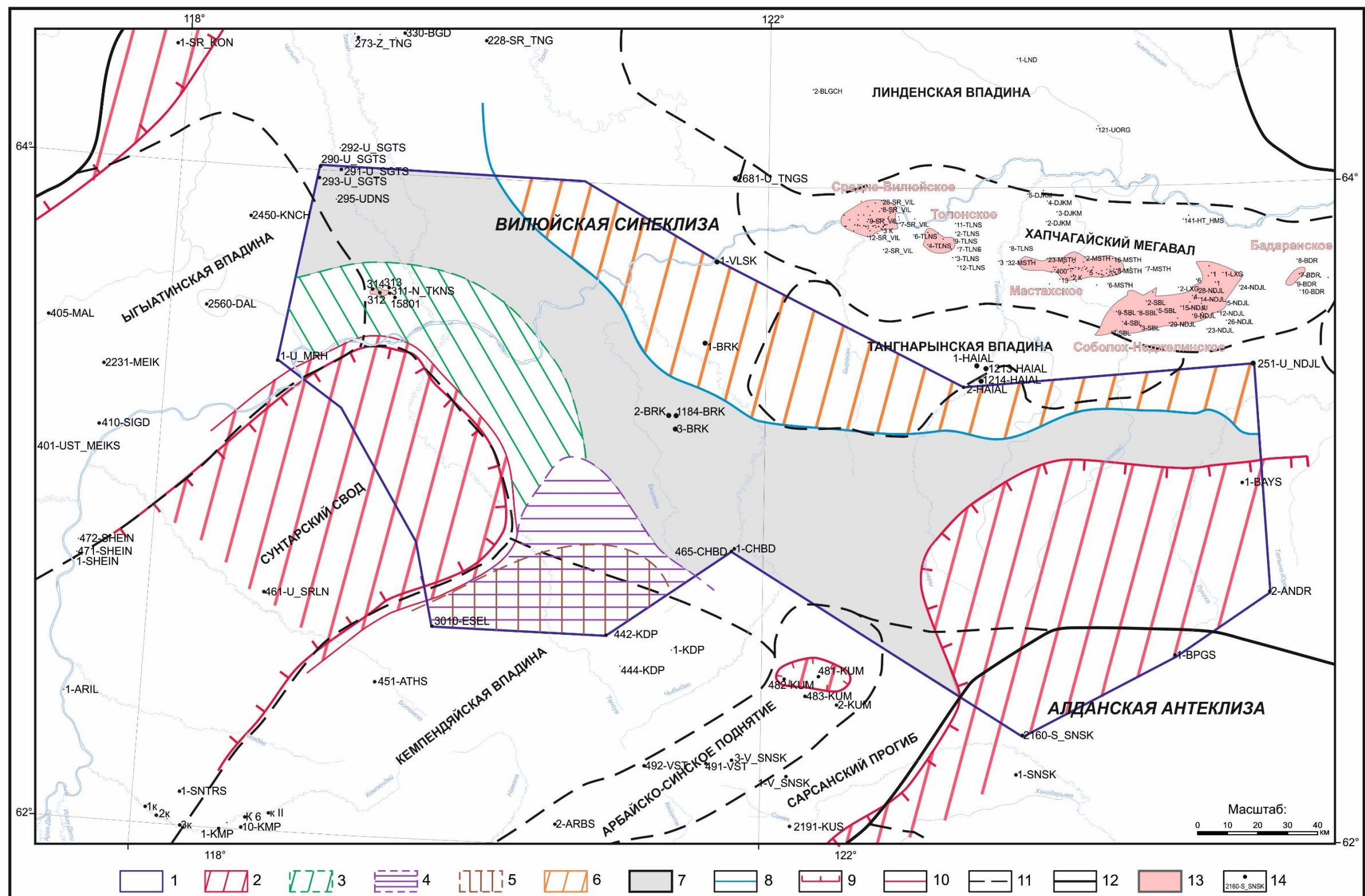
Все это подтверждает возможность открытия залежей нефти и газа в породах рассматриваемого комплекса. Однако при проведении геологоразведочных работ на нефть и газ на территории синеклизы до настоящего времени геологическому изучению девонских и каменноугольных пород не уделялось должного внимания. Большинство глубоких скважин пройдено с чрезвычайно малым отбором керна. Так, в скв. Усть-Мархинская 1-П на 666 м мощности среднего палеозоя вынос керна составил всего лишь 6,9 м. Кроме того, чрезвычайно низок процент опробования предполагаемых горизонтов-коллекторов.

