

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Поступила в редакцию 23.06.2026 г.

Принята к публикации 03.08.2026 г.

EDN: KAGBQV

УДК 550.42:546.791.027:56:551.735.1(470.111)

Журавлев А.В., Вевель Я.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии имени академика Н.П. Юшкина ФИЦ Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН), Сыктывкар, Россия, micropalaeontology@gmail.com, yavevel@geo.komisc.ru

Иванова Р.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и геохимии имени академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук (ИГГ УрО РАН), Екатеринбург, Россия, ivanovarm@igg.uran.ru

ИЗОТОПНАЯ СТРАТИГРАФИЯ ВЕРХНЕВИЗЕЙСКОГО ПОДЪЯРУСА НИЖНЕГО КАРБОНА НА ВОРКУТИНСКОМ ПОПЕРЕЧНОМ ПОДНЯТИИ

Проведена комплексная биостратиграфическая и изотопно-стратиграфическая характеристика нижней части сартъюской свиты (верхневизейский подъярус, Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция). По конодонтам, фораминиферам и известковым водорослям установлено соответствие изученной части разреза тульскому и алексинскому горизонтам. Выявлены три отрицательных экскурса $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ (VN1–VN3) и определено их соотношение с зонами по фораминиферам: VN1 может быть сопоставлен со средней частью тульского горизонта, VN2 приблизительно совпадает с подошвой алексинского горизонта, а VN3 маркирует его верхнюю часть. Эти экскурсы, в сочетании с биостратиграфическими данными, могут быть использованы как для региональной, так и для глобальной корреляции.

Ключевые слова: изотопная стратиграфия, верхневизейский подъярус, фораминиферы, конодонты, известковые водоросли, Воркутинское поперечное поднятие, Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция.

Для цитирования: Журавлев А.В., Вевель Я.А., Иванова Р.М. Изотопная стратиграфия верхневизейского подъяруса нижнего карбона на Воркутинском поперечном поднятии // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2026. - Т.21. - №3. - https://www.ngtp.ru/rub/2026/20_2026.html EDN: KAGBQV

Верхнее визе (нижний карбон) на северо-востоке Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (Воркутинское поперечное поднятие и север Косью-Роговской впадины) представлено нижней частью сартъюской свиты. Ее нижняя граница, диагностируемая по смене чередования известняков и аргиллитов чистыми карбонатами, сопоставляется с подошвой тульского горизонта (нижняя часть верхневизейского подъяруса), а верхняя отвечает границе нижнего и среднего отделов каменноугольной системы [Государственная геологическая..., 2013]. Стратотип свиты располагается в нижнем течении р. Большая Уса и районе слияния рр. Большая и Малая Уса (рис. 1). В типовой местности сартъюская свита подразделяется на две подсвиты: нижнюю, существенно доломитовую, и верхнюю,

сложенную, в основном, обломочными и оолитовыми известняками [Государственная геологическая..., 2013; Ерофеевский и др., 2025]. Общая мощность сартъюской свиты составляет более 200 м. В западной части ареала свиты появляются характерные гипсово-ангидритовые стяжения голубовато-серого цвета. Часть разреза с этими стяжениями условно сопоставляется с нижнесерпуховским подъярусом и выделяется в качестве сульфатно-доломитовой пачки карбонатной толщи. Вся карбонатная толща коррелируется с верхневизейско-серпуховским интервалом и по стратиграфическому объему примерно равна сартъюской свите (рис. 2). Южнее, в пределах Печора-Кожвинского поднятия, этому интервалу отвечает кляшпорская свита, а на юге поднятия Чернышева – известняково-доломитовая и глинисто-карбонатная толщи [Журавлев, 2023] (рис. 2).

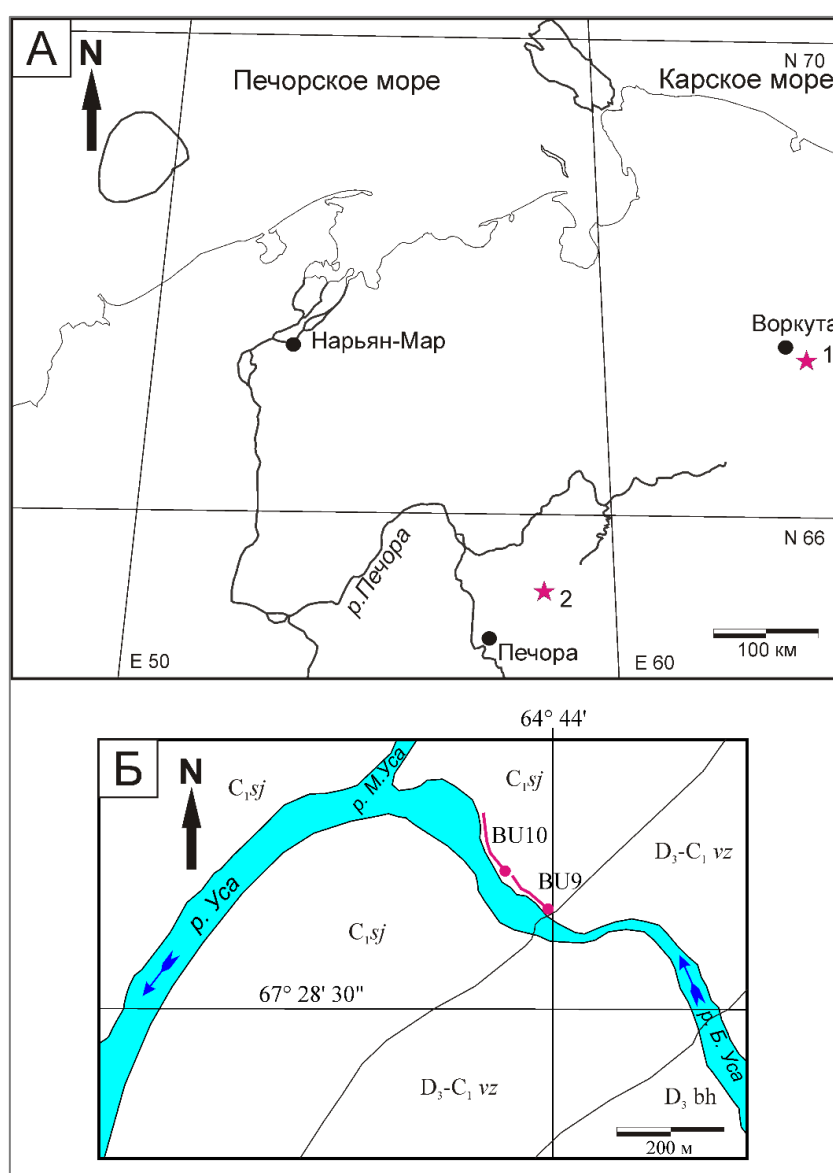


Рис. 1. Схемы расположения рассматриваемых разрезов

А - генерализованная схема; Б - геологическая схема и расположение обнажений сартъюской свиты в долине р. Большая Уса. 1 - разрез на р. Большая Уса; 2 - разрез на р. Изъяю, BU9, BU10 - обнажения сартъюской свиты в долине р. Большая Уса.

В целом, верхневизейско-серпуховский стратиграфический интервал на большей части территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции традиционно опознается и расчленяется по фораминиферам [Костыгова, 2004; Дуркина, 2002]. В качестве дополнительного инструмента расчленения и корреляции выступают конодонты [Журавлев, 2023] и, в меньшей степени, изотопно-геохимические экскурсы по неорганическому углероду [Zhuravlev et al., 2023; Журавлев, Вевель, Груздев, 2025]. Известковые водоросли обладают меньшим стратиграфическим потенциалом, но также привлекаются в последнее десятилетия для расчленения каменноугольных отложений Урала [Иванова, 2013; Иванова, Степанова, 2021]. Наиболее детально поздневизейско-серпуховские отложения изучены непосредственно в пограничном интервале, который привлекает внимание исследователей в связи с выбором GSSP подошвы серпуховского яруса [Richards, 2013]. Верхневизейская часть разреза рассмотрена хуже: основные работы посвящены биостратиграфии (например, [Костыгова, 2004]), а изотопно-стратиграфические исследования с адекватной стратиграфической привязкой практически не проводились.

