

УДК 550.8 (571.1)

## УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОСИНСКОГО ГОРИЗОНТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ЧАСТЕЙ НЕПСКОГО СВОДА

© 2014 г. И.П. Мальков

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*

Выполнено литолого-фациальное районирование центральной и восточной частей Непского свода по отложениям осинского горизонта нижнего кембрия, послужившее основой прогноза коллекторов в рассматриваемом регионе. Реконструкция условий осадконакопления осинского горизонта базировалась на результатах изучения пород в кернах и шлифах, а также на генетической интерпретации данных геофизических исследований скважин.

Установлено, что накопление осинского горизонта в пределах центральной части Непского свода происходило в условиях частично изолированной шельфовой забарьерной лагуны при активном влиянии приливно-отливной деятельности, в то время как вдоль восточной части Непского свода развивалась органогенная постройка барьерного типа.

Осинский горизонт имеет четко выраженное циклитовое строение; в разрезе выделено шесть последовательно обмеляющихся циклитов, границами которых служат трансгрессивные поверхности; важно, что для двух первых циклитов трансгрессивные поверхности совпадают с поверхностями размывов. Анализ последовательности наложения полигенных осадков в разрезе циклитов и их мощностей свидетельствует о ретроградационной направленности, характерной для первого, второго и третьего циклитов; четвертому, пятому и шестому циклитам присуще проградационное наложение. Увеличение мощности горизонта и смена типов отложений с запада на восток свидетельствует о принадлежности района исследований к тыловой части осинского рифового барьера.

Отложения осинского горизонта интенсивно вторично преобразованы. Как показал анализ, лучшими емкостными свойствами обладают разнокристаллические доломиты по каркасным известнякам (фреймстоуны) с межкристаллическими пустотами и пустотами выщелачивания, наследующими седиментационно-каркасную пористость, а также оолитовые доломиты (грейнстоуны) с межзерновой пористостью.

**Ключевые слова:** осинский горизонт, Непский свод, генетическая интерпретация ГИС, частично изолированная забарьерная лагуна.

### Введение

На сегодняшний день в пределах Непско-Ботуобинской нефтегазоносной области открыто несколько десятков месторождений нефти и газа. Перспективы нижнекембрийских отложений оцениваются достаточно высоко, но их освоение происходит крайне медленно. В связи с тем, что Восточной Сибири со временем предстоит стать одним из основных центров добычи углеводородов, повышается актуальность выявления перспективных нефтегазоносных объектов в этом регионе, в том числе и в пределах Непского свода, включая отложения осинского горизонта.

Задача представляемых исследований состояла в восстановлении условий осадконакопления осинского горизонта, прогнозе качества коллекторов и создании моделей резервуаров углеводородов. При ее решении автор во многом основывался на результатах, полученных ранее такими исследователями, как А.С. Анциферов, А.Э. Конторович, В.Г. Кузнецов, В.Н. Ларкин, В.А. Лучинина, Н.В. Мельников, О.В. Постникова, А.А. Трофимук, Г.Г. Шемин и др., которые многие годы занимались изучением геологии и нефтегазоносности Непско-Ботуобинской антеклизы.

Для решения геологоразведочных задач необходим обоснованный прогноз качества коллекторов и построение моделей резервуаров, что, в свою очередь, требует проведения реконструкции условий накопления осадочных толщ, обладающих различным емкостным потенциалом. Повысить эффективность прогноза структуры и свойств природных резервуаров позволяет применение седиментационно-емкостного моделирования [Жемчугова, Федотов, 1998; Фортунатова и др., 2000], которое в рассматриваемом случае представляется оптимальным.

Эталонная седиментационно-емкостная модель отложений осинского горизонта строилась на основе изучения пород в кернах и шлифах с привлечением генетической интерпретации данных геофизических исследований скважин (ГИС), циклического и фациального анализов.

### **Особенности строения и условия образования отложений осинского горизонта**

Осинский продуктивный горизонт, выделенный в составе кембрийского регионального макрорезервуара и сложенный карбонатными осадками разного генезиса, широко распространен в пределах Непского свода.

Накопление осадков в осинское время происходило в обширном эпиконтинентальном бассейне, глубина которого менялась от первых до десятков метров. В это время с северо-востока на Сибирский континент поступали морские воды с постепенным их осолонением в юго-западном направлении.

Согласно существующим палеогеографическим реконструкциям [Golonka, 2007], Сибирский континент, частью которого являлся современный Непский свод, в раннем кембрии располагался в экваториальных широтах. Его континентальная часть представляла собой неширокую полосу на юге, акваториальная была окружена водами трех океанов – Палеоазиатского, Панталасса, Плейоник.

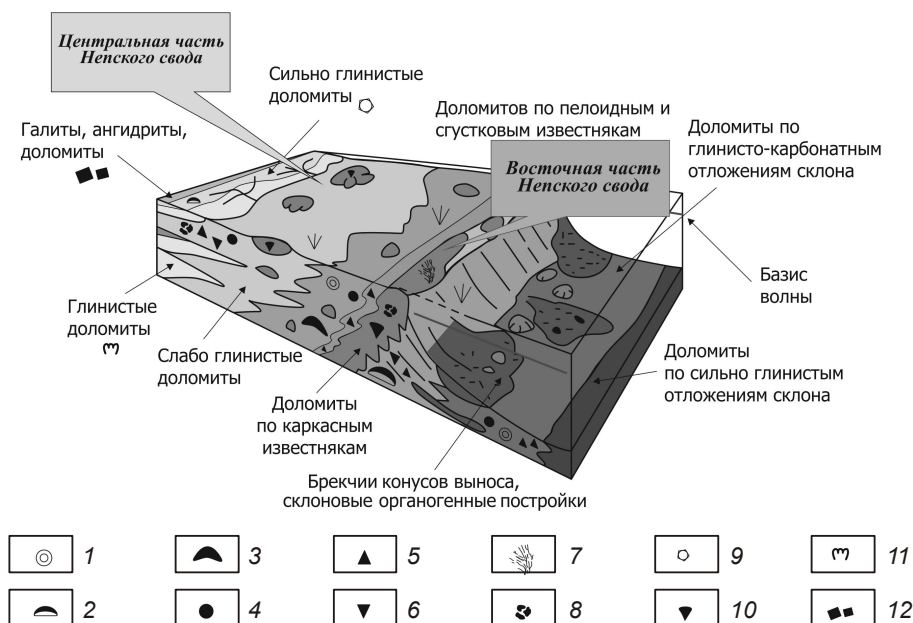
Большинство исследователей ([Кузнецов и др., 1992, 2000; Лучинина, 2011] и др.) отмечают следующие особенности развития осадочного бассейна, располагавшегося в осинское время в центральной части Сибирского континента:

