УДК 551.734/.735(470.5) DOI: 10.24930/1681-9004-2021-21-4-546-559

Строение разреза изъяюской свиты (верхний девон–нижний карбон) в типовой местности – южной части поднятия Чернышева

А. В. Журавлев, Я. А. Вевель

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская 54, e-mail: micropalaeontology@gmail.com

Поступила в редакцию 20.01.2021 г., принята к печати 11.03.2021 г.

Объект исследования. В статье рассматриваются фаменско-турнейские отложения юго-восточной части поднятия Чернышева, отвечающие изъяюской свите. *Материалы и методы*. В основу работы положены материалы изучения разрезов изъяюской свиты в типовой местности (р. Изъяю). В качестве стратиграфической основы использованы данные по конодонтам и фораминиферам, а также аномалии изотопного соотношения углерода карбонатов. *Результаты.* В типовой местности изъяюская свита охватывает стратиграфический интервал от верхней части фаменского яруса (верхняя часть зоны *Palmatolepis marginifera utahensis*) до средней части турнейского яруса (верхняя часть зоны Lower *crenulata*). Мощность свиты в стратотипе составляет 100–120 м. На востоке изъяюская свита замещается глубоководными отложениями верхней части сывьюской серии, а на западе – мелководными образованиями каменской свиты и нижней части ыджидской свиты. Площадь распространения свиты ограничена юго-восточным склоном поднятия Чернышева. Формирование изъяюской свиты происходило в результате проградации пологого склона карбонатной платформы за счет подводных делювиальных процессов. *Выводы.* Изъяюская свита в типовой местности сложена маломощными глинисто-карбонатными градационными циклитами. Ее стратиграфический объем охватывает интервал от зеленецкого до черепетского горизонта. По литологическим признакам изъяюская свита хорошо опознается как в естественных выходах, так и в керне скважин.

Ключевые слова: *фаменский ярус, турнейский ярус, стратиграфия, Тимано-Печорская провинция, изъяюская свита, циклиты, конодонты, фораминиферы*

Sequence composition of the Izyayu Formation (Upper Devonian–Lower Carboniferous) in the type area – the south of Tchernyshev Uplift

Andrey V. Zhuravlev, Yadviga A. Vevel

Institute of Geology Komi SC UB RAS, 54 Pervomaiskaya st., Syktyvkar 167000, Russia, e-mail: micropalaeontology @gmail.com

Received 20.01.2021, accepted 11.03.2021

Research subject. The article considers the Famennian-Tournaisian sequence of the South-Eastern part of the Tchernyshev Uplift (North Cis-Uralian). The sequence corresponds to the Izyayu Formation. *Materials and methods.* The article is focused on the clarification of the stratigraphy, composition and depositional environment of this formation. Research data about the Izyayu Formation in the type area (Izyayu River) were used. The stratigraphic framework of this study included data on conodonts, foraminifers and carbonate carbon isotopic shifts. *Results.* In the type area under study, the Izyayu Formation corresponds to the interval from the upper part of the Famennian (upper part of the *Palmatolepis marginifera utahensis* conodont Zone) up to the middle part of the Tournaisian (Lower *crenulata* conodont Zone). The formation is 100–120 m thick. The Izyayu Formation grades to the upper part of the deep-water Syvyu Formation in the east, and to the shallow-water Kamenka Formation and the lower part of the Ydzhid Formation. The areal of the Izyayu Formation comprises the South-Eastern part of the Tchernyshev Uplift. The Formation was deposited in the environment of a gentle prograding slope of a carbonate platform. *Conclusions.* The Izyayu Formation in the type area is composed of thin clayey-carbonate graded cycles. It covers the stratigraphic interval from the Zelenets Regional Stage through the Tcherepet Regional Stage. This formation is easily distinguishable by lithological features in outcrops and borehole cores.

Keywords: *Famennian, Tournaisian, stratigraphy, Timan-Pechora Province, Izyayu Formation, cycles, conodonts, foraminifers*

Acknowledgements

The authors are grateful to the referee for constructive comments that contributed to the improvement of the work.

Для цитирования: Журавлев А.В., Вевель Я.А. (2021) Строение разреза изъяюской свиты (верхний девон–нижний карбон) в типовой местности – южной части поднятия Чернышева. *Литосфера*, **21**(4), 546-559. https://doi.org/10.24930/1681-9004-2021-21-4-546-559

For citation: Zhuravlev A.V., Vevel Ya.A. (2021) Sequence composition of the Izyayu Formation (Upper Devonian–Lower Carboniferous) in the type area – the south of Tchernyshev Uplift. *Lithosphere (Russia)*, **21**(4), 546-559. (In Russ.) https://doi.org/10.24930/1681-9004-2021-21-4-546-559

© А.В. Журавлев, Я.А. Вевель, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Пограничные отложения девонской и каменноугольной систем на юге гряды Чернышева и в юго-западной части Косью-Роговской впадины представлены изъяюской свитой, выделенной в южной части гряды Чернышева (Журавлев, Соболев, 2001; Соболев, 2005; Цыганко, 2011). Свита охватывает стратиграфический интервал от верхней части фаменского до средней части турнейского яруса (Журавлев, Соболев, 2001). Стратотип составной, представлен разрезами на берегах р. Изъяю в районе ж/д станции Джинтуй (рис. 1). В соответствии с первоописанием, изъяюская свита в типовой местности сложена микрослоистыми микритовыми и тонкодетритовыми кремнистыми известняками с темно-серыми кремнистыми стяжениями в верхней части (Журавлев, Соболев, 2001). В разрезе свиты широко развиты глинисто-карбонатные циклиты небольшой мощности (0.5–10 см, редко до 30 см), которые по текстурно-структурным характеристикам были отнесены к дистальным карбонатным турбидитам (Журавлев и др., 2013). Изъяюская свита известна также в скважинах западной части Косью-Роговской впадины (Кочмесская ступень) (Журавлев, Соболев, 2001; Соболев, 2005; Журавлев и др., 2013).

При описании свиты ее нижняя граница в типовой местности охарактеризована не была, а стратиграфический объем был указан приблизительно (Журавлев, Соболев, 2001). Изучение разрезов в бассейне р. Изъяю в 2020 г. позволило восполнить эти пробелы.

МАТЕРИАЛЫ

В основу данной работы положены результаты авторских работ по изучению разрезов верхнего девона и нижнего карбона в бассейне р. Изъяю. Разрезы расположены в пределах Изъяюского блока и в восточной части Яньюского блока (см. рис. 1), которые разделены взбросо-надвигом с восточным до юго-восточного падением сместителя, имеющего, по представлениям Н.И. Тимонина (1974), также правосдвиговую составляющую. Подошва и нижняя часть свиты хорошо обнажены в Яньюском блоке, в обн. Iz473 (см. рис. 1, 2). В Изъяюском блоке наблюдается нижняя граница (обн. Iz32) и бóльшая часть разреза свиты (обн. Iz488 и Iz3), включая ее границу с крестакыртинской свитой (верхи обн. Iz488) (см. рис. 1, 2). Координаты разрезов приведены в табл. 1. Коллекция конодонтов, используемая в работе, хранится в Геологическом музее им. А.А. Чернова ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН под номером 445.

МЕТОДЫ

Для характеристики разреза изъяюской свиты использовались полевые макроописания, дополненные данными изучения шлифов и нерастворимого остатка. Определение стратиграфического объема свиты основано на данных по конодонтам и фораминиферам, а также материалах изучения изотопного состава углерода в карбонатах. Конодонтовые элементы извлекались из породы растворением в 7–10%-м растворе уксусной кислоты. Фораминиферы изучались в петрографических шлифах.

В качестве стратиграфической основы использованы зоны по конодонтам (Ziegler, Sandberg, 1990; Spaletta et al., 2017) и соотношения изотопов углерода карбонатов (Saltzman et al., 2004; Журавлев, Вевель, 2018; Ерофеевский, Журавлев, 2019; Zhuravlev et al., 2020).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Нижняя граница изъяюской свиты вскрывается в обнажениях Iz473 и Iz32 (см. рис. 1, 2). Подстилающие ее среднефаменские отложения представлены в обн. Iz473, здесь в опрокинутом крыле антиклинали снизу вверх залегают (рис. 3):

1. Известняковая конглобрекчия с мелкодетритовым до тонко-мелкодетритового (здесь и далее использована гранулометрическая классификация, приводимая в работе Е.В. Дмитриевой с соавторами (1968))[1] матриксом светло-серого цвета. Обломки плохо сортированы (размер от первых сантиметров до 10 см) и полуокатаны. Текстура массивная. Видимая мощность 5.5 м. Волнистый контакт с вышележащим слоем. В нижней части слоя из матрикса выделены конодонты *Branmehla inornata* (Branson et Mehl), *Polygnathus* sp., *Mehlina* sp., *Mehlina* cf. *Mehlina lindstroemi* Matveeva, Zhuravlev, Eremenko.