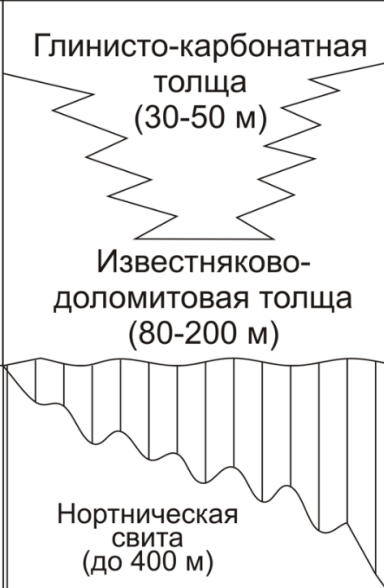
Система	ОСШ				Воркутинский район	Больше-земельский район	Печора-Кожвинский район	Юг гряды Чернышева и восток Косью-Роговского района			
	Отдел	Ярус	Подъярус	1					2	3	4
Каменноугольная	Нижний	Визейский	Серпуховский	Верхний	Сартюнская свита (200-250 м)	Карбонатная толща (200-800 м)	Кляшморская свита (80-90 м)				
					Важхановейская свита (180-200 м)	Глинисто-терригенная толща (30-100 м)					

Рис. 2. Фрагмент стратиграфической схемы верхневизейско-серпуховского интервала

Цель данной работы состоит в получении комплексной биостратиграфической и изотопно-стратиграфической характеристики верхневизейского подъяруса Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.

Материал и методы

Разрез нижней части сартъюской свиты послойно описан на правом берегу р. Большая Уса в ее нижнем течении (см. рис. 1). Из разреза, представленного обнажениями BU9 и BU10 (см. рис. 1, 3), отобрано 30 образцов на конодонты, фораминиферы и изотопно-геохимические исследования.

Из 25 образцов изготовлены литологические шлифы, которые изучались и фотографировались на программно-аппаратном комплексе оптической микроскопии «Аксолит». Степень перекристаллизации карбонатов оценивалась по изображениям шлифов с использованием системы на основе искусственного интеллекта [Журавлев, 2025]. Содержания кальция, магния, марганца, алюминия определялись приближенно-количественным методом (рентгено-флуоресцентный анализ на спектрометре Clever A-17) в 15 образцах (аналитик С.Т. Неверов). Расчёт компонентов осуществлен методом фундаментальных параметров, содержание приведено к 100% с учётом потерь после прокаливания. Фораминиферы изучались в литологических шлифах (35 из 44 шлифов). Конодонтовые элементы извлекались из породы путем ее растворения в 10% растворе уксусной или 7% муравьиной кислоты с ацетатным буфером. Изучение конодонтовых элементов проводилось под бинокулярным микроскопом, а фотографирование – на сканирующем электронном микроскопе VEGA3 TSCAN.

Изотопный состав неорганического углерода и кислорода определен в 23 образцах карбонатов (аналитик И.В. Смолева). Из некоторых образцов сделано по два изотопных анализа, которые показали хорошую сходимость (разница значений $\delta^{13}\text{C}$ – не более 0,4‰). Изотопный анализ выполнен путем разложения карбонатов в ортофосфорной кислоте и измерения изотопного состава углерода и кислорода методом проточной масс-спектрометрии в режиме постоянного потока гелия (CF-IRMS) на аналитическом комплексе фирмы ThermoFisher Scientific (система подготовки и ввода проб GasBench II, масс-спектрометр DELTA V Advantage). Значения $\delta^{13}\text{C}$ даны в промилле относительно стандарта VPDB, $\delta^{18}\text{O}$ – стандарта VSMOW. При калибровке использованы международные стандарты NBS18 и NBS19. Ошибка определения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ составляет $\pm 0,15\%$.

Все аналитические исследования проводились на базе ЦКП «Геонаука» (г. Сыктывкар).

Результаты и их обсуждение

Типовой разрез нижней части сартъюской свиты (около 80 м по мощности, нижние три пачки и половина четвертой пачки по [Государственная геологическая..., 2013]), расположенный на правом берегу р. Большая Уса (N 67.4769° E 64.7333°), представлен следующей последовательностью слоев (описание приведено снизу вверх по разрезу в нормальной стратиграфической последовательности) (см. рис. 3).

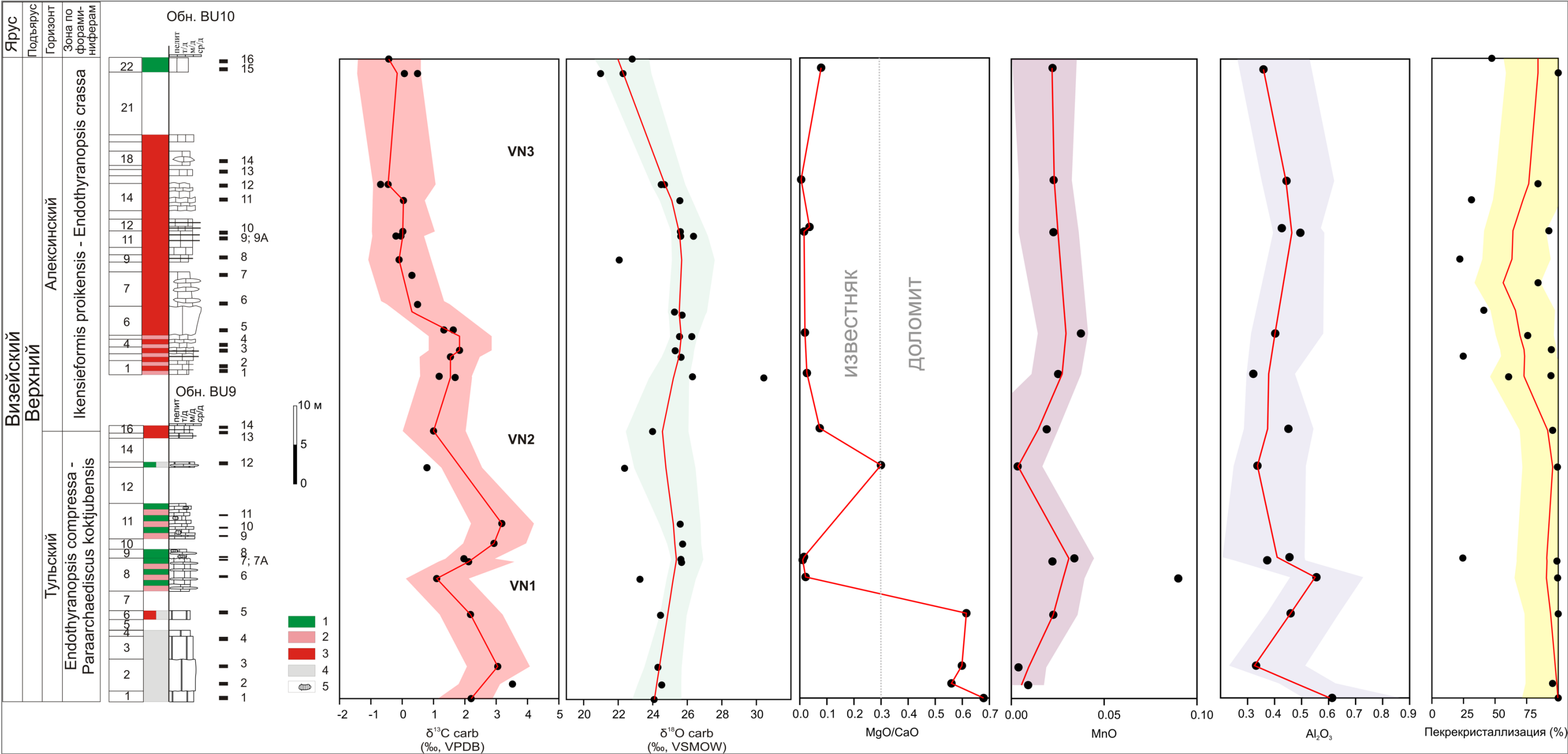


Рис. 3. Составной разрез нижней части сартанской свиты на р. Большая Уса

1 - вакстоун; 2 - пакстоун; 3 - грейнстоун; 4 - доломит; 5 - кремнистые стяжения. Пелит - пелитоморфный; т/д - тонкодетритовый; м/д - мелкодетритовый; ср/д - среднетритовый; VN1, VN2, VN3 - экскурсы изотопного состава неорганического углерода. Содержание оксидов приведено в весовых %.

