

Литологические особенности верхнекембрийско-среднеордовикских отложений Югорского полуострова

По результатам работ представляется возможным использовать иерархическую систему естественных геологических тел на основе анализа циклических ассоциаций осадочных пород с целью отражения специфического и дискуссионного положений каждой из трех подсвет с помощью моделирования процесса осадконакопления.

Ключевые слова: *тип слоя, литотип, структурно-генетический анализ, грабены, рифтогенез, трансгрессивно-регрессивный цикл.*

K. P. RYAZANOV (SPMU, VSEGEI)
R. A. SHCHEKOLDIN, A. D. KUZ'KINA (SPMU)

Lithologic features of the Upper Cambrian-Middle Ordovician in the Yugor Peninsula

According to the results of the work, it is possible to use the hierarchical system of natural geological bodies on the basis of the analysis of cyclic associations of sedimentary rocks in order to reflect the specific and controversial position of each of the three sub-formation by modeling the sedimentation process.

Keywords: *layer types, lithotype, structural-genetic analysis, downthrown blocks, rifting, transgression-regression cycle.*

Введение. В изучаемый верхнекембрийско-среднеордовикский временной промежуток геологическое развитие рассматриваемой территории проходило в условиях пассивной континентальной окраины и было связано с колебаниями уровня Мирового океана [2, 7]. Палеозойские отложения Пайхойско-Восточно-Новоземельской подзоны, входящей в Зилаиро-Лемвинскую СФЗ, как правило, находятся в аллохтонном залегании. Граница между аллохтонными лемвинскими и автохтонными елецкими комплексами на Пай-Хое проводится в основном по Главному Пайхойскому надвигу [1].

Хенгурская свита (E_3-O_2hn) — это единственное подразделение верхнекембрийско-среднеордовикского интервала Пайхойско-Восточно-Новоземельской подзоны. Свита получила свое название по р. Хенгурью, правому притоку р. Сопчаю (Центральный Пай-Хой). Разрезы свиты в 70–80-е годы исследовались А. З. Бурским [6], а особенности ее стратиграфического строения рассматривались в ряде работ [7, 8, 10, 11]. После включения в её состав локально развитой на северо-западе Пай-Хоя базальной терригенной толщи верхнего кембрия — нижнего ордовика свита имеет современное трехчленное строение [8].

Каждая из трёх подсвет на территории Югорского полуострова обладает собственными контурами локализации, что в совокупности с контрастностью их литологического состава предопределило их раздельное картирование.

Методика работ. Материалы для данной статьи получены при комплексном исследовании выхо-

дов на дневную поверхность пород верхнего кембрия, нижнего и среднего ордовика (хенгурская свита) по побережью Карского моря в районе мыса Соколий, в басс. рек Черная, Бол. Ою (Великая), Халвортаяха, Сырадьяха, Ламбэяха в рамках геологического доизучения площадей масштаба 1 : 200 000 в составе геологической партии ООО «Поляргео» (ныне отдел РГ и ПИ полярных и приполярных территорий, ФГБУ «ВСЕГЕИ») (рис. 1).

Авторами изучалось взаимоотношение свиты с докембрийскими подстилающими и среднеордовикскими (тальбейтивисская свита) перекрывающими отложениями, выполнена сравнительная характеристика изученных обнажений с опорными разрезами, для определения структурно-текстурных характеристик и вещественного состава просмотрены шлифы на микроскопе Leica DM 750.

Во всех изученных разрезах установлены устойчивые сочетания литолого-генетических типов (литотипов), образующие ряд типов слоёв.

В результате на основе циклических ассоциаций осадочных пород построена иерархическая система естественных горно-породных тел и проведено моделирование процессов осадконакопления для каждой из трех подсвет [12, 14, 16–18].

Исходя из сравнительной характеристики разрезов и на основе данных авторов и материалов А. В. Журавлева, Е. В. Стариковой, Е. В. Богатыревой, А. М. Ивановой, А. А. Беляева, Б. Я. Дембовского, А. С. Микляева и др. [1–3, 4, 6–8, 10], проведена палеогеографическая реконструкция условий осадконакопления для времени образования частей свиты.



Географическое положение исследуемого района

Рис. 1. Расположение площади работ

Литолого-генетическая характеристика отложений. Ниже рассмотрены типы слоёв в стратиграфической последовательности.

Нижнехенгурская подсвита ($C_3-O_1hn_1$). Залегает на различных верхнерифейских образованиях (амдерминская и сокольнинская свиты) рассматриваемого района с угловым несогласием. Взаимоотношения с перекрывающимися отложениями достоверно не установлены, верхний контакт во всех случаях имеет тектонический или закрыт рыхлыми отложениями.

Всего в нижней подсвите было выделено два типа слоёв (рис. 2).

Первый тип слоя КС состоит из трех литотипов.

fc3: Конгломераты валунно-галечные и гравелиты вулканомиктовые (обломки красного цвета составляют 20–30, а иногда 70–90 % породы) с зеленовато-серым или лиловым цементом кварцево-хлорито-серицитового состава, содержа-

щим тонкодисперсный гематит. Структуры конгломератовые, гравелитовые, псаммопсефитовые и бластоцефопсаммитовые, текстура массивная. Обломочная часть представлена эффузивами основного и кислого составов, гранитоидами, орто- и парасланцами, микрокварцитами, отдельными минералами. Формирование литотипа происходило в условиях континента, по-видимому, речными и грязекаменными потоками.

fc2–fc1: Кварцитопесчаники лиловые, розовые разноплитчатые от средне-грубозернистых до тонко-среднезернистых с небольшими линзовидными скоплениями экстракластов и интракластов, аналогичных по составу эффузивов литотипа *fc3*. Текстура массивная, иногда косослоистая. Цемент сплошной равномерный перекристаллизованный и представлен ориентированными и определяющими сланцеватость тонкошуйчатыми агрегатами серицита и тонкими полосами оксидов и гидроксидов железа темно-бурых оттенков. Условия нако-

