DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/12_2021

УДК 552.55:551.882.1(571.642)

Дегтярев В.А., Сизанов Б.И., Костров Ю.В., Хмарин Э.К., Халиулин Р.Р.

OOO «PH-СахалинНИПИморнефть», Южно-Сахалинск, Россия, vadegtyarev@snipi.rosneft.ru, bisizanov@snipi.rosneft.ru, yvkostrov@snipi.rosneft.ru, ekkhmarin@snipi.rosneft.ru, rrkhaliulin@snipi.rosneft.ru

УТОЧНЕНИЕ ФАЦИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА САХАЛИН С ЦЕЛЬЮ ЛОКАЛИЗАЦИИ КРЕМНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Северный Сахалин является одним из старейших нефтегазодобывающих регионов России, но на сегодняшний день остро стоит вопрос о восполнении его ресурсной базы. В качестве одного из источника восполнения ресурсной базы рассматриваются трещинные коллекторы в кремнистых отложениях пильской свиты. Для качественного прогноза их локализации проведен фациальный анализ трех нефтегазоносных горизонтов (дагинский, окобыкайский и нижненутовский) миоценового возраста. В основу работы положено изучение имеющегося кернового материала и сохранившихся его описаний, а также комплексная интерпретация результатов исследований керна с геофизическими исследованиями скважин и материалами сейсморазведки. В результате впервые построена 3D геологическая модель исследуемого участка с учетом фациальных особенностей.

Ключевые слова: нефтегазоносные горизонты миоценового возраста, кремнистые отложения, фациальная модель, обстановки осадконакопления, остров Сахалин.

Введение

В последние годы перед нефтегазодобывающей отраслью Сахалина остро стоит задача восполнения ресурсной базы. На северо-востоке острова, в основном нефтегазодобывающем районе, фонд структурных ловушек практически исчерпан. Источниками восполнения ресурсной базы служат залежи глубоких горизонтов со сложным геологическим строением и коллекторами с неоднозначными фильтрационно-емкостными свойствами, литологически ограниченными и экранированными ловушками. Так же, в последнее время, особый интерес представляют трещинные коллекторы в кремнистых породах.

Поиск перспективных ловушек в кремнистых породах требует построения качественно новых геологических моделей. Для этого необходим детальный анализ условий формирования перспективных нефтегазоносных толщ, который поможет установить генезис коллекторов и дать надежный прогноз их распространения. Одним из методов прогноза особенностей строения и пространственного развития нефтеносного пласта является фациальный анализ.

Целью данной работы являлась локализация кремнистых отложений северо-восточной части о-ва Сахалин для дальнейшего изучения.

Характер палеогеографических обстановок Северо-Сахалинского бассейна в миоценовое время определялся тесным взаимодействием относительно мелкого окраинного

моря и дельты крупной речной системы (Палеоамур). Первые представления об истории развития палеодельты, основанные на изучении больших массивов кернового материала, сформированы в 70-х гг. ХХ в. [Мишаков, 1981] и в дальнейшем получили обширное развитие [Кайнозой Сахалина..., 2002; Геология, геодинамика..., 2004; Нефтегазовая геология..., 2010; Костров и др., 2018].

Развитие дельты представляется следующим образом. Впервые дельта крупной реки зарождается в раннем миоцене. В дагинское время происходит формирование дельтовой платформы с обширной приморской низменностью, которая занимала практически всю территорию Северо-Сахалинской равнины, а местами и прилегающие акватории (рис. 2). В начале окобыкайского времени наблюдается обширная трансгрессия, в результате которой затоплены значительные участки суши, и размер дельтовой платформы сократился до минимального, дельта развита лишь на незначительном расстоянии от устья Палеоамура. В нутовское время снова происходит регрессия, в результате которой дельтовая платформа восстанавливается до прежних размеров.

Так же следует отметить, что о-в Сахалин входит в состав Азиатско-Тихоокеанской зоны перехода от континента к океану и характеризуется высокой тектонической активностью. Тектоническое строение острова очень сложное. В Кайнозое в регионе несколько раз проявлялись тектонические движения, в результате которых происходили существенные структурные перестройки. Тектоника оказывала большое влияние на распределение фациальных обстановок, обеспечивая их сильную изменчивость, на относительно небольших площадях. По результатам последнего стратиграфического совещания Сахалин разделен на 18 структурно-фациальных зон [Решения Рабочих Межведомственных..., 1998].

Методика работ

Уточнение фациальной модели проводилось на северо-восточном участке острова (рис. 1) для трех нефтегазоносных горизонтов (дагинско-уйнинский, окобыкайский и нижненутовский) миоценового возраста (рис. 2).

Особенностью исследуемого участка является его расположение на границе двух структурно-фациальных зон (СФЗ) - Шмидтовской и Охинской. Для всех трех горизонтов характерно значительное содержание кремнистых отложений в Шмидтовской СФЗ и постепенное их уменьшение в Охинской СФЗ. Для получения максимально точных и полных результатов при построении фациальной модели использовались все имеющиеся данные (керн, описания керна, кривые ГИС, сейсмическая информация) и применялось комплексирование методов определения обстановок осадконакопления.

Последовательность построения фациальной модели, примененная в данной работе

следующая:

- 1. сбор и анализ исходных данных;
- 2. описание, лабораторные исследования керна и построение литолого-фациальных колонок;
 - 3. распределение фаций по стволу скважин на основе данных керна и ГИС методов;
 - 4. фациальный анализ и построение карт-трендов;
 - 5. построение пространственной фациальной модели.