Обнажение ВU9.

1. Доломиты светло-серые мелко-тонкокристаллические с комковатой текстурой. В слое присутствуют прожилки и выделения белого гигантокристаллического кальцита. Местами отмечаются реликты мелкодетритовой структуры. Видимая мощность – 1,5 м.

2. Доломиты известковистые светло-серые тонкокристаллические с реликтами волнистослойчатой текстуры, мелкого и среднего детрита. Присутствуют ядра створок гигантопродуктид и мелкие членики криноидей. Обнаружены конодонты *Idioproniodus* sp., *Gnathodus girtyi* Hass. Мощность – 4 м.

3. Доломиты известковистые светло-серые мелкокристаллические массивные с реликтами волнистослойчатой текстуры, мелкого и рассеянного среднего детрита. Отмечены ядра створок гигантопродуктид. Мощность – 3 м.

4. Доломиты известковистые светло-серые тонкокристаллические с комковатой текстурой. Присутствуют прожилки и изометричные выделения белого гигантокристаллического кальцита. Видимая мощность – 0,7 м.

5. Не обнажено 1,5 м по мощности.

6. Доломиты известковистые светло-серые мелкокристаллические массивные до комковатых с рассеянными ядрами створок гигантопродуктид. Видимая мощность – 1,4 м.

7. Не обнажено 2,5 м по мощности.

8. Известняки серые тонко-мелкодетритовые с линзовидными прослоями (мощность – 0,2 м, интервал между прослоями – 0,5-0,6 м) средне-мелкодетритовых с брахиоподами, криноидеями и одиночными ругозами. Текстура неотчетливо волнистослойчатая. Местами присутствует доломитизация по трещинам. Определены фораминиферы (образцы ВU9-6, ВU9-7, 7А): *Earlandia vulgaris* (Raus.e et Reitl.), *E. minor* (Raus.), *Pseudoammodiscus volgensis* (Raus.), *Brunsia pulchra* Mikh., *Ammarchaediscus involutus* (Brazhn.), *Planoarchaediscus spirillinoides* (Raus.), *Pseudolituotuba gravata* (Conil et Lys), *Paraarchaediscus koktjubensis* (Raus.), *Paraarchaediscus krestovnikovi* Raus., *A. grandiculus* Shlyk., *A. convexus* Groz. et Leb., *A. aff. operosus* subsp. *infera* Brazh., *Forschia mikhailovi* Dain, *F. parvula* Raus., *Lituotubella glomospiroides* Raus., *Pseudolituotubella* sp. (aff. *orientalis* (N. Tchern.)), *Endothyranopsis* sp., *Globoendothya globulus* (Eich.), *Mediocris evolutis* Ros., *Endotaxis* sp., *Tetrataxis angusta* Viss., зеленые водоросли *Antracoporella* sp., единичная *Koninckopora inflata* (Koninck). Видимая мощность – 4,2 м.

9. Известняки кремнистые темно-серые мелко-тонкодетритовые неотчетливо волнистослойчатые. Линзовидно-рассеянное распределение мелкого-среднего детрита и створок брахиопод. Кремнисто-карбонатные стяжения неправильной формы голубовато-серого цвета наиболее многочисленны в нижней и верхней частях слоя. В слое обнаружены

конодонты *Gnathodus girtyi girtyi* Hass. Определены фораминиферы (обр. BU9-8): *Paraarchaediscus krestovnikovi* Raus., *A. convexus* Groz. et Leb., *Archaediscus karreri* Brad., *Tetrataxis* sp., *Parastaffella*? sp., редкие зеленые *Kamaena minuta* R. Ivan., *Palaeoberesella issetica* R. Ivan., *Exvotarissella index* (Ehr. emend Moell.), *Turgajella curvata* R. Ivan., единичные *Anthracoporella*? sp. и красные водоросли *Fourstonella* cf. *fusiformis* Brad., *Cuneiphycus* sp., Видимая мощность – 1 м.

10. Не обнажено 1,5 м по мощности.

11. Линзовидно-волнистое чередование (масштаб 0,4-0,5 м) известняков темно-серых тонко-мелкодетритовых и мелко-среднедетритовых с брахиоподами, гастроподами и массивными колониями ругоз. Вверх по слою размер детрита снижается. Присутствуют кремнисто-карбонатные стяжения серого цвета неправильной формы, часто по органическим остаткам. В слое обнаружены конодонты *Lochriea* cf. *commutata* (Branson et Mehl). Видимая мощность – 4,6 м.

12. Не обнажено 5 м по мощности.

13. Известняки доломитовые светло-серые до серых мелкокристаллические с реликтами мелкого и среднего детрита. Текстура комковатая с реликтами волнистослойчатой. Прослои (мощность – 0,2 м, интервал между прослоями – 0,1-0,2 м) с многочисленными раковинами брахиопод в мелко-среднедетритовом матриксе. Отмечается редкая тонкая вкрапленность флюорита. Видимая мощность – 0,7 м.

14. Не обнажено 3 м по мощности.

15. Доломиты известковистые светло-серые до серых мелкокристаллические с реликтами мелкого и среднего детрита. Текстура комковатая с реликтами волнистослойчатой. Прослои (мощность – 0,1-0,2 м, интервал между прослоями – 0,3-0,4 м) с многочисленными раковинами брахиопод в мелко-среднедетритовом матриксе. Видимая мощность – 0,8 м.

16. Известняки неравномерно доломитистые темно-серые тонко-мелкодетритовые волнистослойчатые. Текстура подчеркнута распределением среднего и мелкого детрита. Отмечается линзовидное распределение крупных раковин брахиопод и гастропод. Мощность – линз 0,1-0,3 м. Определены фораминиферы (образцы BU9-13, BU9-14): *Earlandia minor* (Raus.), *Pseudoammodiscus priscus* (Raus.), *Brunsia pulchra* Mikh., *Br. spirillinoides* (Groz. et Leb.), *Haplophragmella* sp., *Globoendothyra* ex gr. *globulus* (Eich.), *G. arcuata* (Groz. et Leb.), *G. aff. arguta* (Durk.), *G. (Eogloboendothyra)* ex gr. *parva* (N. Tchern.), *Pojarkovella nibelis* (Durk.), *Mediocris mediocris* (Viss.), *Eostaffella* sp., *Ikensieformis proikensis* Raus., *Parastaffella struvei* (Möll.), *P. struvei* var. *suppressa* Shlyk., водоросли *Koninckopora tenuiramosa* Wood, единичные *Anthracoporella*? sp. и синезеленая *Hedstroemia* ex gr. *corimbosa* Pia. Видимая мощность слоя – 1 м.

17. Не обнажено около 6,5 м по мощности.

Обнажение BU10.

1. Известняки серые, в нижних 0,5 м светло-серые, тонко-мелкодетритовые волнистослойчатые, с прослоями мощностью 0,2-0,3 м известняков мелкодетритовых косослойчатых. Границы прослоев резкие, волнистые. В верхней части слоя отмечены раковины брахиопод и гастропод. Определены фораминиферы (образцы BU10-1, BU10-2): *Brunsia pulchra* Mikh., *Br. spirillinoides* (Groz. et Gleb.), *Endothyra* sp., *Globoendothyra* spp., *Pojarkovella* sp., *Pseudoendothyra* sp., *P. nautiliformis* (Durk.), зеленые водоросли *Koninckopora tenuiramosa* Wood, *Anthracoporella insolita* R. Ivan. Видимая мощность – 2 м.

2. Известняки светло-серые до серых мелкодетритовые волнистослойчатые, с прослоями мощностью 0,2 м известняков средне-мелкодетритовых с крупными створками брахиопод. Мощность – 0,8 м.