2. Известняковая конглобрекчия с мелко-среднедетритовым матриксом (до тонко-мелкодетритового в нижней части) светло-серого цвета. Обломки плохо сортированы (размер от первых сантиметров до 10 см) и полуокатаны. Текстура массивная. Мощность 5.8 м.

Стратиграфически выше залегает нижняя часть изъяюской свиты.

3. Известняковые циклиты с градационной сортировкой обломочного материала (градационные циклиты). В нижней части циклита преобладает мелкий детрит с рассеянным средним детритом, а в верхней части – тонкий детрит. Цвет породы светло-серый, коричневатый, текстура волнисто-

[1] Детрит грубый (2–1 мм), крупный (1.0–0.5 мм), средний (0.5–0.25 мм), мелкий (0.25–0.10 мм), тонкий (0.10–0.05 мм).

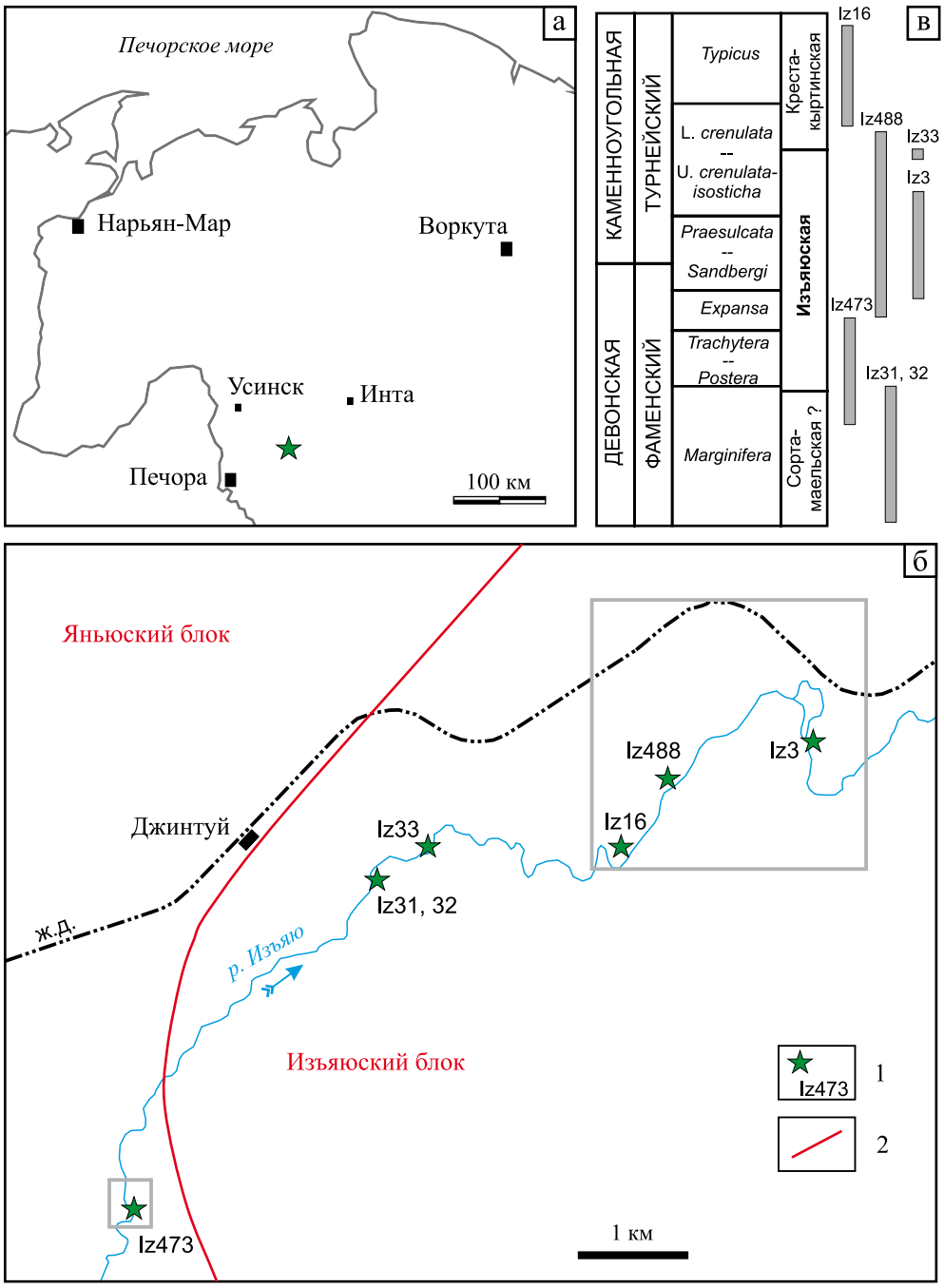

Рис. 1. Расположение разрезов изъяюской свиты в стратотипической местности.

а – обзорная карта (звездочкой обозначен изученный участок); б – схема расположения разрезов (прямоугольниками выделены детально изученные участки); в – стратиграфические взаимоотношения разрезов изъяюской свиты (вне масштаба). 1 – обнажения и их номера, 2 – взбросо-надвиг.

Fig. 1. Locality maps of the sections of the Izyayu Formation in the type area.

a – general map (asterisk shows studied area); б – locality scheme (rectangles mark areas studied in details); в – stratigraphic position of the sections of the Izyayu Formation (not in scale).
1 – outcrops and their numbers, 2 – upthrust-thrust.

слойчатая. Мощность циклитов от 0.6 м в верхней части слоя до 0.3–0.4 м – в нижней. Границы циклитов резкие волнистые. Мощность слоя 2 м. В средней части слоя определены конодонты *Branmehla werneri* (Ziegler), *Hindeodus* sp., *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Jablonnodus erectus*

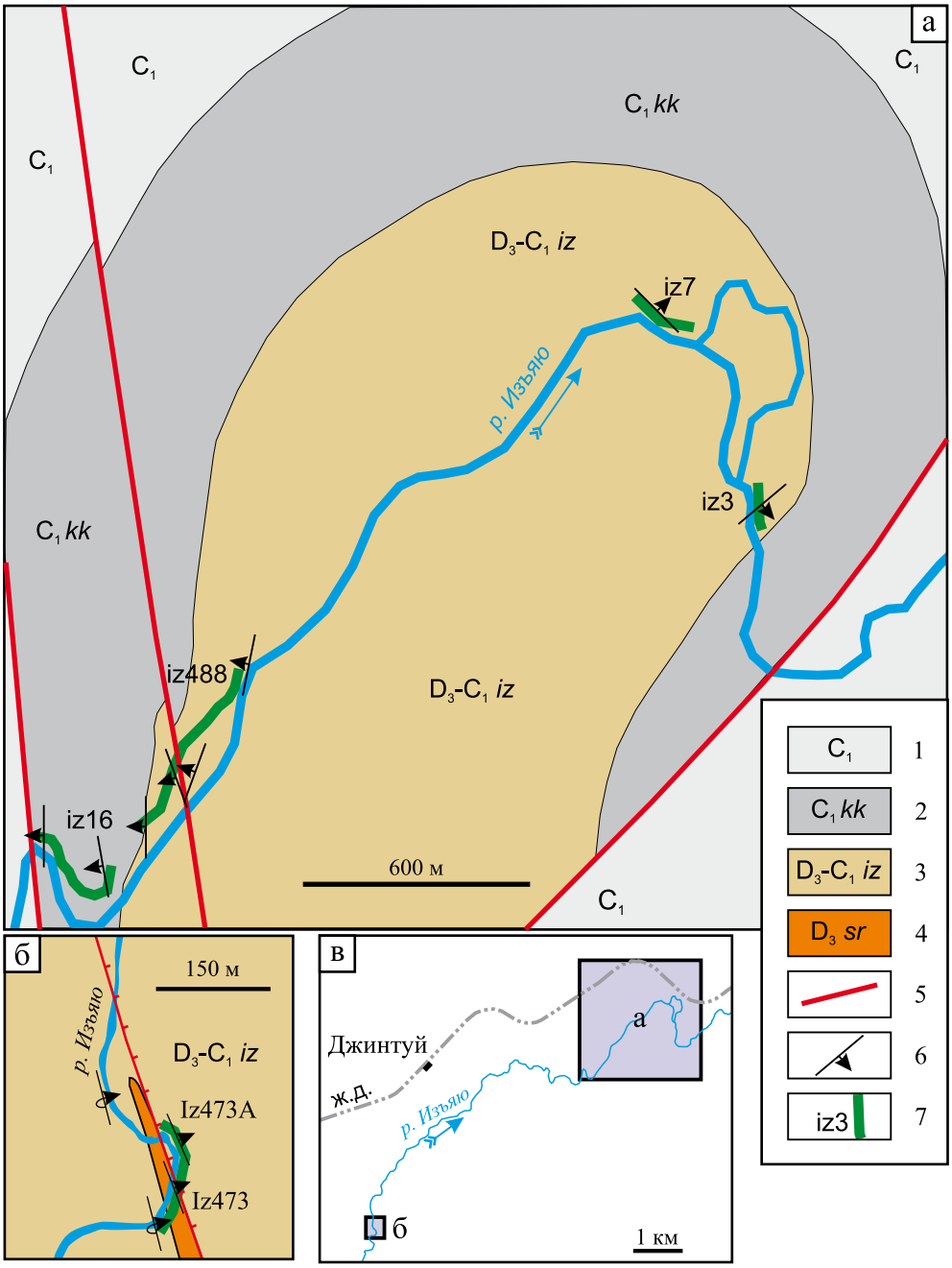

Рис. 2. Геологические схемы детально изученных участков. Составлены по материалам авторов с использованием данных Н.И. Тимонина (1974) и космосъемки (Landsat).