- максимум трансгрессии, вызванной обширным опусканием территории Сибирской платформы в конце позднего докембрия;
- существование в пределах современной Непско-Ботубинской антеклизы отмельной зоны, покрытой водами моря повышенной солености [Кузнецов и др., 1992, 2000; Постникова и др., 2010];
- новый этап рифообразования в истории Земли, переход от цианобактериальной экосистемы к водорослевой и начало участия в каркасостроении рифов организмов животного происхождения (археоциат) [Лучинина, 2011].

Биогермные массивы, выявленные к настоящему моменту на Среднеботубинской, Кийской, Юктанской, Тирской, Пилюдинской площадях, в осинское время пользовались широчайшим распространением. Эти массивы представляют собой элементы барьерного рифа, который прогнозируется вдоль восточного склона Непско-Ботубинской антеклизы в виде полосы шириной 6–8 км. Образованная органогенная постройка имела вид относительно узкой мелководной зоны, выполнявшей роль фациального барьера на границе между двумя морскими частями кембрийского палеобассейна – солеродной и нормально-соленой (рис. 1).

Воссоздание условий осадконакопления и обоснование особенностей распространения тех или иных отложений в пределах объекта исследований базировались на литолого-генетической типизации пород осинского горизонта, имеющих разный вещественный состав – галита, ангидрита, доломита (слабоглинистого, глинистого,

сильноглинистого), известняка. Все породы горизонта интенсивно преобразованы вторичными изменениями, что затрудняет их разделение по первичным седиментационным структурам [Dunham, 1962].



**Рис. 1.** Эталонная модель условий осадконакопления осинского горизонта

1 – 12 – текстурно-структурные критерии: *седиментационные* (1 – оолиты; 2 – строматолиты; 3 – биогермы; 4 – пелоиды; 5 – литокласты; 6 – биокласты); *органогенные* (7 – эпифитоны; 8 – ренальтисы; 9 – микрокодиум; 10 – археоциаты; 11 – трелобиты); *структурные* (12 – интракласты)

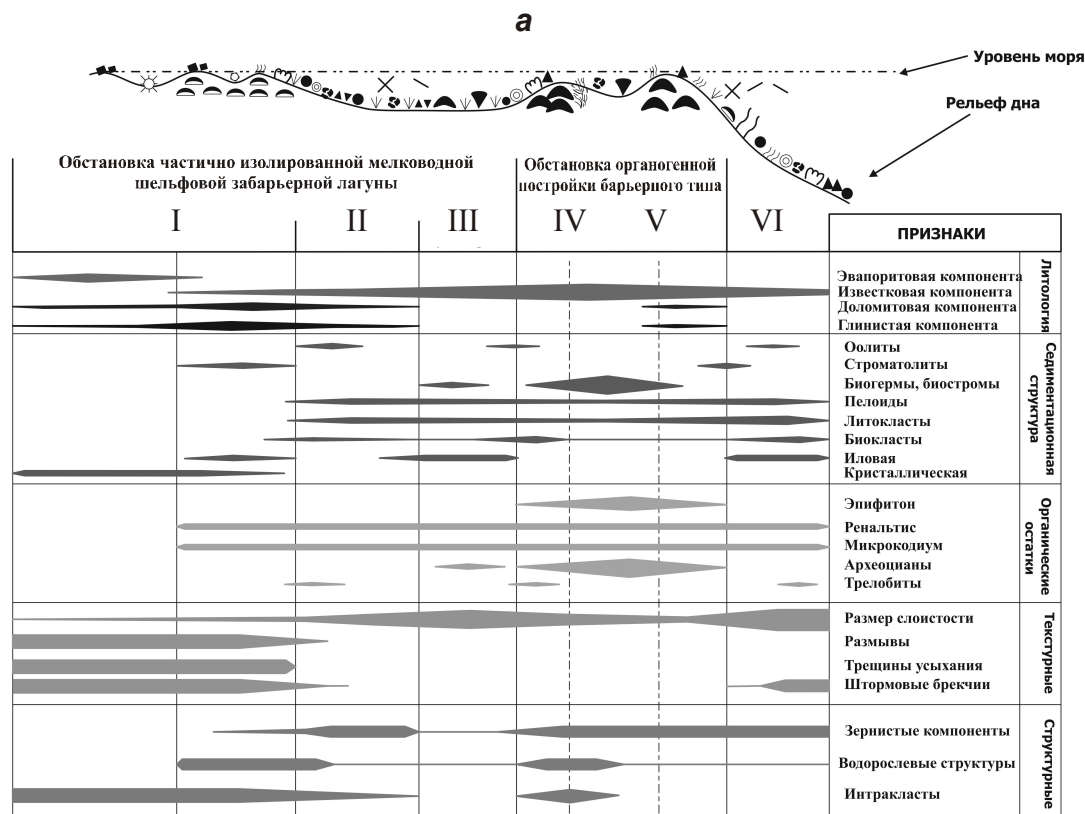
Тем не менее, по косвенным признакам автором настоящей статьи в разрезе было выделено нескольких типов вторичных доломитов по известнякам: пелоидный (грейнстоун), микрофитолитовый (мадстоун) и оолитовый (грейнстоун) доломиты; каркасный известняк с реликтами организмов животного происхождения (археоциат), известковых водорослей рода ренальтис (фреймстоун, байндстоун) и рода эпифитон (бафлстоун); интракластовый, строматолитовый, литокластовый доломиты (вакстоун, пакстоун). Кроме названных в разрезе присутствуют седиментационно-раннедиагенетические пелитоморфные доломиты (мадстоун) (рис. 2).