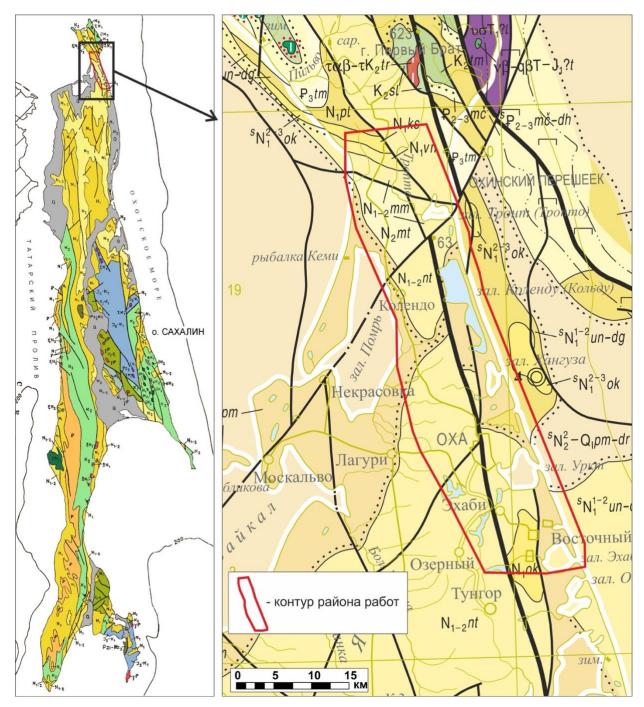


Рис. 1. Фрагмент государственной геологической карты 1000/3 с контуром района работ

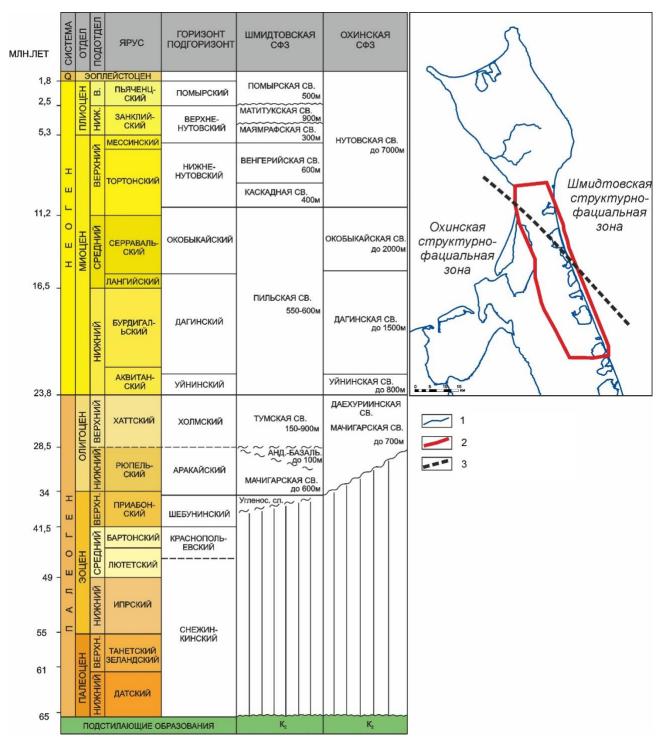


Рис. 2. Схема корреляции структурно-фациальных зон района исследования 1 - контур острова, 2 - контур моделирования, 3 - граница $C\Phi 3$.

Анализ керна

Основой реконструкций условий осадконакопления образования является керновый материал, как самый надежный источник информации. В лабораторных условиях исследовался весь сохранившийся керн. Производилось послойное детальное описание керна с подробной характеристикой структур, текстур, аутигенных включений, органических остатков, типов слоистых текстур, с указанием толщин прослоев, типов контактов,

определением ихнофоссилий.

В работе изучены данные по 30 опорным скважинам. Физически исследовался керн по 15 опорным скважинам, по которым сохранился каменный материал в лаборатории ООО «РН-СахалинНИПИморнефть», по остальным использовались первичные описания керна, выполненные дежурными геологами на буровой.

На участке исследования в миоцене преобладающими породами являются аргиллиты. Эти породы приурочены к относительно глубоководным фациям, хотя могут отлагаться и в относительно мелководных обстановках с низкой гидродинамической активностью. Часто аргиллиты представлены кремнистыми разностями, с увеличением кремнистости в восточном направлении, иногда полностью заменяя глинистые аргиллиты. Основным источником кремнезема в кремнистых породах служат панцири диатомей, состоящие из опала.

Образование высококремнистых илов зависит от разбавления кремнистого материала терригенно-глинистым и карбонатным. Скорости терригенного осадконакопления зачастую превышают скорость накопления диатомитовых илов. Поэтому даже в областях экстремально высокой биопродуктивности фитопланктона, кремнистая седиментация в значительной степени подавляется терригенной [Диатомовые водоросли..., 1974]. Следовательно, увеличение кремнистости указывает на дефицит терригенного материала, соответственно на удаление от источника сноса.

Также значительно распространены алевролиты и мелкозернистые песчаники, отлагающиеся в условиях шельфа. Средне- и крупнозернистые песчаники встречаются достаточно редко и отнесены авторами к дельтовым отложениям. Степень сортировки песчаников различная. Часто присутствуют плохо отсортированные породы, указывающие на относительную близость источника сноса.

Из текстурных особенностей отмечается преобладание полого-волнистой и горизонтальной слоистости (рис. 3а). Подобная слоистость указывает на относительно глубоководные условия осадконакопления. Часто породы массивные (рис. 3б), без какой-либо слоистости, что затрудняет отнесение породы к той или иной группе фаций.

Встречается волнистая, линзовидная слоистость и следы симметричной ряби волнения (рис. 3ж), что отвечает мелководно-морским условиям. Косая однонаправленная, косая разнонаправленная, мульдообразная слоистость (см. рис. 3а, г, з), а также следы ассимметричной ряби течения указывают на наличие однонаправленного течения во время накопления осадка. Эти признаки можно интерпретировать как дельтовые.