3. Известняки светло-серые до серых, мелкодетритовые, волнистослойчатые, с линзами мощностью первые сантиметры известняков среднететритовых косослойчатых. Из органических остатков отмечены одиночные ругозы, членики криноидей, створки брахиопод. Определены фораминиферы (обр. BU10-3): *Brunsia spirillinoides* (Groz. et Gleb.), *Pseudoendothyra* sp., водоросли *Koninckopora inflata* (Koninck). Мощность – 0,9 м.

4. Близкое к равномерному волнистое чередование известняков серых мелко-тонкодетритовых и средне-мелкодетритовых. Масштаб чередования – 0,4-0,5 м, границы резкие, волнистые. Определены фораминиферы (обр. BU10-4): много экземпляров брунсий *Brunsia pulchra* Mikh., *Br. spirillinoides* (Groz. et Gleb.), *Br. irregularis* (Moell.), *Globoendothyra* sp., редкие *Eostaffella* sp., *E. rotunda* Durk., *E. parapriscia* Durk., *E. vasta* Ros., *E. ex gr. mosquensis* Viss., *Parastaffella struvei* (Möll.), единичные водоросли *Kamaena delicata* Antrop. Мощность – 1,3 м.

5. Известняк серый тонко-мелкодетритовый неотчетливо волнистослойчатый, с многочисленными раковинами и створками брахиопод. Мощность – 0,3 м.

6. Известняки светло-серые до серых, средне-мелкодетритовые косослойчатые. Размер детрита увеличивается вверх по слою до среднего. Отмечены массивные колонии кораллов в неприжизненном положении, многочисленные членики криноидей, редкие раковины брахиопод. Мощность – 3,3 м.

7. Известняки светло-серые до серых мелкодетритовые волнисто-косослойчатые, с линзами среднего детрита (мощность – 0,1-0,2 м, интервал между линзами – 0,2-0,4 м), члеников криноидей и створок брахиопод. Вверх по слою размер детрита снижается до тонко-мелкого. Определены фораминиферы (обр. BU10-6): *Earlandia elegans* *Pseudoammodiscus* sp., *Brunsia pulchra* Mikh., *Br. spirillinoides* (Groz. et Gleb.), *Plectogyransopsis* sp., *Mediocris*

mediocris (Viss.), *M. breviscula* (Gan.), *Tetrataxis eominima* Raus., *Eostaffella* sp., *Pseudoendothyra mikhailovi* Raus., водоросли *Antracoporella* cf. *insolita* R. Ivan. Видимая мощность – 4,3 м.

8. Не обнажено 1,5 м по мощности.

9. Известняк светло-серый тонко-мелкодетритовый, прослоями до мелкодетритового, косослойчатый. Мощность косых серий – до 0,6 м, слойки падают по магнитному азимуту 300° под углом 35°. В слое найдены конодонты *Hindeodus cristulus* (Youngquist et Miller). Определены фораминиферы (обр. BU10-8): *Endothyranopsis crassa* (Brad.), *E. compressa* (Raus. et Reitl.), *Globoendothyra* ex gr. *globulus* (Eich.), *Plectogyranopsis convexa* (Raus.), *Koskinotextularia* sp., водоросли *Antracoporella* sp., *Koninckopora tenuiramosa* Wood. Видимая мощность – 1,7 м.

10. Известняк серый мелкодетритовый волнистослойчатый с линзовидно распределенными раковинами брахиопод, члениками криноидей, редкими одиночными ругозами. Мощность – 1,5 м.

11. Известняки светло-серые до серых мелкодетритовые волнистослойчатые, до косослойчатых, с линзами (мощность – 0,2 м, интервал между линзами – 0,2 м) известняка мелко-среднедетритового с многочисленными створками брахиопод, одиночными ругозами, раковинами гастропод. Отмечается битуминозность по органическим остаткам. Мощность – 2,1 м.

12. Известняки светло-серые до серых мелкодетритовые волнистослойчатые с линзовидным распределением среднего детрита. Присутствуют обломки створок брахиопод. Видимая мощность – 1,6 м.

13. Не обнажено 1 м по мощности.

14. Известняки светло-серые мелко-среднедетритовые волнистослойчатые, чередующиеся с тонко-мелкодетритовыми. Масштаб чередования – 0,1-0,2 м. В мелко-среднедетритовых разностях отмечаются створки брахиопод. Вверх по слою размер детрита снижается до мелкого и мелко-тонкого, цвет породы становится серым. Определены фораминиферы (обр. BU10-11): *Earlandia elegans* (Raus. et Reitl.), *Forschia mikhailovi* Dain., *F. parvula* Raus., *Forschiella prisca* Mikh., *Lituotubella glomospiroides* Raus., единичные *Endostaffella parva* (Möll.), *Melatolla gracilis* (Raus.), *Mikhailovella* sp., *Haplophragmella fallax* (Raus. et Reitl.), *H. tetraloculi* (Raus.), *Plectogyranopsis?* sp., *Endothyranopsis* sp. (cf. *compressa* (Raus. et Reitl.)), *E. compressa* (Raus. et Reitl.), *E. crassa* (Brad.), *Omphalotis samarica* (Raus.), *Globoendothyra* spp., *Dainella* sp., *Parastaffella struvei* (Möll.), *P. struvei* var. *suppressa* Shlyk., *P. angulata* (Raus.), *Palaeotextularia* sp., *Koskinotextularia bradyi* (Möll.), *Consobrinellopsis* sp., зеленые водоросли *Antracoporella* sp., *Koninckopora tenuiramosa* Wood, единичная *K. inflata* (Koninck), *Coelosporella* ex gr. *johnesii* Wood, единичные *Parakamaena exilis* R. Ivan.,

Nanopora sp., *Antracoporella insolita* R. Ivan., реже красные *Ungdarella uralica* Masl. и *Ungdarelloides* ex gr. *squalidus* Tchuv. et Anf. Выше (обр. BU10-12): редкие фораминиферы, такие как *Archaediscus* sp., *Brunsia pulchra* Mikh., *Mediocris breviscula* (Gan.), водоросли *Koninckopora minuta* (?) Weyer. Видимая мощность – 3,6 м.

15. Не обнажено 0,7 м по мощности.

16. Известняки серые мелкодетритовые с линзовидным распределением среднего детрита, створок брахиопод и одиночных ругоз. Мощность линз – 0,1-0,2 м, контакты – резкие. Интервал между линзами – 0,1 м. Определены фораминиферы (обр. BU10-13): *Brunsia pulchra* Mikh., *B. spirillinoides* (Groz. et Gleb.), *Eostaffella* ex gr. *mosquensis* Viss., *Pachysphaerina pachysphaerica* (Prop.), редкие водоросли *Kamaena awirsi* Mamet et Roux. Видимая мощность – слоя 0,6 м.

17. Не обнажено 0,6 м по мощности.

18. Известняки серые до темно-серых тонко-мелкодетритовые волнистослойчатые с линзовидным распределением створок крупных брахиопод и одиночных ругоз. Присутствуют битумные оторочки вокруг органических остатков. В верхней части слоя отмечается переход в доломиты известковые светло-серые. Определены фораминиферы (обр. BU10-14): *Haplophragmella* sp., *Globoendothyra globulus* (Eich.), *Eostaffella*? sp., водоросли *Koninckopora inflata* (Koninck). Видимая мощность – 2,1 м.

19. Не обнажено 1,5 м по мощности.

20. Известняки серые доломитовые мелкодетритовые неотчетливо волнистослойчатые со створками брахиопод, ориентированными по напластованию. Видимая мощность – 0,8 м.

21. Не обнажено 8 м по мощности.

22. Известняки светло-серые до серых доломитистые мелко-тонкодетритовые волнистослойчатые, до косослойчатых в нижней части слоя. Линзовидное распределение раковин гастропод и створок крупных брахиопод. Определены фораминиферы (обр. BU10-16): *Asteroarchaediscus parvus* (Raus.), *Mediocris cupellaeformis* (Gan.), *M. breviscula* (Gan.), *Parastaffella* ? sp., водоросли *Antracoporella insolita* R. Ivan. Видимая мощность – 2 м.

Далее наблюдаются фрагментарные выходы сходных известняков.