Особенности строения осинского горизонта на различных участках Непского свода позволили установить два типа разрезов: первый отмечен в пределах центральной части Непского свода (Верхнечонское месторождение), второй – в его восточной части (Талаканское и Чаяндинское месторождения).

Нижняя часть разреза первого типа представлена сильноглинистыми доломитами, средняя – чередованием глинистых и слабоглинистых доломитов с присутствием пачки вторичных доломитов по известнякам первичной пелоидной структуры. Для верхней части разреза характерно чередование глинистых и слабоглинистых доломитов с прослоем галитовых. Мощность отложений разреза этого типа меняется от 35 до 52 м.

В основании разреза второго типа выделены сильноглинистые доломиты; для его средней части характерны доломиты по каркасным известнякам, в шлифах которых встречены многочисленные остатки водорослей рода ренальтис, эпифитон и реликты организмов животного происхождения (археоциат), а также доломиты по оолитовым и литокластовым известнякам с прослоем сильноглинистых доломитов. Верхняя часть разреза – это чередование глинистых и слабоглинистых доломитов. Мощность отложений меняется от 39 до 74 м.

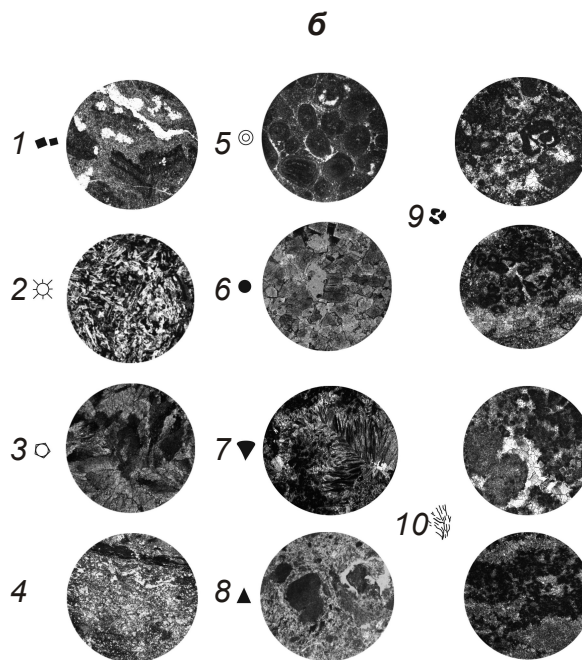
В связи с фрагментарной охарактеризованностью скважин керновым материалом для восстановления условий накопления отложений осинского горизонта были разработаны каротажные модели фации. При этом использовались данные комплекса ГИС, выполненного в пределах исследуемого объекта, который включал следующие виды каротажа: кавернометрию (ДС), потенциал-зонд (ПЗ), нейтронный гамма-каротаж (НГК), гамма-каротаж (ГК), боковой каротаж (БК), микробоковой каротаж (БМК), акустический каротаж (АК); в ряде скважин был выполнен плотностной гамма-гамма-каротаж (ГГКП).



**Рис. 2.** Седиментационная модель осинского горизонта с диагностическими признаками (а) и фотографии шлифов характерных пород осинского горизонта (б)

На а: I – фация супралиторали; II – фация относительно глубоководных отложений литорали; III, VI – фация относительно глубоководных отложений сублиторали; IV – фация тыловой части органогенной постройки; V – фация органогенной постройки и карбонатных отмелей

На б: 1 – мадстоун; 2 – интраклас-  
товый вакстоун; 3 – литокластовый вак-  
стоун; 4 – пелоидный вакстоун; 5 – лито-  
биокластовый пакстоун; 6 – литокластовый  
пакстоун; 7 – оолитовый грейнстоун; 8 –  
эпифитоновые бафлстоун; 9 – ренальтисо-  
вый байндстоун; 10 – археоциатовый  
фреймстоун. Значки возле фотографий см.  
на рис. 1



Каждая фация характеризовалась особыми, только ей свойственными формами каротажных кривых. Для более уверенного определения фаций по их каротажным моделям кроме формы конкретной кривой анализировались и составляющие ее элементы – кровельная, боковая, подошвенная линии, ширина аномалии и т.д. По каждому из названных элементов можно судить о характере процесса накопления осадков. Использовался прием, предполагающий не прослеживание одного-двух “пиков” кривых, а анализ совокупности характерных особенностей их конфигурации, позволяющий проследить группу пластовых поверхностей.

Выбранный подход обладает тем преимуществом, что позволяет получить представление о геометрической форме самих пластов в разрезе, а не о положении в нем отдельных литостратиграфических единиц (их “кровельных” поверхностей, которые могут пересекать разные временные интервалы) [Муромцев, 1984].

При корреляции выделяемых границ (пластов) использовался принцип сочетания каротажных моделей фаций в разрезе для установления фациальной природы осадков и направленности процесса седиментации. Разработанные каротажные модели парагенетических рядов фаций позволяют располагать генетически близкие фации в определенной последовательности в разрезе и по площади. Знание последовательной смены фаций упрощает определение генезиса залегающего выше осадка по каротажным разрезам скважин, даже если каротажная модель этой фации выражена недостаточно четко [Муромцев, 1984].