Наблюдаются текстуры, указывающие на нарушение первоначального залегания осадка (конволютная, оползания, взмучивания) (рис. 3д). Для всех фаций отмечено сложное взаимоотношение текстур, обусловленное седиментацией исследуемых отложений.

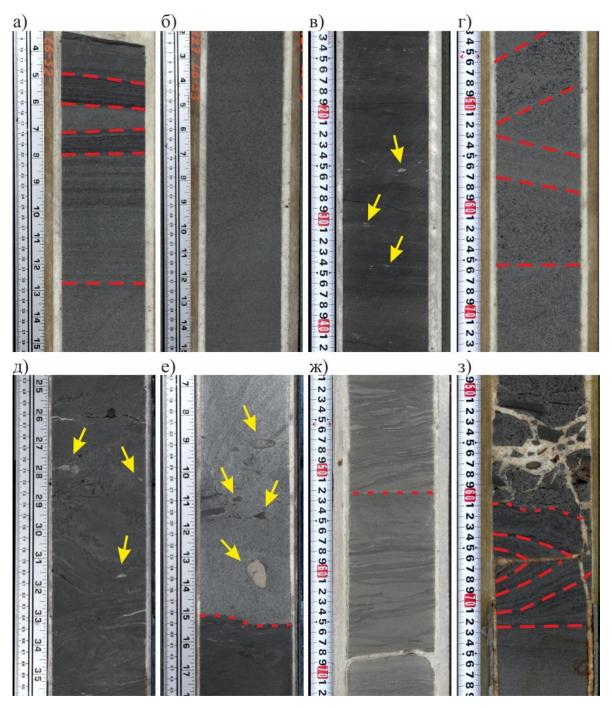


Рис. 3. Фото керна

а) мелкозернистый песчаник с горизонтальной и косой слоистостью; б) песчаник мелкозернистый массивный; в) глина с примесью кремнистого вещества. Слоистость горизонтальная не ясно выраженная. Содержит многочисленные Terebelina, гравий кислых эффузивов и раковины; г) песчаник разнозернистый гравийный. Слоистость крупная, косая сильно срезанная, разнонаправленная; д) алевролит с многочисленными включениями (карманами) песчаника тонко-мелкозернистого. Вся порода несет текстуру оползания; е) песчаник средне-мелкозернистый, известковый, массивный. Содержит гальки аргиллита, кремнистого аргиллита и опоки. Контакт с нижележащей породой волнистый, хорошо выраженный; ж) переслаивание алеврито-песчаника и алеврито-глины. Слоистость (снизу вверх): флазерная, горизонтальная, косоволнистая со знаками ряби, неясновыраженная горизонтальная, косоволнистая в сочетании с горизонтальной, линзовидно-волнистая. Содержит Palaeophycus; з) песчаник тонко-мелкозернистый, тонкослоистый. Слоистость связана с обогащением отдельных слойков углефицированными растительными остатками. Слоистость косая, двунаправленная («рыбья кость»), в верхней части слабосрезанная, параллельная, представленная многочисленными прерывистыми тонкими слойками. Керн б, г, д, е, ж - нутовский горизонт, керн в, з - окобыкайский горизонт, керн а, е - дагинский горизонт.

Органические остатки представлены преимущественно мелким растительным детритом, который встречается повсеместно, во всех типах пород. Крупные обугленные растительные остатки и отпечатки растений отмечаются достаточно редко. В северной и южной частях района исследований, в интервале дагинской и нижненутовской свит присутствуют единичные обломки угля, указывающие на размыв более древних пород. Раковины моллюсков и их детрит встречаются редко и преимущественно в северной и восточной частях изучаемого района (рис. 3в). В северной части района исследований (скв. Полянская) найдена чешуя рыб.

Ихнофоссилии представлены преимущественно Terebelina и Palaeophycus, которые указывают на условия формирования отложений в морской удаленной, наиболее глубоководной среде фации Crusiana (см. рис. 3в). Ихнофоссилии в песчаниках встречаются редко, представлены преимущественно Arenicolites и Skolitos, характерные для ихнофации Skolithos.

Аутигенные минералы, которые могут указывать на обстановки осадконакопления, представлены пиритом и сидеритом в виде конкреций и зерен. Пирит образуется на дне морских водоемов в застойных водах без доступа кислорода, сидерит - в болотах, мелководных лагунах, морских заливах или на значительной глубине, но всегда в застойных водах при недостатке кислорода [Фациальный анализ, 2008].

В разрезе встречается глауконит, который образуется в морях на глубине до 200 м. Формирование его происходит в поверхностном слое донных осадков при обогащении последних органическим веществом в условиях теплого климата [Фациальный анализ, 2008].

На севере района исследований отмечены многочисленные, уплощенные фосфоритовые конкреции. Фосфорит (агрегат землистых, аморфных и тонкокристаллических разностей апатита) встречается в конкрециях, псевдоморфозах и пластах, в средней или нижней частях шельфа на глубине от 50 до 150-200 м в областях с аридным и гумидным климатом. Пластовые фосфориты типичны для закрытого шельфа, конкреционные - более мелководные образования, формирующиеся не только на открытом шельфе, но и в заливах, лагунах, проливах. Источником фосфора служат разлагающиеся морские животные и растения [Фациальный анализ, 2008].

