

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Поступила в редакцию 01.04.2025 г.

Принята к публикации 16.06.2025 г.

EDN: QLSOQR

УДК 553.98.04:550.834:551.721.732:551.248.1(571.51)

Филиппов Ю.Ф.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука» (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия, PhilippovYF@ipgg.sbras.ru

СТРОЕНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОГРУЖЕНИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНО НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРЕДЬЕНИСЕЙСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА

Представлена модель строения и динамики погружений верхнедокембрийских и кембрийских потенциально нефтегазоносных комплексов Предьенисейского осадочного бассейна, являющегося одним из перспективных, но слабоизученных объектов в фундаменте Западно-Сибирской плиты. С использованием данных региональной сейсморазведки и бурения глубоких скважин, палеогеографических реконструкций и литофациального анализа установлено их строение и основные закономерности пространственного распространения, показана общность с нефтегазоносными комплексами на западе Сибирской платформы. Впервые для этого района выполнены палеорекострукции формирования и погружения осадочных комплексов, включая частично или полностью денудированные в последующие эпохи. Для основных потенциально нефтегазогенерирующих толщ оценено время этапов генерации углеводородов. Результаты важны для региональной оценки перспектив нефтегазоносности бассейна и разработки стратегии освоения ресурсов в этом регионе.

Ключевые слова: *верхнедокембрийско-кембрийские отложения, нефтегазоносный комплекс, модель погружения, перспективы нефтегазоносности, Предьенисейский осадочный бассейн, Западная Сибирь.*

Для цитирования: Филиппов Ю.Ф. Строение и реконструкция погружений потенциально нефтегазоносных комплексов Предьенисейского осадочного бассейна // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2025. - Т.20. - №2. - https://www.ngtp.ru/rub/2025/23_2025.html EDN: QLSOQR

Введение

Необходимость поисков и разведки углеводородов (УВ) в глубокопогруженных комплексах фундамента на слабоизученных территориях Западно-Сибирской плиты (ЗСП) со временем становится все более актуальной. Западно-Сибирский нефтегазоносный комплекс на современном этапе представляет собой крупнейший промышленный сектор экономики России, составляющий основную часть ее ресурсной базы. По мере выработки УВ в более доступной и исследованной мезозойской части ЗСП особую важность приобретают задачи по восполнению ресурсной базы, в частности, за счет включения в программу исследований новых объектов фундамента ЗСП. В этом отношении одним из перспективных объектов рассматриваются мощные слабодислоцированные субплатформенные комплексы верхнего докембрия и кембрия, выделенные по геолого-геофизическим данным в юго-восточной части

ЗСП и обособленные в самостоятельный Предъенисейский осадочный бассейн (ПОБ) ([Конторович и др., 2006] и др.). Новые данные, полученные в результате проведенного в последние годы цикла региональных геологоразведочных работ, инициированных академиком А.Э. Конторовичем, предоставили новые возможности для их дальнейшего анализа, интерпретации и корректировки существующих оценок перспектив нефтегазоносности, которые характеризуются значительным разбросом ([Конторович и др., 2006; Конторович и др., 2000, 2011а, 2011б; Конторович, Костырева, 2023; Филиппов, 2016, 2018; Филиппов, Сараев, 2019] и др.).

Проведенные ранее в ИНГГ СО РАН в этом отношении исследования ограничивались попытками одномерного моделирования динамики генерации УВ по двум скважинам, а суммарная количественная оценка ресурсов Предъенисейского осадочного бассейна в силу объективных причин, связанных с недостаточной изученностью, остается неопределенной ([Филиппов, 2016; Филиппов, Бурштейн, 2017] и др.).

В целях получения более достоверной и корректной оценки потенциальной нефтегазоносности Предъенисейского осадочного бассейна необходимо проведение комплексных исследований, основой которых могло бы стать бассейновое моделирование, которое в 3D-варианте для этой территории не проводилось. В этих целях в настоящей работе с использованием программного комплекса TEMIS (Beicip Franlab) предпринят шаг в этом направлении - впервые для этого района проведено 3D-моделирование погружений осадочных толщ бассейна. Для воссоздания наиболее полной картины истории формирования осадочной последовательности проведен анализ образования и распространения осадочных толщ как в пределах Предъенисейского осадочного бассейна, так и на смежных территориях, впервые построены сеточные модели палеотолщин стратиграфических комплексов, оценены масштабы и время основных структурных перестроек, связанных с ними денудационных процессов и погружений.

Потенциально нефтегазоносные комплексы

Геолого-геофизическими работами последних лет, включающих региональное сейсмопрофилирование ОГТ на территории северо-востока Томской области, Красноярского края (левобережье р. Енисей) и востока Ханты-Мансийского автономного округа - Югра, проводившееся в 2000-2012 гг., параметрическое бурение глубоких скважин на этих территориях (в период 1996-2009 гг.), а также их научным сопровождением и обобщением ([Конторович и др., 2006, 2008, 2012, 2021; Гражданкин и др., 2015; Филиппов, 2016, 2017; 2018; Филиппов, Сараев, 2019] и др.) подтверждены предположения о развитии на левобережье р. Енисей под мезозойско-кайнозойским чехлом Западно-Сибирской

геосинеклизы осадочного верхнедокембрийско-палеозойского субплатформенного комплекса пород, образующего Предъенисейский осадочный бассейн (рис. 1).



Рис. 1. Схема геолого-геофизической изученности Предъенисейского осадочного бассейна
 1 - границы бассейна; 2 - скважины, вскрывшие допалеозойские отложения на значительную глубину;
 3 - сейсмические профили ОГТ; 4 - административные границы. Красным цветом показан профиль «Восток-10».

Осадочные комплексы, составляющие Предъенисейский осадочный бассейн, палеогеографические условия их формирования и геодинамические реконструкции, потенциальные коллекторы и флюидоупоры изучались специалистами ИНГГ СО РАН, результаты опубликованы в приведенных выше работах. Сводные литостратиграфические разрезы вскрытых скважинами отложений и их корреляция представлены на рис. 2.

The diagram illustrates the correlation of Vend-Cambrian sections in the Predyeniyskiy sedimentary basin, showing three main zones: West (Запад), Center (Центр), and East (Восток). The stratigraphic columns are organized into systems (Система), departments (Отдел), and stages (Ярус).

Система

Система	Отдел	Ярус
Кембрий	Верхний	Аюсок-Сакский
		Батчи-Баласай
	Средний	Амгинский
		Маянский
	Нижний	Атда-Ботомс-Тойонский
		Томмотс-Банский
Венд	Верхний	Немавит-дегдын-Сили

West (Запад) Stratigraphic Column:

- Пойгинская
- Котод-Жинская
- Райгин-чурбинская
- Пайдугинская
- Пуджелгинская
- Поделгинская
- Кондес-Гинская
- Шедел-Гинская
- Пыжинская

Center (Центр) Stratigraphic Column:

- Оксымская
- Тыйская
- Аверинская
- Коль-Чумская
- Елоуй-Ская
- Эвенкийская

East (Восток) Stratigraphic Column:

- Усольская
- Бельская
- Аверинская
- Коль-Чумская
- Елоуй-Ская
- Эвенкийская

Legend (1-15):

- известняки
- строматолитовые известняки
- глинистые известняки
- доломиты
- известковистые доломиты
- известняки алевроитистые
- известняки ангидритистые
- аргиллиты
- аргиллиты известковистые
- алевролиты
- алевролиты известковистые
- карбонатно-глинистые углеродсодержащие породы
- ангидриты
- каменные соли
- стратиграфические перерывы

Scale: 0 to 500 m.

Additional layers in East: Тэтэрская, собинская, катангская.

Рис. 2. Схема корреляции сводных венд-кембрийских разрезов Предьенисейского осадочного бассейна

1 - известняки; 2 - строматолитовые известняки; 3 - глинистые известняки; 4 - доломиты; 5 - известковистые доломиты; 6 - известняки алевроитистые; 7 - известняки ангидритистые; 8 - аргиллиты; 9 - аргиллиты известковистые; 10 - алевролиты; 11 - алевролиты известковистые; 12 - карбонатно-глинистые углеродсодержащие породы; 13 - ангидриты; 14 - каменные соли; 15 - стратиграфические перерывы.

Под нефтегазоносным комплексом понимается часть разреза осадочного бассейна, содержащая скопления нефти и газа и характеризующаяся относительным единством условий накопления пород, формирования коллекторов и флюидоупоров, накопления и преобразования органического вещества (ОВ), образования гидродинамической системы. В общем случае, он состоит из трех основных компонентов: нефтегазоматеринской толщи, обеспечивающей генерацию нефти и газа; пород-коллекторов, обладающих способностью аккумулировать УВ; флюидоупоров, обеспечивающих сохранность месторождений.