а – в Изъяюском блоке, б – в Яньюском блоке, в – схема расположения участков.
1 – раннекаменноугольные образования нерасчлененные, 2 – крестакыртинская свита, 3 – изъяюская свита, 4 – "сартамаельская" свита, 5 – разрывные нарушения, 6 – элементы залегания, 7 – обнажения и их номера.

Fig. 2. Geological sketch maps of the studied areas. The maps are compiled on the basis of authors' materials, data form (Timonin, 1974) and satellite images (Landsat).

a – in the Izyayu block, б – in the Yan'yu block, в – locality map.
1 – Early Carboniferous deposits un-subdivided, 2 – Krestakyrta Formation, 3 – Izyayu Formation, 4 – "Sartamael" Formation, 5 – faults, 6 – strike and dip symbol, 7 – outcrops and their numbers.

Dzik, *Mashkovia* sp. и единичные фораминиферы *Archaesphaera* sp., *Eotuberitina* sp.

4. Известняковые градационные циклиты, представленные известняком средне-мелкодетритовым

Таблица 1. Географические координаты разрезов на р. Изъяю

Table 1. Geographical coordinates of the study sections in the Izyayu River basin

Разрез	Широта N	Долгота E
IZ3	65.55761°	58.71405°
IZ32 начало разреза	65.54891°	58.62448°
IZ32 конец разреза	65.54895°	58.62457°
IZ33	65.55043°	58.63549°
IZ473	65.51939°	58.57573°
IZ473A	65.52034°	58.57625°
IZ16 начало разреза	65.55096°	58.6709°
IZ7	65.56377°	58.70783°
IZ488	65.55564°	58.68439°

светло-серым волнисто-косослойчатым в нижней части, и известняком мелко-тонкодетритовым светло-серым, коричневатым, неотчетливо волнисто-слойчатым – в верхней. Мощность циклитов 0.2–0.3 м. Границы циклитов резкие пологоволнистые. Мощность слоя 1.8 м. Обнаружены конодонты *Polygnathus* sp., *Branmehla inornata* (Branson et Mehl), *Palmatolepis* sp.

5. Известняковые градационные циклиты, представленные известняком мелкодетритовым светло-серым, коричневатым неотчетливо волнисто-слойчатым в нижней части и известняком тонкодетритовым светло-серым, коричневатым волнисто-слойчатым в верхней. Мощность циклитов 0.7 м. Границы циклитов резкие волнистые. Мощность слоя 2.5 м. Редкие конодонты представлены *Polylophodonta* cf., *Polylophodonta elongata* Druce, *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl. Также из слоя определены фораминиферы *Quasiendothyra* (*Eoendothyra*) *communis* (Rauser).

6. Известняковые градационные циклиты, сложенные известняком тонко-мелкодетритовым серым волнисто-слойчатым в нижней части и известняком тонкодетритовым серым волнисто-слойчатым в верхней. Мощность циклитов 0.15–0.2 м. Границы циклитов резкие волнистые. Мощность слоя 1.7 м. В средней части слоя найдены конодонты *Palmatolepis* cf. *Palmatolepis rugosa* Ulrich et Bassler, *Jablonnodus* sp., *Mehlina* sp., *Apatognathus varians* Branson et Mehl, *Ligonodina* sp. и фораминиферы *Archaesphaera minima* Suleimanov, *Septabrunsiina* sp., *Septaglomospiranella primaeva* (Rauser) f. *minima*, *Septaglomospiranella nana* Reitlinger, *Quasiendothyra* (*Eoendothyra*) *communis* (Rauser), *Quasiendothyra* (*Quasiendothyra*) sp.

7. Известняковые градационные циклиты, представленные известняком среднедетритовым светло-серым, коричневатым волнисто-косослойчатым в нижней части и известняком мелкодетритовым светло-серым, коричневатым волнисто-слойчатым – в верхней. Мощность циклитов 0.3–0.4 м. Границы циклитов резкие пологоволнистые. Мощность слоя 1.8 м. Определены конодонты *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl) M1, *Polygnathus* sp., *Tanaisognathus businovensis* (Lipnjagov). Из фораминифер определены *Vicinesphaera squalida* Antropov, *Bisphaera* sp. и *Quasiendothyra* (*Eoendothyra*) *communis* (Rauser).

8. Известняковые градационные циклиты, образованные в нижней части известняком среднемелкодетритовым светло-серым, коричневатым косослойчатым, а в верхней – известняком мелкодетритовым светло-серым, коричневатым волнисто-слойчатым. Мощность циклитов 0.2–0.3 м. Границы резкие пологоволнистые. В известняках отмечены остракоды и криноидеи. Видимая мощность слоя 6.8 м. В слое найдены конодонты *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Mehlina strigosa* (Branson et Mehl), *Branmehla gediki* Capkinoglu, *Hindeodus crassidentatus* (Branson et Mehl), *Clydagnathus ormistoni* Beinert, Klapper, Sandberg, Ziegler, *Apatognathus varians* Branson et Mehl, *Palmatolepis postera* Ziegler, *Polygnathus perplexus* Thomas, *Jablonnodus oistodiformis* Dzik. Фораминиферы представлены следующими формами: *Archaesphaera minima* Suleimanov, *Bisphaera* sp., *Quasiendothyra* (*Eoendothyra*) *communis* (Rauser), *Quasiendothyra* (*Quasiendothyra*) *kobeitusana* (Rauser) f. *umbilicata*, *Rectaseptaglomospiranella asiatica* Reitlinger, *Septatournayella* aff. *S. potensa* Durkina, *Septaglomospiranella primaeva kazakhstanica* Reitlinger, *Septabrunsiina krainica* (Lipina).

Северо-восточнее, в обн. Iz32 (см. рис. 1), подстилающие изъяюскую свиту среднефаменские отложения представлены следующими слоями (см. рис. 3).

1. Тонкое (1–3 см) чередование аргиллитов известковых темно-серых субгоризонтально-слойчатых и известняков тонкодетритово-пелитоморфных темно-серых волнисто-слойчатых, в аргиллите отмечаются карбонатно-глинистые конкреции размером до 1 × 10 × 10 см. В нижней части залегает прослой известняка (мощностью 0.4 м) средне-мелкодетритового темно-серого косослойчатого с уплощенными плохо ориентированными литокластами (1–5 см), слабо сортированными и полуокатанными. Видимая мощность слоя 2 м. С вышележащими породами контакт волнистый. В слое определены фораминиферы *Parathuramminites* sp., *Kukhistanella* sp., *Archaesphaera minima* Suleimanov, *Vicinesphaera squalida* Antropov, Neoarchaesphaera polipora (Antropov), *Eotuberitina* sp., *Septaglomospiranella* sp.