Особое внимание при описании керна уделялось трещиноватости в кремнистых породах. Трещины в кремнистых породах разделены на 3 генетических типа:

- 1) Диагенетические трещины. Основной отличительной чертой этих трещин является их сложный петельчатый, сутуровидный рисунок, метелкообразный вид. Основное направление таких трещин согласно с напластованием осадка, преобразующегося в породу. Протяженность трещин первые сантиметры. Заполнены битумно-глинистым материалом.
 - 2) Эпигенетические трещины. Образуются при дальнейшем уплотнении пород в

результате перекристаллизации опок, а также в процессе фазового перехода Опал-КТ - α-Кварц. Направление эпигенетических трещин самое разнообразное. Часто повторяют шовную часть диагенетических трещин. Протяженность трещин - первые сантиметры. Как правило, трещины полые или выполнены доломитом, кальцитом и тонкораскристализованным кварцем.

3) Тектонические трещины. Проявляются в результате дизьюнктивных деформаций, образуют группы систем трещин, оперяющих шовную часть разломов. Трещины протяженные, пересекают и подновляют первые две системы трещины. Большая часть тектонических трещин не несет минерализации. Полые трещины выполнены водой или нефтью.

Первые два типа трещин напрямую связаны с постседиментационными процессами уплотнения осадочной толщи и фазового перехода кремнезема из одного состояния в другое.

В результате анализа кернового материала авторами определены семь фаций (названия фаций даны по [Атлас субаквальных фаций..., 2014]).

- 1. Фация гравийно-песчаных осадков центральных частей конусов выноса [Атлас субаквальных фаций..., 2014]. К отложениям этой фации относятся средне-крупнозернистые песчаники, с примесью гравийного материала. Для них характерна средняя и плохая (чаще) сортировка, косая слоистость или слоеватость, небольшое количество крупноразмерной растительной органики. Биотурбация отсутствует.
- 2. Фация песчаных осадков конусов выноса [Атлас субаквальных фаций..., 2014]. К отложениям этой фации относятся мелко-среднезернистые песчаники. Для них характерна средняя сортировка, слоистость всегда косая однонаправленная, до сильносрезанной и веерной. Элементы косо-волнистой слоистости указывают на парагенез с активным мелководьем (волновая переработка дельтовых выносов). Количество углефицированных растительных остатков варьирует от полного отсутствия до заметного количества. Крупные растительные остатки встречаются редко. Биотурбация не отмечена.
- 3. Фация алеврито-песчаных осадков передовой части дельты [Атлас субаквальных фаций..., 2014]. К отложениям этой фации относятся тонко-мелкозернистые песчаники. Для них характерна хорошая и очень хорошая сортировка. Тонкая косая однонаправленная слоистость, изредка с элементами косо-волнистой. Небольшое количество очень тонкодиспергированного растительного материала. Биотурбация отсутствует.
- 4. Фация песчаных осадков сильноподвижного мелководья (аккумулятивные формы: бары, косы, пересыпи) [Атлас субаквальных фаций..., 2014]. К отложениям этой фации относятся мелко-среднезернистые песчаники. Для них характерна средняя и хорошая сортировка, преимущественно косо-волнистая слоистость, часто флазерного типа. Часто

отсутствует либо встречается небольшое количество растительного детрита. Биотурбация отсутствует.

- 5. Фация алеврито-песчаных осадков подвижного мелководья [Атлас субаквальных фаций..., 2014]. К отложениям этой фации относятся тонко-мелкозернистые песчаники. Для них характерна хорошая и очень хорошая сортировка. Слоистость тонкая волнистая в разных сочетаниях (от полого- до косо-волнистой). Обычно встречается немного тонкорассеянной растительной органики. Ихнофоссилии Arenicolites и Skolitos.
- 6. Фация песчано-алевритовых осадков открытой части бассейна [Атлас субаквальных фаций..., 2014]. К отложениям этой фации относятся алевролиты тонко(мелко)зернистые песчаники. Для них характерна хорошая и очень хорошая сортировка, массивная текстура, либо тонкая горизонтальная, реже различная волнистая слоистость. Изредка, в зонах течений волновая рябь. Может быть немного тонкой органики. Ихнофоссилии Terebelina и Palaeophycus.
- 7. Фация алеврито-глинистых осадков открытой части бассейна [Атлас субаквальных фаций..., 2014]. К отложениям этой фации относятся аргиллиты мелкозернистые алевролиты. Для них характерна хорошая и очень хорошая сортировка, массивная текстура либо скрытая горизонтальная слоистость. Встречается тонкая распыленная растительная органика. Ихнофоссилии Terebelina и Palaeophycus

Палеогеографические реконструкции

На основании анализа керна по каждой скважине построены литолого-фациальные колонки (рис. 4) и проведено литологическое расчленение по стволу скважины. Разрез района исследований представлен исключительно терригенными осадочными породами, поэтому на подавляющем большинстве скважин, прописан только стандартный комплекс ГИС (по экономическим причинам). В данный комплекс входят каротаж самопроизвольной поляризации, градиент и потенциал зонды и кривая кавернометрии. Такой комплекс ГИС не в полной мере отражает литологическую изменчивость кремнистых пород, и интерпретация скважин со стандартным комплексом геофизических данных крайне затруднительна и носит условный характер. Но в виду отсутствия качественных замеров каротажной плотности и водородсодержания использовались все имеющиеся данные.