Классификация отложений осинского горизонта и интерпретация данных ГИС позволила расчленить разрез и выполнить его межскважинную корреляцию.

### Циклиты осинского горизонта

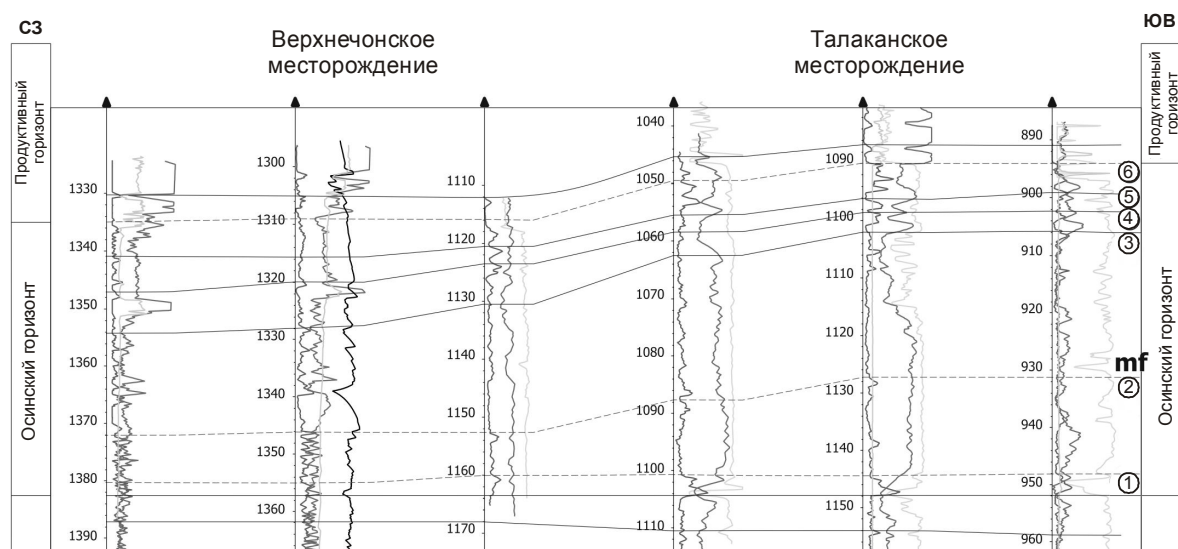
Осинский горизонт имеет четко выраженное циклитовое строение – каждый циклит последовательно обмеляется вверх по разрезу и отделяется от вышележащего трансгрессивной поверхностью. Эти поверхности представляют собой своеобразные седиментационные маркеры, отражающие квазисинхронные изменения седиментационной ситуации [Жуков и др., 2006].

Выполненная автором попластовая корреляция разреза по площади демонстрирует последовательное увеличение общей мощности осинских отложений в восточном и северо-восточном направлениях. В совокупности со сменой типов отложений в том же направлении это свидетельствует о принадлежности района исследований к тыловой части осинского рифового барьера и зарифовой лагуны.

В строении осинского горизонта выделено шесть циклитов с четко прослеживаемой последовательностью смены полигенных осадков (рис. 3). Первый циклит, выделенный в основании осинского горизонта и идентичный для разрезов обоих типов, представлен сильноглинистыми доломитами; в его кровле фиксируется поверхность размыва. Характерные признаки первого циклита – интракласты и водорослевые структуры, строматолиты; из органических остатков в них встречаются редкие реликты водорослей рода ренальтис и микрокодиум. Мощность отложений первого циклита – от 2 до 4 м.

В объеме второго циклита в разрезе первого типа выделены последовательно сменяющие друг друга снизу вверх слабоглинистые и глинистые доломиты; в разрезе второго типа доломиты по каркасным известнякам последовательно сменяются доломитами по оолитовым и литокластовым известнякам. В кровле циклита идентифицируется субэаральная поверхность. Мощность отложений второго циклита – от 9 до 18 м.

В основании третьего циклита, выделенного в составе осинского горизонта в разрезе первого типа залегают доломиты по пелоидным и сгустковым известнякам, которые сопоставимы с доломитами по каркасным известнякам в разрезе второго типа.



**Рис. 3.** Межскважинная корреляция циклитов осинского горизонта

Цифры в кружках – номера циклитов, описываемых в тексте: 1–3 – ретроградационный осадочный комплекс; 4–6 – проградационный осадочный комплекс. Сплошные линии на разрезе – трансгрессивные границы; штриховые – поверхности размыва; штриховая с индексом *mf* – поверхность максимального затопления. Графики – использованные каротажные кривые

Отложения перекрываются слабоглинистыми и глинистыми доломитами (разрез первого типа), коррелируемые с сильноглинистыми доломитами в разрезе второго типа. Мощность отложений третьего циклита – от 18 до 36 м.

В основании четвертого циклита в разрезах первого типа представлены слабоглинистые доломиты; в разрезах второго типа – это доломиты по оолитовым и литокластовым известнякам. Выше в разрезе первого типа залегают отложения глинистых доломитов с прослоем галитовых, сопоставимые с сильноглинистыми доломитами в разрезе второго типа. Мощность отложений циклита меняется от 4 до 8 м.