2. Известняковые маломощные (0.05–0.15 м) градационные циклиты в основании мелкодетритовые с рассеянным средним детритом темно-

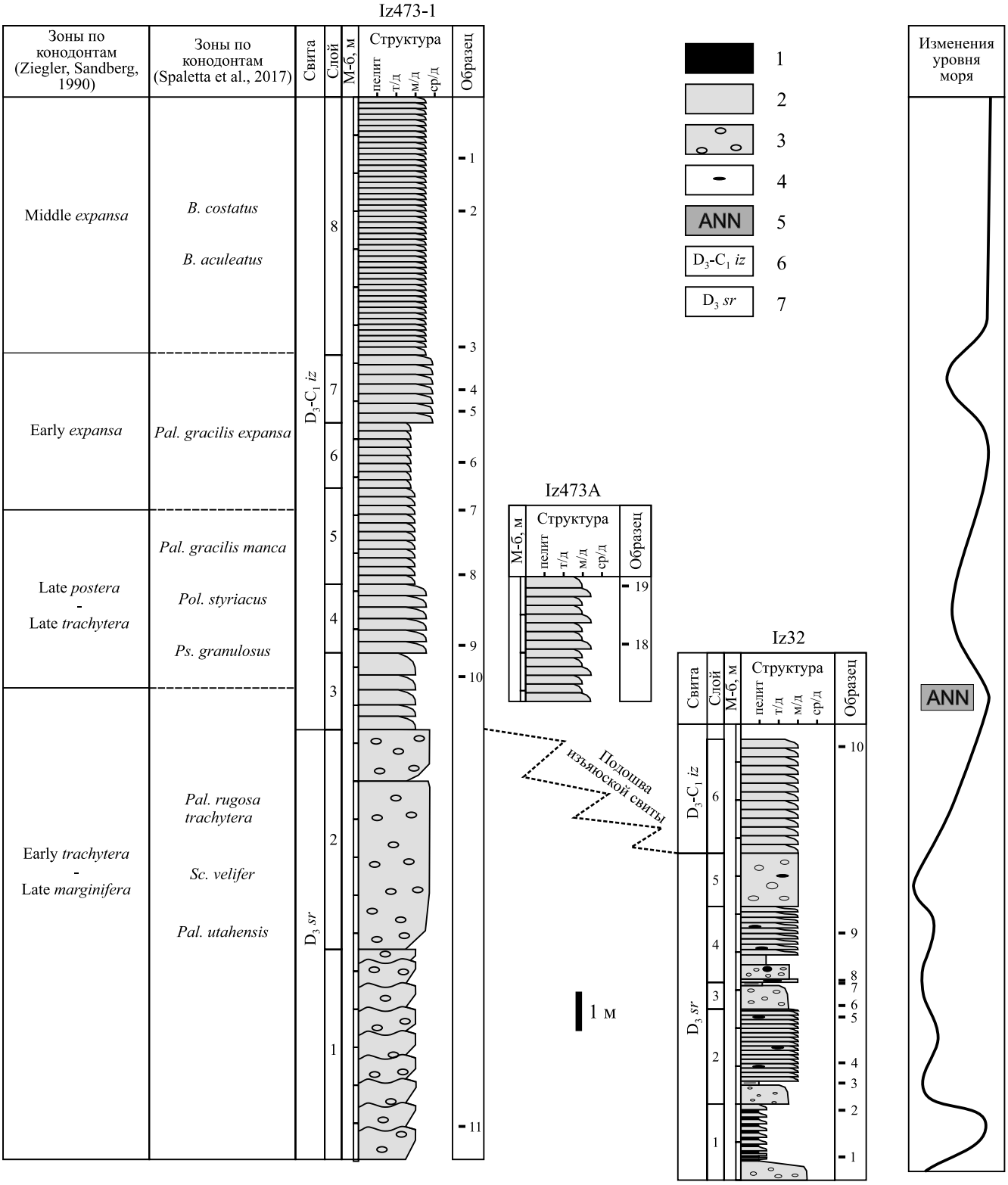

Рис. 3. Разрезы нижней части изъяюской свиты.

1 – аргиллит, 2 – известняк, 3 – карбонатная конглобрекчия, 4 – кремнистые стяжения, 5 – уровень события Annulata, 6 – изъяюская свита, 7 – сортамаельская свита.
Расположение разрезов – см. рис. 1, 2.

Fig. 3. Logs of the sections of the Izyayu Formation.

1 – mudstone, 2 – limestone, 3 – carbonate conglobreccia, 4 – siliceous concretions, 5 – Annulata event level, 6 – Izyayu Formation, 7 – Sortamael Formation.
Locality – see Figs. 1, 2.

серые неотчетливо волнисто-слойчатые, переходящие к известняку мелко-тонкодетритовому темно-серому субгоризонтально-слойчатому с глинистым слойком в кровле. Отмечаются редкие кремнистые стяжения черного цвета лепешковидной формы (1 × 5 см). В приподошвенной части слоя залегает более мощный (0.6 м) известняковый градационный циклит, в нижней части которого наблюдаются отдельные угловатые карбонатные литокласты (2–3 см). Общая мощность слоя 2.5 м. Наблюдается волнистый контакт с перекрывающими отложениями. В слое определены конодонты *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler и *Palmatolepis utahensis* Ziegler et Sandberg, характерные для зоны Palmatolepis marginifera utahensis (Spaletta et al., 2017) или зоны Late marginifera (Ziegler, Sandberg, 1990). Фораминиферы представлены следующими формами: *Earlandia* sp., *Parathurammina* sp., *Archaesphaera minima* Suleimanov, *Vicinesphaera squalida* Antropov, *Eotuberitina* sp., *Bisphaera malevkensis* Birina, *Septaglomospiranella* sp.

3. Известняковый градационный циклит, в нижней части сложенный известняковой конглобрекчией (размер плохо сортированных полуокатанных обломков первые сантиметры) с мелко-тонкодетритовым матриксом серого цвета. Ориентировка обломков подчеркивает косую слойчатость (косые слойки падают по истинному азимуту 60° под углом 50°). Верхняя часть циклита представлена известняками тонкодетритово-пелитоморфными серыми пологоволнисто-слойчатыми с тонкими глинистыми прослоями. Мощность слоя 0.7 м. С перекрывающими отложениями контакт волнистый. В верхней части слоя определены фораминиферы *Bisphaera malevkensis* Birina.

4. Известняковые градационные циклиты представлены известняком мелкодетритовым темно-серым от волнисто- до косослойчатого в нижней части и известняком тонкодетритовым серым до темно-серого пологоволнистослойчатого в верхней. В нижней части слоя залегает прослой известняковой конглобрекчии (размер плохо сортированных и полуокатанных обломков составляет первые сантиметры) с мелко-тонкодетритовым матриксом от серого до темно-серого цвета. Текстура массивная до косослойчатой, по всему слою наблюдаются кремнистые стяжения черного цвета. Общая мощность 2 м. С перекрывающими отложениями слой имеет волнистый контакт. В известняках определены конодонты *Palmatolepis marginifera* Helms, *Palmatolepis utahensis* Ziegler et Sandberg, *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Muller, *Palmatolepis minuta* Branson et Mehl, *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler, *Palmatolepis glabra prima* Ziegler et Huddle, *Palmatolepis glabra glabra* Ulrich et Bassler, *Palmatolepis glabra acuta* Helms, *Bispathodus* sp., *Polygnathus guttiformis* Chalymbadzha, Shinkaryov et Gatovsky и фораминиферы *Archaesphaera minima* Suleimanov, 1945, *Vicinesphaera squalida* Antropov, *Eotuberitina* sp., *Paracaligelloides* sp., *Quasiendothyra* (*Eoendothyra*) sp.

5. Известняковая конглобрекчия с мелкодетритовым матриксом темно-серая до серой плохо сортированная. Размер полуокатанных обломков варьирует от первых сантиметров до 10–15 см. Обломки, сложенные пелит-тонкодетритовым и пелитоморфным известняком, преимущественно уплощенные, их ориентировка подчеркивает косую слойчатость. Отмечаются редкие кремнистые стяжения неправильной формы. Мощность слоя 0.8–1.4 м. С перекрывающими отложениями имеет волнистый контакт.

Выше залегает изъяюская свита, представленная в этом обнажении серией известняковых градационных циклитов (см. слой 6, рис. 3), сложенных известняками мелкодетритовыми темно-серыми до серых волнисто-слойчатых в основании, и известняками тонко-мелкодетритовыми темно-серыми субгоризонтально-слойчатыми в верхней части. Границы циклитов резкие волнистые. Мощности циклитов около 0.3 м. Видимая мощность всего слоя – 3 м. Из верхней его части выделены конодонты *Palmatolepis glabra acuta* Helms, *Palmatolepis glabra prima* Ziegler et Huddle, *Palmatolepis glabra lepta* Ziegler et Huddle, *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler, *Palmatolepis distorta* Branson et Mehl, *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *Palmatolepis* sp., *Palmatolepis marginifera* Helms, *Polygnathus perplexus* Thomas, *Polygnathus glaber* Ulrich et Bassler, *Mehlina lindstroemi* Matveeva, Zhuravlev, Eremenko. Комплекс конодонтов характеризует зону Palmatolepis marginifera utahensis (Spaletta et al., 2017) или зону Late marginifera (Ziegler, Sandberg, 1990). Фораминиферы представлены *Archaesphaera minima* Suleimanov, *Diplosphaerina* sp., *Eotuberitina* sp., *Caligella* sp., *Paracaligelloides* sp., *Septatournayella rauserae* Lipina.

Из приведенных описаний видно, что в низах изъяюской свиты и в подстилающих отложениях с юго-запада на северо-восток (от обн. Iz473 к обн. Iz32) сокращаются мощности градационных циклитов и уменьшается их гранулометрический состав (см. рис. 1, 3).