О перспективности отложений девона и карбона Вилюйской синеклизы в отношении их нефтегазоносности неоднократно указывалось разными исследователями (М.К. Вейнберг, К.Е. Колодезников, Г.С. Фрадкин и др.). В настоящее время получены новые материалы, позволяющие дополнить и уточнить прогноз нефтегазоносности среднепалеозойских отложений [Башарин, Фрадкин, 2005; Фрадкин и др., 2014; Сафронов и др., 2003; Сивцев, Александров, 2014].

С учетом глубин залегания среднепалеозойских отложений (по результатам последних сейсмических исследований на рассматриваемой территории в разряд бесперспективных участков включены не только зона отсутствия среднепалеозойских отложений, но и область ограниченная с одной стороны изогипсой -0,5 км (развитие зоны сплошной многолетней мерзлоты), с другой стороны - глубиной залегания подошвы пермских отложений более 4 км, соответствующей наиболее выдержанному сейсмическому горизонту П1 (рис. 4). При глубине залегания подошвы отложений перми более 4 км и с учетом прогнозируемой мощности отложений среднего палеозоя (до 2,5 км - в центральной части Кемпендяйской впадины, 0,5-1,0 км - на большей части территории) потенциально перспективные на нефть и газ интервалы вероятны на глубинах более 5 километров и в данной статье не рассматриваются.

Как отмечено выше на основании анализа мощностей и литолого-фациальных особенностей среднего палеозоя в Вилюйской синеклизе выявлены три крупные структурные зоны: Кемпендяйская, Ыгыатинская впадины и Арбайско-Синская зона поднятий. Ниже рассмотрены возможности нефтегазонакопления в каждой из них.

В *Кемпендяйской впадине* по особенностям вещественного состава отложений в среднепалеозойском разрезе возможно выделение четырех литолого-петрофизических комплексов (снизу вверх по разрезу).



**Рис. 4. Схема перспектив нефтегазоносности среднепалеозойских отложений южной части Вилуийской синеклизы**

1 – участок проведения геофизических работ; 2 – бесперспективные зоны; 3 – зоны предполагаемого развития неструктурных ловушек в вилуичанской свите (D3); 4 – зоны предполагаемого развития кыгылтуусского (D3) и курунгурахского комплексов (C1); 5 – зоны предполагаемого развития коллекторов намдырского комплекса (D3); 6 – зоны возможно перспективные с глубоко погруженными среднепалеозойскими потенциально нефтегазоносными комплексами; 7 – зоны с неясными перспективами нефтегазоносности; 8 – изолиния глубины залегания 4 км подошвы пермских отложений; 9 – линия выклинивания среднепалеозойских отложений; 10 – изолиния глубины залегания 0,5 км по подошве перми; 11 – границы структур 1-2 порядка; 12 – границы надпорядковых структур; 13 – газовые и газоконденсатные месторождения; 14 – скважина и её номер. Остальные усл. обозначения см. на рис. 1.

Нижний *кыгылтууский комплекс* сложен чередованием песчано-алевритовых пород с пластами солей. Первые составляют около 30% разреза скв. Эселяхской 3010 и могут рассматриваться как возможные коллектора. Однако намечается, что их количество в направлении от бортовых частей впадины к центру значительно сокращается в связи с замещением последних глинистыми и карбонатно-глинистыми образованиями. К востоку от скв. 3010, в скв. Кэдэпчикская 1, аналогичных песчаных горизонтов в кыгылтуусском разрезе не выявлено, что, вероятно, связано с удаленностью от активно развивающегося источника сноса (Сунтарского поднятия). Таким образом, пласты-коллекторы нижнего комплекса можно ожидать только на западном борту впадины, примыкающей к интенсивно размываемому Сунтарскому поднятию (см. рис. 4).