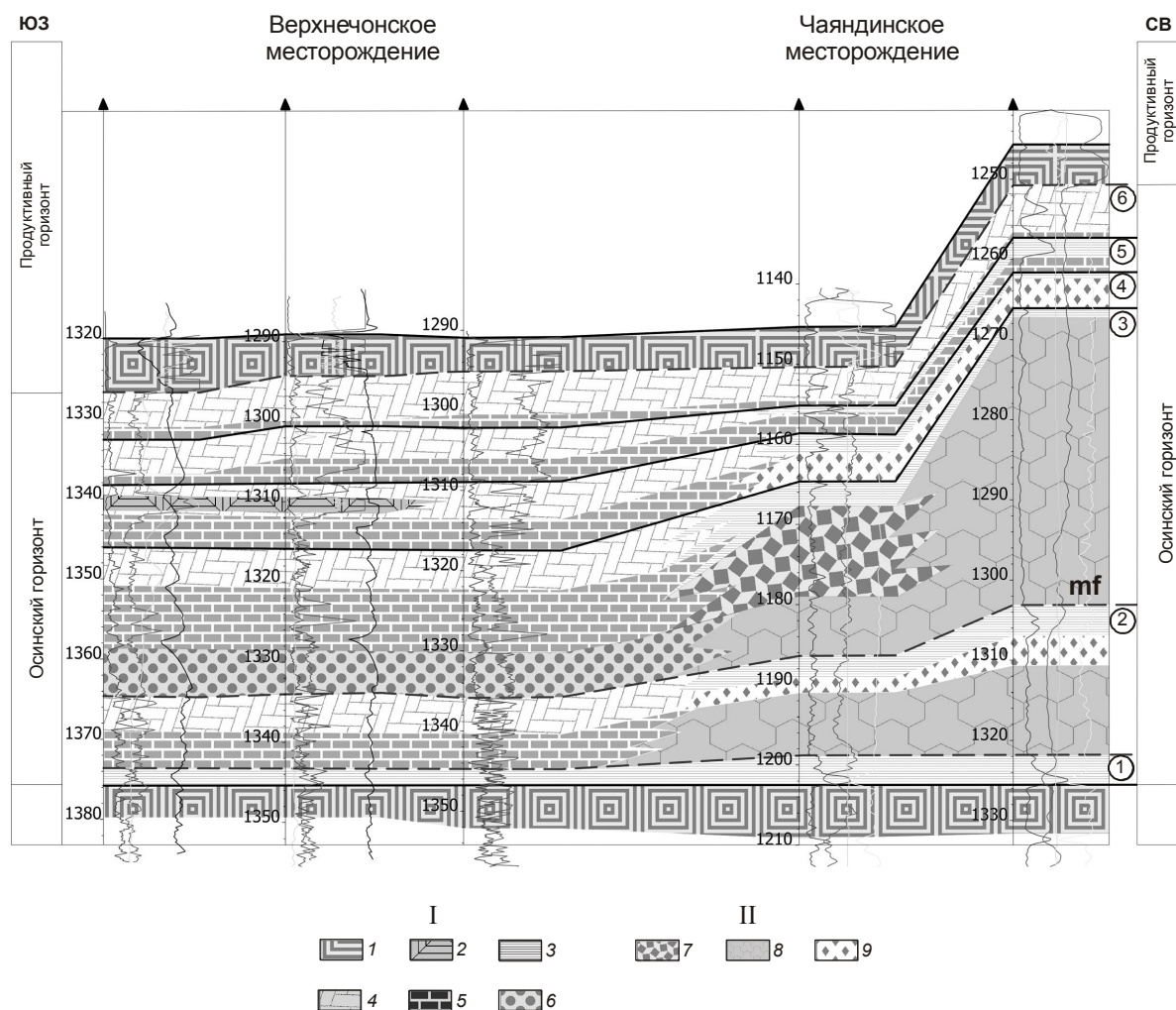
Прослеживаемая в пятом циклите смена отложений от слабоглинистых доломитов в нижней части до глинистых в верхней является общей для разрезов обоих типов. Мощность отложений пятого циклита составляет от 3 до 7 м.

Шестой циклит завершает разрез осинского горизонта последовательной сменой слабоглинистых доломитов на глинистые, что также наблюдается в разрезах обоих типов. Мощность отложений шестого циклита меняется от 4 до 6 м.

Выделение в разрезе осинского горизонта циклитов подтверждает циклическое развитие бассейна седиментации. Проведенный анализ последовательности наложения полигенных осадков в разрезе циклитов и их мощностей показал, что для первого, второго и третьего циклитов характерно ретроградационное строение, свидетельствующее о накоплении осадков в период наращивания аккомодационного пространства, типичного для периода трансгрессии моря. Для четвертого, пятого и шестого циклитов характерна проградационная последовательность, что говорит о заполнении аккомодационного пространства в условиях высокого стояния уровня моря.

В период трансгрессии создаются условия, благоприятные для роста органогенных построек. Важно отметить, что отложения относительно более мелководные в пределах Верхнечонского месторождения (первый тип разреза), имеющие мощность в несколько метров, коррелируются с отложениями органогенной постройки Чаяндинского и Талаканского месторождений, где за то же время сформировалось несколько десятков метров осадков (второй тип разреза). Следует заметить, что в восточной части Непского свода в пределах Чаяндинского месторождения мощность отложений органогенной постройки увеличивается в восточном направлении с 20 до 50 м (рис. 4).





**Рис. 4.** Литолого-фациальный профиль с демонстрацией выделенных циклитов в отложениях осинского горизонта. Условные обозначения: I. Обстановка частично изолированной мелководной шельфовой забарьерной лагуны. 1–3 – фации супралиторали: галиты, ангидриты, доломиты (1); галитовые доломиты (2), сильноглинистые доломиты (3); 4–5 – фации относительно мелководных отложений литорали: глинистые доломиты (4); слабоглинистые доломиты (5); 6 – фация относительно глубоководных отложений сублиторали (доломиты по пелоидным известнякам). II. Обстановка органогенной постройки барьерного типа. 7 – фация тыловой части постройки (доломиты по литокластовым известнякам); 8 – фация органогенной постройки (доломиты по каркасным известнякам); 9 – фация карбонатных отмелей (доломиты по оолитовым и литокластовым известнякам). Остальные обозначения см. на рис. 3

### Сценарий образования органогенных построек

Проанализируем сценарий образования вышеописанных органогенных построек. Первичными были поселения микрофитолитов, которые не имели четко оформленных и обызвествленных фрагментов. Микрофитолиты продуцировали слизь, которая способствовала улавливанию тонкого материала и связыванию осадка. На образованных и слабовыраженных в рельефе морского дна аккумулятивных формах формировались биоценозы, состоящие из цианобактерий – ренальтисов, дополненных корками макровел, ветвистых эпифитонов и археоциат. При этом ведущая роль в процессе принадлежит организмам-цементаторам [Кузнецов и др., 2000].

