

DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/20\\_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/20_2018)

УДК 552.143:551.733.3(470.1)

**Шеболкин Д.Н.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии им. акад. Н.П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ФГБУН ИГ Коми НЦ УрО РАН), Сыктывкар, Россия, drk80@mail.ru

## ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ВЕНЛОКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА И ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА

*Рассматриваются результаты литогенетических исследований венлокских отложений Приполярного Урала и южной части гряды Чернышева. Выделенные литотипы венлокских карбонатных и карбонатно-терригенных пород по механизму образования объединены в генетические группы. В течении венлока бассейн седиментации характеризовался частыми колебаниями уровня моря, фаций и тектонической нестабильностью. Построены литофациальные модели для ранне-, средне- и поздневенлокского времени.*

*Ключевые слова:* карбонатные породы, литотипы, генетические типы, венлок, Приполярный Урал, гряда Чернышева, Тимано-Североуральский регион.

### Введение

Венлокские отложения входят в состав нижнепалеозойского нефтегазоносного комплекса Тимано-Печорской провинции, в связи с чем выявление особенностей формирования этих отложений имеет важное практическое значение. Для реконструкции венлокского осадочного бассейна необходимым является обоснованное сопоставление разрезов в естественных выходах и вскрытых скважинами (рис. 1). Это, прежде всего, связано с тем, что современные литолого-палеонтологические и изотопно-геохимические исследования венлокских отложений выявили их разную неполноту на территории Тимано-Североуральского региона. Основные выходы отложений венлокского отдела в этом регионе расположены на западном склоне севера Урала, на грядах Чернышева [Першина, 1962; Палеозойское осадконакопление..., 2011; Шеболкин, 2012] и Чернова [Антошкина, Безносова, 1988]. В стратиграфической схеме силура Западного Урала [Стратиграфические схемы Урала..., 1993] венлок включал маршрутнинскую и устьдурнаюскую свиты. Позднее установлено, что маршрутнинская и нижняя части устьдурнаюской свиты относятся к телическому ярусу верхнего лландовери [Antoshkina et al., 2000].

Основываясь на изучении конодонтовой фауны и изотопных данных, венлоку соответствует только верхняя часть устьдурнаюской свиты [Шеболкин, 2012; Шеболкин, Мянник, 2014].

ОСШ (Постановление МСК..., 2011, 2012)		Приполярный Урал (Объяснительная записка....1994)	Приполярный Урал (Безносова, Лукин, 2009)	гряда Чернышева (Шеболкин, Мянник, 2014; Шеболкин, 2017)	Хорейверская впадина (Жемчугова и др, 2001)		
Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Горизонт	Свита/Подсвита	Свита	
СИЛУРИЙСКАЯ	ЛУДЛОВСКИЙ	Горстийский	Падимейтывисский	Падимейтывисский	Падимейтывисская	Падимейтывисская	
	ВЕНЛОКСКИЙ	Гомерский	Устьдурнаюский	Войвывский	Верхнеустьдурнаюская	Джинтуйская	Веяжская
		Шейнвудский					
	ЛАНДОВЕРИЙСКИЙ	Теличский					
			Филиппъельский	Филиппъельский	Филиппъельская	Сандивейская	

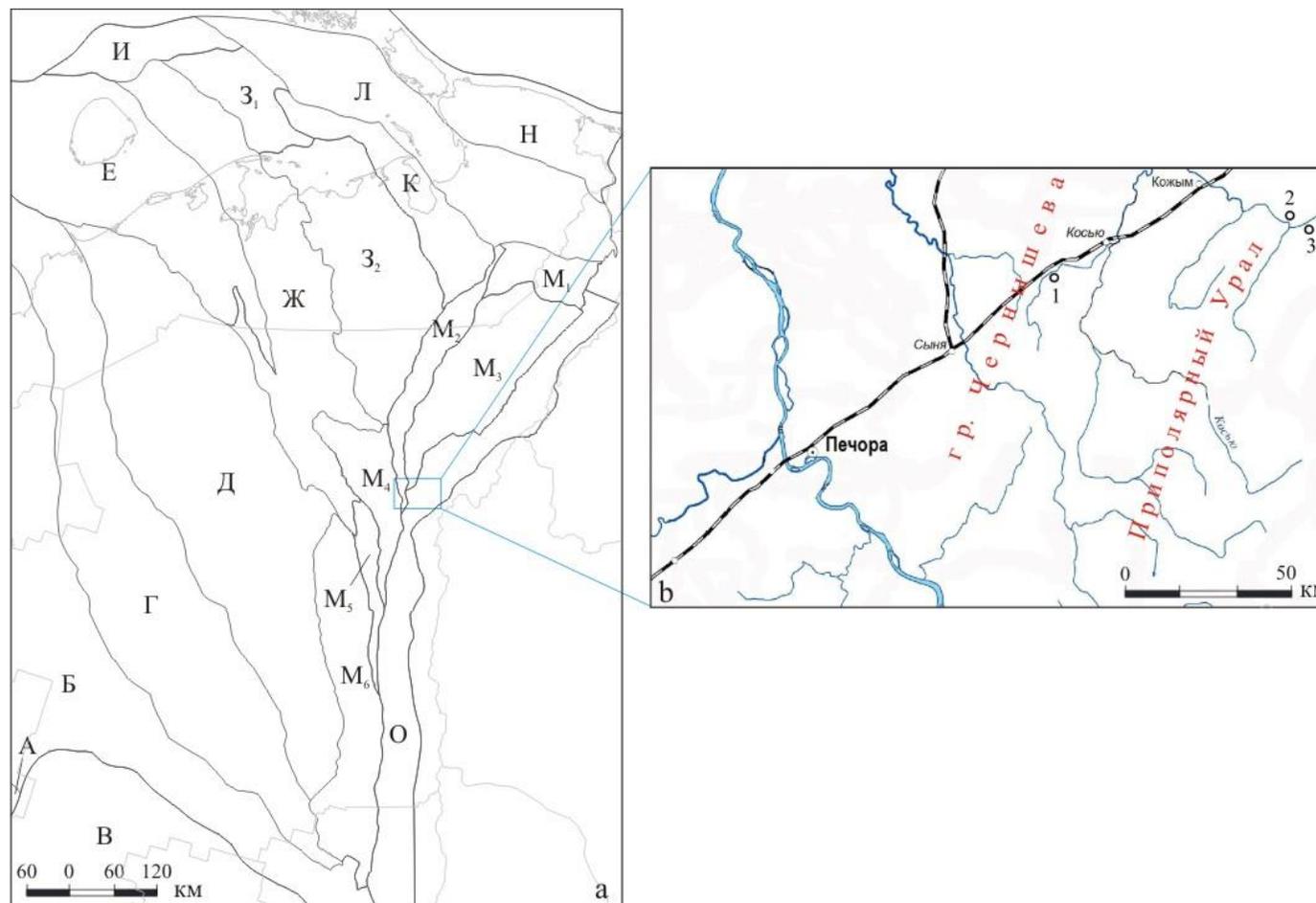
Рис. 1. Стратиграфическая схема венлокских отложений Западного Урала, гряды Чернышева и Хорейверской впадины с предлагаемой автором новой свитой

По данным изотопии ( $\delta^{13}\text{C}$ ) установлено, что в стратотипической местности на западном склоне Приполярного Урала отсутствует часть нижневенлокских отложений [Männik, Martma, 2000; Männik, Antoshkina, Beznosova, 2000]. Т.М. Безносова и В.Ю. Лукин предложили нижнюю часть устьдурнаюского горизонта включить в состав маршрутинского горизонта лландоверийского отдела, а верхнюю часть - выделить в новый горизонт с названием «войвывский» в составе венлокского отдела и название «устьдурнаюский горизонт» в дальнейшем не использовать [Безносова, Лукин, 2009]. В свою очередь, в разрезе южной части гряды Чернышева установлен полный объем венлокских отложений [Шеболкин, Мянник, 2014], в связи с чем этот разрез выделен в местное стратиграфическое подразделение – джинтуйская свита [Шеболкин, 2017]. Дополнением к палеонтолого-геохимическим характеристикам неполноты венлока является присутствие в средневеяжской подсвите красноцветных кор выветривания (по неопубликованным данным Р.В. Хипели) [Antoshkina, 2007] в разрезах Хорейверской впадины. Автор в данной работе использует для разрезов венлока Приполярного Урала верхнеустьдурнаюскую подсвиту, а не войвывский горизонт, так как там ранее установлен неполный разрез венлока, а для разреза гряды Чернышева – джинтуйскую свиту.

Целью данной работы является обоснование литогенетической типизации и условий образования венлокских отложений на примере изученных разрезов на Приполярном Урале и южной части гряды Чернышева для выявления и корреляции этого временного интервала в разрезах Тимано-Североуральского региона.