Нижнехенгурская подсвита								
Тип слоя	Текстура	Литотип						Фаза
		пелит	т/д	м/д	ср/д	кр/д	гр/д	
ZB							Т	za
								zb1
								zb2
								zc
КС								fc1
								fc2
								fc3

Адаптированная таблица размерностей					
Алевропелиты	Глинистые	пелит – менее 0,01 мм	Карбонатные	пелит – менее 0,005 мм	
		алеврит – 0,01–0,05 мм		т/д – 0,005–0,1 мм	
Псаммиты	Терригенные	т/з – 0,05–0,1 мм	Карбонатные	м/д – 0,1–1 мм	
		м/з – 0,1–0,25 мм		ср/д – 1–2 мм	
		ср/з – 0,25–0,5 мм		кр/д – 2–3 мм	
		кр/з – 0,5–1 мм		гр/д – более 3 мм	
Псефиты	Терригенные	более 2 мм	Карбонатные	кр/д – 2–3 мм гр/д – более 3 мм	

Рис. 2. Нижнехенгурские типы слоёв

T – трансгрессия; 1 – конкреции известняка (а) и линзы известняка (б), 2 – линзы и стяжения алеврита, 3 – известково-песчаные стяжения трубчатой формы, 4 – палеофаунистические остатки, 5 – следы жизнедеятельности ихнофоссилий внутри осадка, 6 – аргиллит алевритистый, 7 – аргиллит, 8 – песчаник, 9 – валунно-галечные конгломераты, гравелиты, 10 – гравийные песчаники, кварцитопесчаники, 11 – аргиллит углеродисто-глинистый, 12 – аргиллит углеродисто-глинисто-кремнистый, 13 – известняк, 14 – доломит, 15 – известняковые конгломераты, реже конглобрекции; т/з – тонкозернистый, м/з – мелкозернистый, ср/з – среднезернистый, кр/з – крупнозернистый, гр/з – грубозернистый, т/д – тонкодетритовый, м/д – мелкодетритовый, ср/д – среднететритовый, кр/д – крупнететритовый, гр/д – грубодетритовый

пления данной ассоциации литотипов также континентальные, вероятно, аллювиальные при умеренных скоростях течения.

Второй тип слоя ZB образован четырьмя многократно повторяющимися литотипами:

zc: Песчаник красновато-серый с примазками глинистого материала темно-серого цвета по границам слоев. Структура мелко-тонкозернистая, текстура волнистослойчатая. Встречены редкие известково-песчаные стяжения трубчатой формы (1,5 × 2 × 10 см) буровато-коричневого цвета. Литотип формировался в низкодинамичной зоне морского мелководья под действием волн.

zb2: Равномерное чередование (масштаб 0,4–0,5 м) алевролитов красных, коричневатых или зеленых субпараллельнослойчатых до полого-волнистослойчатых и песчаников (до кварцито-песчаников) красновато-серых, зеленовато-серых средне-мелкозернистых волнистослойчатых (преобладают). Границы прослоев резкие. Формирование литотипа происходило в условиях морского мелководья в спокойной гидродинамической обстановке.

zb1: Тонкое (до нескольких сантиметров) чередование алевролитов глинистых зеленовато-серых (преобладают) и аргиллитов алевролитистых серого, зеленовато-серого, лилового цветов, пологоволнистослойчатых с линзами органогенных известковистых песчаников тонкозернистых и многочисленными иголочками аутигенного рутила. Имеются карбонатно-алевролитовые стяжения, приуроченные к линзовидно-гнездовидным скоплениям карбонатных органических остатков (створок брахиопод плохой сохранности). Для стяжений характерна буровато-серая окраска. Сформировался данный литотип в низкодинамичной мелководно-морской обстановке при поступлении глинистой взвеси.

za: Аргиллиты алевролитистые зеленовато-серые с рассеянным органогенным детритом субпараллельнослойчатые и расланцованные по поверхностям напластования. Вверх по слою цвет меняется на буровато-коричневый. Встречаются редкие маломощные (несколько сантиметров) прослои глинистых алевролитов и единичные линзочки мелко-тонкозернистого алевролитистого песчаника. Переход к следующему слою постепенный. Накопление осадочного материала происходило в мелководно-морской относительно спокойной гидродинамической обстановке.

Возрастной диапазон нижнехенгурской подсвиты характеризуют трилобиты позднего кембрия *Richardronella* sp., *Koldiniodia sulcatus* Rob. et Pantoja-Alor, *Dolgeuloma* aff. *inserta* (Kurk.) и характерные для раннего ордовика брахиоподы *Orthidae*., колпачковые гастроподы *Amdermella* sp. [10]. Положение верхней границы уточнено по находкам в перекрывающих отложениях среднехенгурской подсвиты флоских конодонтов *Panderodus* aff. *gracilis* (Branson et Mehl) и *Drepanoistodus* cf. *forceps* (Lind.) (определения А.В. Журавлева).

Особенностью этих наиболее древних палеозойских отложений Пай-Хоя и о-ва Вайгач является ярко выраженное изменение цвета пород от лиловых на юге и юго-востоке (опорные разрезы по руч. Изьявж, р. Ния-Ю), на северо-западе (стратотип на р. Юно-Яха, разрезы по побережью Карского моря и о-ва Вайгач) через зеленоватые, зеленовато-серые и до серых и черных к центральной части Югорского полуострова (басс. р. Мал. и Бол. Ою (Великая) и др.) [2, 13].

По направлению к центральной части Югорского полуострова, где предположительно находилась глубоководная часть бассейна, гематит в составе пород исчезает и они окрашиваются в большей степени углеродистым веществом. Используя такие цветовые индикаторы, можно проследить постепенное углубление бассейна по направлению к юго-западному склону Пай-Хоя.