Формирование органогенной постройки в пределах Чаяндинского месторождения происходило в два этапа (второй и третий циклиты), в пределах каждого из которых

выделяются отложения доломитов по каркасным известнякам, перекрытым отложениями локальной карбонатной отмели, представленной доломитами по оолитовым и литокластовым карбонатным породам.

Первый элемент органогенной постройки (второй циклит отложений осинского горизонта Чаяндинского месторождения), представленный доломитами по каркасным известнякам, имеет существенно меньшую мощность, практически равную мощности отложений слабоглинистых доломитов, образованных в условиях литорали (второй циклит, выделенный в пределах Верхнечонского месторождения).

Второй элемент органогенной постройки (третий циклит), представленный доломитами по каркасным известнякам, залегает на поверхности размыва и существенно превосходит по мощности первый элемент. Он коррелируется с отложениями сублиторали в пределах Верхнечонского месторождения, которые представлены вторичными доломитами по пелоидным и сгустковым известнякам.

Особенности строения осинского горизонта и распределение типов пород по разрезу позволило объединить их в фации. На основании долевого участия фаций в разрезах были воссозданы обстановки осадконакопления (см. рис. 4).

В обстановке частично изолированной мелководной шельфовой забарьерной лагуны выделены следующие фации:

фация приливно-отливной равнины, включающая зоны накопления галитов, ангидритов, доломитов, галитовых доломитов, сильноглинистых доломитов;

фация относительно мелководных отложений литорали, включающая зоны накопления глинистых и слабоглинистых доломитов;

фация относительно глубоководных отложений сублиторали с преимущественным накоплением доломитов по пелоидным и водорослевым известнякам.

В обстановке органогенной постройки барьерного типа выделены фация собственно органогенной постройки с зоной накопления доломитов по каркасным известнякам и фация карбонатной отмели с накоплением доломитов по оолитам и литокластам.

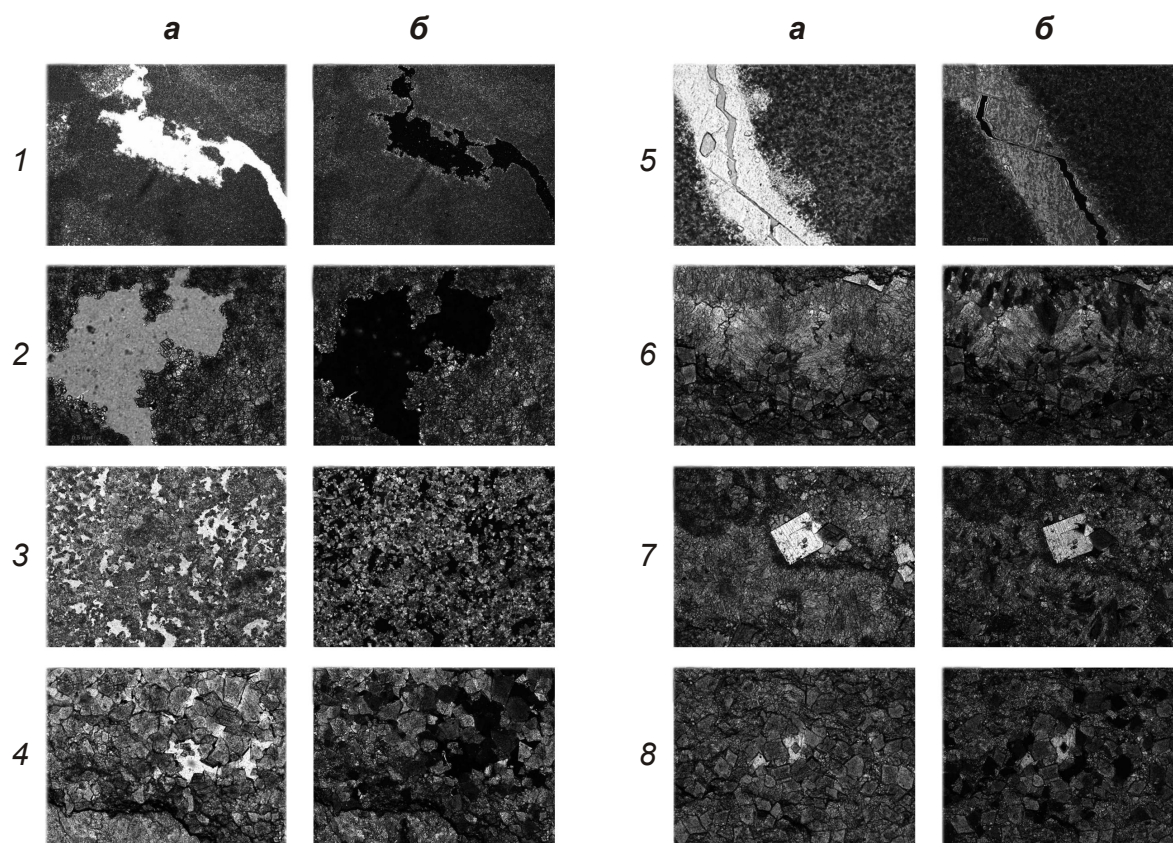
### **Оценка емкостных характеристик отложений осинского горизонта**

Для оценки емкостных характеристик отложений осинского горизонта был выполнен расчет ряда их петрофизических параметров – водородсодержания, кривой литологии, коэффициента пористости и др. Полученные результаты увязаны с определениями коэффициента пористости, выполненными по керну.