Наиболее мощная и литологически однородная средняя часть изъяюской свиты вскрывается в серии обнажений в Изъяюском блоке (обн. Iz3, Iz7, Iz488) (см. рис. 1, 4). Она представлена известняковыми градационными циклитами мощностью от 1 до 25–30 см, которые в нижней части состоят из известняка тонкодетритово-пелитоморфного с рассеянным тонким детритом темно-серого пологоволнисто-слойчатого, до пологокосо-слойчатого, переходящего кверху в известняк пелитоморфный глинистый темно-серый субгоризонтально-слойчатый. Границы циклитов резкие пологоволнистые. Широко развито окремнение (до вторичных силицитов), кремнистые стяжения часто подчеркивают текстуру. На границах циклитов нередко наблюдаются тонкие углеродисто-глинистые прослои черного цвета. Мощность этой части свиты составляет более 70 м (см. рис. 3). В этом интервале конодонтами охарактеризована верхняя часть фаменского яруса и нижняя и средняя части турнейского яруса (Sobolev et al., 2000).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Стратиграфическая характеристика и корреляция изъяюской свиты

Бóльшая часть изъяюской свиты бедна органическими остатками. Из диагностируемых фоссилий обнаружены фораминиферы и конодонты (преимущественно в нижней части), присутствуют также лингулидные брахиоподы, спикулы, радиолярии, сколекодонты, редкие остатки водных позвоночных, остракод, криноидей. Некоторые органические остатки (раковины остракод, спикулы) в нижней части свиты часто замещены сульфидами, а в средней и верхней части – окремнены.

В большей части свиты комплексы конодонтов состоят преимущественно из таксонов широкого стратиграфического распространения (*Polygnathus communis* Branson et Mehl, *Hindeodus crassidentatus* (Branson et Mehl), *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl)). Изображения некоторых таксонов представлены на рис. 5.

Самые низы свиты охарактеризованы среднефаменскими конодонтами (зона Palmatolepis marginifera utahensis или зона Late marginifera) (см. рис. 4) *Palmatolepis glabra acuta* Helms, *Palmatolepis glabra prima* Ziegler et Huddle, *Palmatolepis glabra lepta* Ziegler et Huddle, *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler, *Palmatolepis distorta* Branson et Mehl, *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *Palmatolepis marginifera* Helms, *Polygnathus perplexus* Thomas, *Polygnathus glaber* Ulrich et Bassler, *Mehlina lindstroemi* Matveeva, Zhuravlev, Eremenko. Фораминиферы в этой части разреза представлены формами широкого стратиграфического распространения *Archaesphaera minima* Suleimanov, *Diplosphaerina* sp., *Eotuberitina* sp., *Caligella* sp., *Paracaligelloides* sp., *Septatournayella rauserae* Lipina.

Выше по разрезу нижней части свиты по конодонтам диагностированы (см. рис. 4): интервал зон Pseudopolygnathus granulosus – Palmatolepis gracilis manca (= Late trachytera – Late postera) с комплексом конодонтов, включающим *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Branmehla inornata* (Branson et Mehl), *Branmehla werneri* (Ziegler), *Jablonnodus erectus* Dzik, *Mashkovia* sp., *Hindeodus* sp.; зона Palmatolepis gracilis expansa (по Spaletta et al., 2017) с конодонтами *Polylophodonta* cf. *Polylophodonta elongata* Druce, *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *Palmatolepis* cf. *Palmatolepis rugosa rugosa* Ulrich et Bassler, *Apatognathus varians* Branson et Mehl, *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl) M1, *Tanaisognathus businovensis* (Lipnjagov); интервал зон Bispathodus aculeatus aculeatus – Bispathodus costatus с конодонтами *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Mehlina strigosa* (Branson et Mehl), *Branmehla gediki* Capkinoglu, *Hindeodus crassidentatus* (Branson et Mehl), *Clydagnathus ormistoni* Beinert, Klapper, Sandberg, Ziegler, *Apatognathus varians* Branson et Mehl, *Palmatolepis postera* Ziegler, *Polygnathus perplexus* Thomas, *Jablonnodus oistodiformis* Dzik. Данная часть свиты охарактеризована средне-позднефаменскими комплексами фораминифер с *Archaesphaera minima* Suleimanov, *Bisphaera* sp., *Vicinesphaera squalida* Antropov, *Septaglomospiranella primaeva* (Rauser), *Quasiendothyra* (*Eoendothyra*) *communis* (Rauser).

В вышележащей части свиты таксономическое разнообразие конодонтов снижается, они представлены формами широкого стратиграфического распространения, находки диагностируемых фораминифер отсутствуют. По этой причине граница девонской и каменноугольной систем в средней части свиты определяется плохо (Sobolev et al., 2000). Вблизи этого уровня отмечено лишь незначительное изменение конодонтовых ассоциаций – из них исчезают типично фаменские формы *Branmehla inornata* (Branson et Mehl) и *Mehlina strigosa* (Branson et Mehl) (см. рис. 4). Граница нижнего и среднего турне (подошва черепетского горизонта) условно проводится по первой находке *Pseudopolygnathus multistriatus* Mehl et Thomas M2 (см. рис. 4). Выше по разрезу встречены только *Polygnathus communis* Branson et Mehl и *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl). При таксономической бедности сохранность конодонтов часто очень хорошая: у фаменских палматолепид сохраняется базальный каллус, а в средней части свиты найдены спаянные кластеры из S-элементов. Кроме того, в верхней части свиты отмечены брахиоподы

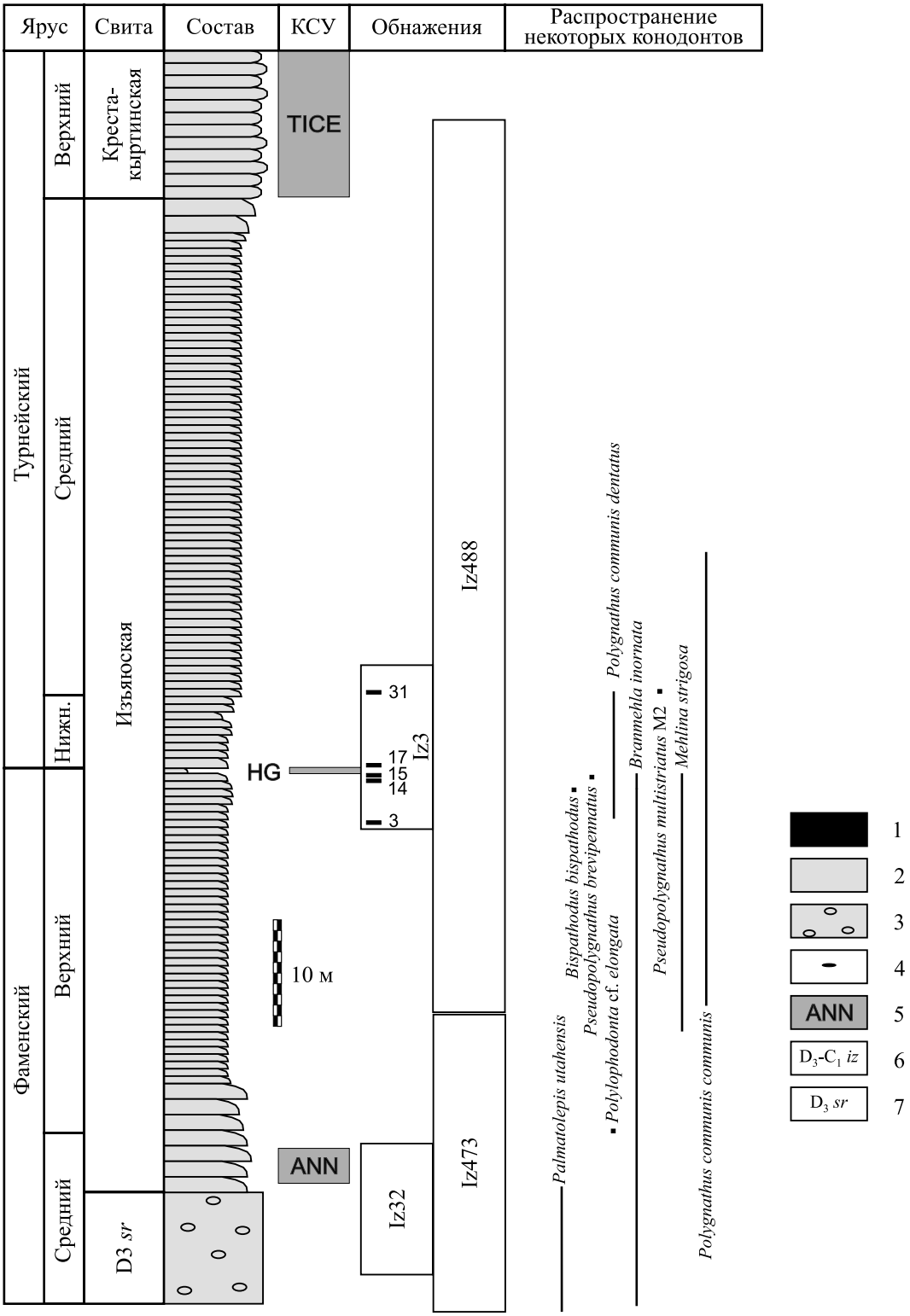

Рис. 4. Сводный разрез изъяюской свиты в стратотипической местности, распределение в нем некоторых видов конодонтов и положение корреляционных событийных уровней (КСУ).