Надежными экранами в разрезе комплекса являются пласты солей, достигающие мощности во второй и четвертой толщах 90 м.

В *намдырском комплексе*, перекрывающем кыгылтуусский, вскрыты пачки (скважины Р-1, К-2, К-4, Эселяхская 3010) мелкозернистых аркозовых алевролитов и песчаников (мощностью 10-50 м) с открытой пористостью от 7,7 до 34,3%, газопроницаемостью до 19,5 мД (данные В.Ф. Кевая и Р.И. Волиной). По данным И.И. Голубевой, коллекторские свойства этих пород несколько более низкие (скв. К-4 открытая пористость от 6,8 до 8,84%, при газопроницаемости до 0,87 мД). Этот комплекс относится только к западному и северному бортам впадины, на восточном склоне (Кэдэпчикская площадь) намдырская свита выпадает из разреза, то есть, вероятнее всего, развитие этого комплекса связано с активно размываемым в это время Сунтарским поднятием, являющееся областью денудации. Экранами комплекса могут быть пачки туфов, мощностью до 50 м.

В *вышележащем курунгурыхском эффузивно-карбонатно-терригенном комплексе* вскрыты пласты полевошпатово-кварцевых крупнозернистых алевролитов, мелкозернистых песчаников с открытой пористостью (скв. К-4, глубина 658, 733, 782 м) 22,45%, 21,65%, 24,53% при газопроницаемости от 7,4 до 626,22 мД. В глубоких скважинах Кэдэпчикская 1, 444, Эселяхская 3010, пробуренных на границе участка работ, эти пласты также обладают улучшенными коллекторскими свойствами. Так, в скв. Кэдэпчикской 1 в интервале 2355-2361,8 м при значениях коэффициента открытой пористости по данным исследования керна 16,9% проницаемость достигает 178 мД, что указывает на трещиноватый тип коллектора. В скв. Эселяхской 3010 в интервале 1823-2027,6 м (нижняя часть комплекса) коэффициент открытой пористости составляет 12-31% по ГИС (коэффициенты проницаемости не определялись). Опробование комплекса проводилось в скважинах Кэдэпчикских 1, 444, получены притоки пластовой воды, дебиты - от 26 до 224 м<sup>3</sup>/сут.

Наряду с развитием вышерассмотренных потенциальных коллекторских горизонтов, в

курунгурыхском и намдырском комплексах выявлены и изолирующие горизонты – глинизированные пласты туфов, по данным К.Е. Колодезникова распространенные по всей Кемпендяйской впадине. Мощность последних составляет 5-12 м, а в скв. К-1 увеличивается до 50 м, газопроницаемость - от 0-0,06 мД до 0,1-0,19 мД.

В курунгурыхском комплексе развиты маломощные (2-3 м) пласты аргиллитов монтмориллонитового, гидрослюдистого и хлоритового составов. Вряд ли последние можно считать изолирующими толщами в силу их малой мощности и невыдержанности по площади.

В *Ыгытинской впадине* среднепалеозойские отложения, в противоположность таковым Кемпендяйской впадины, характеризуются широким развитием таких литологических разностей (глинисто-алевролитовая пачка, покровы базальтов, пласты солей), которые могут рассматриваться преимущественно в качестве изолирующих горизонтов. Песчаные образования, как возможные коллектора, менее развиты, в большей своей части приурочены к верхним горизонтам разреза. Отмечаются прослой карбонатных пород, но ввиду их маломощности и невыдержанности по площади вряд ли они способны быть коллекторами нефти и газа.

Далее рассматриваются литологические комплексы, развитые во впадине и представляющие интерес с точки зрения их фильтрационных и экранирующих качеств.