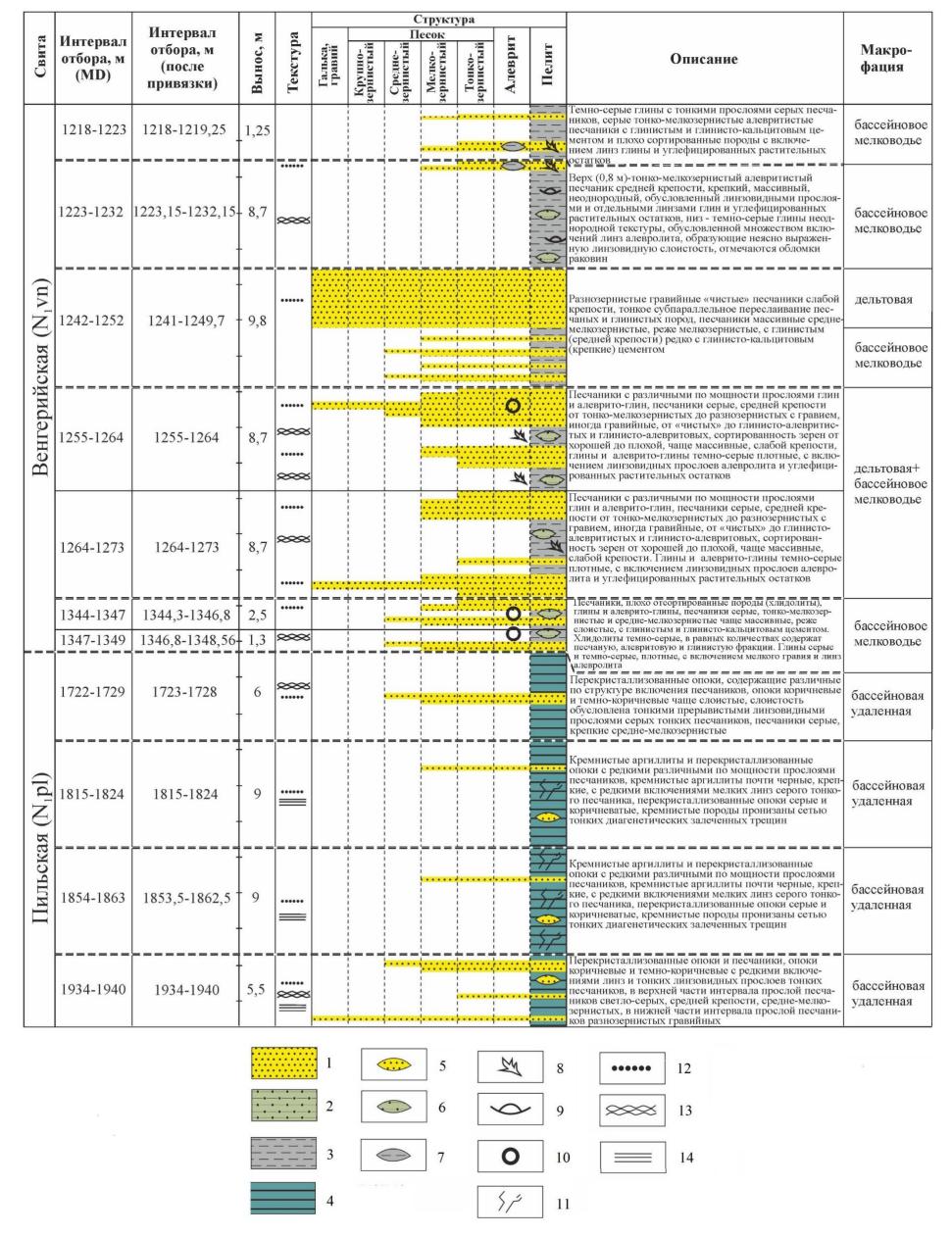


Рис. 4. Литолого-фациальная колонка по скв. Северное Колендо 26

1 - песчаники, 2 - алевролиты, 3 - глины, 4 - кремнистые аргиллиты; линзы: 5 - песка, 6 - алевролитов, 7 - глин; 8 - обугленные растительные осадки, 9 - обломки раковин, раковинный детрит, 10 - галька, 11 - трещины; текстура, слоистость: 12 - массивная, 13 - линзовидная, 14 - горизонтальная.

Для выделения петротипов по усеченному комплексу ГИС проанализированы скважины с макроописанием кремнистых и терригенных пород. Учитывая скудные данные по керну, шлифам, и погрешности методов стандартного каротажа провести точную петротипизацию не представляется возможным. Приняты условные отсечки по удельному электрическому сопротивлению: менее 10 Ом*м - терригенные аргиллиты, от 10 до 15 Ом*м - кремнистые аргиллиты, более 15 Ом*м - диатомиты. Отсечка в 15 Ом*м взята как среднее между имеющимся данными: 50% содержания кремнезема или глинистых частиц условно соответствует середине распределений между кремнистыми аргиллитами и диатомитами по керну, так как точнее определить количество кремнезема в породе на имеющихся данных не представляется возможным.

Для решения задачи по локализации кремнистых отложений выделенные фации объединены в группы - макрофации, которые существенно отличаются друг от друга содержанием кремнистых пород. Фация гравийно-песчаных осадков центральных частей конусов выноса, фация песчаных осадков конусов выноса и фация алеврито-песчаных осадков передовой части дельты объединены в группу дельтовая. Фация песчаных осадков сильноподвижного мелководья и фация алеврито-песчаных осадков подвижного мелководья образуют в группу бассейновая мелководная. Фация песчано-алевритовых осадков открытой части бассейна и фация алеврито-глинистых осадков открытой части бассейна объединены в группу бассейновая удаленная.

Как видно из геолого-статистических разрезов максимальное содержание кремнистых отложений характерно для бассейновой удаленной макрофации, минимальное – для дельтовой (рис. 5). Содержание диатомитов в дельтовой макрофации дагинского горизонта достигает 5%. В окобыкайское время на исследуемом участке отложения дельтовой макрофации не накапливались, а в нутовском горизонте в дельтовой макрофации диатомиты отсутствуют. Связано это с тем, что в нутовское время более интенсивно шло терригенное осадконакопление, которое подавляет седиментацию кремнистых отложений. В бассейновой мелководной макрофации наибольшее содержание кремнистых отложений характерно для дагинского времени, где они составляют 10% разреза. В окобыкайском горизонте содержание кремнистых пород немного меньше (7%), связано это с усилившейся терригенной седиментацией начиная со среднеокобыкайского времени. В нутовское время содержание кремнистых отложений в бассейновой мелководной макрофации сократилось до 1%. Максимальное развитие кремнистых отложений приходится на бассейновую удаленную макрофацию. Причем от дагинского к нутовскому горизонту происходит постепенное уменьшение содержания диатомитов от 16 до 6%.