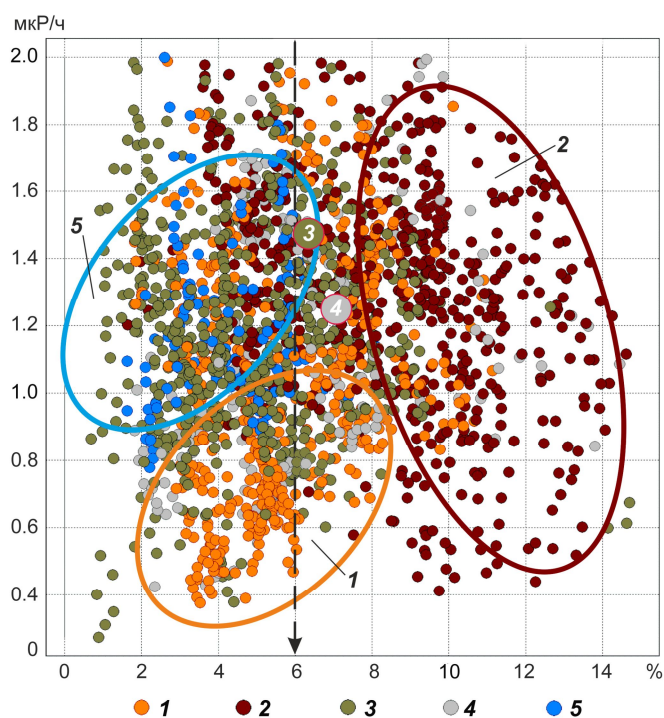
На рис. 5 представлены фотографии восьми шлифов ( $10^X$ ), наглядно демонстрирующие особенности пустотного пространства в породах осинского горизонта (фотографии в столбцах *a* выполнены без анализатора, в столбцах *б* – с анализатором). Приведены примеры пустот выщелачивания (1, 2); межкристаллических пустот (3, 4); вторичных изменений – сульфатизации по трещинам (5); пустотного пространства, полностью занятого кальцитом (6); заполнения пустотного пространства вторичными ангидритом (7) и доломитом (8).

Пороговое значение пористости, используемое при оценке продуктивности месторождений для карбонатных пород Восточной Сибири, составляет 6% (отмечено стрелкой на рис. 6). Как показал анализ, лучшими емкостными свойствами среди пород осинского горизонта обладают разнокристаллические доломиты тыловой части рифового барьера (рис. 6, “облако” 2) и собственно рифового тела (рис. 6, “облако” 1). Для этих пород характерно развитие межкристаллических пустот (см. рис. 5, шлифы 3, 4) и пустот выщелачивания (там же, шлифы 1, 2), наследующих межзерновую пористость и седиментационно-каркасную пористость.





**Рис. 5.** Особенности пустотного пространства отложений осинского горизонта. Фотографии шлифов ( $10^X$ ), сделанные без анализатора (столбцы *а*) и с анализатором (столбцы *б*). Описание шлифов см. в тексте



**Рис. 6.** Кроссплот сопоставления результатов гамма-каротажа (вертикальная ось) и коэффициентов пористости вторичных доломитов осинского горизонта (горизонтальная ось). 1–5 – типы вторичных доломитов: 1 – по каркасным известнякам, 2 – по литокластовым, 3 – по водорослевым, 4 – по оолитовым, 5 – по пеллоидным

Поровые и порово-каверновые литокластовые и каркасные доломитовые литотипы образуют аналогичные типы коллекторов. Коэффициент пористости (см. рис. 6) литокластовых доломитов (2) достигает 15%; каркасных (1), водорослевых (3) и оолитовых (4) в основном не превышает 10%; пелоидных (5) – не более 7%.

В карбонатных породах осинского горизонта пористость и проницаемость зависят далеко не только от условий накопления отложений, но и от постседиментационных преобразований осадка и породы. Отложения осинского горизонта сильно вторично преобразованы; преобразования носили направленный по первичной седиментационной структуре характер.

Взаимодействие карбонатных пород с высокоминерализованными эвапоритовыми рассолами из солевых толщ, перекрывающих осинский горизонт, привело к образованию вторичных доломита, ангидрита и галита. Первичное пустотное пространство увеличилось за счет доломитизации и выщелачивания, в то время как снижение фильтрационно-емкостных свойств отложений осинского горизонта было следствием засолонения и таких процессов как ангидритизация, кальцитизация и доломитизация.

### Выводы

1. Накопление осинского горизонта в пределах центральной части Непского свода происходило в условиях частично изолированной шельфовой забарьерной лагуны при активном влиянии приливно-отливной деятельности. В то же время вдоль восточной части Непского свода развивалась органогенная постройка барьерного типа, тыловую часть которой затрагивает район исследований.

2. Отложения осинского горизонта имеют четко выраженное циклитовое строение – выделено шесть последовательно обмеляющихся циклитов, разделенных трансгрессивными поверхностями. Проведенный анализ показал, что для первого, второго и третьего циклитов характерна ретроградационная направленность наслоения. Это говорит о том, что накопление названных циклитов происходило в период наращивания аккомодационного пространства, характерного для трансгрессии моря. Для четвертого, пятого и шестого циклитов характерно проградационное наслоение, отвечающее заполнению аккомодационного пространства в условиях высокого стояния уровня моря.