Слои 1-7 обн. BU9 отвечают первой пачке сартыуской свиты, слои 8-12 – второй пачке, слои 13-16 – третьей пачке. Обн. BU10 сопоставляется с четвертой пачкой [Государственная геологическая..., 2013]. Мощность всей нижней подсвиты с учетом данных по правым притокам р. Малая Уса составляет 110-120 м.

По данным изучения шлифов перекристаллизация карбонатных пород в изученном разрезе неравномерная. Наиболее интенсивно породы перекристаллизованы в обн. BU9, а в обн. BU10 перекристаллизация, в среднем, менее интенсивная (см. рис. 3). Существенная

перекристаллизация в нижней части обн. BU9 сопровождается высоким содержанием магния, пониженным марганца и несколько повышенным алюминия (см. рис. 3). Породы в этой части разреза представлены вторичными доломитами (слои 1-6). Здесь же часто присутствуют кальцитовые прожилки. В целом, отложения, вскрытые в обнажениях BU9 и BU10, подверглись неравномерным вторичным преобразованиям, включая перекристаллизацию и изменения химического состава. Эти процессы могли сказаться на сохранности органических остатков и изотопно-геохимических характеристик пород, что следует учитывать в дальнейших построениях.

По редким находкам конодонтов *Idioprioniodus* sp., *Gnathodus girtyi girtyi* Hass (рис. 4), *Lochriea commutata* (Branson et Mehl), *Hindeodus cristulus* (Youngquist et Miller) рассматриваемая часть разреза сартъюской свиты может быть сопоставлена с верхневизейско-серпуховским стратиграфическим интервалом (конодонтовые зоны *bilineatus* – *bollandensis*). Наличие в нижней части разреза *Gnathodus girtyi girtyi* (слой 2 обн. BU9), известного из конодонтовых зон *bilineatus-ziegleri* [Wang, Hu, Wang, 2025], позволяет предположить, что нижняя часть сартъюской свиты не древнее конодонтовой зоны *bilineatus*. Более детальное расчленение по конодонтам не представляется возможным из-за крайней бедности комплексов как в количественном, так и в таксономическом отношении.

Достаточно разнообразные, указанные выше послойно, комплексы фораминифер позволяют распознать в разрезе две зоны. Нижняя часть разреза по присутствию зональных видов-индексов сопоставляется с зоной *Endothyranopsis compressa* - *Paraarchaediscus koktjubensis*, коррелируемой с тульским горизонтом [Кулагина и др., 2025]. В верхней части зоны присутствуют крупные архедисциды *Archaediscus* aff. *operosus infera* Brazh. (слой 8, обр. BU9-7). В Печорском палеобассейне П.К. Костыгова отмечала присутствие подобных крупных архедисцид, хотя они более характерны для вышележащей зоны [Костыгова, 2004]. Верхняя часть разреза, начиная с основания слоя 16 обн. BU9, отвечает зоне *Ikensieformis proikensis* - *Endothyranopsis crassa*. Граница зон проведена по первой единичной находке зонального вида-индекса *Ikensieformis proikensis*, а также представителям рода *Parastaffella*. Выше в слоях 9 и 14 обн. BU10 встречены редкие экземпляры *Endothyranopsis crassa* (Brady). Зона *Ikensieformis proikensis* - *Endothyranopsis crassa* сопоставляется с алексинским горизонтом [Кулагина и др., 2025]. Самая верхняя часть разреза, слой 22 (обр. BU10-16), в которой встречены первые мелкие астероархедисциды - *Asteroarchaediscus parvus* (Raus.), может быть отнесена как к этой зоне, так и к вышележащей *Ikensieformis ikensis*, хотя вида-индекса этой зоны, как и других характерных видов, не найдено. Например, в Казахстане появление первых астероархедискусов, таких как *Asteroarchaediscus* cf. *baschkiricus* Krest. et Theod., *A. ovoides* (Raus.), *A. rugosus* (Raus.), отмечено в зоне *Eostaffella proikensis* –

Asteroarchaediscus, аналоге зоны *Eostaffella proikensis* – *Archaediscus gigas* Московской синеклизы [Жаймина, Мустапаева, 2016]. Д.М. Раузер-Черноусова для алексинского горизонта описала «появление архедискусов из группы *Archaediscus baschkiricus* Krest. et Theod. и *A. rugosus* (Raus.)» [Раузер-Черноусова, 1948, с. 137]. При этом указывалось, что «наиболее интересный в стратиграфическом отношении мелкий *Arch. parvus* Raus., появляющийся с алексинского времени в ряде разрезов» (Сызрань) более характерен для михайловского горизонта и выше [Раузер-Черноусова, 1948, с. 128-129]. В целом, вся группа «архедискусов с шиповатой поверхностью, обнаруженных в разрезах центральной части Русской платформы и Приуралья, отличается большой неравномерностью в горизонтальном распространении.

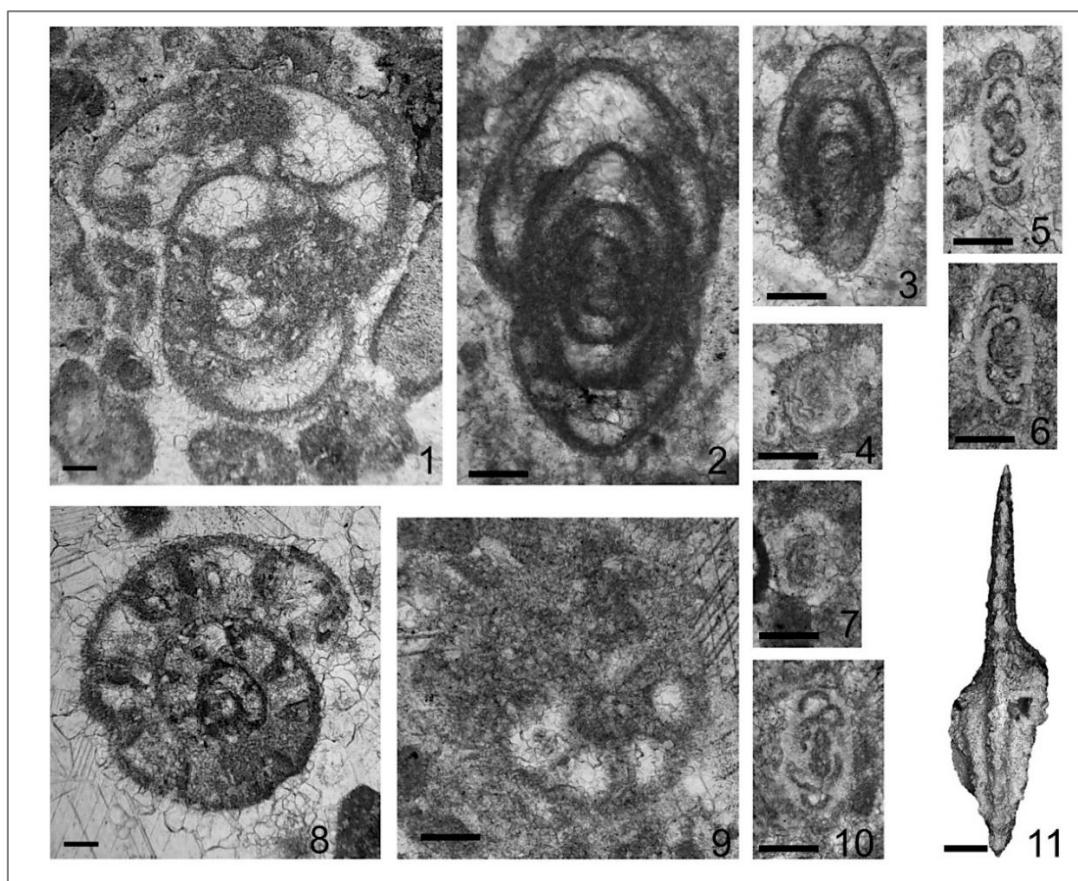


Рис. 4. Фототаблица характерных форм фораминифер и конодонтов из разреза нижней части сартыуской свиты