### **Материалы и методы**

Фактический материал составляют карбонатные и терригенно-карбонатные породы венлокского отдела, отобранные во время полевых работ 2001, 2004, 2006, 2007, 2011 гг. на разрезах р. Изьяю южной части гряды Чернышева (обн. 479 [Тимонин, 1975]) и р. Кожым Приполярного Урала (обн. 212, 217 [Першина и др., 1971]). Сложное тектоническое строение территории региона [Тимонин, 1975; Юдин, 1994] и некоторая недоступность разрезов затрудняют описание непрерывных стратиграфических последовательностей. Для изучения выбраны наиболее полные последовательности в разрезах на р. Кожым в районе устья р. Дурнаю (обн. 212 и 217), как стратотипические, и на р. Изьяю, как расположенные вблизи железнодорожной станции в 66 км западнее разрезов Приполярного Урала (рис. 2).



**Рис. 2. а) Тектоническое районирование Тимано-Североуральского региона (по [Прищепа и др., 2011] с упрощениями автора) и б) положение изученных разрезов**

*А – Московская синеклиза; Б – Мезенская синеклиза; В – Волго-Уральская антеклиза; Д – Ижма-Печорская синеклиза; Е – Малоземельская-Колгуевская моноклиналь; Ж – Печоро-Колвинский авлакоген; З – Хорейверско-Печороморская синеклиза: З<sub>1</sub> – Русская моноклиналь; З<sub>2</sub> – Хорейверская впадина; И – Северо-Печороморская моноклиналь; К – Варандей-Адъзвинская структурно-тектоническая зона; Л – Припайхойско-Приюжноновоземельский мегапробиг (перикратон); М – Предуральский краевой прогиб: М<sub>1</sub> – Воркутское поперечное поднятие; М<sub>2</sub> – гряда Чернышева; М<sub>3</sub> – Косью-Роговская впадина; М<sub>4</sub> – Большесынинская впадина; М<sub>5</sub> – Среднепечорское поперечное поднятие; М<sub>6</sub> – Верхнепечорская впадина; Н – Пайхоско-Новоземельская складчатая система.*

*1 – обн. 479 (р. Изьяю), 2 – обн. 217 (р. Кожым), 3 – обн. 212 (р. Кожым).*

Изучение пород проводилось микроскопически в шлифах и макроскопически в шлифовках, использовались данные химического карбонатного, химического силикатного, рентгенодифрактометрического, электронно-микроскопического (с микронзондом) анализов. А также изучался изотопный состав С и О в карбонатах. Все исследования проводились в ЦКП «Геонаука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН.

### **Литологическая характеристика пород**

Венлокские отложения Приполярного Урала и южной части гряды Чернышева имеют широкий спектр карбонатных и терригенно-карбонатных тел, различающихся по составу, строению и форме. Для карбонатных и карбонатно-терригенных пород использовалась классификация В.Н. Шванова с соавторами [Систематика и классификация..., 1998]. В изученных разрезах венлокских и пограничных с ними отложений, представленных чередованием различных типов известняков, доломитов и терригенно-карбонатных пород, при макро- и микроскопическом исследованиях выделено 19 литотипов. Их краткая характеристика приведена в табл. 1 и проиллюстрирована на рис. 3-4.

### **Генетическая типизация**

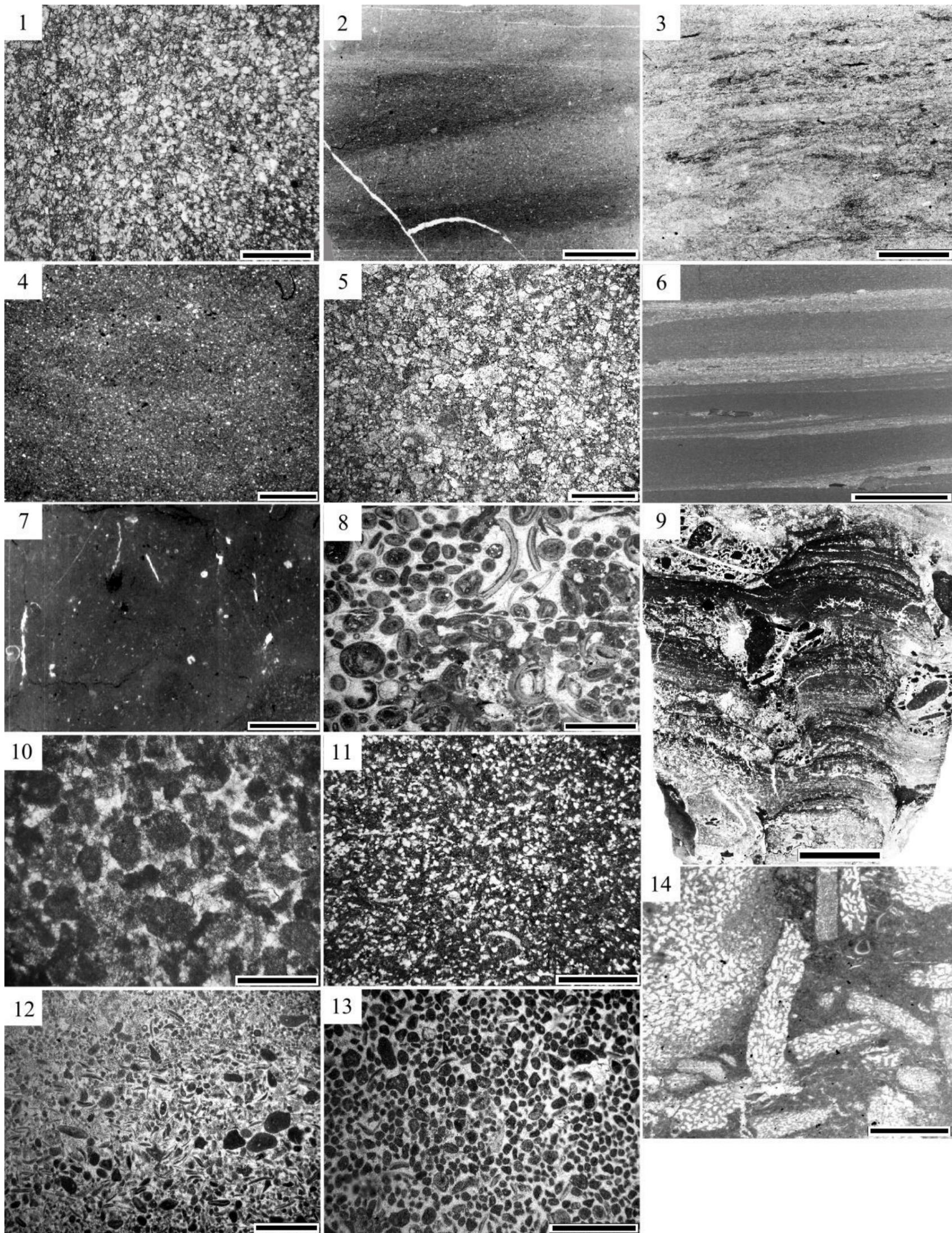
В основу генетического анализа положены первичные признаки породы, образовавшейся под влиянием определенных способов и механизмов переноса и накопления материала. Главными в типизации являются основной геологический процесс и способ формирования [Фролов, 1995], определяющие модель образования генетического типа геологического тела. Литологические, палеонтологические особенности и вторичные преобразования являются критериями для выявления разнообразных генетических типов. Ранее [Литосфера Тимано-Североуральского..., 2008] проведена лишь генетическая классификация карбонатно-терригенных венлокских отложений. Детальные исследования, а также использование новых методов позволили дополнить и обосновать выделенные ранее генетические типы, среди которых четыре генетические группы: *хемогенная*, *биохемогенная*, *биогеогенная* и *механогенная*.