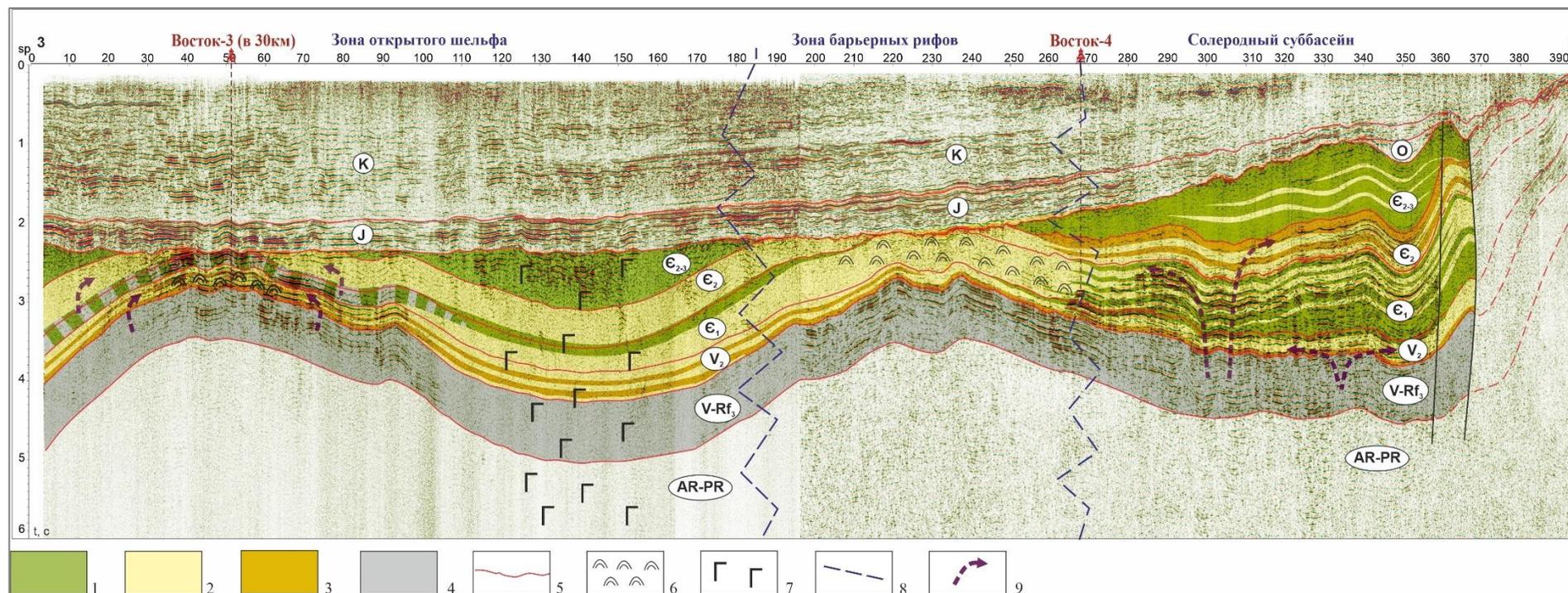


Рис. 3. Схема потенциально нефтегазоносных комплексов Предъенисейского осадочного бассейна вдоль сейсмического профиля «Восток-10»
 Элементы ПНГК: 1 - флюидоупоры, 2 - коллекторы, 3 - основные продуктивные пласты (мощности показаны вне масштаба), 4 - нефтегазоматеринские толщи; 5 - стратиграфические границы; 6 - рифогенные постройки; 7 - зона триасового магматизма по геофизическим данным; 8 - границы палеогеографических обстановок на раннекембрийское время; 9 - пути миграции УВ.

Поскольку на сегодняшний день промышленных скоплений УВ в пределах Предъенисейского осадочного бассейна не обнаружено, речь можно вести только о потенциально нефтегазоносных комплексах (ПНГК). Судя по имеющимся геолого-геофизическим данным, таких комплексов в осадочном разрезе Предъенисейского осадочного бассейна можно условно выделить два: докембрийский и кембрийский (рис. 3). Условность связана с тем, что эти две системы в геологическом разрезе не полностью изолированы, и докембрийские потенциально нефтематеринские толщи могут являться источником УВ не только для вендских резервуаров, но и перекрывающих их кембрийских.

По имеющимся данным стратиграфических уровней, на которых располагаются основные перспективные генераторы УВ в Предъенисейском осадочном бассейне, - как минимум, два. Наличие в верхнем венде и кембрии аллохтонных битумоидов разных биогеохимических подгрупп [Конторович и др., 2000, 2011а, 2011б; Конторович, Костырева, 2023] доказывает, что образование УВ происходило из разных источников. Одним из них могли быть осадочные породы докембрия, другим – пайдугинская свита, аналог куонамской формации кембрия Сибирской платформы.

Согласно выполненным палеогеодинамическим реконструкциям бассейна [Филиппов, 2017; Козлов и др., 2020], возраст окончания консолидации Касско-Туруханского микроконтинента с краевыми частями Сибирской платформы и, соответственно, начала формирования новой пассивной континентальной окраины, вероятнее всего, лежит в пределах 600-640 млн. лет. Это означает, что потенциально нефтематеринские высокоуглеродистые комплексы довендского (или доэдиакарского) возраста, аналогичные отложениям Енисейского кряжа ([Сурков и др., 1996] и др.), должны залегать ниже платформенного осадочного выполнения бассейна и, судя по сейсмическим данным, значительно дислоцированы. Тем не менее, не исключен вариант (в пользу чего свидетельствуют результаты геохимических исследований нефтидов) присутствия в глубоких частях разреза более древних (рифейских) черносланцевых толщ, аналогичных таковым на Енисейском кряже и в прилегающих районах Сибирской платформы, большой нефтегазогенерационный потенциал которых получил подтверждение на платформе. Возможен и вариант нахождения докембрийских потенциально нефтематеринских толщ в составе субплатформенного верхнедокембрийского осадочного комплекса (моложе 600-640 млн. лет), но конкретных данных для такого вывода пока нет.

Другой нефтепроизводящей толщей в Предъенисейском осадочном бассейне могли быть пайдугинская и чурбигинская свиты нижнего-среднего кембрия (аналоги куанамского комплекса на Сибирской платформе), для которых характерны максимальные для всего кембрийского разреза концентрации органического углерода ($C_{\text{орг}}$) - от 0,7 до 2,2% на породу

[Конторович и др., 2000, 2011а, 2011б]. Неполная мощность пайдугинской свиты в разрезе скв. Восток-1 составляет около 120 м. Чурбигинская свита (более 200 м) в среднем менее обогащена органическим углеродом (0,04-0,3%, в редких тонких прослоях до 8%). Обе свиты распространены только в западной части Предъенисейского осадочного бассейна.

На сейсмогеологическом разрезе, пересекающем территорию Предъенисейского осадочного бассейна в субширотном направлении, можно видеть (см. рис. 3), что докембрийский (доверхневендский) субплатформенный комплекс распространен повсеместно и имеет выдержанную мощность 3-4 км. Его состав, возраст и, соответственно, генерационный потенциал оценить корректно на сегодня не представляется возможным.

Результаты выполненного широким комплексом современных методов геохимических исследований ОБ кембрийских и вендских отложений бассейна [Конторович и др., 2000, 2011а, 2011б] указывают на: а) аквагенные (бактерио- и планктоногенные) различия в составе ОБ; б) значительный начальный генерационный потенциал захороненного ОБ; в) несомненность повсеместных интенсивных процессов нефтидогенеза в толщах (аллохтонные битумоиды по всему венд-кембрийскому разрезу); г) различные очаги и этапы генерации (геохимические отличия и отсутствие явных следов биodeградации у части нефтидов, наряду с биodeградированными нефтидами в одном разрезе).

Характеризуя потенциально нефтегазоносные системы для всего осадочного разреза, необходимо прежде всего отметить, что нефтегазогеологическая стратификация Предъенисейского осадочного бассейна различна в западной и восточной частях, что связывается с палеогеографической зональностью и условиями седиментации (подробнее это описано авторами в статье [Филиппов, Сараев, 2019]).

В восточных районах она определяется областью распространения солей, накапливавшихся в поздневендском и ниже-среднекембрийском солеродных бассейнах. На этой территории выделяются снизу-вверх по разрезу верхнерифейско(?)-нижневендский терригенно-карбонатный (потенциально нефтегазоматеринский), верхневендский карбонатный и в верхних частях соленосно-карбонатный, нижекембрийский карбонатно-соленосный и кембрийский карбонатный комплексы, в верхней части – глинисто-карбонатный. Главными региональными флюидоупорами, как и на Сибирской платформе, здесь могут являться верхневендские и нижекембрийские соли, а также глинисто-карбонатная эвенкийская свита. На этой стадии изученности бассейна можно предполагать единство всей верхнерифейско(?)-кембрийской нефтегазовой системы в его восточной части (но разнотипными резервуарами на разных стратиграфических уровнях) с одним потенциальным нефтегенерационным источником.

В западной части (на территории Райгинско-Ажарминской гряды) главными

флюидоупорами могут служить кремнисто-карбонатно-глинистая углеродосодержащая пайдугинская свита (которая одновременно является и нефтегазоматеринской) и регионально распространенная глинисто-карбонатная пыжинская толща верхнего кембрия. На этой территории снизу-вверх по разрезу выделяются верхнерифейско(?)-нижневендский терригенно-карбонатный (потенциально нефтегазоматеринский), а в качестве возможных коллекторов - верхневендский карбонатный и средне-верхнекембрийский (допыжинский) карбонатный комплексы. В этой зоне следует выделять два ПНГК – верхнерифейско(?)-нижнекембрийский и средне-верхнекембрийский.

В центральной части Предъенисейского осадочного бассейна, в зоне реконструируемой [Конторович и др., 2012; Филиппов, 2016, 2018; Филиппов, Сараев, 2019] рифовой гряды и ее шлейфов ранне- среднекембрийского (до майского века) возраста, разделяющей восточную и западные части бассейна, в разрезе также выделяются верхнерифейско(?)-нижневендский терригенно-карбонатный (потенциально нефтематеринский), верхневендско-кембрийский карбонатный (рифогенный, на ряде уровней эвапоритовый) в качестве коллектора и мощный глинисто-карбонатный (эвенкийский) в качестве регионального флюидоупора комплексы. Рифовая гряда представляет собой вытянутую в субмеридиональном направлении цепочку биогермных водорослевых построек (пластовых и столбчатых строматолитов) и их обломочных шлейфов, составляющих систему барьерных рифов и строматолитовых банок, ограничивающих с запада эвапоритовый суббассейн. Элементы биогермов и связанных с ними тыловых шлейфов позднего венда и раннего кембрия частично вскрыты скважинами Восток-3 и Восток-4, а их положение в плане реконструируется по характерной волновой картине на сейсмических разрезах на западной границе выклинивания соленосных фаций. Подробнее их характеристики описаны в работах специалистов ИНГГ СО РАН [Конторович и др., 2012; Гражданкин и др., 2015; Филиппов, 2016, 2018; Филиппов, Сараев, 2019].

В целом, они представляют единую потенциально нефтегазовую систему. Для этой зоны не исключен и дополнительный нефтегенерационный источник – в случае значительных миграционных процессов с западных районов распространения пайдугинской свиты. Согласно проведенным исследованиям [Конторович и др., 2006; Филиппов, 2016, 2018; Филиппов, Сараев, 2019], эта область является наиболее перспективной для накопления УВ, но одновременно с этим - малоизученной.

Существующая неоднозначность оценки перспективы нефтегазоносности Предъенисейского осадочного бассейна связана со многими объективными факторами. Во-первых, с недостаточной изученностью Предъенисейского осадочного бассейна: структура и распределение самих ПНГК установлены недостаточно детально и неравномерно по территории. Во-вторых, слабо изучены вопросы истории генерации, миграции, аккумуляции

нафтидов и деструкции возможных скоплений на всей территории Предъенисейского осадочного бассейна, особенно для потенциально нефтематеринской докембрийской части разреза. В-третьих, из-за недостатка сейсмических работ потенциально нефтегазоносные локальные структуры не подготовлены и не опробованы (пробуренные скважины, в основном, выполняли параметрические задачи).

Наличие в разрезе мощной толщи осадочных отложений платформенного типа, нефтематеринских отложений (рифейско(?) - вендские, пайдугинская свита кембрия), региональных резервуаров, потенциальных зон нефтегазонакопления, благоприятные геотермические и гидрогеологические условия [Новиков, Шварцев, 2009], битумоидов в керне, а также следы процессов генерации и миграции УВ [Конторович и др., 2000, 2011а, 2011б] свидетельствуют о значительном нефтегазоносном потенциале Предъенисейского осадочного бассейна.