Условные обозначения – см. рис. 3.

Fig. 4. Synoptic section of the Izyayu Formation in the type area, distribution of some conodont species, and position of the event levels (КСУ).

For legend – see Fig. 3.

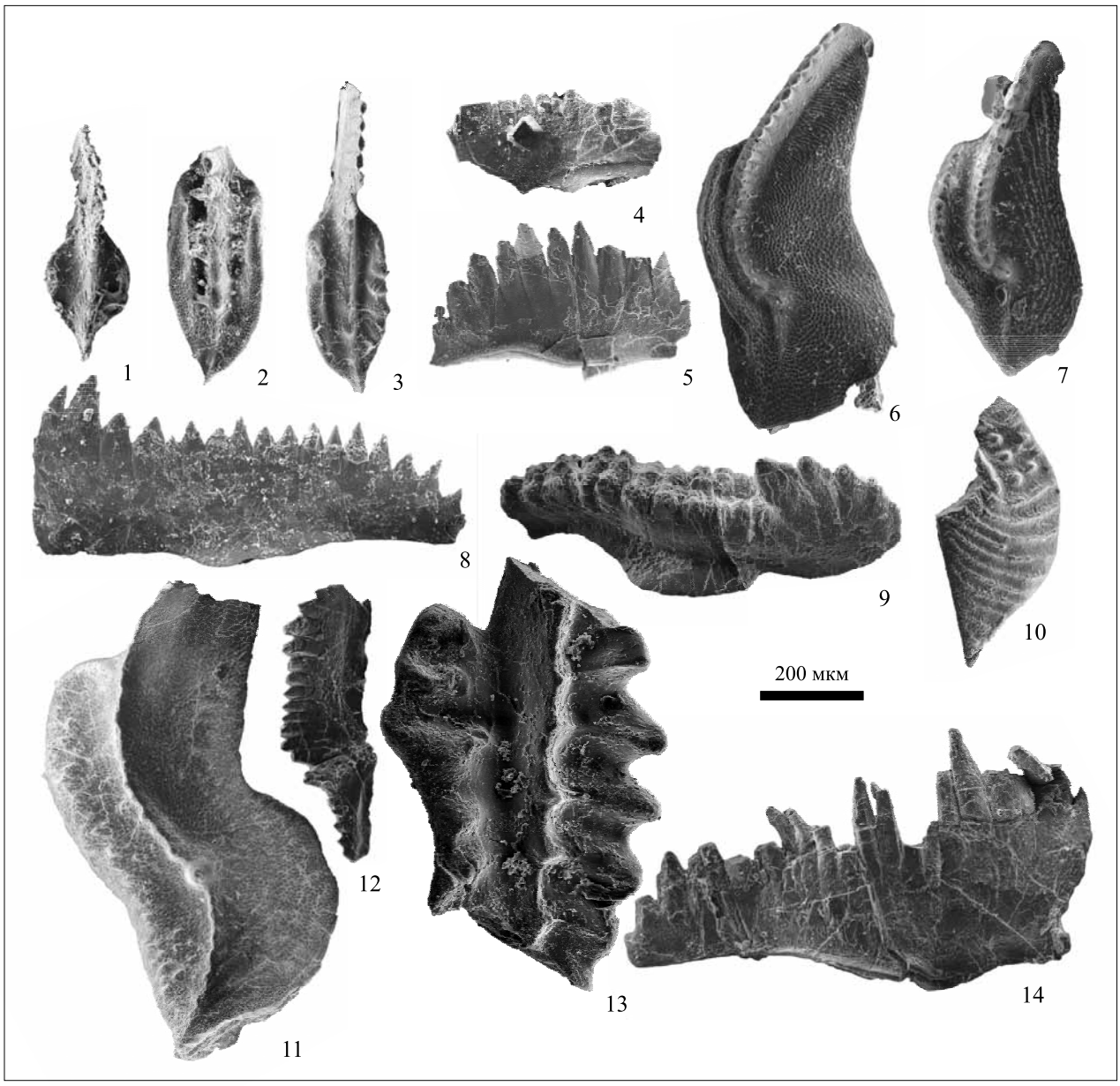

Рис. 5. Конодонты изъяюской свиты.

1 – *Polygnathus communis communis* Branson et Mehl, экз. 445/4, обр. Iz3-15/98, разрез Iz3, верхний фамен; 2 – *Polygnathus communis communis* Branson et Mehl, экз. 445/2, обр. Iz3-14/98, разрез Iz3, верхний фамен; 3 – *Polygnathus communis dentatus* Druce, экз. 445/5, обр. Iz3-3/98, разрез Iz3, верхний фамен; 4 – *Branmehla inornata* (Branson et Mehl), экз. 445/1, обр. Iz3-14/98, разрез Iz3, верхний фамен; 5 – *Branmehla werneri* (Ziegler), экз. 445/14, обр. Iz473/10, разрез Iz473, верхний фамен; 6 – *Palmatolepis marginifera* Helms, экз. 445/20, обр. Iz32/9, разрез Iz32, средний фамен; 7 – *Palmatolepis utahensis* Ziegler et Sandberg, экз. 445/21, обр. Iz32/5, разрез Iz32, средний фамен; 8 – *Hindeodus crassidentatus* (Branson et Mehl), экз. 445/3, обр. Iz3-17/98, разрез Iz3, нижнее турне (?); 9 – *Clydagnathus ormistoni* Beinert, Klapper, Sandberg, Ziegler, экз. 445/18, обр. Iz473/1, разрез Iz473, верхний фамен; 10 – *Polylophodonta* cf. *Polylophodonta elongata* Druce, экз. 445/16, обр. Iz473/7, разрез Iz473, верхний фамен; 11 – *Palmatolepis postera* Ziegler, экз. 445/17, обр. Iz473/3, разрез Iz473, верхний фамен; 12 – *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, экз. 445/15, обр. Iz473/10, разрез Iz473, верхний фамен; 13 – *Pseudopolygnathus multistriatus* Mehl et Thomas M2, экз. 445/25, обр. Iz3-31/98, разрез Iz3, среднее турне (?); 14 – *Mehlina strigosa* (Branson et Mehl), экз. 445/19, обр. Iz473/1, разрез Iz473, верхний фамен.

Fig. 5. Conodonts of the Izyayu Formation.

1 – *Polygnathus communis communis* Branson et Mehl, spec. 445/4, sample Iz3-15/98, section Iz3, upper Famennian; 2 – *Polygnathus communis communis* Branson et Mehl, spec. 445/2, sample Iz3-14/98, section Iz3, upper Famennian; 3 – *Polygnathus communis dentatus* Druce, spec. 445/5, sample Iz3-3/98, section Iz3, upper Famennian; 4 – *Branmehla inornata* (Branson et Mehl), spec. 445/1, sample Iz3-14/98, section Iz3, upper Famennian; 5 – *Branmehla werneri* (Ziegler), spec. 445/14, sample

Iz473/10, section Iz473, upper Famennian; 6 – *Palmatolepis marginifera* Helms, spec. 445/20, sample Iz32/9, section Iz32, middle Famennian; 7 – *Palmatolepis utahensis* Ziegler et Sandberg, spec. 445/21, sample Iz32/5, section Iz32, middle Famennian; 8 – *Hindeodus crassidentatus* (Branson et Mehl), spec. 445/3, sample Iz3-17/98, section Iz3, lower Tournaisian (?); 9 – *Clydagnathus ormistoni* Beinert, Klapper, Sandberg, Ziegler, spec. 445/18, sample Iz473/1, section Iz473, upper Famennian; 10 – *Polylophodonta* cf. *Polylophodonta elongata* Druce, spec. 445/16, sample Iz473/7, section Iz473, upper Famennian; 11 – *Palmatolepis postera* Ziegler, spec. 445/17, sample Iz473/3, section Iz473, upper Famennian; 12 – *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, spec. 445/15, sample Iz473/10, section Iz473, upper Famennian; 13 – *Pseudopolygnathus multistriatus* Mehl et Thomas M2, spec. 445/25, sample Iz3-31/98, section Iz3, middle Tournaisian (?); 14 – *Mehlina strigosa* (Branson et Mehl), spec. 445/19, sample Iz473/1, section Iz473, upper Famennian.

Rugosochonetes, *Chonetipustula plicata* Sarres и *Plicatifera* (Елисеев, 1963).