Таблица 1

Литотип	Литология	Химический состав, %
Доломит с пелитоморфным кальцитовым цементом	Цвет желтовато-серый. Структура: микро- и мелкозернистая. Текстура: массивная. Микроскопически – идиоморфные кристаллы доломита (0,01-0,2 мм). Цемент - пелитоморфный кальцит (5-10%).	CaCO <sub>3</sub> : 2,94–4,30 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 85,81–89,15 Нерастворимый остаток (далее н.о.): 6,75–9,93
Доломит алевритистый с полосчатой текстурой	Цвет желтовато-серый. Структура: микро- и мелкозернистая. Текстура: линзовидно-полосчатая, подчеркнутая глинистым и алевритистым материалом. Микроскопически – идиоморфные кристаллы доломита (0,01-0,2 мм). Цемент - пелитоморфный кальцит (5-10%). Зерна кварца (0,04-0,1 мм) угловатой (70-98%) и угловато-окатанной (2-30%) форм.	CaCO <sub>3</sub> : 1,20–3,08 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 82,28–85,63 н.о.: 12,33–15,81
Доломит алевритистый с пятнистой текстурой	Цвет желтовато-серый и светло-коричневый. Структура: микро- и мелкозернистая. Текстура: полосчато-пятнистая, подчеркнутая алевритистым и глинистым материалом. Микроскопически – основная масса состоит из идиоморфных кристаллов доломита (0,01-0,2 мм). Зерна кварца (20-25%) размером 0,04-0,1 мм, скоплениями в виде линз и пятен. Акцессорные минералы (< 5%) - мусковит, хлорит, гематит.	CaCO <sub>3</sub> : 1,30–7,95 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 64,69–77,79 н.о.: 20,04–25,39
Доломит известковый глинистый	Цвет желтовато-коричневый и светло-серый. Структура: микрозернистая. Текстура: пятнистая, подчеркнутая глинистым материалом. Основная масса состоит из идиоморфных кристаллов доломита (0,02-0,04 мм). Глинистый материал рассеян в карбонатном веществе или сконцентрирован в виде мелких слоев. Биокластовый материал (10-15%) из фрагментов створок остракод (0,1-0,3 мм). Кварцевый алеврит (< 3%).	CaCO <sub>3</sub> : 38,10 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 42,88 н.о.: 18,47
Доломит разнозернистый с реликтами первичной структуры	Цвет серый. Текстура: узорчатая или мелкопятнистая. Микроскопически – распознается разнозернистая структура из доломита идио- и гипидиоморфной форм (0,02–0,06 мм), с примесью алевритисто-глинистого материала, с «тенями» сгустково-комковатой структуры.	CaCO <sub>3</sub> : 31,92–40,93 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 52,25–55,11 н.о.: 6,79–12,87
Известняк микрозернистый неравномерно слоистый	Цвет серый и темно-серый. Текстура: слоистая из чередования прослоев известняков микротонкозернистой структуры, с прослоями с кварцевого алеврита, био- и литокластового материала, с участками доломитизации. Биокластовый материал (5-10%) из фрагментов створок остракод (0,1-0,2 мм). Кварцевый алевритовый материал (0,01-0,05 мм) угловато-окатанных и игловидной форм зерен.	CaCO <sub>3</sub> : 46,65–76,88 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 19,65–45,20 н.о.: 3,37–19,80
Известняк микрозернистый с текстурой биотурбации	Цвет: темно-серый и серовато-коричневый. Текстура: пятнистая, с ходами илоедов, выполненных глинистым материалом. Биокластовый материал (10-20%) распределен неравномерно. Остатки остракод в виде тонких разрозненных створок (0,2-0,5 мм), либо целые раковины (до 0,5 мм). Реже встречаются фрагменты трилобитов, гастропод, пелеципод, брахиопод, члеников криноидей. Доломитизация (до 7,79%), распространена в виде пятен и приурочена к глинистому материалу.	CaCO <sub>3</sub> : 86,93–94,31 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 0,70–7,79 н.о.: 2,69–5,47
Известняк ооидный	Цвет серый и темно-серый. Структура: ооидная. Ооиды имеют шаровидную, уплощенную, эллипсоидальную и бисфероидальную формы (0,1-0,5 мм). Ядра (0,01-0,2 мм) представлены пелоидами, литокластами, кварцевыми зернами, биокластами. Вокруг ядер образована кальцитовая оболочка (кортекс) разной толщины, строения и структуры. Биокластовый материал (2-20%) из фрагментов остракод. Пространство между ооидами и биокластами заполнено пелитоморфным кальцитовым матриком или цементом разных генераций. Отмечается присутствие вадозного цемента.	CaCO <sub>3</sub> : 70,86–92,36 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 3,37–17,89 н.о.: 2,69–10,78
Известняк строматолитовый	Цвет серый и темно-серый. Структура: строматолитовая. Выделяются четыре морфотипа построек: куполообразные (высотой (в) 0,15-0,5 м, диаметром (д) 0,15-0,5 м), караваяобразные (в: 0,15-0,3 м, д: 0,25-0,6 м), мелкие караваяобразные (в: 0,1-0,2 м, д: 0,15-0,25 м), крупные караваяобразные образующие биостром (в: 1,0 м, д: 0,5-1,3 м). Обломочный материал (5-10%): фрагменты микробиальных известняков (0,02-0,2 мм). Биокластовый материал (5-10%) из фрагментов остракод, гастропод.	CaCO <sub>3</sub> : 83,06–94,75 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 1,43–11,17 н.о.: 2,62–7,97
Известняк сгустково-комковатый	Цвет темно-серый. Текстура: массивная и биотурбированная. Сгустки и комки (0,02–0,1 мм) микрит-микробиальные, округлой или вытянутой форм, пеллеты. Биокластовый материал (15–30%) из фрагментов остракод, брахиопод, гастропод.	CaCO <sub>3</sub> : 69,94–86,22 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 11,21–22,14 н.о.: 2,52–8,27
Известняк пелитоморфный алеврито-песчаный	Цвет серый. Структура: пелитоморфная. Текстура: неравномерно волнистослойчатая. Основная масса пелитоморфного кальцита, включает зерна кварца алеврито-песчаной размерности. Кварц полуокатанной и угловатой форм неравномерно распределен по породе. Биокластовый материал (5-10%) из фрагментов тонких створок остракод (0,02-0,5 мм).	CaCO <sub>3</sub> : 54,20 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 7,46 н.о.: 37,74
Известняк био-литокластовый	Цвет серый и темно-серый. Структура: био-литокластовая. Текстура: массивная или пятнистая. Литокласты (40-50%) полуокатанной формы, реже слабо окатанные, угловатые, состоят из обломков микрозернистых известняков (0,02-0,5 мм), крупные обломки включают фрагменты биокластового материала и мелкие обломки. Биокластовый материал (30-35%) из фрагментов створок остракод (0,2-2 мм), фрагменты гастропод, пелеципод, брахиопод, трилобитов. Кроме того, присутствуют ооиды. Цемент (15-30%) - разнокристаллический кальцит, преимущественно базального типа.	CaCO <sub>3</sub> : 60,98–93,59 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 2,13–34,26 н.о.: 1,12–10,14
Известняковый алевролитопесчанник	Цвет серый и темно-серый. Структура: тонко-мелко-зернистая. Текстура: массивная. Литокласты представлены разноокатанными обломками микрозернистых известняков (0,02-0,2 мм, редко до 1,5 мм), но преимущественно имеют псаммитовую размерность (0,05-0,1 мм). Более крупные обломки включают биокласты и ооиды. Биокластовый материал (5-10%) из фрагментов остракод (до 0,5 мм), гастропод (до 0,4 мм), трилобитов (до 0,4 мм). Иногда присутствуют ооиды (5-10%). Цемент (30-35%) - разнокристаллический кальцит, преимущественно базального типа.	CaCO <sub>3</sub> : 86,97–96,29 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 0,70–6,57 н.о.: 1,28–9,84
Известняк биоморфный кораллово-строматопоровый	Цвет серый и темно-серый. Текстура: массивная. Состоит преимущественно из пластинчатых колоний строматопороидей (25-40 см в длину), ветвистых табулят и другого органогенного материала. Строматопороидеи <i>Ecclimadictyon explanatum</i> Vog. (0,5–6 см) распределены в иловом материале, их обломки и другие биокласты заполняют пространство между колониями. Табуляты <i>Parastriatopora commutabilis</i> Klaam. и <i>Favosites sp.</i> распределены неравномерно.	CaCO <sub>3</sub> : 88,32–95,17 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 2,91 н.о.: 1,91–8,74