Нижний широко развитый *аппаинский комплекс*, выделенный в объеме одноименной свиты, сложен мощной толщей базальтовых лав с подчиненными пестроцветными пачками алевролитово-глинистых пород. Он рассматривается как единая региональная покрывка в основном для нижележащих карбонатных отложений нижнего палеозоя и занимает значительную часть территории южной части Вилюйской синеклизы. Необходимо отметить петрофизическую неоднородность комплекса: в верхней части разреза в скв. Южно-Сагытайской 293 по данным ГИС в терригенных прослоях выделяется до 12 газопроницаемых пластов в интервале 1410,7–1832,5 м, общей мощностью порядка 106 м с коэффициентом открытой пористости 17-28%. На остальных площадях комплекс состоит из непроницаемых пород. В глубоких скважинах он не опробовался.

*Вилючанский комплекс*, перекрывающий аппаинский, характеризуется резкой изменчивостью литологического состава как отдельных горизонтов, так и в целом всей толщи. Довольно выдержанной можно считать только пачку полевошпатово-кварцевых песчаников, вскрытых в базальных слоях вилючанского разреза и прослеженных от бортовых частей впадин к центральной на 250 км (скважины Усть-Меикская, Сыгдахская, Усть-Мархинская, Южно-Сагытайская 290, 292). Мощность песчаников изменяется от 30 м (скв. Сыгдахская) до 65-90 м, а в скважинах Южно-Сагытайская 290 и Усть-Мархинская 1-П толща песчаников достигает 220 м, при этом она приобретает двучленное строение (наиболее четкое в скв.

Южно-Сагытайской), разделяясь алевролитово-глинисто-базальтовой пачкой мощностью около 70 м. Пористость песчаников по всем скважинам составляет около 21-30%. Песчаный горизонт опробован в скважинах Усть-Меикской, Сыгдахской, Южно-Сагытайской 290 (верхний пласт), в результате получены притоки пластовой высокоминерализованной воды с дебитом до 307 м<sup>3</sup>/сутки (данные И.И. Голубевой). Эти данные убедительно свидетельствуют о высоких емкостных и фильтрационных характеристиках этого горизонта и региональном характере его распространения.

В верхней части вилючанской свиты также выделяются пласты с улучшенными коллекторскими свойствами. По результатам полевых работ на р. Вилюй коэффициент открытой пористости оказался равен 14,5-20,7%, проницаемость достигает сотен мД. В скв. Южно-Сагытайской 293 пористость равна 11-16%, в скв. 292 достигает 17%.

В *Арбайско-Синской зоне поднятий* в среднем палеозое выделяются два комплекса: тисикский и алтаноттохский.

*Тисикский комплекс*, по своему составу аналогичный аппаинскому, образован переслаиванием базальтовых покровов и глинистых пачек и рассматривается как флюидоупор для нижнепалеозойских отложений.

В *алтаноттохском комплексе* развиты пачки алевролитово-песчаных пород (мощностью 10-15 м) с удовлетворительными коллекторскими свойствами, достигающих от 7,5 до 22,8% с газопроницаемостью от 4,8 до 396 мД. Изолирующими горизонтами здесь могут быть туфовые прослои, мощность которых соизмерима с песчаниками. Однако проследить вышеуказанные горизонты по площади на современном этапе исследований не представляется возможным.

Таким образом, выделенные в среднепалеозойской толще проницаемые и изолирующие горизонты неравнозначны. Так, песчаные горизонты кыгылтуусского, намдырского комплексов преимущественно локальны, на западном борту Кемпендяйской впадины; возможно несколько шире распространены туфовые пачки, являющиеся экраном для этих горизонтов. Наибольший интерес представляет песчаный горизонт вилючанского комплекса, развитый регионально в Ыгытинской впадине. Региональный характер также имеет аппаинско-тисикский комплекс (рассматриваемый как флюидоупор), сложенный мощной толщей базальтов и глинистыми пачками, а также соленосные и глинистые пачки в кыгылтуусском комплексе, являющиеся надежным и довольно широко развитым экраном для перспективных нижнепалеозойских карбонатных отложений.

При прогнозе перспектив нефтегазоносности нельзя недооценивать палеотектонический план этого крупного этапа осадконакопления. Анализ мощностей показал, что на конец среднего палеозоя на территории синеклизы выделялись мобильные и относительно

спокойные зоны. К первым отнесены Кемпендйская и Ыгыатинская впадины с амплитудой прогибания до 3 км и возможно более; относительно стабильной областью являлся Сунтарский свод.