В низах крестакыртинской свиты, перекрывающей изъяюскую, известны фораминиферы верхнего турне *Brunsia irregularis* (Moeller), *Brunsia pulchra* Mikhailov, *Pseudoammodiscus planus* (Moeller) *minima* Lipina, *Pseudoplanoendothyra* sp., *Spinoendothyra costifera* Lipina, *Spinoendothyra tenuiseptata* Lipina, *Tournayella discoidea angusta* Lipina, *Tournayella discoidea* Dain f. *maxima*, *Tournayella discoidea* Dain f. *minima*, *Eoforschia gigantea minoris* (Lipina) (Журавлев, Вевель, 2018).

Невнятность биостратиграфической характеристики значительной части изъяюской свиты компенсируется хорошей ее узнаваемостью благодаря специфическому строению слагающих свиту циклитов. По литологическим признакам изъяюская свита хорошо опознается как в естественных выходах, так и в керне скважин.

Подошва изъяюской свиты в типовой местности проводится по кровле пачки флюксотурбидитов мощностью более 10 м. Она проходит внутри интервала конодонтовых зон Late marginifera – Early trachytera (см. рис. 3, 6). Кровля свиты достаточно условно проводится по смене в разрезе градационных циклитов биолитокластическими известняками с волнисто-линзовидной текстурой и кремнистыми конкрециями (см. рис. 4). По фораминиферам этот уровень примерно сопоставляется с подошвой кизеловского горизонта (Saltzman et al., 2004; Журавлев, Вевель, 2018). Подстилающие изъяюскую свиту отложения отнесены к “глубоководному типу разреза” сортамаельской свиты, а перекрывающие – к крестакыртинской свите (см. рис. 3, 6).

Следовательно, нижняя граница изъяюской свиты проходит несколько выше существенной отрицательной аномалии в изотопном соотношении углерода карбонатов в зоне marginifera, а верхняя граница примерно отвечает началу изотопной аномалии TICE (изотопное отражение события Mid-Aikuanian). Следы этой аномалии зафиксированы в вышележащей крестакыртинской свите в обн. Iz16 (см. рис. 2, 4) (Saltzman et al., 2004).

Мощность изъяюской свиты в типовой местности оценивается в 100–120 м. С запада на восток в ее составе увеличивается кремнистость отложений, мощность градационных циклитов сокращается, а размер обломочного материала уменьшается. Стратиграфическими аналогами изъяюской свиты в других фациальных зонах являются каменская свита и нижняя часть ыджидской свиты в области мелководного шельфа, верхняя часть сывьюской серии в пределах Кожимской палеовпадины, верхняя часть большенадотинской толщи в области отмелей края шельфа, верхняя часть устьпарнокской толщи и няньворгинской свиты в батиальной области (см. рис. 6, 7).

В целом изъяюской свите отвечает крупный трансгрессивно-регрессивный циклит, начинающийся примерно со следов трансгрессивного события Annulata и заканчивающийся следами среднепозднетурнейского регрессивного события Mid-Aikuanian (совпадает с изотопной аномалией TICE) (см. рис. 3, 6). Этот циклит состоит из серии более мелких трансгрессивно-регрессивных циклитов, ранее индексированных как fm3, fm4, tn1, tn2 и tn3 (Журавлев, 2012). Изъяюская свита вместе с перекрывающей крестакыртинской свитой формирует верхнюю часть доманиково-турнейского нефтегазоносного комплекса (НГК) в пределах восточной части Яньюского блока поднятия Чернышева и Кочмесской ступени Косью-Роговской впадины (см. рис. 7). Свита охватывает стратиграфический диапазон от верхнего фамена до среднего турне включительно (зеленецкий–черепетский горизонты) (см. рис. 4, 6).

Мощность свиты и условия ее залегания на поднятии Чернышева позволяют использовать ее на геологических картах масштаба 1 : 200 000 и крупнее (см. примеры на рис. 2).

Условия формирования изъяюской свиты

Бóльшая часть изъяюской свиты сложена неотчетливыми карбонатными градационными циклитами. Нижняя часть такого циклита образована пак- и вакстоунами с мелко- и тонкопесчаным размером форменных элементов. Текстуры этой части циклита варьируют от пологоволнистослойчатой до пологокосослойчатой. Слойки в сериях косой слойчатости падают по истинному азимуту 40–60°. Исходя из этого, вероятный источник карбонатного материала для турбидных потоков располагался на юго-западе (в современных координатах) (см. рис. 7). Верхняя часть циклита сложена субгоризонтальнослойчатыми вак- и мадстоунами, изредка содержащими тонкие форменные элементы. Такое сочетание текстурно-структурных признаков

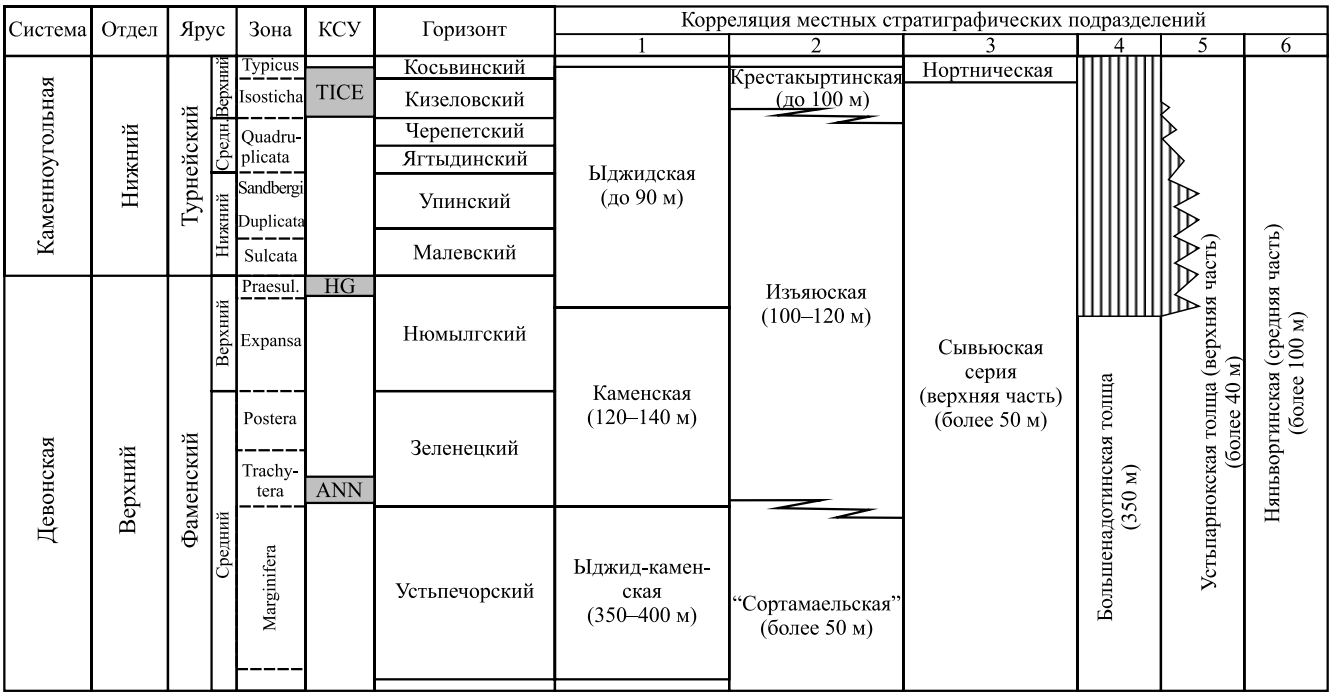

Рис. 6. Фрагмент стратиграфической схемы среднефаменско–турнейского интервала.

Стратиграфические районы: 1 – область мелководного шельфа, 2 – пологий склон глубоководной Кожимской впадины на шельфе, 3 – глубоководная Кожимская впадина на шельфе, 4 – отмели края шельфа, 5 – верхняя часть континентального склона, 6 – средняя часть континентального склона.
Палеогеографическую основу стратиграфического районирования см. на рис. 7. Схема составлена с использованием данных (Журавлев, Соболев, 2001; Соболев, 2005; Цыганко, 2011; Груздев, 2017; Журавлев и др., 2020).

Fig. 6. Part of the stratigraphic chart of the middle Famennian-Tournaisian interval.

Stratigraphical districts: 1 – shallow shelf realm, 2 – gentle slope of deep Kozhym depression on the shelf, 3 – deep Kozhym depression on the shelf, 4 – shoals of the shelf margin, 5 – upper part of continental slope, 6 – middle continental slope.
Paleogeographic framework is figured in Fig. 7. The chart is compiled on the basis of data from (Zhuravlev, Sobolev, 2001; Sobolev, 2005; Tsyganko, 2011; Gruzdev, 2017; Zhuravlev et al., 2020).