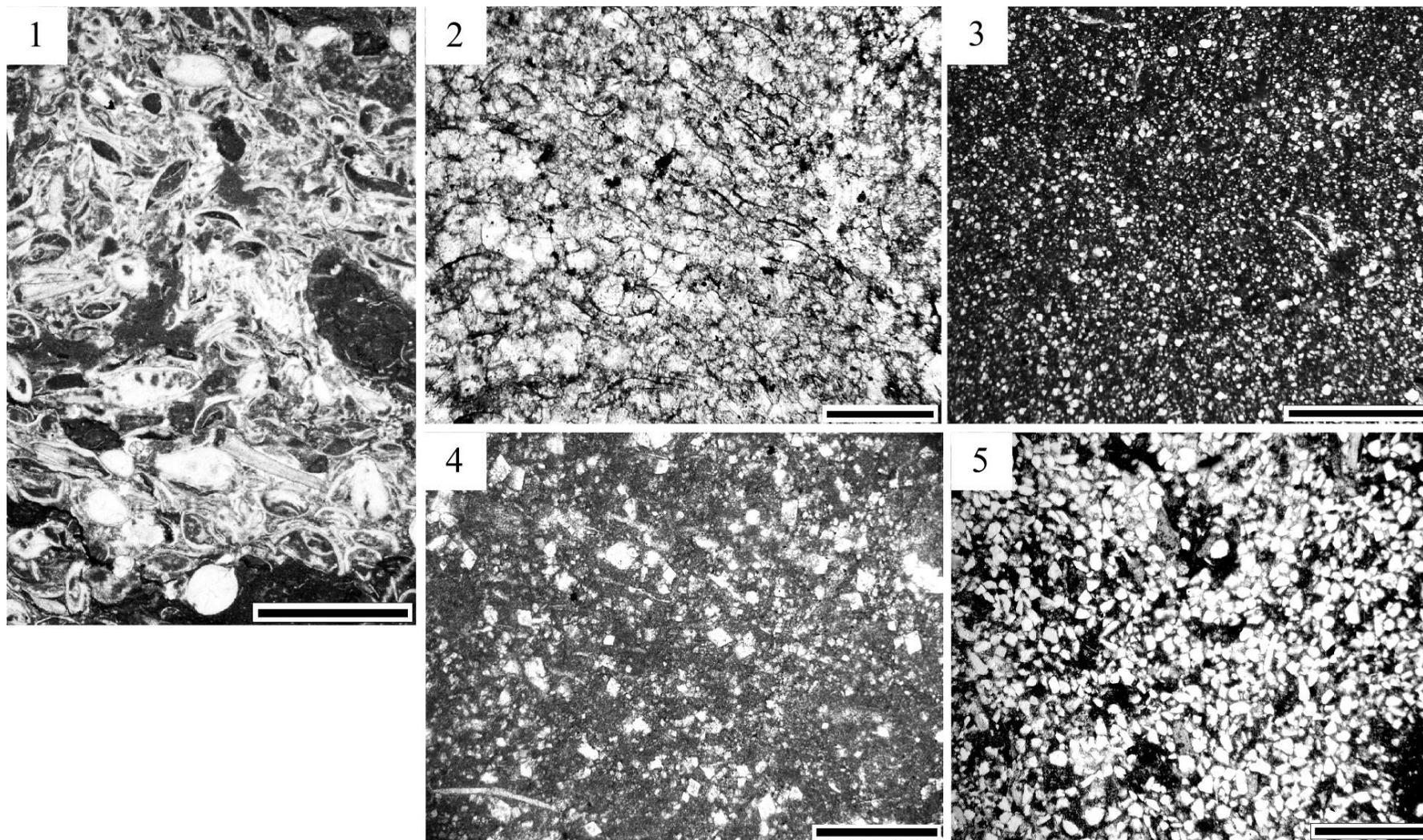
Продолжение таблицы 1

Литотип	Литоология	Химический состав, %
Известняк полибиокластовый	Цвет серый и темно-серый. Структура: биокластовая. Текстура: массивная или полосчатая. Биокластовый материал (50-55%) - несортированные фрагменты остракод в виде разрозненных створок (0,1-1,5 мм) и целых раковин (0,3-2 мм), фрагменты трилобитов (0,5-4 мм), гастропод (0,02-0,1 мм), пелеципод (0,05-0,5 мм), редко брахиопод (до 2 мм), ветвистых табулят. Скелетный материал перекристаллизован следами сверлящих микроорганизмов на крупных створках остракод и пелеципод, иногда биокластовый материал микритизирован до пелоидов.	CaCO <sub>3</sub> : 63,19–95,79 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 2,53–26,74 н.о.: 1,66–13,22
Известняк биокластовый остракодовый	Цвет серый. Структура: биокластовая. Текстура: массивная. Тонкоплитчатого сложения. Биокластовый материал (40–45%) из тонких перекристаллизованных створок остракод (0,01-0,1 мм) и редких гастропод (< 5%).	CaCO <sub>3</sub> : 84,46 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 3,91 н.о.: 11,53
Известняк микрозернистый неравномерно доломитовыйс разнообразными текстурами	Цвет серый и темно-серый. Текстура: линзовидная и узорчатая. Породы в разной степени доломитизированные. Биокластовый материал (5-10%) из фрагментов остракод (0,2-1 мм), реже трилобитов, пелеципод, брахиопод. Доломит (22-30%): идиоморфные кристаллы (0,02-0,04 мм) замещают микритовый матрикс, или распределены в породе неравномерно в виде пятен и прерывистых слоев, образующих узорчатую текстуру.	CaCO <sub>3</sub> : 59,38–72,78 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 22,17–34,31 н.о.: 4,31–10,97
Известняк пелитоморфный доломитовый	Цвет серый. Текстура: массивная. Матрикс: пелитоморфный кальцит. Биокластовый материал (10-15%) из фрагментов створок остракод (0,02–0,2 мм), гастропод (до 0,1 мм), члеников криноидей и неопределимых остатков. Доломит (до 40%): кристаллы идиоморфной формы (0,02–0,04 мм), хаотично рассеяны по пелитоморфному матриксу, реже по биокластам и ходам илоедов.	CaCO <sub>3</sub> : 52,63–65,91 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 28,37–39,79 н.о.: 5,61–7,42
Глинисто-алевритисто-карбонатная порода (микстолит)	Цвет желтовато-коричневатый. Структура: псаммо-алевритовая. Текстура: биотурбированная, подчеркнутыми пятнисто-полосчатыми скоплениями зерен кварца. По минеральному составу кварц (23,50-37,68%), угловатой (35-80%), угловато-окатанной (15-65%) и редко игловидной (1-5%) форм (0,01-0,1 мм), отсортирован по гранулометрическому составу, имеет ровное погасание. Биокластовый материал (до 5%) – фрагменты табулят, остракод (0,2-1,2 мм), трилобитов (до 2 мм). Цемент (25-40%) – пелитоморфный кальцит. Доломит (20-25%): идиоморфные кристаллы (0,02-0,05 мм). В нерастворимом остатке - мусковит, хлорит, альбит и лейкоксен.	CaCO <sub>3</sub> : 24,94–39,70 CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> : 19,18–25,82 н.о.: 32,25 – 72,73 Кварц: 23,50–37,68 Мусковит: 9,13–12,93 Хлорит: 1,17–1,54 Гематит: 0,32–0,48 Альбит: 1,05 Лейкоксен: 0,16



**Рис. 3. Литотипы венлокских отложений**

1–5 – доломиты: 1 - с пелитоморфным кальцитовым цементом, шлиф Из-479/105-1, м: 0,5 мм; 2 - алевитистый с полосчатой текстурой, шлиф Из-479/108-3, м: 4 мм; 3 - алевитистый с пятнистой текстурой, шлиф Из-479/111-1, м: 4 мм; 4 - известковый глинистый, шлиф Ко-212/15В-4, м: 1 мм; 5 - разномерный с реликтами первичной структуры, шлиф Ко-217/31, м: 0,2 мм; 6–12 – известняки: 6 - мелкозернистый неравномерно слоистый, шлиф Ко-479/147, м: 5 мм; 7 - мелкозернистый с текстурой биотурбации, шлиф Ко-212/8Д, м: 1 мм; 8 - ооидный, шлиф Из-479/118, м: 1 мм; 9 - строматолитовый, шлиф Из-479/154, м: 5 мм; 10 - сгустково-комковатый, шлиф Ко-212/9Н, м: 0,2 мм; 11 - пелитоморфный алевито-песчаный, шлиф Ко-212/13А, м: 1 мм; 12 - био-литокластовый, шлиф Ко-212/18Б-2, м: 1 мм; 13 - известняковый алевролитопесчаный, шлиф Ко-212/183-2, м: 1 мм; 14 - известняк биоморфный кораллово-строматопоровый, шлиф Ко-217/43-2, м: 5 мм.



**Рис. 4. Литотипы венлокских отложений**

1–4 – известняки: 1 - полибиокластовый, шлиф Из-479/149, м: 1 мм; 2 - биокластовый остракодовый, шлиф Из-479/160, м: 1 мм; 3 - микрозернистый неравномерно доломитовый с разнообразными текстурами, шлиф Ко-212/9А, м: 1 мм; 4 - пелитоморфный доломитовый, шлиф Ко-217/25Б-2, м: 0,2 мм; 5 - глинисто-алевритисто-карбонатная порода (микстолит), шлиф Ко-212/24Г-3, м: 0,3 мм.

К *хемогенной генетической группе* (табл. 2) отнесены доломиты микро-мелкозернистые с межзерновым пелитоморфным кальцитовым цементом, микро-мелкозернистые алевритистые с линзовидно-полосчатой текстурой, микро-мелкозернистые алевритистые с пятнистой текстурой, микро-тонкозернистые известковые глинистые. Основным механизмом (способом формирования) отложений этой группы являлся хемогенный. Известково-доломитовые осадки накапливались в спокойной гидродинамической обстановке без активного влияния течения и волн. Микро-тонкозернистый доломит формировался в результате выпадения в известково-глинистый осадок доломита из морской воды, в которой присутствовало пересыщение Mg, так как водоем изолирован от свободного водообмена. Терригенный материал привносился с более возвышенных областей. Доломиты этой группы являются *седиментационно-диагенетическими образованиями*. Их накопление происходило на значительном мелководье в условиях аридизации, когда магний мог присутствовать в первичном осадке. Спокойноводные обстановки могли быть недонасыщены кислородом, о чем говорит фактическое отсутствие автохтонных органических остатков. Кварцевый алевритистый материал периодически поступал в том или ином количестве. Вероятнее всего, это могли быть обстановки внутришельфовых мелководных лагун. *Доломиты известковые глинистые* формировались в условиях лагун с достаточной придонной питательной средой для илоядных организмов. Эти условия способствовали одновременному накоплению карбонатного глинистого ила.