Суммарная мощность нижней подсвиты оценивается в пределах 300–600 м.

Среднехенгурская подсвита ($O_{1-2}hn_2$). В разных участках своего распространения залегают либо на нижней подсвите, либо непосредственно на докембрийских отложениях и имеет пестрый литологический состав. В основании разрезов подсвиты известны единичные потоки (5–7 м) базальтов, поэтому можно предположить, что во флоско-дапингское время тектоническая активность усиливается, что подтверждают процессы растяжения и образования серий внутриконтинентальных грабенов. Кровля подсвиты проводится по смене глинистых известняков алевроито-глинистыми аргиллитами.

Подсвита включает три типа слоев (рис. 3).

Первый тип слоя YD состоит из четырех литотипов.

yd2: Конгломераты, реже конглобрекции известняковые, песчанисто-известковистые массивные с плохой сортировкой обломков. По преимущественному составу обломков идентичны породам подстилающего фундамента. В светло-серой мелкозернистой известковисто-хлоритовой массе, помимо обломков известняков, заключены галька и угловатые обломки черных мелкокристаллических докембрийских эффузивных пород размерами от 0,5–1,5 до 10–20 см. Формирование этого литотипа, вероятно, связано с переносом массы обломочного материала гравитационными потоками в пределах пролювиальной дельты в условиях открытого морского побережья (**fan delta [19]**) при образовании полуграбенообразных структур.

yd1: Песчаники серые, светло-серые кварцевые и известковистые от грубо- до мелкозернистых и с линзами гравелитов. Иногда наблюдается слабовыраженная косая слоистость с ритмичной (градационной) сортировкой в пределах косых слоев. В линзах обнаружены брахиоподы семейства *Orthidae* [6, 11]. Образование литотипа, вероятно, связано с переносом разнозернистого материала морскими течениями в условиях подводного склона дельты. Наличие маломощного горизонта незрелых псефитов свидетельствует о быстрой трансгрессии и связанной с этим миграции береговой линии.

ус: Песчаники бежевые и светло-серые известковистые от мелко- до тонкозернистых и с детритом раковин брахиопод. В нижней части слоя присутствует волнистая слоистость, образуемая глинистыми намывами и неравномерным распределением цемента, подчеркивающим волновые знаки ряби. Песчаники содержат отчетливые мелкие ходы илоедов в кровле пласта и более крупные, углубленные в осадок [2]. При увеличении содержания карбоната песчаники переходят в песчанистые известняки. Осаждение материала происходило в условиях открытого мелководья при слабом волновом воздействии.

yb: Тонкое до нескольких сантиметров чередование известняков серых и светло-серых, глинистых, глинисто-песчанистых мелкодетритовых

и пелитоморфных с аргиллитами темно-серыми известковыми до 1 см с комковато-волнистой текстурой, намечаемой распределением глинистого и песчаного материала. В верхней части текстура становится массивной. Обстановка осадконакопления для данного литотипа, предположительно, морская мелководная низкодинамичная.

Второй тип слоя ХС образован четырьмя литотипами с общим уменьшением размера обломочных компонентов от подошвы к кровле:

xd: Известняки серые, коричневые органо-генно-крупнодетритовые, местами доломитизированные, и грубодетритовые косослоистые, содержащие многочисленные песчаные зерна кварца. Встречены остатки раковин брахиопод черные, темно-серые и различной сохранности: от неопределимых обломков до хорошо сохранившихся. Раковины распределены послойно с закономерной ориентировкой макушек створок к кровле. Такое распределение может указывать на периодические волнения (темпеститы), которые отражаются на последовательности фаций, образовав намывные отмели и одновременно перенося осадочный материал вниз по склону (турбидиты) на фоне резкого изменения скорости течения.

xc4: Песчаники серые кварц-известняковые крупно-грубозернистые неяснослоистые, местами слабопористые и реже доломитизированные. Отмечается присутствие хорошоокатанных обломков известняка и кварца. Накопление литотипа шло при перемещении отложений мелководья высокоплотным мутьевым потоком в зону тиховодной части бассейна.

xc3: Песчаники темно-серые кварцевые средне-крупнозернистые с участками косой слоистости, образованной неравномерным распределением микрокристаллического карбоната с рассеянным глинисто-кремнистым веществом. В средней части с обломками раковин и с другими органическими остатками.

xc2: Песчаник серый, светло-серый кварцевый известковистый мелкозернистый, в нижней части до среднезернистого, волнисто- и линзовиднослойчатый с подчеркнутыми глинистыми примазками серо-коричневого цвета.

Литотипы *xc2* и *xc3* сформированы, вероятнее всего, при неравномерном однонаправленном переносе осадочного материала из мелководной части в глубоководную мутьевыми потоками.

xc1: Песчаник серый кварцевый известковистый мелко-тонкозернистый неотчетливо косослойчатый. Присутствует органогенный детрит. Формирование происходило при низкой скорости суспензионного потока в режиме волочения материала.

В третий тип слоя ХА-I входят четыре литотипа.

xb1: Градационное чередование [14] тонкоплитчатых известково-глинистых аргиллитов серых до темно-серых около 10–20 см с глинистыми известняками светло-серыми, тонкодетритово-пелитоморфными – 5–10 см. Местами текстура слабослоистая и связана, вероятно, с влиянием однонаправленных придонных течений. В верхней части слоя присутствуют обломки панцирей трилобитов. Формирование литотипа шло за счет транспорта суспензии турбидитными потоком.