Изначально зоны максимального прогибания (Ыгыатинская и Кемпендйская впадины) с компенсированным осадконакоплением среднепалеозойских отложений являлись наиболее благоприятными структурами для возможностей накопления и формирования залежей углеводородов. Поскольку современный структурный план территории близок к среднепалеозойскому, можно заключить, что эти впадины в настоящее время представляют значительный интерес в отношении генерации углеводородов, и наиболее благоприятными в этом отношении будут прогнутые осевые их части, где в подсолевых отложениях среднего палеозоя предполагается развитие морских карбонатных нижнепалеозойских, и возможно среднепалеозойских осадков.

Краевые части впадин, где намечается сокращение мощности и выклинивание ряда горизонтов среднего палеозоя и возможна аккумуляция углеводородов из наиболее прогнутых участков структур в ловушки антиклинального и неантиклинального типов, также являются перспективными, в том числе и на изучаемой территории. К таким перспективным зонам следует отнести западный склон Кемпендйской впадины, примыкающей к Сунтарскому поднятию, и ее северное обрамление, где отмечается развитие песчаных горизонтов в Кыгылтууском соленосном комплексе, постепенно сменяющиеся к центру глинистыми породами, а также развитие намдырского литологического комплекса (с мощными песчаными горизонтами), постепенно выклинивающегося от западного борта впадины к её центральным частям. Такими благоприятными зонами будут также восточные окраины Ыгыатинской впадины, примыкающие к Сунтарскому поднятию (см. рис. 4).

### **Выводы**

Новые сейсмические данные в южной и юго-западной частях Вилуйской синеклизы позволили уточнить глубины залегания и мощности перспективных на нефть и газ среднепалеозойских отложений и наметить нефтегазоносные зоны на исследуемой территории.

При оценке перспектив нефтегазоносности отложений среднего палеозоя Вилуйской синеклизы, прежде всего, на первый план выходит наличие проницаемых толщ с улучшенными коллекторскими свойствами. Таковые фиксируются в породах кыгылтууского, намдырского и курунгурыхского литолого-петрофизических комплексов Кемпендйской фациальной зоны. Здесь локальными флюидоупорами являются прослои туфогенных глинизированных пород, по классификации Р.В. Королевой относящиеся к IV классу

(ненадежных, маломощных, локально распространенных).

В Ыгыатинской и Арбайско-Синской фациальных зонах основные проницаемые пласты приурочены к подошве и кровле вилючанской и, соответственно, алтаноттохской свит. Изолирующие горизонты (терригенные глинистые породы со значительным содержанием туфогенного материала) имеют локальное распространение.

В целом на всей территории этих зон выделяются аппаинская и тисикская региональные покрывки (базальты, аргиллиты, алевролиты), мощностью до 778 м, являющиеся надежными флюидоупорами для раннепалеозойских отложений.

Все породы среднего палеозоя, включая также образования средней перми и нижней юры перекрываются надежной (II класс, по Р.В. Королевой) региональной покрывкой (сунтарская свита J<sub>1sn</sub>), мощностью до 60 м, имеющей распространение по всей площади Вилюйской синеклизы и экранирующей промышленные запасы газа на Хапчагайском поднятии.

### Литература

*Башарин А.К., Фрадкин Г.С.* Лено-Вилюйский нефтегазоносный бассейн: строение и тектоническая эволюция // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 1/2005. - №1. - С. 22–33.

*Колодезников К.Е.* Литология девонских и нижнекаменноугольных отложений западной части Вилюйской синеклизы // Автореферат диссертации на соискание учен. степ. канд. геол.-минерал. наук. - Новосибирск, 1979. - 26 с.

*Сафронов А.Ф., Берзин А.Г., Фрадкин Г.С.* Тектоническая природа локальных поднятий Вилюйской синеклизы // Геология нефти и газа. - 2003. - №4. - С. 20–28.