*Биохемогенные генетические типы* (табл. 3) включают известняки микрозернистые неравномерно слоистые, микрозернистые с неравномерной текстурой биотурбации, ооидные, строматолитовые, сгустково-комковатые и пелитоморфные алевролитопесчаные.

Механизм образования этой генетической группы определяется связыванием цианобактериальными организмами карбонатного ила из придонных вод, в результате чего формировались известняки микрозернистые, микрозернистые слоистые, ооидные, строматолитовые постройки, известняки пелитоморфные, микрит-микробиальные сгустки и комки. *Микрозернистые известняки* накапливались на относительно небольших глубинах, на хорошо прогреваемых и защищенных от волн участках мелководного морского бассейна, возможно лагунного. Их *слоистые* разности формировались в спокойноводных лагунах с нарушенным водообменом без активной гидродинамики, которая оказывала бы сильное воздействие на осадок и нарушала его сплошность, также периодически поступал кварцевый алевритистый материал. *Ооиды* – это карбонатные округлые образования, нечетко выраженных бобовин, а также оолиты лишь со слабо намечающимися единичными концентрирами. В целом это карбонатные структурные компоненты, определяемые по седиментационной терминологии как несkeletalные зерна.

Таблица 2

**Хемогенная генетическая группа**

Литотип	Форма аккумуляции	Механизм формирования	Основной геологический процесс	Обстановка	Форма и размер геологических тел
Доломит с пелитоморфным кальцитовым цементом	Подводная площадная	Хемогенный тиховодный	Химическое осаждение	Лагуна внутришельфовая	Пластовые тела мощностью до 0,5 м
Доломит алевритистый с полосчатой текстурой	Подводная площадная	Хемогенный тиховодный	Химическое осаждение	Лагуна внутришельфовая	Пластовые тела мощностью до 2,16 м
Доломит алевритистый с пятнистой текстурой	Подводная площадная	Хемогенный тиховодный	Химическое осаждение	Лагуна внутришельфовая	Пластовые тела мощностью до 1,74 м
Доломит известковый глинистый	Подводная площадная	Хемогенный тиховодный	Химическое осаждение + процессы биотурбации	Лагуна нижняя литораль	Пластовые тела мощностью от 1,2 до 4 м

Таблица 3

**Биохемогенные генетические типы венлокских отложений**

Литотип	Форма аккумуляции	Механизм формирования	Основной геологический процесс	Обстановка	Форма и размер геологических тел
Известняк микрозернистый неравномерно слоистый	Подводная площадная	Биохемогенный тиховодный	Биохимическое осаждение	Лагуна спокойноводная с арушенным водообменом	Пластовые тела мощностью от 0,65 до 1,65 м
Известняк микрозернистый с текстурой биотурбации	Подводная площадная	Биохемогенный тиховодный	Биохимическое осаждение	Лагуна	Пластовые тела мощностью от 0,1 до 0,85 м
Известняк ооидный	Подводная площадная	Биохемогенный тиховодный	Биохимическое осаждение	Лагуна спокойноводная с колебанием солености	Пластовые тела мощностью от 0,05 до 0,3 м
Известняк строматолитовый	Микробиальные маты, биостромы	Биохемогенный подвижноводный тиховодный	Биохимическое осаждение + волновая абразия	Лагуна, литораль	Пластовые тела мощностью от 0,1 до 0,5 м, биостромы высотой до 1 м, диаметром до 1,3 м
Известняк сгустково-комковатый	Подводная площадная	Биохемогенный подводный	Биохимическое осаждение + перекристаллизация	Лагуна спокойноводная	Пластовые тела мощностью от 0,15 до 1,3 м
Известняк пелитоморфный алеврито-песчаный	Подводная площадная	Биохемогенный потоковый	Биохимическое осаждение + потоковые течения	Лагуна спокойноводная	Пластовые тела мощностью до 0,5 м

*Строматолитовые* известняки представляют собой слоистые образования продуктов жизнедеятельности цианобактерий с сопровождающим их хемогенным осаждением кальцита на поверхности микробных корок [Литвинова, 2015]. Характерным признаком строматолитов является закономерная микрослоистость, обусловленная чередованием микрослоев темного и светлого карбоната. Образование *пелитоморфных* известняков ранее рассматривалось как хемогенное. Применение техники с высокой разрешающей способностью показало, что многие пелитоморфные известняки на самом деле являются продуктом глубокой дезинтеграции остатков известковых водорослей и других организмов [Кузнецов, 2003]. Во время активизации течений происходило кратковременное поступление кварцевого материала, отсутствие окатанности зерен кварца свидетельствует о ближних источниках сноса. *Сгустки и комки* состоят из перемытого и переотложенного биохемогенного ила либо представляют собой микритизированные органические остатки (комки заполнения и грануляции). Комки грануляции образуются в результате деятельности сверлящих организмов.

*Биогенная генетическая группа* (табл. 4) включает известняки биоморфные кораллово-строматопоровые.

Таблица 4

**Биогенная генетическая группа**

Литотип	Форма аккумуляции	Механизм формирования	Основной геологический процесс	Обстановка	Форма и размер геологических тел
Известняк биоморфный кораллово-строматопоровый	Подводные заросли	Биогенный подводный	Биогенная аккумуляция	Верхняя сублитораль	Пластовые тела мощностью от 0,40 до 0,85 м

Механизм образования этих отложений – биогенный: заросли (биостромы) формировались за счет прикрепления к субстрату обширных по площади скоплений строматопороидей *Ecclimadictyon explanatum* Vog. и табулят *Parastriatopora commutabilis* Klaam. и *Favosites*, прижизненно нараставших друг на друга. Пространство между отдельными индивидами заселяли другие организмы или заполнялось первичным пелитоморфным кальцитом.

В *механогенную генетическую группу* включены (табл. 5) известняки биолитокластовые, полибиокластовые, биокластовые остракодовые, известняковые алевролитопесчаники и глинисто-алевритисто-карбонатные породы (микстолиты).

Таблица 5

**Механогенная генетическая группа**

Литотип	Форма аккумуляции	Механизм формирования	Основной геологический процесс	Обстановка	Форма и размер геологических тел
Известняк био-литокластовый	Подводная площадная	Механогенный активно-волновой	Волновая абразия	Верхняя сублитораль	Пластовые тела мощностью от 0,25 до 2 м
Известняк полибиокластовый	Подводная площадная	Биогенный + активно-волновой	Волновая абразия	Верхняя сублитораль	Пластовые тела мощностью от 0,2 до 0,6 м
Известняк биокластовый остракодовый	Подводная площадная	Биогенный + активно-волновой	Волновая абразия	Верхняя сублитораль	Пластовые тела мощностью до 0,15 м.
Известняковый алевролитопесчаник	Элювий механогенный	Активно-волновой, приливно-отливный	Субаквальное Раскалывание + волновая абразия	Литораль	Пластовые тела мощностью от 0,06 до 1,35 м
Глинисто-алевритисто-карбонатная порода (микстолит)	Коллювий	Механогенный потоковый	Потоковые течения	Верхняя сублитораль	Пластовые тела мощностью до 2,4 м

Формирование известняков био-литокластовых, полибиокластовых и биокластовых остракодовых происходило в мелководной части шельфа с подвижной гидродинамикой. В результате волнового воздействия на органогенный материал и слабо литифицированный осадок образовывался биокластовый и обломочный материал. Скелетный материал часто резко не сортирован вследствие неравномерного воздействия волн. Остатки фауны подвергались дополнительно деструктивной деятельности сверлящих организмов, формируя комки микритизации. Также на условия подвижной гидродинамики указывает отсутствие илового материала, наличие алевритовой примеси кварца с текстурами взмучивания. Образование известняковых алевролитопесчаников происходило в обстановках, характеризовавшихся неустойчивым режимом осадконакопления, что подтверждается сонахождением обломочного материала, эрозионных поверхностей и неразмытых слоев. Эрозионные поверхности сглажены в различной степени: в одних случаях обломки пород по ней срезаны, а в других они выступают. Цемент представлен чистым разнокристаллическим кальцитом, что характерно для мелководных обстановок с активной гидродинамикой. Наличие грубообломочного материала, окатанность обломков, сглаженные эрозионные поверхности, знаки волновой ряби на поверхности этих пород, говорят об образовании этих