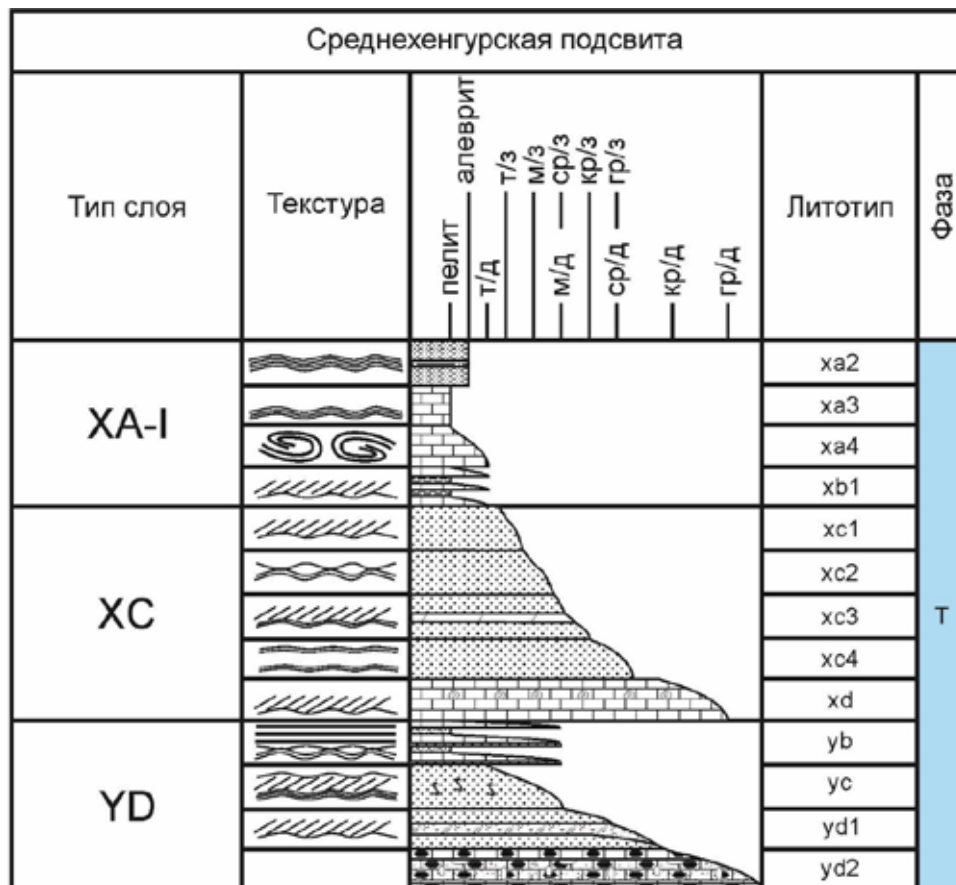


Рис. 3. Среднехенгурские типы слоев. Усл. обозн. см. рис. 2

ха4: Петельчатые известняки темно-серые тонкодетритово-пелитоморфные, текстура подчеркнута глинистыми примазками и тонкими прослоями 5–10 см, содержат регулярные через 0,2–0,5 м будинированные прослои известняков светло-серых пелитоморфных. Редкие включения обломочных зерен кварца размером 0,05–1 мм. Образование петельчатой текстуры связано с диагенетическими процессами перераспределения карбоната кальция в глинисто-карбонатном осадке низкодинамично-глубоководья при дефиците кислорода в поровых водах.

ха3: Известняки серые пелитоморфные полого-волнистослойчатые и массивные, в верхней части с регулярными будинированными прослоями через 0,2–0,5 м известняков светло-серых пелитоморфных. Вероятно, формирование связано с низкоплотностными турбидитными потоками в глубоководных условиях.

ха2: Аргиллиты алевроитистые серые, темно-серые и светло-серые известковисто-глинистые, глинисто-кремнистые полого-волнистослойчатые с тонкими прослойками до 8 мм алевролитов серых известковистых. Обстановка осадконакопления для такого литотипа, предположительно, связана с низкоплотностным переносом осадка в условиях глубоководного шельфа.

Возрастной диапазон этой части разреза установлен А.А. Беляевым [2] по находкам конодонтовых элементов в карбонатных разностях *Drepanoistodus forceps* (Lind.), *Protopanderodus gradates* Serp., *Juanograthus variabilis* Serp., *Scolopodus rex* Lind. По определениям А.И. Герасимовой установлены дапинские конодонты *Tropodus comptus* (Branson et Mehl) и ряд флоских конодонтов: *Drepanoistodus cf. forceps* (Lind.), *Panderodus aff. gracilis* (Branson et Mehl) (определения А.В. Журавлева). Терригенная часть разреза представлена находками брахиопод тремадока – ариенига (флоский – дапинский)

Clarkella sokolina V. Bond., *Altorthis* sp., *Amdermella* sp. [6, 9].

Средняя часть хенгурской свиты обладает пёстрым литологическим составом. Такое разнообразие отложений может объясняться миграцией береговой линии на северо-восток и юго-запад, вызванной быстрым прогибанием субстрата в тектонической обстановке растяжения. Отмеченное выше несогласное залегание среднехенгурской подсвиты на докембрийских отложениях также указывает на продолжающуюся трансгрессию.

На удаленность береговой линии на этом этапе седиментации указывают присутствие остатков прибрежных организмов только в виде детрита, преобладание массивных и слоистых текстур, значительное содержание в карбонатных породах глинистого материала и появление своеобразных «петельчатых» текстур.

Мощность подсвиты оценивается в диапазоне 100–300 м.

Верхнехенгурская подсвита (O_2Hn_3). Выходы на дневную поверхность отложений подсвиты были изучены В.И. Бондаревым [11] как «филлограптовые сланцы нелидовского горизонта». Верхняя часть подразделения представлена литологически выдержанной в большинстве разрезов монотонной ассоциацией аргиллитов углеродисто-глинисто-кремнистых, кремнисто-глинистых, в различной степени алевроитистых и известковистых с переменным количеством конкреционных известняков. На участке междуречья Мал. и Бол. Ою в кровле подсвиты присутствуют потоки базальтов [8, 10].