Однако существенно древний (венд-кембрий для вероятных докембрийских источников и ордовик-триас для пайдугинской свиты) возраст формирования возможных скоплений УВ [Филиппов, Бурштейн, 2017], геохимические данные о значительной катагенетической преобразованности ОВ и реализации генерационного ресурса докембрийских и кембрийских нефтематеринских толщ [Конторович и др., 2011а, 2011б; Конторович, Костырева, 2023] приводят к большим рискам, связанным с метаморфизмом и сохранностью залежей УВ. В частности, длительность существования залежей, безусловно, может сказаться на качестве флюидоупора, вплоть до его разрушения в периоды каледонских и герцинских тектонических движений.

Такая неопределенность в оценках диктует необходимость проведения более детального изучения ПНГК на всех этапах ее функционирования – от генерации УВ и миграционных процессов до формирования залежей и их возможной деструкции. В рамках такой научной задачи среди прочего представляется важным и эффективным использование методов бассейнового моделирования, в частности, его первоочередных этапов - реконструкции процессов накопления и погружения осадочного выполнения бассейна.

Моделирования погружений осадочных толщ

Конечная цель бассейнового моделирования – это оценка масштабов генерации УВ в основных нефтегазопроизводящих толщах изучаемой территории и их аккумуляции в ловушки. Важным определяющим фактором, лежащим в основе таких комплексных оценок, является реконструкция процессов накопления и погружения осадочного выполнения бассейна. В данной работе делается попытка проведения именно такой реконструкции, результаты которой могут стать основой дальнейших исследований по оценке ресурсной базы

и перспектив нефтегазоносности Предъенисейского осадочного бассейна.

Реконструкция осадочной истории Предъенисейского осадочного бассейна проводилась в лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем и теоретических основ прогноза нефтегазоносности ИНГГ СО РАН с использованием программного приложения TemisFlow (разработчик Weicir-FranLab), ориентированного на трехмерное численное моделирование нефтегазовых систем, включая реконструкцию процессов погружения осадочных толщ.

В качестве входных параметров служили сеточные модели карт (grd-файлы):

- структурные карты по основным сейсмостратиграфическим горизонтам;
- карты «первичных» изопахит (восстановленных мощностей) осадочных комплексов, подвергшихся денудации;
- карты денудированных толщин осадочных комплексов;

В результате реализации программного алгоритма получен комплекс выходных данных, характеризующих историю погружения осадочных толщ: трехмерная модель осадочного выполнения бассейна (рис. 4), палеоразрезы и карты глубин погружения потенциально нефтематеринских комплексов (пайдугинской свиты и докембрийского комплекса) на определенные моменты времени.

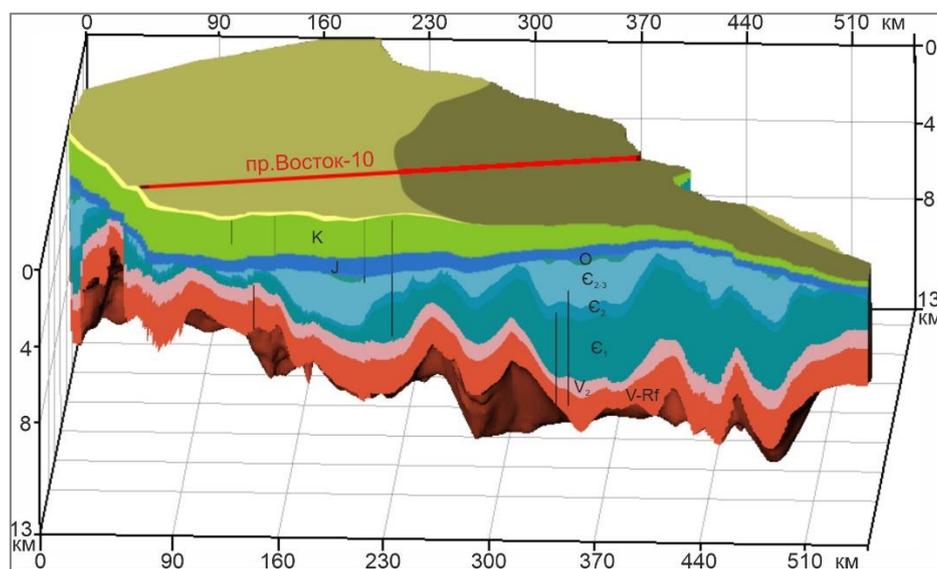


Рис. 4. Трёхмерная модель осадочного выполнения Предъенисейского осадочного бассейна

Структурные построения. Ранее сотрудниками ИНГГ СО РАН В.А. Конторовичем и Ю.Ф. Филипповым выполнены структурные построения по основным докембрийским, кембрийским, мезозойским отражающим горизонтам и получены карты толщин соответствующих осадочных комплексов. Эти материалы учитывали весь объем выполненных

сейсмических работ на территории Предъенисейского осадочного бассейна и послужили основой для создания структурных карт в данной работе. Для целей данной работы (в частности, палеореконокструкций мощностей осадочных толщ и динамики их погружений) эти структурные построения нуждались в уточнении и частичной перестройке.

Во-первых, сейсмокомплексы (и ограничивающие их отражающие горизонты) традиционно выделялись по особенностям волновой картины на сейсмических профилях, которые в целом соответствуют определенному литологическому типу и не всегда субсинхронны. В рамках же восстановления истории погружений осадочных толщ бассейна необходимо выделение и оперирование субсинхронными осадочными толщами. В этих целях некоторые ранее выделенные сейсмокомплексы и их границы частично трансформированы согласно стратиграфическим разбивкам по скважинным данным.

Во-вторых, для палеореконокструкций требовалось восстановление денудированных фрагментов ряда сейсмокомплексов, главным образом кембрийского возраста. С учетом имеющихся трендов распределения мощности каждого такого комплекса в пределах участков их частичной денудации достроены сеточные модели с использованием процедуры Kriging.

В-третьих, при реконструкции динамики погружений целевым осадочным комплексом (помимо предполагаемых и не вскрытых скважинами докембрийских толщ) служит потенциально нефтематеринская пайдугинская свита и ее стратиграфический аналог в восточной части Предъенисейского осадочного бассейна – кольчумская толща. Проведенные ранее структурные построения охватывали комплексы в более широких стратиграфических рамках и для этой конкретной (достаточно маломощной) толщи не выполнялись. В данной работе эта толща обособлена и охарактеризована самостоятельной сеточной моделью.

Другой важной проблемой реконструкций погружений стало восстановление истории осадконакопления ордовикско-триасовых осадочных комплексов для построения модельных карт изопахит в пределах каждого стратиграфического интервала и масштабов денудации осадочных комплексов Предъенисейского осадочного бассейна.

Палеореконокструкции формирования осадочных комплексов. Для корректных реконструкций формирования осадочных комплексов, выполняющих Предъенисейский осадочный бассейн, необходима, по возможности, более полная информация о распределении по территории бассейна их «первичных» толщин, а также масштабы и временные интервалы денудации.

Верхнедокембрийские, большая часть кембрийских и мезозойские осадочные комплексы Предъенисейского осадочного бассейна изучены сейсмическими работами и бурением скважин, их мощности и состав достаточно детально восстановлены и представлены в виде сеточных моделей структурных поверхностей и изопахит. Основная же сложность в

этом отношении связана с восстановлением осадочной истории палеозойских (моложе кембрия) и триасовых комплексов, которые на территории Предъенисейского осадочного бассейна в значительной степени денудированы и представлены фрагментарно.

В целях восстановления осадочной истории на ордовикско-триасовый период времени, отложения которого на большей территории бассейна либо отсутствуют, либо распространены очень ограниченно, проведен анализ распределения мощностей комплексов на прилегающих территориях вдоль границ бассейна. Для этого использовались результаты геологической съемки (листы масштаба 1:1000000), включая геологические разрезы, стратиграфические колонки и данные пробуренных скважин, материалы из разных опубликованных источников, включая официальные стратиграфические схемы для смежных регионов. При этом учитывался выявленный по сейсмическим данным унаследованный, в целом, характер развития структур ОБ от позднекембрийского до мезозойского времени, что безусловно влияло на характер распределения мощностей осадочных толщ.

Ордовик. На территории осадочного бассейна отложения предположительно раннеордовикского возраста вскрыты скв. Кыксинская-3 (мощностью 585 м). Они представлены преимущественно карбонатными породами.

На севере Предъенисейского осадочного бассейна, на территории Ханты-Мансийского автономного округа - Югра, скв. Лекосская-27 [Могучева и др., 2011] вскрыта толща мощностью 475 м, особенности литологического состава которой и найденные в ней отпечатки трилобитов свидетельствуют о позднеордовикском возрасте. Также рядом скважин вскрыты толщи, которые по некоторым признакам и положению в разрезе можно отнести к ордовику (няргинская мощностью 200 м, и дунаевская мощностью 460 м) толщи в скв. Няргинская-1 и др.). По сейсмическим данным в локальных впадинах также предполагается наличие ордовикских толщ, что зафиксировано на модели геологической карты со снятыми мезозойскими отложениями [Филиппов, 2017]. К востоку от Предъенисейского осадочного бассейна, на территории Сибирской платформы, ордовикские отложения широко распространены. В пределах листа Р-46 представлены все три отдела ордовика. Эти комплексы развиты в бассейне р. Подкаменная Тунгуска и по её притокам. Толщи ранне-позднеордовикского возраста также установлены в Вороговской впадине Енисейского кряжа и в его юго-западных районах. Состав осадочных комплексов терригенно-карбонатный, карбонатный. Мощность нижнеордовикских отложений варьирует в пределах 50-180 м, среднеордовикских – 170-300 м, верхнеордовикских – до 175 м. В основном, они залегают согласно с нижележащими верхнекембрийскими комплексами. В пределах Вороговской впадины между отложениями верхнего кембрия и нижнего ордовика отмечается перерыв в осадконакоплении (от 453 до 472 млн. лет). Западнее Предъенисейского осадочного

бассейна ближайшие отложения ордовикского возраста установлены на территории Колпашевского и Нюрольского структурно-фациальных районов (СФР), однако, в силу того, что комплексы представлены только верхним отделом ордовика и имеют ограниченное распространение, они не учитывались при реконструкции.