Зона *Ikensieformis proikensis* - *Endothyranopsis crassa*: Фиг. 1, 8. *Endothyranopsis crassa* (Brady): 1 - обн. BU10, слой 9, обр. BU10-8, ил. 5; 8. - обн. BU10, слой 14, обр. BU10-11, ил. 4; Фиг. 2 - *Parastaffella struvei* (Möll.), обн. BU9, слой 16, обр. BU9-13, ил. 1; Фиг. 3. *Ikensieformis proikensis* Raus., обн. BU9, слой 16, обр. BU9-14, ил. 1; Фиг. 4, 7. *Asteroarchaediscus parvus* (Raus.), обн. BU10, слой 22, обр. BU10-16, ил. 1. Зона *Endothyranopsis compressa* - *Paraarchaediscus kochtjubenensis*: Фиг. 5. *Paraarchaediscus krestovnikovi* Raus., обн. BU9, слой 8, обр. BU9-7A, ил. 1; Фиг. 6. *Paraarchaediscus ex gr. krestovnikovi* Raus., обн. BU9, слой 8, обр. BU9-7A, ил. 1; Фиг. 9. *Endothyranopsis compressa* (Raus. et Reitl.), обн. BU9, слой 8, обр. BU9-7A, ил. 1; Фиг. 10. *Paraarchaediscus kochtjubenensis* (Raus.), обн. BU9, слой 8, обр. BU9-7A, ил. 1. Фиг. 11. *Gnathodus girtyi girtyi* Hass, обн. BU9, слой 9, обр. BU9-8. Масштабная линейка 0,1 мм.

Таким образом, по комплексу биостратиграфических данных рассматриваемая нижняя часть сартыуской свиты сопоставляется с верхневизейским подъярусом, тульским (1-3 пачки) и алексинским (нижняя часть 4 пачки) горизонтами (зоны по фораминиферам *Endothyranopsis compressa* - *Paraarchaediscus koktjubensis* и *Ikensieformis proikensis* - *Endothyranopsis crassa* [Кулагина и др., 2025]). Комплекс водорослей – верхневизейский, а именно алексинский и тульский [Иванова, 2013; Mamet, Roux, 1975].

Распределение изотопного состава неорганического углерода ($\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$) в изученной части разреза свиты позволяет распознать ряд отрицательных экскурсов (см. рис. 3). Следует отметить, что значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ не демонстрируют отчетливой связи с литологическим составом, вариациями содержания Al_2O_3 и MnO и степенью перекристаллизации пород (см. рис. 3) (коэффициент детерминации для линейной регрессии $R^2 < 0,05$). Поэтому экскурсы могут рассматриваться как отражение динамики изотопного состава бикарбоната древней морской воды, что делает корректным их использование для целей изотопной стратиграфии.

Нижний отрицательный экскурс (обозначен VN1) амплитудой около 1,5-2,0‰ отмечается в слоях 6-9 обн. BU9 (см. рис. 3). Отложения представлены пак-, вак- и грейнстоунами. Минимальное значение $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ в пределах экскурса составляет 1,1‰. Последующее широкое двувершинное положительное отклонение со значениями $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ 2,0-3,5‰ охватывает интервал от слоя 11 (обн. BU9) до нижней части слоя 6 (обн. BU10). Данный стратиграфический интервал представлен в нижней части чередованием пак- и вакстоунов, а в верхней – преимущественно грейнстоунами. Отрицательный экскурс в средней части интервала (слои 13 и 16 обн. BU9) демонстрирует значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ около 1‰ (обозначен VN2 на рис. 3). Соответствующие отложения представлены вак- и грейнстоунами. Положительное отклонение заканчивается снижением значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ примерно на 2‰ с незакономерными вариациями в интервале от -0,7 до 0,5‰ со средним значением -0,1‰ (обозначено в качестве отрицательного экскурса VN3 на рис. 3). Отложения представлены преимущественно грейнстоунами.

Экскурсы VN1, VN2 и VN3 также опознаются в разрезе на р. Изъяю (поднятие Чернышева) в интервале нерасчлененных конодонтовых зон *bilineatus* и *podosa* (рис. 5). Полная последовательность экскурсов с некоторой долей условности идентифицируется и на материале из скважин Печорского моря [Малышева и др., 2026] (см. рис. 5). Данные по разрезу на р. Большая Уса позволяют сопоставить интервал этих экскурсов с фораминиферовыми зонами *Endothyranopsis compressa* - *Paraarchaediscus koktjubensis* и *Ikensieformis proikensis* - *Endothyranopsis crassa*. Экскурс VN2 примерно соотносится с подошвой зоны *Ikensieformis proikensis* - *Endothyranopsis crassa*, а экскурс VN3 приурочен к ее верхней части (рис. 6).

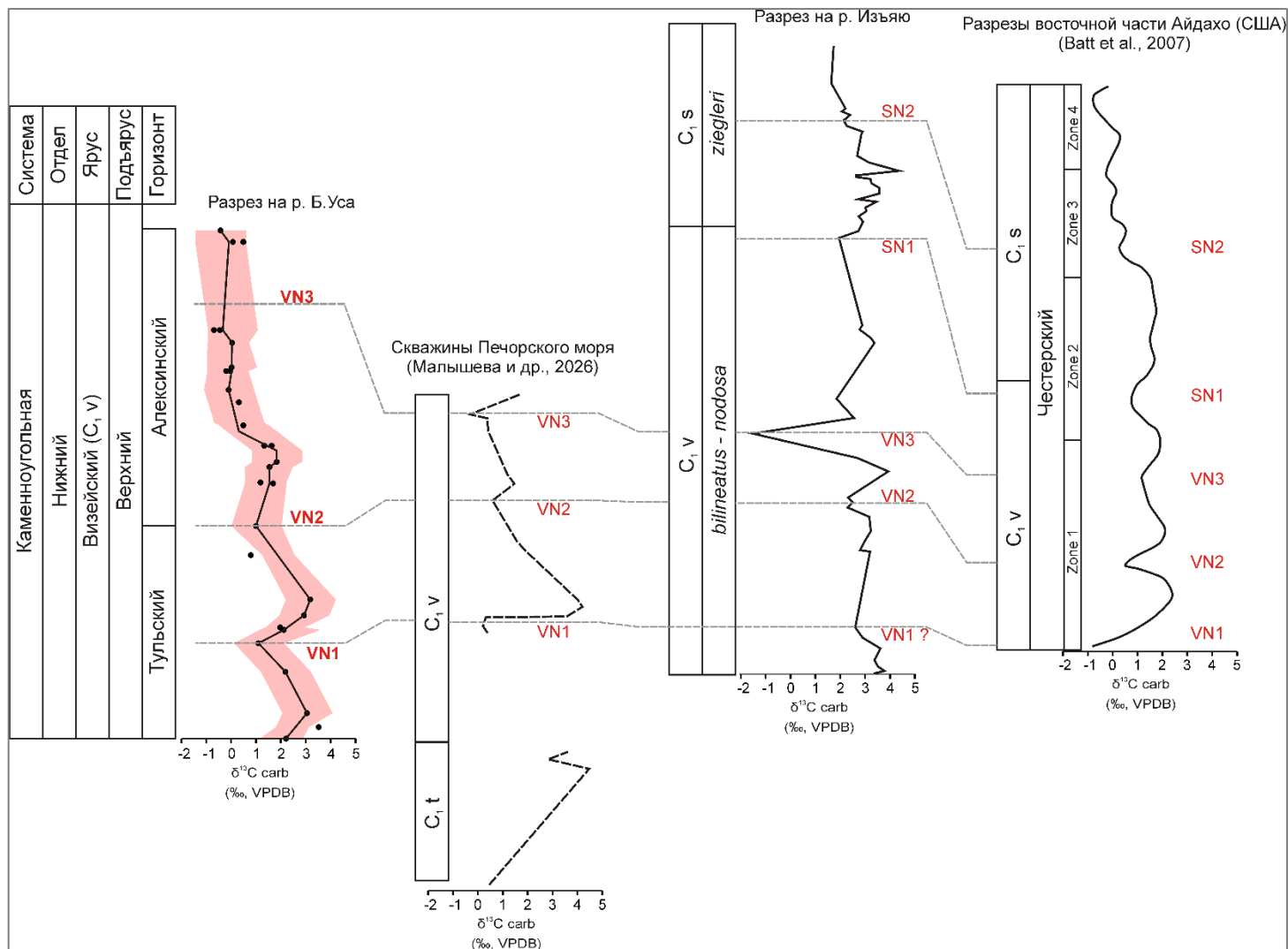


Рис. 5. Сопоставление вариаций изотопного состава неорганического углерода в разрезах верхневизейско-серпуховского (честерского) интервала

Индексами обозначены отрицательные экскурсы: VN1, VN2, VN3 - в верхневизейском подъярусе (C_{1v}), SN1 - на границе визейского и серпуховского ярусов и SN2 в серпуховском ярусе (C_{1s}).