Верхняя подсвита имеет два типа слоев (рис. 4).

Первый тип слоя XB состоит из двух литотипов.

xb2: Ритмично чередующиеся аргиллиты с известняками. Аргиллиты темно-серые до черных глинисто-кремнистые, глинисто-известковистые, слабоизвестковистые, местами углеродистые тонкоплитчатые слабобугристые. Известняки светло-

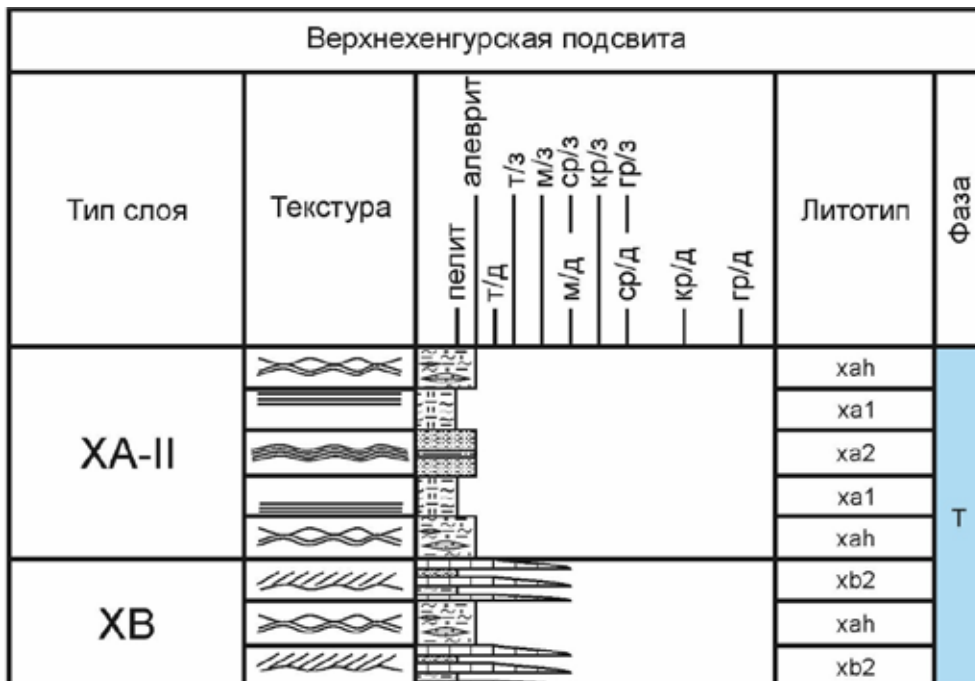


Рис. 4. Верхнехенгурские типы слоев. Усл. обозн. см. рис. 2

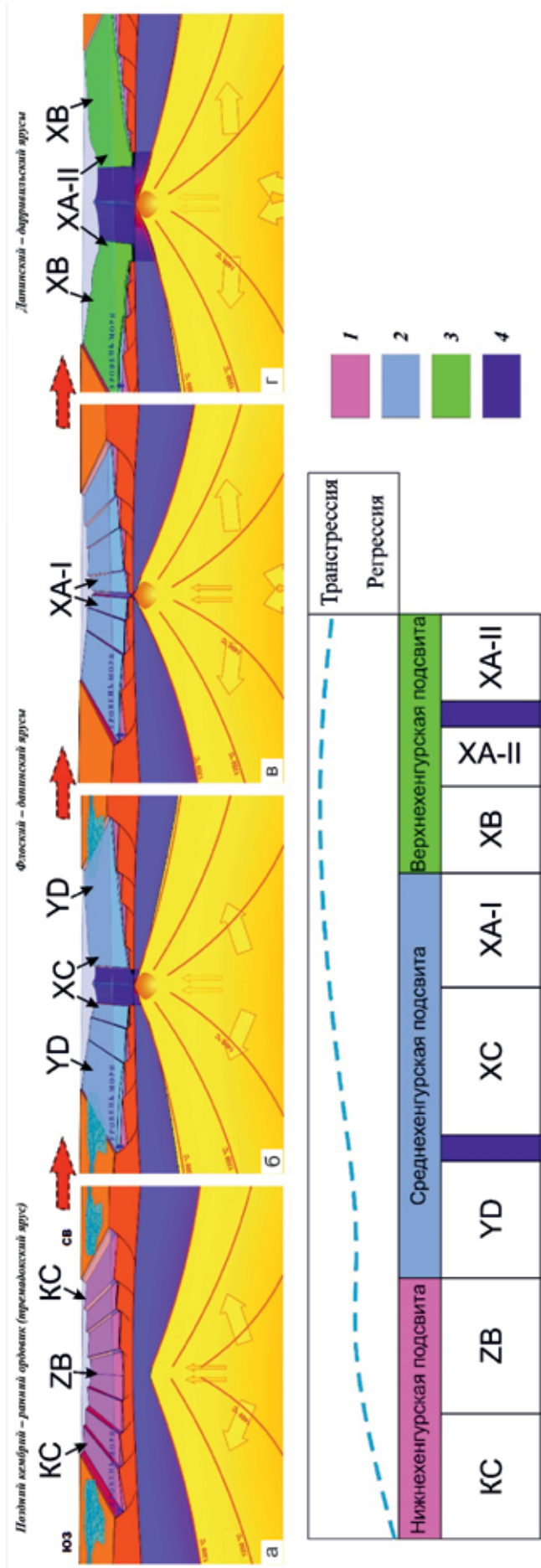


Рис. 5. Геодинамическая модель формирования верхнекембрийско-среднеордовичского интервала исследуемой территории

Типы слов: 1 – нижнехунгерские, 2 – среднехунгерские, 3 – верхнехунгерские; 4 – излияния базальтов

серые от мелко- до тонкодетритовых, прослой 5–10 см. Текстура литотипа неотчетливо косослоистая, а его формирование – следствие транспорта суспензии низкоплотным турбидитным потоком в условиях глубоководного палеобассейна.

xah: Аргиллиты алевролитистые серые до черных углеродисто-кремнистые, глинисто-кремнистые с бугристыми поверхностями напластования. В аргиллитах встречаются конкреции известняков 0,05–0,1 м, количество которых увеличивается к верхней части. Конкреции имеют округлую и караваеобразную формы. Такая сегрегация карбонатного материала, выраженная конкреционными процессами, связана с поступлением глинистой и карбонатной взвеси во время спокойной гидродинамической обстановки и перераспределением карбоната кальция поровыми водами.