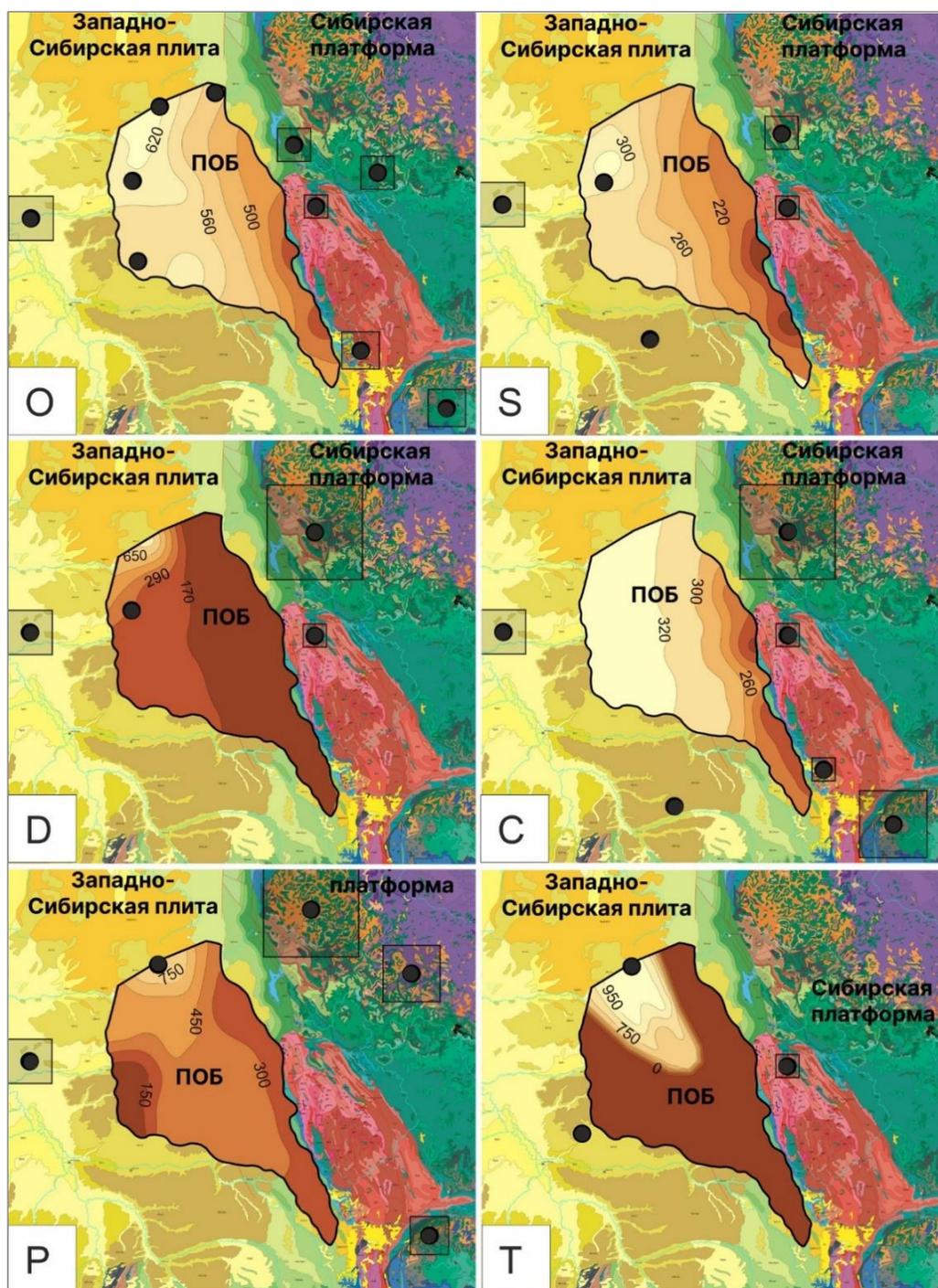
По совокупности имеющихся данных для структурных построений мощность ордовикского комплекса установлена в пределах от 400 до 600 м, при этом соблюдалась тенденция увеличения мощностей отложений с востока на запад и в наиболее погруженных участках (рис. 5).

Силур. Силурийские отложения мощностью 160 м вскрыты на территории Предъенисейского осадочного бассейна скв. Северо-Лымбельская-1. Возраст выделенной лымбельской толщи определен по палеонтологическим остаткам. Силурийский возраст имеет, вероятно, толща, вскрытая южнее Предъенисейского осадочного бассейна в скв. Чачанская-1 (до 180 м). Она представлена терригенными породами, перекрывающими вулканический комплекс, возраст которого (по данным определения абсолютного возраста пород) оценивается как позднеордовикский.

На Сибирской платформе отложения силура, представленные верхним и нижним отделами, распространены в бассейне р. Подкаменная Тунгуска и на Енисейском кряже (Вороговская впадина). Они имеют карбонатно-терригенный и терригенно-карбонатный состав. Мощность нижнесилурийских комплексов – до 215 м, верхнесилурийских – до 150 м. Силурийские отложения обнажены на западе Сибирской платформы, в районе реки Бахта. Там они представлены терригенно-карбонатными и карбонатно-терригенными разностями, имеют суммарную мощность до 370 м (нижний отдел – до 230 м, верхний отдел – до 140 м). К западу и северо-западу от Предъенисейского осадочного бассейна терригенно-карбонатные комплексы силурийского возраста (мощность до 760 м) установлены в пределах Нюрольского и Варьеганского СФР.

Более детальная информация о силурийских отложениях по другим смежным территориям отсутствует, в модели приняты мощности: от 150 м на поднятиях до 300 м в погруженных участках с региональным трендом увеличения мощности к западу (см. рис. 5).

Девон. На территории Предъенисейского осадочного бассейна осадочные комплексы, ранее относимые к девону, не имеют надёжного палеонтологического подтверждения возраста [Филиппов, Конторович, Сенников, 2014]. По положению в разрезе девонским возрастом условно датируется только верхняя часть терригенно-карбонатной толщи в скв. Северо-Лымбельская-1 (инт. 2189-2820 м), общая мощность которой составляет более 630 м. Однако существует мнение, что вся эта толща наряду с лымбельской имеет силурийский возраст.



**Рис. 5. Палеорекострукция толщин разновозрастных осадочных комплексов
Предъенисейского осадочного бассейна**

Изолиниями (в метрах) показаны первичные толщины накопленных осадков. Черными кружками обозначены районы, информация по которым использовалась при реконструкциях (без прямоугольников - по скважине, с прямоугольниками - по разрезам на территории районов или группе скважин).

В любом случае, материалы бурения скважин Восток-1 и Лекосская-27, а также сейсмические данные свидетельствуют о том, что большая часть девонских отложений в пределах Предъенисейского осадочного бассейна, вероятно, денудирована и могла сохраниться только в локальных впадинах или приразломных зонах. Что касается оценки

первичных мощностей, то отложения девона установлены на Сибирской платформе: в междуречье Нижней и Подкаменной Тунгусок и на Енисейском кряже (в бассейне р. Вороговка). Они представлены тремя отделами (за исключением разрезов Вороговской впадины, где представлен только нижний отдел), общая мощность которых составляет не более 330 м. Состав отложений – карбонатно-терригенный. Среднедевонские толщи залегают со стратиграфическим несогласием и размывом на нижнедевонских (временной интервал перерыва – 2 млн. лет (с 410 по 408 млн. лет)).

Девонские отложения широко развиты и к югу от Енисейского кряжа. Они также закартированы в левобережье р. Енисей, где выполняют дейтероорогенные впадины, развитые в пределах каледонского субплатформенного чехла. Нерасчленённые средне-верхнедевонские отложения слагают крупные впадины в пределах областей салаирской и более древних складчатых систем в фундаменте ЗСП. В обрамлении плиты они образуют межгорные впадины – Минусинскую, Кемчугскую и др. На территории Сибирской платформы и Алтае-Саянской складчатой области отмечены перерывы в осадконакоплении (между ранне- и среднедевонским периодами и в позднедевонское время), связанные с широкомасштабными событиями герцинской складчатости. Западнее осадочного бассейна девонские отложения установлены в Колпашевском СФР. Они представлены терригенными и карбонатными комплексами мощностью не более 700 м.

Таким образом, в пределах территории бассейна на девонский период построены две карты предполагаемых мощностей первичных отложений (в периоды с 419-410 млн. лет и 408-374 млн. лет) и 2 карты прогнозных денудированных толщин комплексов (периоды 410-408 млн. лет и 374-359 млн. лет). Общая мощность девона на подавляющей части территории оценивается в 150-300 м, увеличиваясь к северу.

Карбон. Отложения каменноугольного возраста вскрыты скважинами Чулымская-1 и Карбинская-1, расположенных южнее границ Предъенисейского осадочного бассейна. В первой скважине установлены карбонатно-терригенные породы мощностью 445 м, во второй – эффузивная толща основного состава (мощность до 440 м).

Осадочные комплексы этого возраста залегают на Сибирской платформе вдоль западного борта Тунгусской синеклизы. Локальные выходы картируются в верховьях рр. Бахта, Тынеп, Учами, на р. Подкаменная Тунгуска и по ее притокам. Карбонатно-терригенные, терригенные комплексы представлены всеми отделами, имеют мощность до 150 м. В Вороговской впадине на севере Енисейского кряжа каменноугольные отложения имеют схожий литологический состав и мощности до 210 м. К югу от Енисейского Кряжа каменноугольные отложения развиты в пределах г. Красноярск, Рыбинско-Тасеевского СФР в среднем Приангарье. Они представлены карбонатно-терригенными, терригенными

комплексами мощностью от 120 до 350 м. Кроме того, терригенные толщи этого возраста незначительно распространены в брахисинклиналиях погребенных структур Сибирской платформы и в синклинорных зонах фундамента ЗСП. На западе и юго-западе от границ осадочного бассейна каменноугольные отложения мощностью более 300 м установлены в пределах Колпашевского и Никольского СФР.

Мощность накопленного комплекса каменноугольного возраста в пределах Предъенисейского осадочного бассейна принята в пределах от 150 до 300 м с сохранением тенденции увеличения в предполагаемых депрессионных зонах, унаследованных от нижележащих отложений (см. рис. 5).