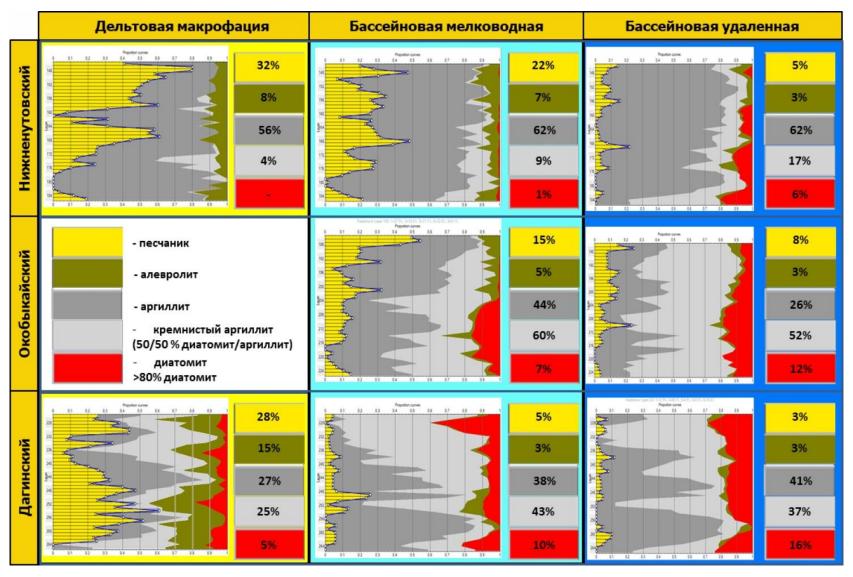


Рис. 5. Геолого-статистические разрезы для макрофаций

По результатам исследования керна построены концептуальные палеогеографические схемы распределения макрофаций для дагинского, окобыкайского и каскадного времени (рис. 6).

В дагинское время, в результате регрессии, дельта Палеоамура значительно продвинулась на восток. Отложения дельтовой макрофации развиты в юго-западной части исследуемого района. Снос материала происходит преимущественно в северо-восточном направлении. В центральной части района исследований развиты отложения бассейновой мелководной макрофации. Ширина этих отложений варьирует от 2-х км в южной части до 12 км в северной. В восточной части района исследования развиты отложения бассейновой удаленной макрофации, которая характеризуется максимальным содержанием кремнистых пород.

В окобыкайское время происходит значительная трансгрессия, в результате которой дельта Палеоамура существенно сокращается в размерах. В это время отложения дельтовой макрофации в районе исследования не формируются. В центральной части района развиты отложения бассейновой мелководной макрофации. Обширные территории занимают отложения бассейновой удаленной макрофации.

В нижненутовское время, в результате новой регрессии дельта Палеоамура вновь значительно продвигается на восток. Отложения дельтовой макрофации снова охватывают юго-западную часть исследуемого района. Отложения бассейновой мелководной макрофации занимают обширные территории центральной части района. Отложения бассейновой удаленной макрофации развиты лишь на северо-востоке и юго-востоке района.

Построение 3D модели

Построение трехмерной модели осуществлялось в программном комплексе Petrel. За основу геометрии в модели приняты структурные поверхности, прослеженные по сейсмическим данным и увязанные со скважинными данными границы кровли для пластов: К2 (кровля верхнего мела), Dag (кровля дагинского горизонта), Оk (кровля окобыкайского горизонта), v_Nut (кровля верхненутовского горизонта). Также в структурный каркас включены все региональные разломы на данной площади по данным государственная геологическая карта-200.

Площадь полигона модели составляет 862 км², что является объектом региональных изысканий и накладывает технические ограничения на возможность детализации в модели. Размер ячеек трехмерной сетки составляет 300х300 м. Размер ячейки по вертикали - в среднем 20 м.

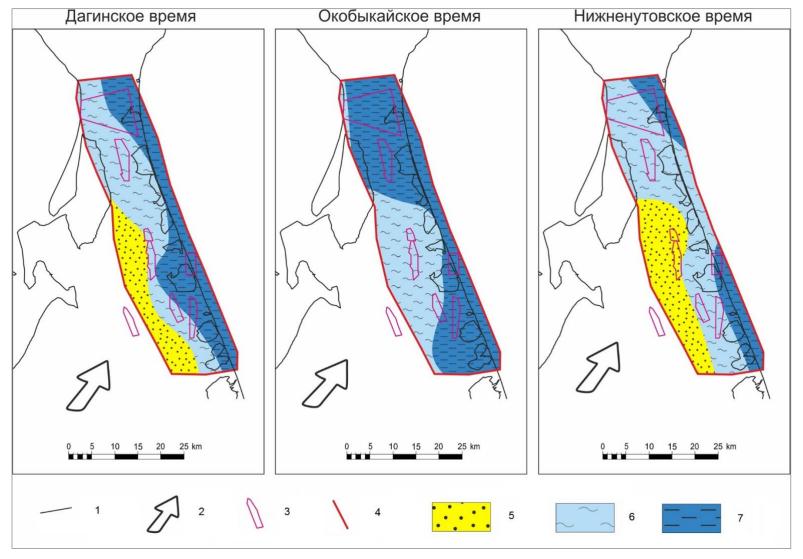


Рис. 6. Укрупненные концептуальные схемы фациального районирования на конец дагинского, окобыкайского и нижненутовского времени 1 - контур острова, 2 - направление сноса материала, 3 - границы ЛУ, 4 - граница участка работ; макрофации: 5 - дельтовая, 6 - бассейновая мелководная, 7 - бассейновая удаленная.