3. Выполнена классификация отложений осинского горизонта; по вещественному составу выделены следующие типы пород: галит, ангидрит, доломит (слабоглинистый, глинистый, сильноглинистый), известняк. По первичной седиментационной структуре выделены вторичные доломиты по известнякам – пелоидный (грейнстоун), микрофитолитовый (мадстоун), оолитовый (грейнстоун), каркасный известняк с участием реликтов организмов животного происхождения (археоциат), известковых водорослей рода ренальтис (фреймстоун, байндстоун) и рода эпифитон (бафлстоун); интракластовый, строматолитовый, литокластовый (вакстоун, пакстоун) типы; седиментационно-раннедиагенетические пелитоморфные доломиты (мадстоун).

4. Проведенные расчеты петрофизических параметров отложений осинского горизонта продемонстрировали, что лучшими емкостными свойствами обладают разнокристаллические доломиты по каркасным известнякам с межкристаллическими пустотами и пустотами выщелачивания, а также оолитовые и литокластовые доломиты – грейнстоуны с межзерновой пористостью.

5. Отложения осинского горизонта сильно вторично преобразованы; вторичные процессы, с одной стороны, увеличивали первичное пустотное пространство (результат доломитизации, выщелачивания), с другой – уменьшали его (следствие засолонения).

## Литература

- Жемчугова В.А., Федотов С.Л.* Прогнозирование природных резервуаров в разрезе верхнекамменноугольно-нижнепермской карбонатной толщи Тимано-Печорской провинции // Геология горючих ископаемых европейского северо-востока России. Сыктывкар, 1998. С.63–67. (Тр. Ин-та геологии КНЦ УрО РАН; № 92).
- Жуков А.П., Жемчугова В.А., Эпов К.А., Федотов С.Л.* Прогнозирование структуры и свойств природных резервуаров на основе комплексной интерпретации сейсмических и скважинных геолого-геофизических данных // Технологии сейсморазведки. 2006. № 2. С.69–78.
- Кузнецов В.Г., Илюхин Л.Н., Постникова О.В., Скобелева Н.М.* Прогноз строения природных резервуаров и величины эффективных толщин юга Сибирской платформы // Геология нефти и газа. М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 1992.
- Кузнецов В.Г., Илюхин Л.Н., Постникова О.В., Бакина В.В., Горина А.Б., Дмитриевский С.А., Скобелева Н.М., Тихомирова Г.И., Сухы В., Фомичева Л.Н.* Древние карбонатные толщи Восточной Сибири и их нефтегазоносность. М.: Науч. мир, 2000. 104 с.
- Лучинина В.А.* Палеоальгология при переходе от циано-бактериальной (строматолитовой) к водорослевой экосистеме на примере кембрийских отложений Сибирской платформы // Рифогенные формации и рифы в эволюции биосферы / Отв. ред. С.В. Рожнов. Сер. Гео-биологические процессы в прошлом. М.: ПИН РАН, 2011. 228 с.
- Муромцев В.С.* Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. Л.: Недра, 1984. 260 с.
- Постникова О.В., Фомичева Л.Н., Соловьева Л.В., Пошибаева В.В., Коновальцева Е.С.* Природные резервуары рифей-венд-кембрийского осадочного бассейна юга Сибирской платформы: особенности строения и закономерности размещения // Геология нефти и газа. М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2010. С.54–64.
- Фортулатова Н.К., Агафонова Г.В., Баранова А.В., Гумаров Р.К., Ильин В.Д., Михеев И.Г., Фарбирович В.П., Швец-Тэнэ-Гурий А.Г.* Седиментологическое моделирование карбонатных комплексов // Седиментологическое моделирование карбонатных комплексов / Под ред. Н.К. Фортунатова. М.: ВНИГНИ, 2000. 239 с.
- Golonka J.* Phanerozoic paleoenvironment and paleolithofacies maps: Late Paleozoic // Kwartalnik AGH Geologia. 2007. V. 33. P.145–209.
- Dunham R.J.* Classification of carbonate rocks according to depositional texture // Classification of carbonate rocks: American Association of Petroleum Geologists Memoir / Ed. W.E. Ham. 1962. V. 1. P.108–121.

### *Сведения об авторах*

**МАЛЬКОВ Иван Петрович** – аспирант, Московский государственный университет им М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых. 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1. Тел.: 8 (926)661-70-78. E-mail: mal-kov85@inbox.ru

## DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS OF THE OSA HORIZON IN THE CENTRAL AND EASTERN PARTS OF THE NEPA ARCH

I.P. Malkov

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

**Abstract.** Results of executed work allowed to build cross-well correlations and lithofacies maps of the Lower Cambrian deposits of the Osa horizon in central and eastern parts of the Nepa arch and to study reservoir quality in this region. A reconstruction of depositional environments of the Osa horizon was made based on comprehensive analysis of core data, thin-sections and well logs.

The research concluded that in the central part of the Nepa arch Osa horizon was deposited in partially isolated back reef and lagoon environments with active tide influence. However in the eastern part of the Nepa arch Osa horizon is formed by barrier carbonate buildups.

Deposits of the Osa horizon are represented by six cyclites which progressively get shallower upwards and are separated by transgressive surfaces. Transgressive surfaces of the first two cyclites coincide with erosional surfaces. Sequence and thickness analysis of the cyclite's section showed progradation of the first, second and third cyclites as well as aggradation of the fourth, fifth and sixth cyclites. Increase of thickness and change of facies of the Osa horizon from west to east suggest that deposits in the studied area were formed in the back reef environment of the Osa reef barrier.

Deposits of the Osa horizon were affected by intensive diagenesis. However, sedimentary heterogeneity of carbonates controls modern distribution of reservoir quality. According to the results of petrophysical analysis, rocks with the best reservoir qualities are represented by two facies. The first one is crystalline dolomites which were formed from framestones. Such dolomites have intercrystalline and vuggy porosity inherited from framestones. The second type is oolitic dolomites with interparticle porosity.

**Keywords:** Osa horizon, Nepa arch, logs interpretation, partially isolated back reef and lagoon zone.