Пермь. Осадочные отложения пермского возраста в пределах Предъенисейского осадочного бассейна распространены крайне ограничено, что обусловлено последовавшими в конце карбона – начале триаса процессами эрозии, а также вероятным отсутствием на большей части территории самого процесса осадконакопления. Комплексы этого возраста установлены только на севере Предъенисейского осадочного бассейна: скв. Лекоская-27 вскрыты карбонатно-терригенные и терригенно-вулканогенные породы мощностью 300 м с характерными для ранней перми палеонтологическими остатками [Могучева и др., 2011]. Нижнепермские толщи со стратиграфическим несогласием залегают на породах позднеордовикского возраста и перекрываются нижнетриасовыми комплексами. Это свидетельствует о существовании стратиграфических перерывов (с ордовика до перми и с нижней перми по триас), связанных со значительной денудацией палеозойских отложений. Кроме того, скв. Тыньярская-100 вскрыт вулканоплутонический комплекс, возраст которого по результатам изотопного анализа датируется среднепермским периодом. Аналогичная ситуация наблюдается к западу от Предъенисейского осадочного бассейна. Осадочные комплексы пермского возраста установлены в Никольско-Пудинском СФР и объединены в восточно-никольскую серию терригенного состава, возраст которой оценивается поздним карбоном-ранней пермью. На западе Сибирской платформы отложения этого возраста широко распространены в пределах Бахтинского и Тунгусского СФР. Они представлены двумя отделами, имеют терригенный и вулканогенно-осадочный состав, мощность до 350 м. Аналогичные по составу пермские отложения также известны на юго-восточном обрамлении Енисейского кряжа, где их мощности достигают 550 м.

С учётом полученных данных на пермский период построена прогнозная карта изопакит «первичных» осадочных комплексов мощностью от 300 до 750 м (299-260 млн. лет) (см. рис. 5). Предполагаемая мощность денудированных отложений принята в пределах 300 м.

Триас. Осадочные отложения триасового возраста в пределах Предъенисейского осадочного бассейна в настоящее время установлены только на севере. В скв. Лекоская-27

вскрыты терригенно-вулканогенные толщи, базальты и пачки темных углистых аргиллитов (мощность до 550 м), возраст которых датируется ранним-средним триасом [Могучева и др., 2011]. К востоку от Предъенисейского осадочного бассейна, в Вороговской впадине Енисейского кряжа, распространены вулканогенно-осадочные комплексы раннетриасового возраста. Они имеют мощность - около 250 м. В других районах Енисейского кряжа и примыкающих к нему территориях отложения этого возраста отсутствуют. Терригенно-вулканогенные отложения ранне-среднетриасового возраста мощностью более 600 м установлены западнее Предъенисейского осадочного бассейна, в скв. Восточно-Пайдугинская-1.

Предполагаемая мощность ниже-среднетриасовых отложений в пределах локализованной территории в северной части бассейна принята в пределах 600-950 м. Для поздне-триасового времени построена прогнозная карта денудированных толщин отложений в соответствии с геологической ситуацией и глубиной денудации в предъюрское время (см. рис. 5).

Моделирование погружений осадочных толщ бассейна

Моделирование погружений осадочных толщ проводилось с использованием программного комплекса TemisFlow при участии сотрудника ИНГГ СО РАН А.А. Дёшина. Как уже отмечалось, на начальном этапе построены и уточнены сеточные модели структурных карт по основным отражающим горизонтам, включая карты «первичных» изопакит (восстановленных мощностей) сейсмогеологических комплексов. Далее строились сеточные модели карт реконструированных палеотолщин для более молодых доюрских осадочных комплексов (от ордовика до триаса) и масштабов денудации в разные периоды времени. Для оценки динамики погружений среди этих комплексов выделены целевые, являющиеся потенциально нефтегазоматеринскими для основных ПНГК – пайдугинский и верхнерифейско(?)-нижневендский.

Эти данные, наряду с необходимыми литологическими параметрами комплексов и геохронологическими интервалами, загружены в программный комплекс. В результате проведенных алгоритмических расчетов получена трехмерная модель современного строения Предъенисейского осадочного бассейна (см. рис. 4), а также модели состояния (глубины погружений) осадочной системы на различные промежутки времени. История погружений потенциально нефтематеринских толщ поздне-рифейско(?)-ранневендского и кембрийского (пайдугинская свита) возраста в позднем кембрии (500 млн. лет), ордовика (445 млн. лет), девона (360 млн. лет), триаса (200 млн. лет), юры (145 млн. лет) и ситуация в настоящее время представлена на рис. 6 и 7.

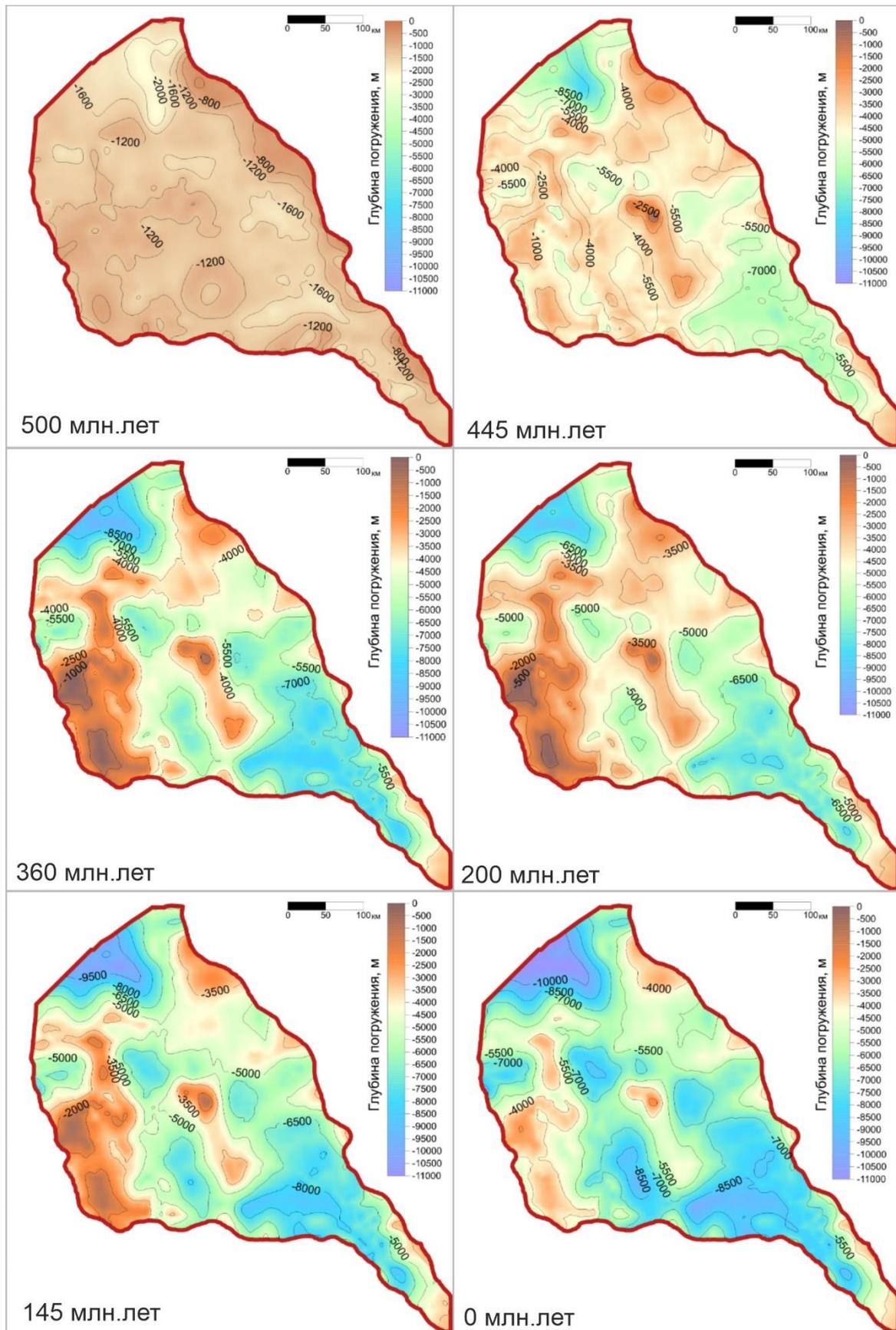


Рис. 6. Карты палеопогружений кровли потенциально нефтегазогенерирующего верхнерифейско(?)-нижневендского комплекса на различные этапы
Изолиниями (в метрах) показаны глубины погружений в соответствующие периоды.

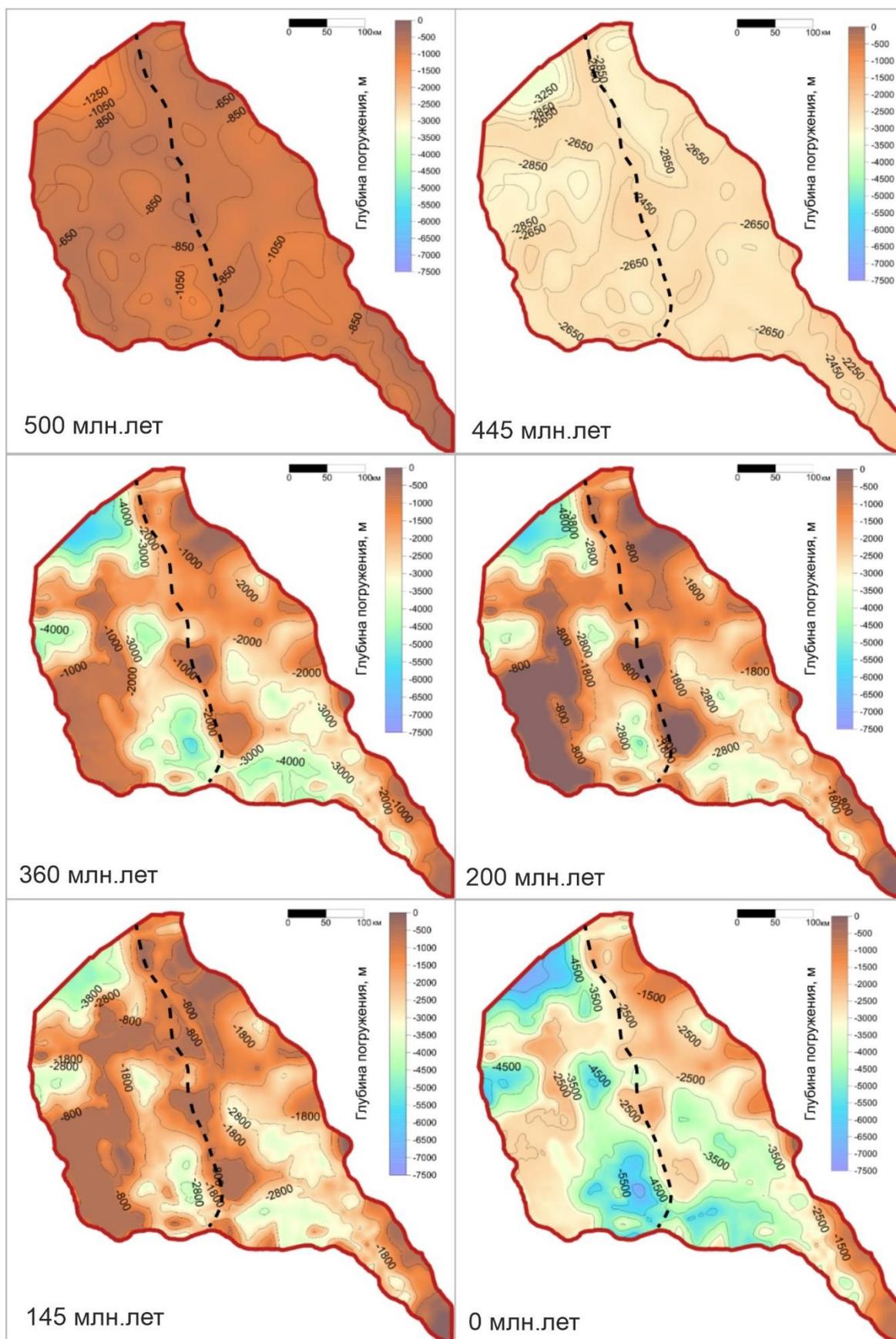


Рис. 7. Карты палеопогружений нефтегазогенерирующей пайдугинской свиты и ее стратиграфических аналогов на различные этапы

Изолиниями (в метрах) показаны глубины погружений в соответствующие периоды. Пунктиром показаны восточные границы распространения пайдугинской свиты.