На первом этапе моделирования создан единый дискретный куб с распределением в пространстве макрофаций, соответствующих определенным условиям осадконакопления. В качестве исходных данных для моделирования использовались распределенные по стволу скважины макрофации на основе совместного анализа керна и каротажа.

Использован алгоритм усеченного Гауссового моделирования с пространственными картами-тредами (Trancated Gaussian Modeling with trends). Этот алгоритм позволяет учитывать взаимосоотношения фаций в пространстве, то есть по площади и по разрезу.

Затем на базе куба макрофаций проводилось распределение литотипов. В качестве исходных данных для моделирования использовались каротажные диаграммы по скважинам с определенными литотипами. Распределение осуществлялось внутри каждой макрофации отдельно. Задачи вертикального изменения литологии разреза решались при помощи геологостатистических разрезов (см. рис. 5). Для моделирования изменения литологии по площади использовались трендовые карты изменения песчанистости (NTG) и кремнистости для каждого литотипа по скважинным данным.

В итоге в модуле Petrophysical modeling построен куб литотипов (рис. 7) через интерполяцию осредненных значений параметра литологии на ячейку модели с использованием карт-трендов внутри отдельных пластов и фаций.

Авторами впервые построена 3D геологическая модель для исследуемого участка с учетом фациальных особенностей. Она в полной мере отражает закономерности распределения кремнистых отложений на как по вертикали, так и по латерали. Основной фактор, контролирующий содержание кремнистых отложений, это близость к источникам сноса. Высокие скорости терригенного осадконакопления подавляют кремнистую седиментацию. Распределение кремнистых отложений на исследуемом участке контролировалось, во-первых, пульсационным характером продвижения дельты Палеоамура, во-вторых, наличием локальных источников сноса.

Для южной части района исследований по вертикали наблюдается постепенное снижение содержания кремнистых отложений от дагинского до нижненутовского времени, для северной части максимум кремненакопления характерен для окобыкайского времени. По латерали повышение кремнистости наблюдается в восточном направлении во всех трех горизонтах, достигая максимальных значений (до 80% разреза) в районе месторождений Восточный Кайган и Восточное Эхаби в поднадвиговой части.

Полученная фациальная модель передана для бассейнового моделирования, по результатам которого определены зоны диагенетической преобразованности кремнистых пород и выделены основные очаги газонефтегенерации, пути миграции и зоны газонефтенакопления в потенциальных коллекторах.

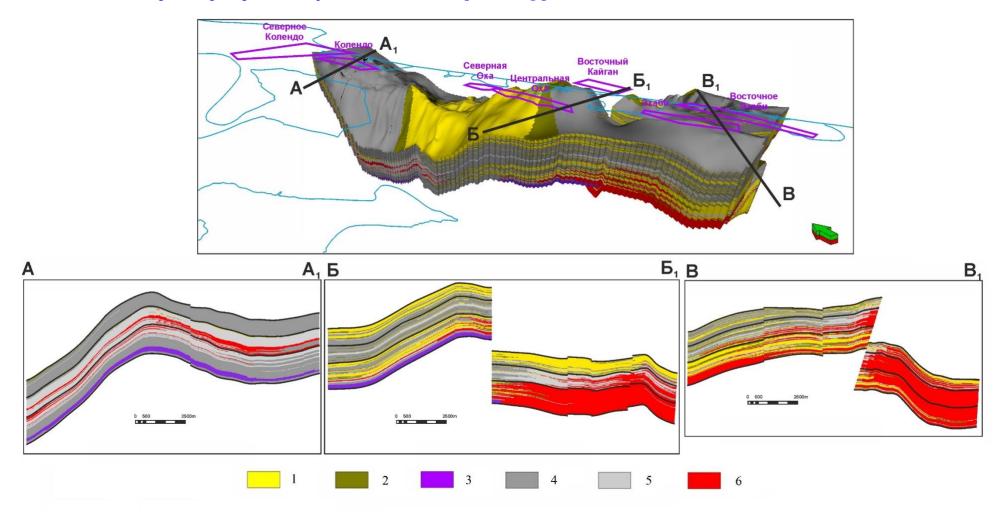


Рис. 7. Куб литотипов и разрезы

1- песчаник, 2 – алевролит, 3 – вулканогенные породы, 4 – аргиллит, 5 – кремнистый аргиллит, диатомит.

Литература

Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (XMAO-Югра) / В.П. Алексеев. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. - 284 с.

Геология, геодинамика и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Татарского пролива / А.Э. Жаров, Г.Л. Кирилова, Л.С. Маргулис, Л.С. Чуйко, В.В. Куделькин, В.Г. Варнавский, В.Н. Гагаев; отв. ред. Г.Л. Кирилова - Владивосток: ДВО РАН, 2004. - С. 125-141.

Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные) / З.И. Глезер, А.П. Жузе, И.В. Макарова, А.И. Прошкина-Лавренко, В.С. Шешукова-Порецкая. - Л., 1974. - 500 с.

Кайнозой Сахалина и его нефтегазоносность / Ю.Б. Гладенков, О.К. Баженова, В.И. Гречин, Л.С. Маргулис, Б.А. Сальников. - М., 2002. - 225 с.

Костров Ю.В., Хмарин Э.К. Обновленная модель развития дельты Палеоамура-Палеоамгуни // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2018. - Т.13. - №1. - http://www.ngtp.ru/rub/11/7_2018.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/7_2018

Мишаков Г.С. О скорости накопления осадков в Северо-Сахалинском седиментационном бассейне // Географическое общество СССР. Новые данные по нефтегазовой геологии Сахалина. - В., 1981. - С. 16-21.