ОСШ				УРСС	Зона по конодонтам	Зона по фораминиферам	Изотопные экскурсы $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$
Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Горизонт			
Каменноугольная	Нижний	Серпуховский	Верхний	Запалтубинский	<i>postbilineatus</i>	<i>Monotaxinoides transitorius</i>	SN2 1-3‰
				Протвинский	<i>bollandensis</i>	<i>Eostaffellina paraprotrvae</i>	
			Нижний	Стешевский	<i>ziegleri</i>	<i>Neoarchaediscus postrugosus</i> - <i>Janischewskina delicata</i>	SN1 1-3‰
				Тарусский			
		Визейский	Верхний	Веневский	<i>nodosa</i>	<i>Ikensieformis tenebrosa</i> - <i>End. sphaerica</i>	VN3 1-6‰
				Михайловский		<i>Ikensieformis ikensis</i>	
				Алексинский	<i>bilineatus</i>	<i>Ikensieformis proikensis</i> - <i>Endothyranopsis crassa</i>	VN2 1-2.5‰
				Тульский		<i>Endothyranopsis compressa</i> - <i>Paraarchaediscus koktjubensis</i>	
					<i>texanus</i>		VN1 1.5-4‰

Рис. 6. Сопоставление серии изотопных экскурсов неорганического углерода с биостратиграфическими и региональными стратиграфическими подразделениями

Индексация экскурсов соответствует рис. 5. Рядом с индексом указана амплитуда экскурса. УРСС - Уральская региональная стратиграфическая схема [Стратиграфические схемы..., 1993].

Для оценки пространственной устойчивости выделенных изотопных экскурсов проведено сравнение динамики $\delta^{13}\text{C}$ в верхневизейской части разреза сартюской свиты с вариациями изотопного состава неорганического углерода в палеогеографически удаленном разрезе нижней части чештерского региояруса Северной Америки (см. рис. 5). Нижний отрицательный экскурс (VN1) может быть сопоставлен с уровнем облегчения изотопного состава неорганического углерода в приподожвенной части чештерского региояруса [Batt et al., 2007]. Отрицательный экскурс VN2 на границе тульского и алексинского горизонтов сопоставляется с узким экскурсом в средней части конодонтовой зоны 1 [Batt et al., 2007], а широкому экскурсу VN3 в самой верхней части алексинского горизонта, вероятно, отвечает продолжительное снижение значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ в верхней части конодонтовой зоны 1 [Batt et al., 2007].

Таким образом, верхневизейский стратиграфический интервал охарактеризован тремя отрицательными экскурсами в изотопном составе неорганического углерода с амплитудой от 1‰ до почти 6‰ (рис. 6). Эти экскурсы в сочетании с биостратиграфическими данными могут быть использованы как для региональной, так и для глобальной корреляции. В комплексе с выделенными ранее двумя отрицательными отклонениями вблизи подошвы серпуховского яруса (SN1) и в нижнем серпухове (SN2) [Zhuravlev et al., 2023], они формируют изотопно-стратиграфическую шкалу верхневизейско-серпуховского стратиграфического интервала.

Финансирование. Исследования выполнены в рамках госзаданий по темам 1220406000008-5, 1220406000010-8 и госзадания ИГГ УрО РАН по теме 123011800010-5.

Литература

Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:200000 листа Q-41-V, VI (второе издание) / М.А. Шишкин, О.Н. Малых, П.Е. Попов, Л.С. Колесник. - М.: МФ ВСЕГЕИ, Мин-во природных ресурсов РФ, ЗАО «МИРЕКО». - 2013.

Дуркина А.В. Фораминиферы серпуховского яруса Тимано-Печорской провинции. - СПб: Изд-во Санкт-Петербургской картографической фабрики ВСЕГЕИ, 2002. - 198 с.

Ерофеевский А.В., Плотицын А.Н., Журавлев А.В., Вевель Я.А., Иванова Р.М. Особенности распределения изотопного состава углерода в карбонатах разреза сартъюской свиты (нижний карбон, Воркутинское поднятие) // Литосфера. - 2025. - 25 (3). - С. 398-418. DOI: [10.24930/2500-302X-2025-25-3-398-418](https://doi.org/10.24930/2500-302X-2025-25-3-398-418)

Жаймина В.Я., Мустапаева С.Н. Граница турнейского и визейского ярусов и объем визейского яруса в большом Каратау (Южный Казахстан) // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. - 2016. - № 4. - С. 5-17.

Журавлев А.В. Местная стратиграфическая схема верхнего девона - нижнего карбона юго-запада Лыжско-Кыртаельского вала (восток Печорской плиты) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2023. - Т. 18. - №1. - http://www.ngtp.ru/rub/2023/8_2023.html EDN: [XNYUAF](https://www.edn.ru/XYUAF)

Журавлев А.В., Вевель Я.А., Груздев Д.А. Серпуховская изотопная аномалия по неорганическому углероду: вероятные причины и перспективы использования в стратиграфии Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2025. - Т. 20. - №1. - https://www.ngtp.ru/rub/2025/6_2025.html EDN: [LZGDXD](https://www.edn.ru/LZGDXD)

Иванова Р.М. Известковые водоросли карбона Урала. - Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. - 244 с.

Иванова Р.М., Степанова Т.И. Альгофлора и микрофауны нижнего карбона Урала и

прилегающих территорий. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2021. - 264 с. EDN: [NYAGUF](#)

Костыгова П.К. Печорский палеобассейн в визейском и серпуховском веках и фораминиферы нижнего визе. - СПб: Изд-во Санкт-Петербургской картографической фабрики ВСЕГЕИ, 2004. - 204 с. EDN: [QKMRTF](#)

Кулагина Е.И., Гибишман Н.Б., Степанова Т.И., Пономарева Г.Ю., Филимонова Т.В., Зайцева Е.Л., Вевель Я.А., Иванова Р.М., Исакова Т.Н. Поздневизейская фораминиферная последовательность Восточно-Европейской платформы (скв. 401 Сызрань, Самарская Лука) как основа зональной шкалы России // Геологический вестник. - 2025. - № 3. - С. 24-50. DOI: [10.31084/2619-0087/2025-3-2](#)

Мальшиева Е.О., Горбунова С.А., Доронина М.С., Ульянов Г.В. Изотопный состав углерода и кислорода палеозойских карбонатных отложений Печорского моря // Литосфера. - 2026. - 26(1). - С. 100-121. DOI: [10.24930/2500-302X-2026-26-1-100-121](#)

Раузер-Черноусова Д.М. Фораминиферы и стратиграфия визейского и намюрского ярусов центральной части Русской платформы и Приуралья // Стратиграфия и фораминиферы нижнего карбона Русской платформы и Приуралья. - М.: Изд-во АН СССР, 1948. - С. 102-142.

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). - Екатеринбург: Межведомственный Стратиграфический Комитет России, 1993. - 151 схема.

Batt L.S., Montañez I.P., Isaacson P., Pope M.C., Butts S.H., Abplanalp J. Multi-carbonate component reconstruction of mid-Carboniferous (Chesterian) seawater $\delta^{13}\text{C}$ // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. - 2007. - Vol. 256. - P. 298-318. DOI: [10.1016/j.palaeo.2007.02.049](#)

Mamet B., Roux A. Dasycladales dévoniennes et carbonifères de la Téthys occidentale // Revista Española de Micropaleontología. - 1975. - Vol. 7. - No. 2. - P. 245-295.