При формировании докембрийского комплекса (600-500 млн. лет) он испытывал, в целом, равномерное и слабодифференцированное по амплитуде погружение. Согласно расчетам, в позднем кембрии в северо-западной и центральной частях Предъенисейского осадочного бассейна его кровля находилась на глубинах 1-2 км, а нижние фрагменты с учетом мощности могли достигать глубин 3 км и более, что уже вполне могло соответствовать главной зоне нефтеобразования. Именно в это время могла происходить генерация УВ и их миграция в подсолевые и межсолевые верхневендско-кембрийские резервуары. В целом это подтверждает ранее сделанные оценки по результатам одномерного моделирования в скважинах [Филиппов, Бурштейн, 2017]. Дальнейшая динамика погружения показывает, что к концу ордовика (445 млн. лет) значительная часть осадочных толщ, вероятно, попала в зону апокатагенеза, достигнув глубин более 5 км (а в локальных впадинах и более 7 км), в результате чего оставшееся ОВ преобразовано.

В герцинское время на территории Предъенисейского осадочного бассейна происходила активизация тектонических процессов, что привело к структурным перестройкам, общему поднятию и денудации значительных фрагментов осадочных толщ. В частности, верхние части потенциально нефтегазоматеринского верхнерифейско(?)-нижневендского комплекса в зонах локальных поднятий (Райгинско-Ажарминская гряда) к концу девона оказались на глубинах менее 1 км (см. рис. 5). Это косвенно свидетельствует о том, что в позднем палеозое большая часть возможных залежей УВ, находящиеся гипсометрически выше нефтегазоматеринских комплексов, вероятно, подвергнута значительной деструкции. Осадконакопление в триасе, как уже говорилось, локализовано лишь в узкой линейной зоне на севере Предъенисейского осадочного бассейна, приуроченной к Худосейскому грабену, а докембрийские толщи в этой части могли достигать глубин более 9 км. В центральной и южной частях Предъенисейского осадочного бассейна эти отложения находились в среднем на глубинах 3-5 км и менее 0,5 км на локальных поднятиях.

В мезозойское время осадочные комплексы повторно погружались в восточном направлении, достигнув глубин 4-5 км на западе, 7-8 км - в депоцентре прогибания бассейна (более 8 км в северной части Предъенисейского осадочного бассейна). Среди прочего это могло спровоцировать локальное вторичное образование УВ из оставшегося ОВ, что также наблюдалось в рамках одномерного моделирования [Филиппов, Бурштейн, 2017]. Как известно, признаки небиодegradированных УВ, вероятно, вторичной, более молодой генерации наблюдались в скв. Лемок-1 [Конторович и др., 2000].

Формирование нефтегазоматеринской пайдугинской свиты началось около 515 млн. лет назад. К концу кембрия отложения находились на глубинах до 1 км, достигая 1,5 км лишь в северной и центральной частях Предъенисейского осадочного бассейна. К концу ордовика

(445 млн. лет) эти осадочные комплексы в отдельных впадинах в западной части Предьенисейского осадочного бассейна, судя по всему, уже достигли главной зоны нефтеобразования, погрузившись на глубину 2-3 км (рис. 7). В этот период часть образованных УВ могла начать мигрировать в средне-верхнекембрийские резервуары, образуя нефтегазовые залежи. Как уже отмечалось, в позднем палеозое под влиянием герцинских тектонических процессов осадочные комплексы испытали структурные перестройки, подняты выше базиса эрозии и значительно денудированы, о чем свидетельствует отсутствие в разрезе ряда фрагментов доюрского комплекса. На рис. 7 видно, что к концу девона (360 млн. лет), а особенно отчетливо к концу триаса (200 млн. лет) пайдугинская свита находилась на глубинах более 2-3 км локально только в южной и северной частях Предьенисейского осадочного бассейна, при этом её верхние фрагменты на западе (где эта свита и развита) выведены практически на дневную поверхность, а скопления УВ большей частью, вероятно, уничтожены.

Начиная с юры, в мезозойско-кайнозойское время отложения пайдугинской свиты постепенно погружались, повторно достигнув глубин 4-5 км в депрессионных зонах (север, юго-запад Предьенисейского осадочного бассейна) и 2-3 км на поднятиях (в частности, в пределах Райгинско-Ажарминской гряды). Судя по всему, региональное погружение Предьенисейского осадочного бассейна также могло привести ко вторичным процессам генерации УВ.

Выводы

В результате проведенного анализа, прежде всего, выделены и охарактеризованы основные ПНГК, особенности их строения и распространения в осадочном разрезе бассейна. В вертикальном разрезе Предьенисейского осадочного бассейна выделяются два взаимосвязанных между собой ПНГК – докембрийский и кембрийский. Результаты геолого-геохимических исследований свидетельствуют, что в первом случае источником УВ могли служить докембрийские высокоуглеродистые толщи, аналогичные таковым на Сибирской платформе (Юрубчено-Тахомская зона нефтегазонакопления), а во втором – кремнисто-глинисто-карбонатные нижне-среднекембрийские отложения пайдугинской свиты с повышенным содержанием органического углерода – аналога куонамской формации на Сибирской платформе.

Отмечено, что по наличию нефтегазогенерационных источников, возрасту, структуре и литологическим особенностям коллекторов и флюидоупоров потенциально нефтегазоносные системы отличаются друг от друга в восточной и западной частях бассейна. Это связано с субширотной палеогеографической зональностью Предьенисейского осадочного бассейна,

фиксируемой по материалам бурения и на сейсмических профилях: на востоке венд-раннекембрийские отложения формировались в условиях эвапоритового солеродного суббассейна, а на западе седиментация разновозрастных комплексов происходила в условиях глубоководного моря. Соответственно в качестве потенциальных резервуаров в восточных районах можно рассматривать вендские подсолевые и нижнекембрийские межсолевые комплексы, слагающие с докембрийским потенциальным источником УВ единый ПНГК, тогда как в западных районах можно выделить два ПНГК – докембрийский (с аналогичным рифейским(?) источником УВ, верхневендскими коллекторами и раннекембрийским глинистым флюидоупором) и кембрийский – с пайдугинской свитой в качестве самостоятельного источника УВ, среднекембрийскими карбонатными коллекторами и верхнекембрийскими глинисто-карбонатными флюидоупорами.

Моделирование истории осадконакопления и динамики погружений толщ в пределах Предъенисейского осадочного бассейна показывает, что процессы генерации и миграции УВ могли проходить на довольно ранних этапах – начиная с кембрия для докембрийских нефтематеринских толщ, и с ордовика для кембрийских. Следы этих процессов обнаруживаются в результате геохимического анализа ОВ и нефтидов в керне скважин. Дальнейшие тектонические процессы, связанные с закрытием Палеоазиатского океана и последовавшей герцинской орогенцией, вероятно, привели к деструкции большей части сформированных залежей. Погружение докембрийских и кембрийских углеродистых толщ в мезозойское и кайнозойское время могло привести к вторичной, более молодой генерации УВ из оставшегося ОВ, что подтверждается как моделью погружений, так и находками не подвергшихся значительной биодеградации нефтидов в скважинах, вскрывших кембрийские отложения.

Наиболее перспективной с точки зрения потенциальной нефтегазоносности является центральная зона развития рифовой гряды, разделяющая западную и восточные зоны седиментации и включающая оба из упомянутых возможных источников УВ.

Заключение

Имеющиеся данные (наличие мощной осадочной толщи, включающей высокоуглеродистые отложения, присутствие в разрезе выдержанных региональных коллекторов и флюидоупоров, следы генерации и миграции УВ) позволяют говорить о возможном значительном нефтегазоносном потенциале осадочного бассейна. Однако, в то же время существуют факторы, которые могли привести к значительным потерям и уничтожению уже сформированных залежей.

Для более достоверной и корректной оценки потенциальной нефтегазоносности

Предъенисейского осадочного бассейна необходимо выполнение комплексных исследований, основой которых могло бы стать численное бассейновое моделирование и, в частности, реконструкция истории погружений осадочных толщ: восстановление осадочной последовательности Предъенисейского осадочного бассейна, палеотолщин комплексов, оценка времени и масштабов денудационных процессов.

Объективные трудности в этом плане связаны, в первую очередь, с отсутствием в разрезе значительных фрагментов доюрских осадочных комплексов, в частности верхнепалеозойских и триасовых. Для более корректного анализа распространения таких комплексов и восстановления их палеотолщин необходимо привлекать информацию по всем смежным территориям, где такие осадочные последовательности сохранились. Такая работа для этого района проведена впервые и составляет важную часть информационной основы для дальнейших исследований в рамках бассейнового моделирования. Конечно, созданные сеточные модели карт палеотолщин и структурных поверхностей для ряда стратиграфических уровней носят прогнозный характер с неопределенностью. Тем не менее, в целом для крупномасштабных региональных построений и оценок такие модели вполне правомерны и не противоречат имеющимся геологическим данным.

Другой объективной трудностью в процессе реконструкции динамики погружений является ограниченный функционал используемого программного пакета, слабо ориентированного на объекты, связанные со значительными структурными перестройками и, как следствие, масштабными денудационными процессами. Результат, во многом, получается слишком схематичным и не всегда корректным. Для нивелировки таких моментов в ряде случаев необходима «ручная» настройка и корректировка ввода данных, что, с одной стороны, значительно усложняет исследователю процесс моделирования, с другой – делает его менее реалистичным (более схематичным).