Литотип *xb2* аналогичен вышеописанному. Чередование в данном случае имеет отчетливые формы косой слоистости. Динамика потока растёт.

Второй тип слоя XA-II включает три литологических типа:

Верхний и нижний литотипы *xah* подобны среднему литотипу типа слоя XB, но отличаются прослоями конкреционных горизонтов известняков с включениями черной гальки карбонатного состава 0,5–2 мм.

Ассоциация литотипов *xa1–xa2*: Аргиллиты черные, серовато-черные углеродисто-глинисто-кремнистые, углеродисто-кремнистые, кремнисто-хлоритовые листовато-пластинчатые массивные и волнистослойчатые. К данному литотипу приурочены редкие тела базальтоидов (базальтов, часто миндалекаменных, и долеритов), которые исключительно однотипны (устное сообщение Е. В. Стариковой.). В аргиллитах отмечена примесь тонкого пирокластического материала, связанная с процессами вулканических извержений во время накопления описываемой ассоциации литотипов. К окончанию заполнения рифтов осадочным материалом приурочены излияния базальтов и внедрение интрузий и установились глубоководные условия.

xa1: Аргиллиты серовато-черные до черных углеродисто-кремнистые плитчатые 1–1,2 мм и массивные. Встречены тонкие прослой с сульфидизацией (мелкие выделения кубического и тонкодисперсного пирита), которая диагностируется развитием окиси железа по поверхностям напластования. Формирование литотипа происходило в бескислородных условиях относительного глубоководья при низкой динамике водной среды.

Биостратиграфическое подтверждение возраста верхнехунгерской подсветы основано на комплексах конодонтов (определения А. В. Журавлева): *Priniodus* (*Baltoniodus*) *navis* Lind., *Drepanoistodus forceps* (Lind.) и др. и граптолитов (определения Т. Н. Корень, В. И. Бондарева) [5]: *Gliptograptus ex gr. dentatus* (Brongn.), *Didymograptus ex gr. bifidus* (Hall.), *D. aff. Geminus* His. *Glossograptus aff. Hincksii* (Hork.), характеризующие зону *D. bifidus*

Систематика литолого-генетических типов пород

Комплекс	Группа			
	Алевропелиты	Алтерниты	Псаммиты	Псефиты
Глубоководный шельф	xa4, xa3, xa2, xa1	xb2, xb1	xc4, xc3, xc2, xc1	xd
Открытое мелководье		yb	yc	yd2, yd1
Изолированное мелководье	za	zb2, zb1	zc	
Деятельность речных или пресноводных потоков			fc3, fc2, fc1	

нижнего дарривилия. Совокупность имеющихся материалов позволяет оценить возраст верхнехенгурской подсвиты в диапазоне от позднедапинского века до среднего дарривилия, включая зону *Didymograptusartus*.

Вероятно, типы слоев верхней части исследуемого стратона образовались в относительно глубоководной части осадочного бассейна со спокойной гидродинамической обстановкой. Присутствие на этом уровне потоков базальтов в басс. р. Мал. и Бол. Ою указывает на продолжающееся растяжение земной коры в этом регионе. Общая мощность подсвиты 300–600 м.

Вышеописанные семь типов слоев и двадцать три литотипа представлены в таблице.

Интерпретация результатов. По результатам литолого-генетического анализа выявлены причины значительной изменчивости и пестроты литологического состава хенгурской свиты. Исходя из данных в работах [13, 15], непродолжительный процесс задугового спрединга в позднем кембрии – ордовике не завершился образованием коры океанического типа и деструкцией континента, а проявился в формировании рифтогенной стадии развития Уральского палеоокеана.

Выделенные авторами типы слоев отражают последовательную смену обстановок осадконакопления, которые в свою очередь связаны с геодинамической обстановкой.

Нижнехенгурские типы слоев формировались вначале в континентальной, затем в прибрежно-морской обстановках в пределах пролювиальной дельты. Накопление грубого терригенного материала происходило, вероятно, в бортовых частях грабенообразных прогибов в результате переноса речными и грязекаменными потоками. По мере развития трансгрессии в условиях открытого морского мелководья накапливался глинисто-кремнистый материал путём осаднения из взвеси в спокойной гидродинамической обстановке.

Среднехенгурские типы слоев. Вероятно, фациальное разнообразие этого интервала обусловлено продолжением образования внутрикратонных грабенов и общим погружением территории. Нижняя карбонатно-терригенная часть отражает быструю трансгрессию, выполаживание склонов рифтовой долины и удаление области сноса. Максимум трансгрессии совпал с локальным излиянием единичных потоков базальтов и постепенным заполнением рифтов. Цикл завершается прекращением образования терригенных турбидитов, активизацией

карбонатакопления и умеренным погружением дна бассейна.

Верхнехенгурские типы слоев, по-видимому, сформировались в течение деструкции рифтогенного шельфа в глубоководной зоне палеобассейна с образованием пелагического материала.