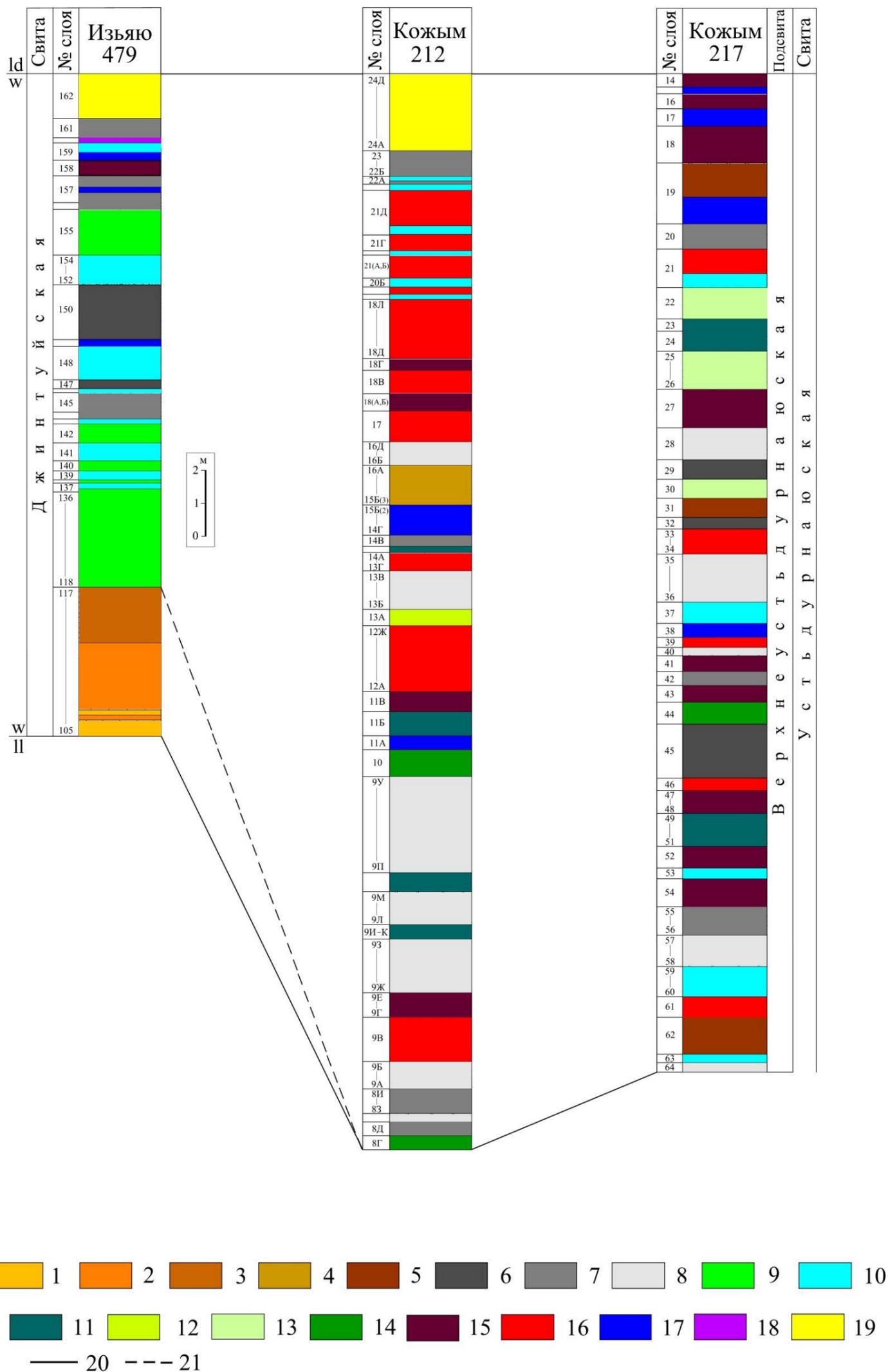
отложений в зоне постоянной подвижноводной среды (зона волнения). *Глинисто-алевритисто-карбонатные породы (микстолиты)* отлагались в результате поступления генетически разнородного осадочного материала вероятнее всего в зоне сублиторали, с менее подвижной гидродинамикой, так как сохранился пелитоморфный карбонатный материал. В составе алевритовой части зерна метаморфических пород неокатаны (источник сноса располагался не очень далеко), при этом наблюдается гранулометрическая сортировка кварцевого материала.

### **Условия образования венлокских отложений**

Силурийский бассейн на севере-востоке Европейской платформы располагался в приэкваториальных областях [Scotese, 2004] и характеризовался в целом мелководными обстановками в условиях преобладающего гумидного климата, в определенные периоды сменявшегося аридным [Calner, 2008]. В венлокское время на окраине карбонатного шельфа (Приполярный Урал) формировался риф Балбанью и создавал закрытошельфовые обстановки в зарифовом водоеме [Антошкина, 2003]. Литогенетические исследования литологических типов пород и ассоциаций (рис. 5) позволили провести реконструкцию обстановок осадконакопления по трем временным срезам: ранне-, средне- и поздневенлокскому (рис. 6).

### **Ранневенлокское время**

Регрессия на границе лландовери-венлока вызвала эрозию карбонатной платформы. В южной части гряды Чернышева образовывались практически изолированные крайне мелководные водоемы, где накапливались доломиты с отсутствием органических остатков (см. рис. 6а). Кроме того, в верхней части толщи конглобрекций на правом берегу р. Кожым, в районе порога Манюку, отмечены крупные обломки светлых рифогенных доломитов, из которых, как и из цемента конглобрекций, П. Мянником определены конодонты позднего теличия-раннего шенвудия? [Antoshkina, 2008]. Возможно, с этого времени (устьдурнаюское) на окраине шельфа, на фундаменте из обломочного потока возобновилось рифообразование (риф Балбанью). Рост рифа на границе лландовери-венлока приостановлен обмелением и эрозией, о чем свидетельствует 9-ти метровая пачка рифовых брекчий и гравелитов [Антошкина, 2011].



**Рис. 5. Состав и строение венлокских отложений изученных разрезов**  
 1 - доломит с пелитоморфным кальцитовым цементом, 2 - доломит алевритистый с полосчатой текстурой, 3 - доломит алевритистый с пятнистой текстурой, 4 - доломит известковый глинистый, 5 - доломит разномерный с реликтами первичной структуры, 6 - известняк микрозернистый неравномерно слоистый, 7 - известняк микрозернистый с текстурой биотурбации, 8 - известняк микрозернистый неравномерно доломитовый с разнообразными текстурами, 9 - известняк ооидный, 10 - известняк строматолитовый, 11 - известняк сгустково-комковатый, 12 - известняк пелитоморфный алеврито-песчаный, 13 - известняк пелитоморфный доломитовый, 14 - известняк биоморфный кораллово-строматопоровый, 15 - известняк био-литокластовый, 16 - известняковый алевролит-песчаник, 17 - известняк полибиокластовый, 18 - известняк биокластовый остракодовый, 19 - глинисто-алевритисто-карбонатная порода (микстолит), 20 – корреляция венлокских отложений, 21 – корреляция нижневенлокских отложений, И – лландовери, w – венлок, Ид - лудлов.



бассейна и структуре бентосных экосистем, связанных с регрессиями морского бассейна разного масштаба [Антошкина, 2015]. В восточной части бассейна (обн. 212) преобладали спокойноводные обстановки с распространением известняков микрозернистых и сгустково-комковатых с редкими кораллово-строматопоровыми биостромами. Однако, в начале и конце этого временного интервала (см. рис. 5, обн. 212, слои 9В–9Е, 11А, 11В–12Ж) усилилась активность гидродинамики, что проявилось в формировании известняковых алевролитопесчаников, известняков полибиокластовых и био-литокластовых. Такой факт может быть связан с колебаниями уровня моря. Для более углубленной зарифовой части бассейна (обн. 217) характерны преимущественно активноводные обстановки сублиторали – известняковые алевролитопесчаники, полибиокластовые и био-литокластовые разности известняков, изредка гидродинамика бассейна менялась на спокойноводную, что выражалось в накоплении слоистых разностей известняков с единичными кораллово-строматопоровыми биостромами. Внизу разреза (см. рис. 5, обн. 217, слои 64–62, 60–55) присутствуют известняки микрозернистые и строматолитовые, как и в обн. 212, что возможно связано с постепенным наступлением моря, образуя на эрозионных поверхностях отложений нижнего венлока тиховодные лагуны, благоприятные для этих образований.