Для оценки перспектив нефтегазоносности Предъенисейского осадочного бассейна, по мнению автора, остается ряд задач, требующих решения в ближайшей перспективе. Во-первых, это задача доизучения и кондиционного картирования наиболее перспективных объектов, рекомендованных для поискового бурения и испытаний. На данный момент площадная сейсмическая изученность бассейна с незавершенным региональным этапом и неравномерностью сети профилей ОГТ не позволяет уверенно этого делать. Во-вторых, остается проблема реконструкции истории и оценки объемов генерации и скоплений нафтидов, а также сохранности возможных залежей. В работе на базе имеющегося материала построены лишь предварительные модели погружений осадков и генерации УВ и получены только начальные экспертные оценки, требующие дополнительных исследований и уточнения. В рамках этой проблемы большим вопросом остается наличие и объем

потенциально нефтематеринских толщ в докембрийских осадочных комплексах.

В-третьих, остается нерешенным вопрос качественного испытания в пробуренных скважинах. С одной стороны, на сегодняшний день притоков УВ не получено, с другой - ни одна из скважин, в силу решения иных (параметрических) задач, не заложена и не испытывалась в благоприятных структурных и литофациальных условиях. Кроме того, качество испытаний, часто проводимых с нарушением технологических и методических рекомендаций, неудовлетворительно. Без решения этих вопросов, как показывает мировая практика, невозможно сделать окончательные выводы о нефтегазоперспективности бассейна.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственной программы фундаментальных научных исследований FWZZ-2022-0007.

Благодарности. Автор благодарит старшего научного сотрудника лаборатории теоретических основ прогноза нефтегазоносности ИНГГ СО РАН А.А. Дешина за оказанную помощь при работе с программным комплексом TEMIS (Beicip Franlab).

Литература

Гражданкин Д.В., Конторович А.Э., Конторович В.А., Сараев С.В., Филиппов Ю.Ф., Ефимов А.С., Карлова Г.А., Кочнев Б.Б., Наговицын К.Е., Терлеев А.А., Федянин Г.О. Венд Предъенисейского осадочного бассейна (юго-восток Западной Сибири) // Геология и геофизика. - 2015. - Т. 56. - № 4. - С.718-734. DOI: [10.15372/GiG20150407](https://doi.org/10.15372/GiG20150407)

Козлов П.С., Филиппов Ю.Ф., Лиханов И.И., Ножкин А.Д. Геодинамическая модель эволюции Приенисейской палеосубдукционной зоны в неопротерозое (западная окраина Сибирского кратона), Россия // Геотектоника. - 2020. - Т. 54. - № 1. - С. 62-78. DOI: [10.31857/S0016853X20010063](https://doi.org/10.31857/S0016853X20010063)

Конторович А.Э., Варламов А.И., Ефимов А.С., Конторович В.А., Коровников И.В., Кринин В.А., Сараев С.В., Сенников Н.В., Филиппов Ю.Ф. Стратиграфическая схема кембрийских отложений юга предъенисейской части Западной Сибири // Геология и геофизика. - 2021. - Т. 62. - № 3. - С. 443-465. DOI: [10.15372/GiG2020206](https://doi.org/10.15372/GiG2020206)

Конторович А.Э., Варламов А.И., Гражданкин Д.В., Карлова Г.А., Клец А.Г., Конторович В.А., Сараев С.В., Терлеев А.А., Беляев С.Ю., Ефимов А.С., Кочнев Б.Б., Наговицын К.Е., Постников А.А., Филиппов Ю.Ф. Разрез венда восточной части Западно-Сибирской плиты (по результатам бурения параметрической скважины Восток-3) // Геология и геофизика. - 2008. - Т.49. - № 12. - С.1238-1247. EDN: [JXFEZN](https://www.ngtp.ru/rub/2008/12_2008.html)

Конторович А.Э., Ефимов А.С., Кринин В.А., Хоменко А.В., Гилинская Л.Г., Данилова В.П., Меленевский В.Н., Костырева Е.А., Махнева Е.Н., Юдина Н.Т. Геолого-геохимические предпосылки нефтегазоносности кембрия и верхнего протерозоя юго-востока Западной Сибири // Геология и геофизика. - 2000. - Т.41. - № 12. - С. 1615-1636. EDN: [NUZVUR](https://www.ngtp.ru/rub/2000/12_2000.html)

Конторович А.Э., Конторович В.А., Коровников И.В., Сараев С.В., Сенников Н.В., Филиппов Ю.Ф., Варламов А.И., Ефимов А.С., Филипцов Ю.А., Постников А.А., Терлеев А.А., Карлова Г.А., Наговицын К.Е., Токарев Д.А., Батурина Т.П., Губин И.А., Кочнев Б.Б., Новожилова Н.В., Лучинина В.А. Разрез кембрия в восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы (по результатам бурения параметрической скважины Восток-4) // Геология и геофизика. - 2012. - Т.53. - № 10. - С.1273-1284. EDN: [PGGBLP](https://www.ngtp.ru/rub/2012/10_2012.html)

Конторович А.Э., Конторович В.А., Филиппов Ю.Ф., Беляев С.Ю., Буриштейн Л.М.,

Вальчак В.И., Евграфов А.А., Ефимов А.С., Каиштанов В.А., Конторович А.А., Петров В.Н., Хоменко А.В. Предьенисейская нефтегазоносная провинция - новый перспективный объект поисков нефти и газа в Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2006. - № 5-6. - С. 9-23. EDN: [HZOQOD](#)

Конторович А.Э., Костырева Е.А. Распределение органического углерода в кембрии Предьенисейского суббассейна // Геология и геофизика. - 2023. - Т. 64. - №7. - С. 1008-1017. DOI: [10.15372/GiG2023109](#)

Конторович А.Э., Костырева Е.А., Сараев С.В., Меленевский В.Н., Фомин А.Н. Геохимия органического вещества кембрия Предьенисейской субпровинции Сибири // Геология и геофизика. - 2011а. - Т. 52. - №6. - С. 737-750. EDN: [NVUDCF](#)

Конторович А.Э., Костырева Е.А., Сараев С.В., Меленевский В.Н., Фомин А.Н. Литология и органическая геохимия венда Предьенисейской субпровинции (по результатам бурения скв. Восток-3) // Геология и геофизика. - 2011б. - Т. 52. - №9. - С. 1213-1221. EDN: [OFZXFR](#)

Могучева Н.К., Перегоедов Л.Г., Алейников А.Н., Куцман А.Н., Сивчиков В.Е., Тимохин А.В. Новые данные по расчленению разреза, вскрытого скважиной Лекосской-27 // Вестник недропользователя. - 2011. - №22. - С. 52-60. EDN: [UJCNJL](#)

Новиков Д.А., Шварцев С.Л. Гидрогеологические условия Предьенисейской нефтегазоносной субпровинции // Геология и геофизика. - 2009. - Т. 50. - №10. - С. 1131-1143. EDN: [KXLLDB](#)

Сурков В.С., Коробейников В.П., Крылов С.В. Гришин М.П., Краевский Б.Г., Ларичев А.И. Геодинамические и седиментационные условия формирования рифейских нефтегазоносных комплексов на западной окраине Сибирского палеоконтинента // Геология и геофизика. - 1996. - Т. 37. - № 8. - С. 154-165. EDN: [ZSZWZT](#)

Филиппов Ю.Ф. Геологическая модель Предьенисейского верхнепротерозой-палеозойского осадочного бассейна на юго-востоке Западно-Сибирской провинции // Геология нефти и газа. - 2018. - № 4. - С. 53-62. DOI: [10.31087/0016-7894-2018-4-53-62](#)

Филиппов Ю.Ф. Перспективы нефтегазоносности Предьенисейского осадочного бассейна // Геология нефти и газа. - 2016. - №6. - С 35-45. EDN: [XGVFRR](#)

Филиппов Ю.Ф. Предьенисейский осадочный бассейн: сейсмогеологическая модель и геодинамическая эволюция // Геология и геофизика. - 2017. - Т. 58. - №3-4. - С. 455-471. DOI: [10.15372/GiG20170309](#)

Филиппов Ю.Ф., Буриштейн Л.М. История генерации нефтидов в Предьенисейском осадочном бассейне // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. (г. Новосибирск, 17-21 апреля 2017 г.): Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология: сб. материалов Междунар. науч. конф. в 4 т. - Новосибирск: СГУГиТ, 2017. - Т. 1. - С. 166-170. EDN: [YRPNSR](#)

Филиппов Ю.Ф., Конторович В.А., Сенников Н.В. Новый взгляд на схему стратиграфии палеозоя юго-востока Западной Сибири // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2014. - №2. - С.7-21. EDN: [SECHSF](#)

Филиппов Ю.Ф., Сараев С.В. Потенциально нефтегазоносные комплексы Предьенисейского осадочного бассейна на юго-востоке Западной Сибири // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2019. - Т.14. - №2. - http://www.ngtp.ru/rub/2019/19_2019.html DOI: [10.17353/2070-5379/19_2019](#)

This is an open access article under the CC BY 4.0 license

Received 01.04.2025

Published 16.06.2025

Filippov Yu.F.

A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, PhilippovYF@ipgg.sbras.ru

STRUCTURE AND RECONSTRUCTION OF THE SUBSIDENCE DYNAMICS OF POTENTIAL OIL AND GAS STRUCTURES OF THE PRE-YENISEY SEDIMENTARY BASIN

A model of the structure and subsidence dynamics of Upper Precambrian and Cambrian potential oil and gas structures of the Pre-Yenisey sedimentary basin, which is one of the most promising but poorly studied objects in the basement of the West Siberian Plate, is presented. Using regional seismic exploration and deep well drilling data, paleogeographic reconstructions and lithofacies analysis, their structure and main patterns of spatial distribution were established, and their relationship with oil and gas structures in the west of the Siberian platform was shown. For the first time, paleoreconstructions of the formation and subsidence of sedimentary structures, including those partially or completely denuded in subsequent epochs, were performed for this region. The time of hydrocarbon generation stages has been estimated for the main potentially oil and gas-generating strata. The study results are important for regional assessment of the basin's petroleum potential and development of a resource development strategy in this region.