*Сивцев А.И., Александров А.Р.* Галокинез в тектоническом строении Кемпендяйской впадины // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2014. – №5. – С. 54-70.

*Ситников В.С., Прищепина О.М., Кушмар И.А., Погодаев А.В.* Перспективы нефтеносности южной части Вилюйской синеклизы // Разведка и охрана недр. – 2014. – 07 июль. – С. 22–28.

*Фрадкин Г.С.* Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности западной части Вилюйской синеклизы. – М.: Наука, 1967. – 204 с.

*Фрадкин Г.С., Моисеев С.А., Сафронов А.Ф.* Среднепалеозойский мегакомплекс востока Сибирской платформы – перспективный нефтегазопоисковый объект Якутии // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – № 2. – С. 44–59.

**Cherdantsev G.A.**

All Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI); Saint-Petersburg mining University, St. Petersburg, Russia, cherdantsev.grigorij@yandex.ru

**Golovin S.V.**

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

**PETROLEUM PROSPECTS UPDATE CONCERNING MIDDLE-PALEOZOIC SEQUENCES BELONGING THE SOUTHERN PART OF VILUYUI SYNECLISE**

*The forecast of the petroleum potential of Middle Paleozoic sections (southern part of the Vilyui syncline) considering a promising search hydrocarbon area, has been refined.*

*Based on the new geological and geophysical data and taking into account the previous data, the stratigraphy of the Middle Paleozoic strata has been refined, and their updated schemes of facial zoning and capacity distribution have been build and ameliorated. The researches carried out have permitted to redrawn up the data concerning potential petroleum prospects characters of the Middle Paleozoic sections.*

**Keywords:** *potential petroleum prospects, Middle Paleozoic stratigraphy, scheme of facial zoning, Vilyui syncline.*

**References**

Basharin A.K., Fradkin G.S. *Lena-Vilyuyskiy neftegazonosnyy basseyn: stroenie i tektonicheskaya evolyutsiya* [Lena-Vilyui petroleum basin: structural and tectonic evolution]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 1/2005, no. 1, p. 22–33.

Fradkin G.S. *Geologicheskoe stroenie i perspektivy neftegazonosnosti zapadnoy chasti Vilyuyskoy sineklizy* [Geological structure and petroleum prospects of the Vilyui syncline western part]. Moscow: Nauka, 1967, 204 p.

Fradkin G.S., Moiseev S.A., Safronov A.F. *Srednepaleozoyskiy megakompleks vostoka Sibirskoy platformy – perspektivnyy neftegazoposkovyy ob"ekt Yakutii* [The Middle Paleozoic regional composite structure of the eastern Siberian platform is a promising petroleum exploration potential in Yakutia]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2014, no. 2, p. 44–59.

Kolodeznikov K.E. *Litologiya devonskikh i nizhnekamennougol'nykh otlozheniy zapadnoy chasti Vilyuyskoy sineklizy* [Lithology of the Devonian and Lower Carboniferous sequences of the western part of the Vilyui syncline]. *Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchen. step. kand. geol.-mineral. nauk. Novosibirsk*, 1979, 26 p.

Safronov A.F., Berzin A.G., Fradkin G.S. *Tektonicheskaya priroda lokal'nykh podnyatiy Vilyuyskoy sineklizy* [Tectonic character of local uplifts of the Vilyui syncline]. *Geologiya nefti i gaza*, 2003, no. 4, p. 20–28.

Sitnikov V.S., Prishchepa O.M., Kushmar I.A., Pogodaev A.V. *Perspektivy neftenosnosti yuzhnoy chasti Vilyuyskoy sineklizy* [Petroleum prospects in southern part of the Vilyui syncline]. *Razvedka i okhrana nedr*, 2014, no. 7, p. 22–28.

Sivtsev A.I., Aleksandrov A.R. *Galokinez v tektonicheskom stroenii Kempendyayskoy vpadiny* [Salt tectonic of the Kempendyai depression]. *Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Neftegazovoe delo»*, 2014, no. 5, p. 54-70.

© Черданцев Г.А., Головин С.В., 2018