Richards B.C. Current status of the International Carboniferous Time Scale // New Mexico Museum of Natural History and Science. - 2013. - Bull. 60. - P. 348-353.

Wang W., Hu K., Wang X. Temporal and spatial evolution of Mississippian conodonts: A case study // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. - 2025. - Vol. 661. - 112701. DOI: [10.1016/j.palaeo.2024.112701](#)

Zhuravlev A.V., Vevel Y.A., Gruzdev D.A., Erofeevsky A.V. Late Mississippian (early Serpukhovian) carbon isotope record of northern Laurussia: A proposal for the Viséan/ Serpukhovian boundary // Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. - 2023. - Vol. 40. - N. 1. - P. 35-43. DOI: [10.22201/cgeo.20072902e.2023.1.1722](#)

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

Received 23.06.2026

Published 03.08.2026

Zhuravlev A.V., Vevel Ya.A.

Institute of Geology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia, micropalaeontology@gmail.com, yavevel@geo.komisc.ru

Ivanova R.M.

Institute of Geology and Geochemistry named after Academician A.N. Zavaritsky, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia, ivanovarm@igg.uran.ru

ISOTOPE STRATIGRAPHY OF THE UPPER VISEAN SUBSTAGE OF THE LOWER CARBONIFEROUS IN THE VORKUTA TRANSVERSE UPLIFT

A comprehensive biostratigraphic and isotope-stratigraphic characterization of the lower part of the Sartyu Formation (Upper Visean substage, Timan-Pechora petroleum province) has been conducted. Based on conodonts and foraminifera, calcareous algae the studied part of the succession has been correlated with the Tula and Aleksin levels. Three negative $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ excursions (VN1–VN3) have been identified, and their correlation with the foraminiferal zones has been established. VN1 can be correlated with the middle part of the Tula level, VN2 approximately coincides with the base of the Aleksin level, and VN3 marks its upper part. These excursions, in combination with biostratigraphic data, can be used for both regional and global correlation.

Keywords: isotope stratigraphy, Upper Visean substage, foraminifera, conodonts, calcareous algae, Vorkuta transverse uplift, Timan-Pechora petroleum province.

For citation: Zhuravlev A.V., Vevel Ya.A., Ivanova R.M. Isotope stratigraphy of the Upper Visean substage of the Lower Carboniferous in the Vorkuta transverse uplift. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 2026, vol. 21, no. 3, available at: https://www.ngtp.ru/rub/2026/20_2026.html EDN: KAGBQV

References

Batt L.S., Montañez I.P., Isaacson P., Pope M.C., Butts S.H., Abplanalp J. Multi-carbonate component reconstruction of mid-Carboniferous (Chesterian) seawater $\delta^{13}\text{C}$. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2007, vol. 25, pp. 298–318. DOI: [10.1016/j.palaeo.2007.02.049](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.02.049)

Durkina A.V. *Foraminifera of the Serpukhovian stage of the Timan-Pechora province*. St. Petersburg: Publishing house of the St. Petersburg Cartographic factory VSEGEI, 2002, 198 p. (In Russ.).

Erofeevsky A.V., Plotitsyn A.N., Zhuravlev A.V., Vevel Ya.A., Ivanova R.M. Distribution features of carbon isotopes in carbonates on the example of the Sartiu Formation (Lower Carboniferous, Vorkuta Uplift). *Lithosphere (Russia)*, 2025, vol. 25, no. 3, pp. 398–418. (In Russ.). DOI: [10.24930/2500-302X-2025-25-3-398-418](https://doi.org/10.24930/2500-302X-2025-25-3-398-418)

Ivanova R.M. *Calcareous algae of the carboniferous of the Urals*. Ekaterinburg: RIO Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2013, 244 p. (In Russ.).

Ivanova R.M., Stepanova T.I. *Algoflora and microflora of the Lower Carboniferous of the Urals and adjacent territories*. Ekaterinburg: RIO Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2021, 264 p. (In Russ.). EDN: [NYAGUF](https://www.ngtp.ru/rub/2021/2021_2021.html)

Kostygova P.K. *Pechora paleobasin in the Visean and Serpukhovian ages and foraminifera of the Lower Visean*. St. Petersburg: Publishing house of the St. Petersburg Cartographic factory VSEGEI, 2004, 204 p. (In Russ.). EDN: [QKMRTTP](https://www.ngtp.ru/rub/2004/2004_2004.html)

Kulagina E.I., Gibshman N.B., Stepanova T.I., Ponomareva G.Yu., Filimonova T.V., Zaytseva E.L., Vevel Ya.A., Ivanova R.M., Isakova T.N. Late Visean foraminifera sequence of the East European Platform (borehole 401 Syzran) as a basis for the zonal scale of Russia. *Geologicheskii vestnik*, 2025, no. 3, p. 24–50. (In Russ.). DOI: [10.31084/2619-0087/2025-3-2](https://doi.org/10.31084/2619-0087/2025-3-2)

Malysheva E.O., Gorbunova S.A., Doronina M.S., Ul'yanov G.V. Isotopic composition of

carbon and oxygen in Paleozoic carbonate strata of the Pechora Sea. *Lithosphere (Russia)*, 2026, vol. 26, no. 1, pp. 100-121. (In Russ.). DOI: [10.24930/2500-302X-2026-26-1-100-121](https://doi.org/10.24930/2500-302X-2026-26-1-100-121)

Mamet B., Roux A. Dasycladales dévoniennes et carbonifères de la Téthys occidentale. *Revista Española de Micropaleontología*, 1975, vol. 7, no. 2, pp. 245-295.

Rausser-Chernousova D.M. Foraminifera and stratigraphy of the Visean and Namurian stages of the central part of the Russian platform and the Pre Urals. *Stratigraphy and foraminifera of the Lower Carboniferous of the Russian Platform and the Urals*. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1948, pp. 102-142. (In Russ.).

Richards B.C. Current status of the International Carboniferous Time Scale. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 2013, bull. 60, pp. 348-353.

State Geological Map of the Russian Federation, scale 1:200,000, sheet Q-41-V, VI (second edition). M.A. Shishkin, O.N. Malykh, P.E. Popov, L.S. Kolesnik. Moscow: MF VSEGEI, Ministry of Natural Resources of the Russian Federation, CJSC MIREKO, 2013. (In Russ.).

Stratigraphic Schemes of the Urals: Precambrian and Paleozoic. Ekaterinburg: Interdepartmental Stratigraphic Committee of Russia, 1993, 152 p. (In Russ.).

Wang W., Hu K., Wang X. Temporal and spatial evolution of Mississippian conodonts: A case study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2025, vol. 661, p. 112701. DOI: [10.1016/j.palaeo.2024.112701](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2024.112701)

Zhaimina V.Ya., Mustapaeva S.N. The boundary of the Tournaisian and Visean stages and the volume of the Visean stage in the Greater Karatau (Southern Kazakhstan). *Izvestiya NAN RK. Seriya geologii i tekhnicheskikh nauk*, 2016, no. 4, pp. 5-17. (In Russ.)

Zhuravlev A.V. Stratigraphy of the Upper Devonian - Lower Carboniferous of south-west of Lyzha-Kyrtael swell (Pechora Plate eastward). *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2023, vol. 18, no. 1, available at: http://www.ngtp.ru/rub/2023/8_2023.html (In Russ.). EDN: [XNYUAF](https://www.edn.ru/entry/XNYUAF)

Zhuravlev A.V., Vevel Y.A., Gruzdev D.A., Erofeevsky A.V. Late Mississippian (early Serpukhovian) carbon isotope record of northern Laurussia: A proposal for the Viséan/ Serpukhovian boundary. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 2023, vol. 40, no. 1, pp. 35-43. DOI: [10.22201/cgeo.20072902e.2023.1.1722](https://doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2023.1.1722)

Zhuravlev A.V., Vevel Ya.A., Gruzdev D.A. The Serpukhovian isotope anomaly in inorganic carbon - possible causes and prospects for its application in the stratigraphy of the Timan-Pechora petroleum province. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2025, vol. 20, no. 1, available at: https://www.ngtp.ru/rub/2025/6_2025.html (In Russ.). EDN: [LZGDXD](https://www.edn.ru/entry/LZGDXD)