Keywords: *Upper Precambrian-Cambrian, oil and gas structures, subsidence model, petroleum potential prospects, Pre-Yenisey sedimentary basin, Western Siberia.*

For citation: Filippov Yu.F. Stroenie i rekonstruktsiya pogruzheniy potentsial'no neftegazonosnykh kompleksov Pred"eniseyskogo osadochnogo basseyna [Structure and reconstruction of the subsidence dynamics of potential oil and gas structures of the Pre-Yenisey sedimentary basin]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 2025, vol. 20, no. 2, available at: https://www.ngtp.ru/rub/2025/23_2025.html EDN: QLSOQR

References

Filippov Yu.F. Geologicheskaya model' Pred"eniseyskogo verkhneproterozoy paleozoyskogo osadochnogo basseyna na yugo vostoке Zapadno Sibirskoy provintsii [Geological model of the Pre-Yenisey Upper Proterozoic Paleozoic sedimentary basin in the southeast of the West Siberian province]. *Geologiya nefti i gaza*, 2018, no. 4, pp. 53-62. (In Russ.). DOI: [10.31087/0016-7894-2018-4-53-62](https://doi.org/10.31087/0016-7894-2018-4-53-62)

Filippov Yu.F. Perspektivy neftegazonosnosti Pred"eniseyskogo osadochnogo basseyna [Oil and gas potential of the Pre-Yenisey sedimentary basin]. *Geologiya nefti i gaza*, 2016, no. 6, p. 35-45. (In Russ.). EDN: [XGVFRR](https://www.edn.ru/edn/2016/06/35-45)

Filippov Yu.F. Pred"eniseyskiy osadochnyy basseyn: seismogeologicheskaya model' i geodinamicheskaya evolyutsiya [Pre-Yenisey sedimentary basin: seismogeological model and geodynamic evolution]. *Geologiya i geofizika*, 2017, vol. 58, no. 3-4, pp. 455-471. (In Russ.). DOI: [10.15372/GiG20170309](https://doi.org/10.15372/GiG20170309)

Filippov Yu.F., Burshteyn L.M. Istoriya generatsii naftidov v Pred"eniseyskom osadochnom basseyne [History of naphthide generation in the Pre-Yenisey sedimentary basin]. *Interespo GEO-Sibir'-2017. XIII Mezhdunar. nauch. kongr. (Novosibirsk, 17-21 Apr 2017): Nedropol'zovanie. Gornoe delo. Napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh. Geoekologiya: sb. materialov Mezhdunar. nauch. konf. v 4 t.* Novosibirsk: SGUGiT, 2017, vol. 1, pp. 166-170. (In Russ.). EDN: [YRPNSR](https://www.edn.ru/edn/2017/01/166-170)

Filippov Yu.F., Kontorovich V.A., Sennikov N.V. Novyy vzglyad na skhemu stratigrafii paleozoya yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri [A new look at the Paleozoic stratigraphy scheme of the southeast of Western Siberia]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2014, no. 2, pp. 7-21.

(In Russ.). EDN: [SECHSF](#)

Filippov Yu.F., Saraev S.V. Potentsial'no neftegazonosnye komplekсы Pred"eniseyskogo osadochnogo basseyna na yugo-vostoke Zapadnoy Sibiri [Potential of petroleum bearing structures of the Pre-Yenisei sedimentary basin (southeast of Western Siberia)]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*, 2019, vol. 14, no. 2, available at: http://www.ngtp.ru/rub/2019/19_2019.html (In Russ.). DOI: [10.17353/2070-5379/19_2019](https://doi.org/10.17353/2070-5379/19_2019)

Grazhdankin D.V., Kontorovich A.E., Kontorovich V.A., Saraev S.V., Filippov Yu.F., Efimov A.S., Karlova G.A., Kochnev B.B., Nagovitsin K.E., Terleev A.A., Fedyanin G.O. Vend Pred"eniseyskogo osadochnogo basseyna (yugo-vostok Zapadnoy Sibiri) [Vendian Pre-Yenisey sedimentary basin (southeast of Western Siberia)]. *Geologiya i geofizika*, 2015, vol. 56, no. 4, pp. 718-734. (In Russ.). DOI: [10.15372/GiG20150407](https://doi.org/10.15372/GiG20150407)

Kontorovich A.E., Varlamov A.I., Efimov A.S., Kontorovich V.A., Korovnikov I.V., Krinin V.A., Saraev S.V., Sennikov N.V., Filippov Yu.F. Stratigraficheskaya skhema kembriyskikh otlozheniy yuga pred"eniseyskoy chasti Zapadnoy Sibiri [Stratigraphic scheme of Cambrian strata in the south of the Pre-Yenisey part of Western Siberia]. *Geologiya i geofizika*, 2021, vol. 62, no. 3, pp. 443-465. (In Russ.). DOI: [10.15372/GiG2020206](https://doi.org/10.15372/GiG2020206)

Kontorovich A.E., Efimov A.S., Krinin V.A., Khomenko A.V., Gilinskaya L.G., Danilova V.P., Melenevskiy V.N., Kostyreva E.A., Makhneva E.N., Yudina N.T. Geologo-geokhimicheskie predposylki neftegazonosnosti kembriya i verkhnego proterozoya yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri [Geological and geochemical prerequisites for the petroleum potential of the Cambrian and Upper Proterozoic in the southeast part of Western Siberia]. *Geologiya i geofizika*, 2000, vol. 41, no. 12, pp. 1615-1636. (In Russ.). EDN: [NUZVUR](#)

Kontorovich A.E., Kontorovich V.A., Filippov Yu.F., Belyaev S.Yu., Burshteyn L.M., Val'chak V.I., Evgrafov A.A., Efimov A.S., Kashtanov V.A., Kontorovich A.A., Petrov V.N., Khomenko A.V. Pred"eniseyskaya neftegazonosnaya provintsiya - novyy perspektivnyy ob"ekt poiskov nefti i gaza v Sibiri [Pre-Yenisey petroleum province - a new promising object of oil and gas exploration in Siberia]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 2006, no. 5-6, pp. 9-23. (In Russ.). EDN: [HZOQOD](#)

Kontorovich A.E., Kontorovich V.A., Korovnikov I.V., Saraev S.V., Sennikov N.V., Filippov Yu.F., Varlamov A.I., Efimov A.S., Filiptsov Yu.A., Postnikov A.A., Terleev A.A., Karlova G.A., Nagovitsin K.E., Tokarev D.A., Baturina T.P., Gubin I.A., Kochnev B.B., Novozhilova N.V., Luchinina V.A. Razrez kembriya v vostochnoy chasti Zapadno-Sibirskoy geosineklizy (po rezul'tatam bureniya parametricheskoy skvazhiny Vostok-4) [Cambrian section in the eastern part of the West Siberian geosyncline (based on the results of drilling the Vostok-4 parametric well)]. *Geologiya i geofizika*, 2012, vol. 53, no. 10, pp.1273-1284. (In Russ.). EDN: [PGGBLP](#)

Kontorovich A.E., Kostyreva E.A. Raspredelenie organicheskogo ugleroda v kembrii Pred"eniseyskogo subbasseyna [Distribution of organic carbon in the Cambrian of the Pre-Yenisey sub-basin]. *Geologiya i geofizika*, 2023, vol. 64, no. 7, pp. 1008-1017. (In Russ.). DOI: [10.15372/GiG2023109](https://doi.org/10.15372/GiG2023109)

Kontorovich A.E., Kostyreva E.A., Saraev S.V., Melenevskiy V.N., Fomin A.N. Geokhimiya organicheskogo veshchestva kembriya Pred"eniseyskoy subprovintsii Sibiri [Geochemistry of organic matter of the Cambrian Pre-Yenisey sub-province of Siberia]. *Geologiya i geofizika*, 2011a, vol. 52, no. 6, pp. 737-750. (In Russ.). EDN: [NVUDCF](#)

Kontorovich A.E., Kostyreva E.A., Saraev S.V., Melenevskiy V.N., Fomin A.N. Litologiya i organicheskaya geokhimiya venda Pred"eniseyskoy subprovintsii (po rezul'tatam bureniya skv. Vostok-3) [Lithology and organic geochemistry of the Vendian Pre-Yenisey sub-province (based on the results of drilling the Vostok-3 well)]. *Geologiya i geofizika*, 2011b, vol. 52, no. 9, pp. 1213-1221. (In Russ.). EDN: [OFZXFR](#)

Kontorovich A.E., Varlamov A.I., Grazhdankin D.V., Karlova G.A., Klets A.G., Kontorovich V.A., Saraev S.V., Terleev A.A., Belyaev S.Yu., Efimov A.S., Kochnev B.B., Nagovitsyn K.E., Postnikov A.A., Filippov Yu.F. Razrez venda vostochnoy chasti Zapadno-

Sibirskoy plity (po rezul'tatam bureniya parametricheskoy skvazhiny Vostok-3) [Vendian section of the eastern part of the West Siberian Plate (based on the results of drilling the parametric well Vostok-3)]. *Geologiya i geofizika*, 2008, vol. 49, no. 12, pp.1238-1247. (In Russ.). EDN: [JXFEZN](#)

Kozlov P.S., Filippov Yu.F., Likhonov I.I., Nozhkin A.D. Geodinamicheskaya model' evolyutsii Prieniseyskoy paleosubduksionnoy zony v neoproterozoe (zapadnaya okraina Sibirskogo kratona), Rossiya [Geodynamic model of the evolution of the Yenisey paleosubduction zone in the Neoproterozoic (western margin of the Siberian craton), Russia]. *Geotektonika*, 2020, vol. 54, no. 1, pp. 62-78. (In Russ.). DOI: [10.31857/S0016853X20010063](#)

Mogucheva N.K., Peregoedov L.G., Aleynikov A.N., Kutsman A.N., Sivchikov V.E., Timokhin A.V. Novye dannye po raschleneniyu razreza, vskrytogo skvazhinoy Lekosskoy-27 [New data on the subdivision of the section opened by the Lekoskaya-27 well]. *Vestnik nedropol'zovatelya*, 2011, no. 22, pp. 52-60. (In Russ.). EDN: [UJCNJL](#)

Novikov D.A., Shvartsev S.L. Gidrogeologicheskie usloviya Pred"eniseyskoy neftegazonosnoy subprovintsii [Hydrogeological conditions of the Pre-Yenisey petroleum sub-province]. *Geologiya i geofizika*, 2009, vol. 50, no. 10, pp. 1131-1143. (In Russ.). EDN: [KXLLDB](#)

Surkov V.S., Korobeynikov V.P., Krylov S.V. Grishin M.P., Kraevskiy B.G., Larichev A.I. Geodinamicheskie i sedimentatsionnye usloviya formirovaniya rifeyskikh neftegazonosnykh kompleksov na zapadnoy okraine Sibirskogo paleokontinenta [Geodynamic and sedimentation conditions of formation of Riphean oil and gas complexes on the western margin of the Siberian paleocontinent]. *Geologiya i geofizika*, 1996, vol. 37, no. 8, pp. 154-165. (In Russ.). EDN: [ZSZWZT](#)