### **Поздневенлокское время**

В поздневенлокское время (см. рис. 6с) в районе южной части гряды Чернышева ооидно-строматолитовые разности сменились преобладающими известняками микрозернистыми биотурбированными, с прослоями известняков полибиокластовых, биокластовых остракодовых, и био-литокластовых. Резкая несортированность скелетного материала и присутствие цемента базального типа свидетельствуют о том, что накопление осадков в этом интервале происходило в подвижноводных обстановках с периодическим поступлением биокластового материала с близлежащих областей [Шеболкин, Мянник, 2014]. Перекрывающие их микстолиты (глинисто-алевритисто-карбонатные породы) в самой кровле разреза говорят о смене обстановок в завершающей стадии венлокского этапа осадконакопления. Формирование этих осадков предположительно отнесено к обстановкам переходным от лагунной зоны к иловой литорали, где сохранялся иловый, карбонатно-глинистый осадок и мог поступать терригенный материал. Наиболее широким распространением в это время в обн. 212 являются известняковые алевролитопесчаники, песчаники и гравелитопесчаники отражающие частые синседиментационные размывы осадка. В них, как обязательные компоненты, присутствуют преимущественно остракодовая биокластика, ооиды и неокатанные зерна кварца, отмечаются трещины усыхания. Среди обломочных разностей отмечены слои с мелкими куполообразными постройками

строматолитов имеющие высоту до 0,15 м и диаметр до 0,15 м. Такие мелкие колонии строматолитов, как правило, характерны при обмелении бассейна. Завершают разрез слои с микстолитами, сходными с разрезом р. Изьяю. В области обн. 217 подвижноводные обстановки верхней сублиторали представлены известняками био-литокластовыми и полибиокластовыми.

### Заключение

Венлокские карбонатные и терригенно-карбонатные отложения представлены 19 литотипами, объединенными в четыре генетические группы. Механизмы формирования геологических тел варьируют в широком диапазоне, в качестве основных геологических процессов выступают: биохимическое осаждение, биотурбация, биогенная аккумуляция, волновая абразия, субаквальное раскалывание, потоковые течения и химическое осаждение. Осадконакопление в венлокское время происходило, в целом, в крайне мелководном бассейне с ограниченным водообменом, с различной гидродинамикой и нестабильным тектоническим режимом дна бассейна, колебанием уровня вод, что объясняет большое разнообразие литотипов карбонатных пород. Полученные результаты важно учитывать при корреляции венлокских отложений, полнота которых различна в разных районах, что особенно важно для выявления перспективных карбонатных коллекторов в нижнепалеозойском нефтегазоносном комплексе Тимано-Печорской провинции.

### Литература

*Антошкина А.И.* Ассоциации ооидов и строматолитов – стресс для бентосных экосистем // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2015. – №3. – С.19-25.

*Антошкина А.И.* Генетические типы карбонатных псефитолитов нижнего палеозоя севера Урала: II. типы, модели и особенности формирования // Литосфера. – 2011. - №3. - С.39-49.

*Антошкина А.И.* Рифообразование в палеозое (на примере севера Урала и сопредельных территорий). - Екатеринбург: УрО РАН, 2003. - 303 с.

*Антошкина А.И., Безносова Т.М.* Новые данные по стратиграфии венлокских отложений Большеземельской тундры // Бюл. МОИП. Отд. геол. - 1988. - Т. 63. - Вып. 6. - С.32–39.

*Безносова Т.М., Лукин В.Ю.* Войвывский горизонт – новое стратиграфическое подразделение // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: материалы XV Геологического съезда Республики Коми. – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО

РАН, 2009. Т. II. – С. 15–18.

*Жемчугова В.А., Мельников С.В., Данилов В.Н.* Нижний палеозой Печорского нефтегазоносного бассейна (строение, условия образования, нефтегазоносность). – М: Изд-во Академии горных наук, 2001. – 110 с.

*Кузнецов В.Г.* Эволюция карбонатакопления в истории Земли. – М.: ГЕОС, 2003. – 262 с.

*Литвинова Т.В.* Морфологические особенности ультрамикробиот в строматолитах и интерпретация их происхождения // Палеоботанический временник. Приложение к журналу «Lethaea rossica». - 2015. - Вып. 2. - С. 178–182.

Литосфера Тимано-Североуральского региона: геологическое строение, вещество, геодинамика / Отв. редакторы: А.М. Пыстин, А.И. Антошкина, Л.В. Махлаев – Сыктывкар: Геопринт, 2008. – 234 с.

Объяснительная записка к стратиграфическим схемам Урала (докембрий, палеозой) / Сост. Н.Я. Анцыгин. - Екатеринбург, 1994. - 152 с.

Палеозойское осадконакопление на внешней зоне шельфа пассивной окраины северо-востока Европейской платформы / А.И. Антошкина, В.А. Салдин, А.Н. Сандула, Н.Ю. Никулова, Е.С. Пономаренко, А.Н. Шадрин, Д.Н. Шеболкин, Н.А. Канева. - Сыктывкар: Геопринт, 2011. - 200 с.

*Першина А.И.* Силурийские и девонские отложения гряды Чернышева. - М.-Л.: АН СССР, 1962. - 122 с.

*Першина А.И., Цыганко В.С., Щербаков Э.С., Боринцева Н.А.* Биостратиграфия силурийских и девонских отложений Печорского Урала. - Л.: Наука, 1971. - 130 с.

Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 41. - СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. - 48 с. (Минприроды и экологии РФ, Роснедра, ВСЕГЕИ, РАН, МСК России).

Постановления Межведомственного стратиграфического комитета России и его постоянных комиссий. Вып. 40. - СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2011. - 40 с. (МПР, Роснедра, ВСЕГЕИ, РАН, МСК России).

*Прищепина О.М., Богацкий В.И., Макаревич В.Н., Чумакова О.В., Никонов Н.И., Куранов А.В., Богданов М.М.* Новые представления о тектоническом и нефтегазогеологическом районировании Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2011. – Т. 6. – № 4. – [http://www.ngtp.ru/rub/4/40\\_2011.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/40_2011.pdf)

Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов / В.Н. Шванов, В.Т. Фролов, Э.И. Сергеева, В.И. Драгунов, Д.К. Патрунов, В.Г. Кузнецов, Г.А. Беленицкая,

В.В. Курниленко, А.Д. Петровский, В.Н. Кондитеров, Т.К. Баженова, В.В. Жданов, Ф.А. Щербаков, М.Н. Щербакова, Г.А. Мизенс, В.М. Цейслер, Б.А. Трифонов, Ю.Л. Верба, К.Б. Ильин. – СПб.: Недра, 1998. - 352 с.

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой) / Под. ред. Н.Я. Анцыгина, Б.А. Попова, Б.И. Чувашева. - Екатеринбург, 1993.

*Тимонин Н.И.* Тектоника гряды Чернышева. - Л., 1975. - 130 с.

*Фролов В.Т.* Литология. Кн. 3. - М.: МГУ, 1995. - 352 с.

*Шеболкин Д.Н., Мянник П.* Венлокские отложения южной части гряды Чернышева (Тимано-Североуральский регион) // Литосфера. - 2014. - №1. - С. 33-40.

*Шеболкин Д.Н.* Джинтуйская свита венлока на р. Изьяю (гряда Чернышева) // Природное геологическое наследие европейского севера России: материалы Всероссийской научной конференции. - Сыктывкар, 2017. - С. 97–100.

*Шеболкин Д.Н.* Новые данные по стратиграфии и литологии венлокских отложений юга гр. Чернышева // Палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия: материалы III Всероссийского совещания. - Санкт-Петербург, 2012. - С. 269-271.

*Юдин В.В.* Орогенез севера Урала и Пай-Хоя. – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. – 286 с.

*Antoshkina A.* Late Ordovician–Early Silurian facies development and environmental changes in the Subpolar Urals // *Lethaia*. 2008. V. 41. P. 163–171.

*Antoshkina A.I.* Silurian sea-level and biotic events in the Timan-northern Ural region: sedimentological aspects // *Acta Palaeontologica Sinica*, 2007. Vol. 46. P. 23-27.

*Antoshkina A.I., Beznosova T.M., Männik P., Matukhin R.G., Menner V.V., Modzalevskaya T.L.* Correlation of the Silurian sequence of the Timan-northern Ural region with the Baltic sections and with the international standart // *Pan-Artic Palaeozoic Tectonics, Evolution of Basins and Fauna: Ichthyolith Issue, Special Publication, 6* – Syktyvkar: Institute of Geology, Komi Science Centre, Uralian Division of RAS, 2000. P. 17–21.

*Calner M.* Silurian global events - at the tipping point of climate change / Mass extinctions. Springer-Verlag. Berlin and Heidelberg. 2008. P. 21–58.

*Männik P., Antoshkina A.I., Beznosova T.M.* The Llandovery–Wenlock boundary in the Russian Arctic // *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.* 2000. V. 49. P. 104–111.

*Männik P., Martma T.* The Llandovery–Wenlock boundary in Subpolar Urals // *Pan-Artic Palaeozoic Tectonics, Evolution of Basins and Fauna: Ichthyolith Issue, Special Publication, 6* – Syktyvkar: Institute of Geology, Komi Science Centre, Uralian Division of RAS, 2000. P. 64–67.

*Scotese C.R.* Paleogeographic Atlas. Paleomap Project. Calgary, 2004. Map 74.