Таким образом, на основании проведенного анализа можно предположить, что изученные отложения позднекембрийско-среднеордовикского интервала отражают три палеогеографические области Уральского палеоокеана, и на основе этих данных нами построена геодинамическая модель (рис. 5):

1. Нижняя часть разреза, образовавшаяся с позднего кембрия и до конца тремадокского времени, соответствует прибрежно-мелководной зоне (рис. 5, а);

2. Фациально разнообразная средняя часть свиты флоско-раннедапинского интервала сформирована в условиях мелководного шельфа пассивной окраины (рис. 5, б), постепенно переходящего в глубоководную зону (рис. 5, в);

3. Верхнехенгурской комплекс отложений, отвечающий позднедапинско-среднедарривильскому времени, свидетельствует об относительно глубоководной зоне седиментации (рис. 5, г). Начиная со среднего ордовика исследуемая территория испытывает все более интенсивное погружение, и впоследствии здесь формируется континентальный склон.

Авторы выражают благодарность сотрудникам отдела РГ и ПИ полярных и приполярных территорий, Е.В. Стариковой (ВСЕГЕИ) и А.В. Журавлеву (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН) за всестороннее содействие в проведении исследований.

1. *Беляков Л.Н., Дембовский Б.Я.* Некоторые особенности тектоники Севера Урала и Пай-Хоя // Геотектоника. 1984. № 2. С. 51–57.

2. *Беляев А.А.* Литогенетические особенности палеозойских формаций Карской зоны Пай-Хоя // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Европейского Северо-Востока России: тез. Всерос. геол. конф. Т. 1. – Сыктывкар: Ин-т геологии Коми НЦ РАН, 1994. – С. 55–58.

3. Государственная геологическая карта и карта полезных ископаемых СССР. Масштаб 1 : 200 000. Серия Ново-Земельско-Пайхойская. Листы R-41-XXIX, XXX. Объясн. записка / А.М. Иванова, В.Н. Войцеховский и др. – М.: Госгеолтехиздат, 1959. – 48с.

4. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение).

Серия Южно-Карская. Лист R-41 – Амдерма. Объясн. записка / М.А. Шишкин, С.И. Шкарубо. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. – 415 с.

5. Енокян В.С. Палеозойские отложения и история геологического развития западного Пай-Хоя и острова Вайгач: Автореф. дисс. ... канд. г.-м. наук. – М.: МГРИ, 1971. – 26 с.

6. Жуков Ю.В., Заборин О.Л., Маршанский И.И. Геологическое строение территории листов R-41-103-B (в, г); R-41-103-G (в, г); R-41-104-B (в, г); R-41-104-G (в, г); R-41-116-G (а, б); R-41-117-A (в, г); R-41-117-B (в, г); R-41-117-V (а, б); R-41-117-G (а, б); R-41-118-B (а, б). ГПП «Поляруралгеология», 1971.

7. Иванова А.М. Верхнекембрийские и ордовикские отложения Пай-Хоя в северной части Полярного Урала // Труды НИИ Геологии Арктики Министерства геологии и охраны недр СССР. – Л., 1959. Т. 96. Вып. 8. – С. 1–24.

8. Легенда Госгеолкарты-200 Вайгачско-Пайхойской серии листов // Подготовка материалов к легенде Ново-Земельской серии листов Госгеолкарты-200: отчет по объекту / А.С. Микляев, С.К. Пухонто, Т.А. Афанасьева. 1999. – 78 с.

9. Маслов М.А., Шляхова Х.Т. Стратиграфия доордовикских метаморфических образований Пай-Хоя // Стратиграфия и литология докембрия и нижнего палеозоя Урала. – Свердловск, 1972. – С. 55–67 (Труды Ин-та геол. и геохимии УНЦ АН СССР, вып. 91).

10. Микляев А.С. Стратиграфия и перспективы рудоносности палеозойских отложений Лемвинской зоны юго-восточного Пай-Хоя // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Европейского Северо-Востока России: Тезисы Всероссийской геол. конф. – Сыктывкар, 1994. Т. 1. – С. 170–173.

11. Опорный разрез ордовика Пай-Хоя, Вайгача и юга Новой Земли: Сб. статей / под ред. В.И. Бондарева. – Л.: НИИГА, 1970. – 155 с.

12. Рязанов К.П. Модель формирования карской свиты (нижний карбон) северо-восточного Пай-Хоя // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2015. № 6. – С. 21–28.

13. Тимонин Н.И., Юдин В.В., Беляев А.А. Палеогеодинамика Пай-Хоя. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 225 с.

14. Шишлов С.Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций. – СПб.: ЛЕМА, 2010. – 276 с.

15. Юдин В.В. Орогенез севера Урала и Пай-Хоя. – Екатеринбург: Наука, 1994. – 285 с.

16. Bouma A.H. Sedimentology of Some Flysch Deposits // A graphic approach to facies interpretation. – Amsterdam: Elsevier, 1962. – 168 p.

17. Kelley D.S. From the mantle to microbes: the Lost City hydrothermal field // Oceanography. 2005. Vol. 18. N 3. – P. 32–45.

18. Lowe D.R. Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents // J. Sediment. Petrol. 1982. N 52. – P. 279–297.

19. Tucker M.V., Wright V.P., Dickson J.A.D. Carbonate Sedimentology. – Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1990. – 482 p.

Zemel'sko-Pajhojskaya. Listy R-41-XXIX, XXX. Ob'yasn. zapiska [State geologic map and mineral resources map of the USSR. Scale 1:200,000. Series Novo-Zemaljska-Pai-Khoi. Leaves R-41-XXIX, XXX. Explanatory Note]. Eds. by M.A. Ivanov, V.N. Wojciechowski. Moscow: Gosgeoltekhizdat. 1959. 48 p.

4. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Yuzhno-Karskaya. List R-41 – Амдерма. Об'ясн. записка [State geological map of Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Series South Kara. Sheet R-41 – Амдерма. Explanatory Note]. Eds. by M.A. Shishkin, S.I. Shkarubo. St. Petersburg: VSEGEI. 2008. 415 p.