Нефтегазовая геология Сахалинского региона / В.В. Харахинов. - М.: Научный мир, 2010. - 276 с.

Решения Рабочих Межведомственных региональных стратиграфических совещаний по палеогену и неогену восточных районов России - Камчатки, Корякского нагорья, Сахалина и Курильских островов: Объяснительная записка к стратиграфическим схемам / Ю.Б. Гладенков, Б.А. Сальников, А.К. Боровцев, М.Е. Бояринова, Ю.Б. Воеводин, В.И. Волобуева, П.Ю. Ковтунович, А.Е. Шаецер. - М., 1998. - 147 с.

Фациальный анализ / Л.П. Бакулина. - Ухта: Изд-во УГТУ, 2008. - 34 с.

Degtyarev V.A., Sizanov B.I., Kostrov U.V., Khmarin E.K., Khaliulin R.R.

OOO «RN-SakhalinNIPImorneft», Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, vadegtyarev@snipi.rosneft.ru, bisizanov@snipi.rosneft.ru, yvkostrov@snipi.rosneft.ru, ekkhmarin@snipi.rosneft.ru, rrkhaliulin@snipi.rosneft.ru

REFINEMENT OF THE FACIES MODEL OF THE NORTH-EASTERN PART OF SAKHALIN ISLAND FOR TARGETING THE EMPLACEMENT OF SILICEOUS STRATA

Northern Sakhalin is one of the oldest oil and gas producing regions in Russia. Today, the issue of replenishing the resource base of the region is acute. The siliceous strata of the Pilsk Formation are considered as importent petroleum generation level. Facies analysis of three oil and gas levels (Dagi, Okobykay and Nizhnenutov) of Miocene age was carried out for a qualitative prediction of the localization of siliceous sections. The activity was based on a thorough study of all available core material and preserved core descriptions, as well as a comprehensive interpretation of the core studies results, with geophysical investigations of wells and seismic survey materials. As a result, for the first time, a 3D geological model was constructed for the study area, taking into account facies features.

Keywords: Miocene petroleum bearing level, siliceous strata, facies model, sedimentation environments, Sakhalin Island.

References

Atlas subakval'nykh fatsiy nizhnemelovykh otlozheniy Zapadnoy Sibiri (KhMAO-Yugra) [Atlas of subaqueous facies of the Lower Cretaceous section of Western Siberia (Khmao-Yugra)]. V.P. Alekseev. Ekaterinburg: Izd-vo UGGU, 2014, 284 p.

Diatomovye vodorosli SSSR (iskopaemye i sovremennye) [Diatoms algae of the USSR (fossil and present)]. Z.I. Glezer, A.P. Zhuze, I.V. Makarova, A.I. Proshkina-Lavrenko, V.S. Sheshukova-Poretskaya. Leningrad, 1974, 500 p.

Fatsial'nyy analiz [Facies analysis]. L.P. Bakulina. Ukhta: Izd-vo UGTU, 2008, 34 p.

Geologiya, geodinamika i perspektivy neftegazonosnosti osadochnykh basseynov Tatarskogo proliva [Geology, geodynamics and prospects of oil and gas potential of the sedimentary basins of the Tatar Strait]. A.E. Zharov, G.L. Kirilova, L.S. Margulis, L.S. Chuyko, V.V. Kudel'kin, V.G. Varnavskiy, V.N. Gagaev. Editor G.L. Kirilova. Vladivostok: DVO RAN, 2004, pp. 125-141.

Kaynozoy Sakhalina i ego neftegazonosnost' [The Cenozoic of Sakhalin and its petroleum potential]. Yu.B. Gladenkov, O.K. Bazhenova, V.I. Grechin, L.S. Margulis, B.A. Sal'nikov. Moscow, 2002, 225 p.

Kostrov Yu.V., Khmarin E.K. *Obnovlennaya model' razvitiya del'ty Paleoamura-Paleoamguni* [Updated model of the Paleoamur-Paleoamgun delta genesis]. Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika, 2018, vol. 13, no. 1, available at: http://www.ngtp.ru/rub/11/7_2018.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/7_2018

Mishakov G.S. *O skorosti nakopleniya osadkov v Severo-Sakhalinskoy sedimentatsionnom basseyne* [Sedimentation rate in the North Sakhalin sedimentary basin]. Geograficheskoe obshchestvo SSSR. Novye dannye po neftegazovoy geologii Sakhalina. Vladivostok, 1981, pp. 16-21.

Neftegazovaya geologiya Sakhalinskogo regiona [Petroleum geology of the Sakhalin Region]. V.V. Kharakhinov. Moscow: Nauchnyy mir, 2010, 276 p.

Resheniya Rabochikh Mezhvedomstvennykh regional'nykh stratigraficheskikh soveshchaniy po paleogenu i neogenu vostochnykh rayonov Rossii - Kamchatki, Koryakskogo nagor'ya, Sakhalina i Kuril'skikh ostrovov: Ob"yasnitel'naya zapiska k stratigraficheskim skhemam [Decisions of the Working Interdepartmental Regional Stratigraphic Meetings on the Paleogene and Neogene of the eastern regions of Russia - Kamchatka, Koryak Upland, Sakhalin and Kuril Islands: explanatory note to stratigraphic schemes]. Yu.B. Gladenkov, B.A. Sal'nikov, A.K. Borovtsev, M.E. Boyarinova,

Yu.B. Voevodin, V.I. Volobueva, P.Yu. Kovtunovich, A.E. Shaetser. Moscow, 1998, 147 p.

© Дегтярев В.А., Сизанов Б.И., Костров Ю.В., Хмарин Э.К., Халиулин Р.Р., 2021