**Shebolkin D.N.**

Federal State Budgetary Institute of Science; acad. N.P. Yushkin Komi Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (FGBUN IG Komi Scientific Center UB RAS), Syktyvkar, Russia, drk80@mail.ru

**LITHOGENETIC SYSTEMATIZATION AND FORMATION CONDITIONS OF THE WENLOCKIAN SEQUENCES BELONGING TO THE SUBPOLAR URALS AND THE CHERNYSHEV RIDGE**

*The results of lithogenetic research of Wenlockian rocks of the Subpolar Urals and the southern part of the Chernyshev Ridge are presented. The lithotypes of the Wenlockian carbonate and carbonate-terrigenous rocks are divided into genetic groups according to the processes of their formation. During the Wenlockian the sedimentation basin was characterized by frequent fluctuations of sea level, facies, and by tectonic instability. We present paleogeographic profiles for early-, middle- and late Wenlockian time.*

**Keywords:** carbonate rocks, lithotype, genetic types, Wenlockian, Subpolar Urals, Chernyshev Ridge, Timan-Northern Ural region.

**References**

Antoshkina A. Late Ordovician–Early Silurian facies development and environmental changes in the Subpolar Urals. *Lethaia*. 2008. V. 41. P. 163–171.

Antoshkina A.I. *Assotsiatsii ooidov i stromatolitov – stress dlya bentosnykh ekosistem* [Association ooids and stromatolites – stress for benthic ecosystem]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geologiya i razvedka*, 2015, no.3, p. 19–25.

Antoshkina A.I. *Geneticheskie tipy karbonatnykh psefitolitov nizhnego paleozoya severa Urala: II. tipy, modeli i osobennosti formirovaniya* [Genetic types of the Low Paleozoic rudstones in the Northern Urals: II. types, models and formation specificity]. *Litosfera*, 2011, no. 3, p. 39-49.

Antoshkina A.I. *Rifobrazovanie v paleozoe (na primere severa Urala i sopredel'nykh territoriy)* [Reef formation in the Paleozoic (north of the Urals and adjacent areas)]. Ekaterinburg: UrO RAN, 2003, 303 p.

Antoshkina A.I. Silurian sea-level and biotic events in the Timan-Northern Ural region: sedimentological aspects. *Acta Palaeontologica Sinica*, 2007, vol. 46, p. 23-27.

Antoshkina A.I., Beznosova T.M. *Novye dannye po stratigrafii venlokskikh otlozheniy Bol'shezemel'skoy tundry* [New data on stratigraphy Wenlockian sequences of the Bolshezmelskaya tundra]. *Bull. MOIP. Otdelenie geol.* 1988, vol. 63, no. 6. p. 32–39.

Antoshkina A.I., Beznosova T.M., Männik P., Matukhin R.G., Menner V.V. Modzalevskaya T.L. Correlation of the Silurian sequence of the Timan - Northern Ural region with the Baltic sections and with the international standards // Pan-Artic Palaeozoic Tectonics, Evolution of Basins and Fauna: Ichthyolith Issue, Special Publication, 6 – Syktyvkar: Institute of Geology, Komi Science Centre, Uralian Division of RAS, 2000, p. 17–21.

Beznosova T.M., Lukin V.Yu. *Voyvyvskiy gorizont – novoe stratigraficheskoe podrazdelenie* [The Vojvyv level – a new lithostratigraphic unit]. *Geologiya i mineral'nye resursy Europeyskogo Severo-Vostoka Rossii: materialy XV Geologicheskogo s'ezda Respubliki Komi*. Syktyvkar: IG Komi NC UrO RAN, 2009, vol. II, p. 15–18.

Calner M. Silurian global events - at the tipping point of climate change / Mass extinctions. Springer-Verlag. Berlin and Heidelberg, 2008, p. 21–58.

Frolov V. T. *Litologiya* [Lithology]. Kn. 3, Moscow: MGU, 1995, 352 p.

Kuznetsov V.G. *Evolutsiya karbonatonakopleniya v istorii Zemli* [Evolution of carbonate accumulation in the Earth history]. Moscow: GEOS, 2003, 262 p.

*Litosfera Timano-Severoural'skogo regiona: geologicheskoe stroenie, veshchestvo, geodinamika* [The lithosphere of the Timan-Northern Ural region: the geological structure, consistence, geodynamics]. Syktyvkar: Geoprint, 2008, 234 p.

Litvinova T.V. *Morfologicheskie osobennosti ul'tramikroobrazovaniy v stromatolitakh i interpretatsiya ikh proiskhozhdeniya* [Morphological features of ultramicrobial formation in stromatolites and interpretation their origine]. *Paleobotanicheskiy vremennik. Prilozhenie k zhurnalu «Lethaea rossica»*, 2015, no. 2, p. 178–182.

Männik P., Antoshkina A.I., Beznosova T.M. The Lland-overly-Wenlock boundary in the Russian Arctic. *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.* 2000, vol. 49, p. 104–111.

Männik P., Martma T. The Llandovery–Wenlock boundary in Subpolar Urals. *Pan-Artic Palaeozoic Tectonics, Evolution of Basins and Fauna: Ichthyolith Issue, Special Publication, 6 – Syktyvkar: Institute of Geology, Komi Science Centre, Uralian Division of RAS, 2000, p. 64–67.*

*Paleozoyskoe osadkonakoplenie na vneshney zone shel'fa passivnoy okrainy severo-vostoka Evropeyskoy platformy* [Paleozoic sedimentation on the outer shelf area of the passive margin of the north-eastern of the European platform]. Syktyvkar: Geoprint, 2011, 200 p.

Pershina A.I. *Siluriyskie i devonskie otlozheniya gryady Chernysheva* [Silurian and Devonian sections of the Chernyshev Ridge]. Leningrad: AN SSSR, 1962, 122 p.

Pershina A.I., Tsyganko V.S., Shcherbakov E.S., Borintseva N.A. *Biostratigrafiya siluriyskikh i devonskikh otlozheniy Pechorskogo Urala* [Biostratigraphy of the Silurian and Devonian sections of the Pechora Urals]. Leningrad: Nauka, 1971, 130 p.

Prishchepa O.M., Bogatskiy V.I., Makarevich V.N., Chumakova O.V., Nikonov N.I., Kuranov A.V., Bogdanov M.M. *Novye predstavleniya o tektonicheskom i neftegazogeologicheskom rayonirovanii Timano-Pechorskoy neftegazonosnoy provintsii* [The Timan-Pechora oil-bearing province – new tectonical insight]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 2011, vol. 6, no. 4, available at: [http://www.ngtp.ru/rub/4/40\\_2011.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/40_2011.pdf)

Scotese C.R. *Paleogeografic Atlas. Paleomap Project. Calgary, 2004. Map 74.*

Shebolkin D.N. *Dzhintuyskaya svita venloka na r. Iz'yayu (gryada Chernysheva)* [The Wenlockian Dzhintuy Formation on the Iz'yau river (Chernyshev Ridge)]. *Prirodnoe geologicheskoe nasledie evropeyskogo severa Rossii: materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii. Syktyvkar, 2017, p. 97–100.*

Shebolkin D.N. *Novye dannye po stratigrafii i litologii venlokskikh otlozheniy yuga gr. Chernysheva* [New data on stratigraphy and lithology Wenlockian sections of the southern Chernyshev Ridge]. *Paleozoy Rossii: regional'naya stratigrafiya, paleontologiya, geo- i biosobytiya: materialy III Vserossiyskogo soveshchaniya. Sankt-Peterburg, 2012, p. 269–271.*

Shebolkin D.N., Männik P. *Venlokskie otlozheniya yuzhnoy chasti gryady Chernysheva (Timano-Severoural'skiy region)* [The Wenlockian sections in the southern part of the Chernyshev Ridge (Timan–Northern Ural region)]. *Litosfera*, 2014, no.1, p. 33–40.

*Sistematika i klassifikatsiya osadochnykh porod i ikh analogov* [Systematics and classification of sedimentary rocks and their analogues]. St. Petersburg: Nedra, 1998, 352 p.

*Stratigraficheskie skhemy Urala (dokembriy, paleozoy)* [Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic)]. Ekaterinburg, 1993.

Timonin N.I. *Tektonika gryady Chernysheva* [Tectonics of the Chernyshev Ridge]. Leningrad, 1975, 130 p.

Yudin V.V. *Orogenez severa Urala i Pay-Khoy* [Orogenesis of the northern Urals and Pay-Khoy areas]. Ekaterinburg: «Nauka», 1994, 286 p.

Zhemchugova V.A., Mel'nikov S.V., Danilov V.N. *Nizhniy paleozoy Pechorskogo neftegazonosnogo basseyna (stroenie, usloviya obrazovaniya, neftegazonosnost')* [Low Paleozoic Pechora petroleum basin (structure, formation conditions, oil and gas potential)]. Moscow, 2001, 110 p.