5. Yenokyan V.S. Paleozoic deposits and history of geological development of the western Pai-Khoi and Vaigach island: abstract. Moscow. 1971. 26 p.

6. Zhukov Yu.V., Zaborin O.L., Marshanskiy I.I. Geologicheskoe stroenie territorii listov R-41-103-V (v, g); R-41-103-G (v, g); R-41-104-V (v, g); R-41-104-G (v, g); R-41-116-G (a, b); R-41-117-A (v, g); R-41-117-B (v, g); R-41-117-V (a, b); R-41-117-G (a, b); R-41-118-V (a, b). [Geological structure of the territory of sheets R-41-103-B (v, g); R-41-103-G (v, g); R-41-104-B (v, g); R-41-104-G (v, g); R-41-116-G (a, b); R-41-117-A (v, g); R-41-117-B (v, g); R-41-117-V (a, b); R-41-117-G (a, b); R-41-118-B (a, b)]. State Geological Company «PolarUralGeology». 1971.

7. Ivanova A.M. Upper Cambrian and Ordovician deposits of Pai-Khoi in the northern part of the Polar Urals. *Proceedings of the Institute of Geology of the Arctic of the Ministry of Geology and Conservation of the USSR*. Leningrad. 1959. Vol. 96. Iss. 8, pp. 1–24. (In Russian).

8. Miklyaev A.S., Puhonto S.K., Afanas'eva T.A. Legend of the State Geological Library-200 Vaygach-Paihoi series of sheets. *Preparation of materials for the legend of the Novo-Zemelskaya series of sheets of the State Geological Library-200: report on the object*. 1999. 78 p. (In Russian).

9. Maslov M.A., Shlyahova H.T. Stratigraphy of pre-Ordovician metamorphic formations of Pai-Khoi. *Stratigraphy and lithology of the Precambrian and Lower Paleozoic of the Urals*. Sverdlovsk. 1972. Pp. 55–67 (Trudy In-ta geol. i geoimii UNC AN SSSR, vyp. 91) (In Russian).

10. Miklyaev A.S. Stratigraphy and prospects of ore content of the Paleozoic deposits of the Lemvinskaya zone of the southeastern Pai-Khoi. *Geology and mineral resources of the European North-East of Russia: Abstracts of the All-Russian Geological Conference*. Syktyvkar. 1994. Pp. 170–173. (In Russian).

11. Opornyj razrez ordovika Paj-Hoya, Vajgacha i yuga Novoj Zemli [The base section of the Ordovician Pai-Khoi, Vaigach and the south of Novaya Zemlya]. Sb. statej. Leningrad. 1970. 155 p.

12. Ryzanov K.P. Model of shaping of Kara formation (lower carbon) of the northeast Pai-Khoi. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geologiya i razvedka*. Moscow. 2015. No 6, pp. 21–28. (In Russian).

13. Timonin N.I., Yudin V.V., Belyaev A.A. Paleogeodinamika Paj-Hoya [Paleogeodynamics of Pai-Khoi]. Yekaterinburg. 2004. 225 p.

14. Shishlov S.B. Strukturno-geneticheskij analiz osadochnykh formacij [Structural and genetic analysis of rock associations]. St. Petersburg. 2010. 276 p.

15. Yudin V.V. Orogenez severa Urala i Paj-Hoya [Orogeny of the Northern Urals and Pai-Khoi]. Yekaterinburg: UIF Nauka. 1994. 285 p.

16. Bouma, A.H. 1962: Sedimentology of Some Flysch Deposits. *A graphic approach to facies interpretation*. Amsterdam: Elsevier, 168.

17. Kelley, D.S. 2005: From the mantle to microbes. The Lost City hydrothermal field. *Oceanography*, vol. 18. 3. 32–45.

18. Lowe, D.R. 1982: Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. *J. Sediment. Petrol.* 52. 279–297.

19. Tucker, M.V., Wright, V.P., Dickson, J.A.D. 1990: Carbonate Sedimentology. Blackwell Scientific Publications. 482.

1. Belyakov L.N., Dembovskij B.Ya. Some features of the tectonics of the north of the Urals and Pai-Khoi. *Geotektonika*. 1984. No 2, pp. 51–57. (In Russian).

2. Belyaev A.A. Lithogenetic peculiarities of Paleozoic formations of the Kai zone of Pai-Khoi. *Geology and mineral resources of the European North-East of Russia: abstracts of Vseoross. geol. Conf. Vol. 1*. Syktyvkar: In-ta geologii Komi NCZ RAN. 1994. Pp. 55–58. (In Russian).

3. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta i karta poleznykh iskopayemykh SSSR. Masshtab 1 : 200 000. Seriya Novo-

Рязанов Кирилл Павлович – аспирант, вед. геолог, СПГУ¹; Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия. <k-r-i-z26@mail.ru>
Щеколдин Роман Анатольевич – канд. геол.-минер. наук, доцент, СПГУ¹. <romansch@mail.ru>
Кузькина Анастасия Дмитриевна – студентка, СПГУ¹. <forestnastia@gmail.com>

Ryazanov Kirill Pavlovich – Ph.D. Student, Leading Geologist, SPMU¹; A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, 199106, Russia. <k-r-i-z26@mail.ru>
Shchekoldin Roman Anatolyevich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor. SPMU¹. <romansch@mail.ru>
Kuz'kina Anastasia Dmitrievna – Student, SPMU¹. <forestnastia@gmail.com>

¹ Санкт-Петербургский горный университет (СПГУ). 21-я линия, Васильевский остров, 2, Санкт-Петербург, 199106, Россия.
St. Petersburg Mining University (SPMU). 2 21st Line, St. Petersburg, 199106, Russia.