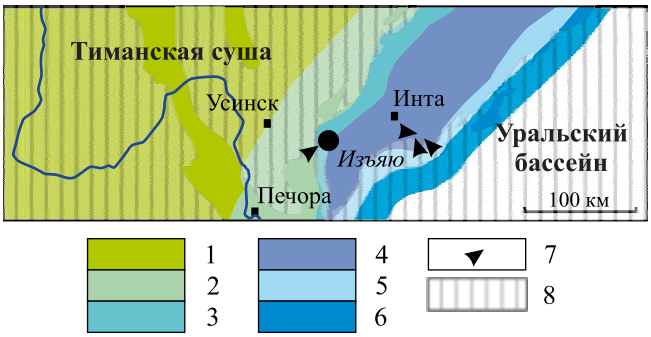

Рис. 7. Палеогеографическая схема на турнейский век (Saltzman et al., 2004; Zhuravlev et al., 2020, с изменениями и дополнениями).

1 – прибрежная низменность; 2 – область мелководного шельфа, район развития каменской и ыджидской свит (Журавлев и др., 2020); 3 – пологий подводный склон, область развития изъяюской свиты; 4 – глубоководная Кожимская впадина на шельфе, область развития сывьюской серии; 5 – отмели края шельфа, область развития большенадотинской толщи (Груздев, 2017); 6 – континентальный склон, область развития устьпарнокской толщи и няньворгинской свиты; 7 – направление переноса карбонатного материала (Попов, Журавлев, 2012 и данная работа); 8 – область современного отсутствия турнейских отложений.

Fig. 7. Tournaisian paleogeographic sketch map (Saltzman et al., 2004; Zhuravlev et al., 2020, modified).

1 – coastal lowland; 2 – shallow shelf, area of deposition of the Kamenka Fm. and Ydzhid Fm. (Zhuravlev et al., 2020); 3 – subaqual gentle slope, area of deposition of the Izyayu Fm.; 4 – deep-water Kozhym depression, area of deposition of the Syv’yu Fm.; 5 – shoals of the shelf margin, area of deposition of the Bolshaya Nadota Fm. (Gruzdev, 2017); 6 – continental slope, area of deposition of the Ust’-Parnok Fm., and Nyan’vorga Fm.; 7 – direction of flux of carbonate material (Popov, Zhuravlev, 2012 and this article); 8 – area of eroded Tournaisian deposits.

характерно для дистальных турбидитов (Журавлев и др., 2013). Кроме классических турбидитов с хорошо оформленными каналами стока, этот тип циклитов мог формироваться и в результате подво-

дных делювиальных процессов на пологом подводном склоне, без формирования отчетливых каналов. Хорошая выдержанность строения изъяюской свиты вдоль фациального пояса на значительной территории свидетельствует в пользу преимущественно делювиального механизма формирования.

Исходя из строения разреза изъяюской свиты, а также подстилающих и перекрывающих ее образований, можно реконструировать общую проградацию и выполаживание склона карбонатной платформы с юго-запада на северо-восток в позднефаменско-среднетурнейское время (см. рис. 7). Результатом этой проградации явилось частичное заполнение тонкими карбонатными осадками южной части Кожимской палеовпадины. Следы данного процесса в виде увеличения мощностей фаменско-турнейского интервала отмечаются, по данным сейсморазведки, в пределах Кочмесской ступени (сейсмопрофили 9РС и 12РС).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изъяюская свита в типовой местности сложена маломощными глинисто-карбонатными градационными циклитами, сформировавшимися, вероятно, в результате подводных делювиальных процессов на пологом западном склоне Кожимской палеовпадины. Ее мощность составляет 100–120 м, а стратиграфический диапазон отвечает интервалу от верхней части зоны Palmatolepis marginifera utahensis до зоны Lower crenulata включительно (зеленецкий–черепетский горизонты). По литологическим признакам изъяюская свита хорошо опознается как в естественных выходах, так и в керне скважин. Мощность свиты и условия ее залегания на юго-восточном склоне поднятии Чернышева позволяют использовать ее на геологических картах и схемах масштаба 1 : 200 000 и крупнее.

Благодарности

Авторы выражают благодарность рецензенту за конструктивные замечания, способствовавшие улучшению работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Груздев Д.А. (2017) Позднедевонская-раннекаменноугольная изолированная карбонатная платформа на Приполярном Урале (р. Бол. Надота). *Вестн. ИГ Коми НЦ УрО РАН*, (4), 16-23.

Дмитриева Е.В., Ершова Г.И., Либрович В.Л., Некрасова В.И., Орешникова Е.И. (1968) Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Ч. 2. Карбонатные породы. М.: Недра, 700 с.

Елисеев А.И. (1963) Стратиграфия и литология каменноугольных отложений гряды Чернышева. М.-Л.: Наука, 168 с.

Ерофеевский А.В., Журавлев А.В. (2019) Перспективы использования изотопно-стратиграфического метода (δ^{13}C карб) для корреляции верхнедевонско-каменноугольного интервала востока Тимано-Печорской провинции. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*, **14**(1), http://www.ngtp.ru/rub/2019/9_2019.html DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/9_2019

Журавлев А.В. (2012) Седиментационная модель области сочленения Елецкой и Лемвинской формационных зон Приполярного Урала в пограничном девонско-каменноугольном интервале. *Нефтегаз. геология. Теория и практика*, **7**(4), http://www.ngtp.ru/rub/2/59_2012.pdf

Журавлев А.В., Вевель Я.А. (2018) Позднетурнейское событие в разрезах Косью-Роговской впадины и ее обрамления (Тимано-Печорская провинция). *Нефтегаз. геология. Теория и практика*, **13**(1), http://www.ngtp.ru/rub/2/3_2018.pdf DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/3_2018

Журавлев А.В., Плотицын А.Н., Груздев Д.А. (2020) Позднефаменские отложения Ыджидской антиклинали (юг Печоро-Кожвинского поднятия, Печорская плита). *Нефтегаз. геология. Теория и практика,* **15**(2), http://www.ngtp.ru/rub/2020/17_2020.html DOI 10.17353/2070-5379/17_2020

Журавлев А.В., Попов В.В., Вевель Я.А. (2013) Карбонатные турбидиты Кожимской внутришельфовой впадины на рубеже девона и карбона (Приполярный Урал). *Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории.* Мат-лы VII Всерос. литол. совещ. Новосибирск: ИНГТ СЩ РАН, Т. 1, 315-317.

Журавлев А.В., Соболев Д.Б. (2001) Местная стратиграфическая схема турнейского яруса Севера Урала. *Отеч. геология*, 6, 29-32.

Попов В.В., Журавлев А.В. (2012) Использование анизотропии различных магнитных параметров для определения направления сноса материала при изучении турбидитных потоков. *Нефтегаз. геология. Теория и практика*, **7**(1), http://www.ngtp.ru/rub/2/11_2012.pdf

Соболев Д.Б. (2005) Остракоды и биостратиграфия турнейского яруса севера Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 114 с.

Тимонин Н.И. (1974) Тектоника гряды Чернышева (Северное Приуралье). Л.: Наука, 130 с.

Цыганко В.С. (2011) Девон западного склона севера Урала и Пай-Хоя (стратиграфия, принципы расчленения, корреляция). Екатеринбург: УрО РАН, 356 с.

Saltzman M.R., Groessens E., Zhuravlev A.V. (2004) Carbon cycle models based on extreme changes in δ13C: an example from the lower Mississippian. *Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol.*, **213**, 359-377.

Sobolev D.B., Vevel Ya.A., Zhuravlev A.V., Kamzalakova S.Y. (2000) Facies and fossil associations of the uppermost Famennian and Tournaisian deposits of the Iz'yayu River section (Tchernyshev Uplift). *Ichthyolith Issues Spec. Publ.*, (6), 108-111.

Spalletta C., Perri M.C., Over D.J., Corradini C. (2017) Famennian (Upper Devonian) conodont zonation: revised global standard. *Bull. Geosci.*, **92**(1), 31-57. DOI 10.3140/bull.geosci.1623

Zhuravlev A.V., Plotitsyn A.N., Gruzdev D.A., Smoleva I.V. (2020) Carbon isotope stratigraphy of the Tournaisian (Lower Mississippian) successions of NE Europe. *Stratigr. Timescales*, (5), 468-527. https://doi.org/10.1016/bs.sats.2020.08.007

Ziegler W., Sandberg C. (1990) The Late Devonian Standard Conodont Zonation. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **121**, 115 p.

REFERENCES

Dmitrieva E.V., Ershova G.I., Librovich V.L., Nekrasova V.I., Oreshnikova E.I. (1968) Atlas of structures and textures of sedimentary rocks. Pt 2. Carbonate rocks. Moscow, Nedra Publ., 700 p. (In Russ.)

Eliseev A.I. (1963) Stratigraphy and lithology of Carboniferous deposits of the Tchernyshev Swell. Moscow; Leningrad, Nauka Publ., 168 p. (In Russ.)

Erofeevskiy A.V., Zhuravlev A.V. (2019) Perspectives of application of isotope-stratigraphy ($\delta^{13}C_{carb}$) for correlation of the Upper Devonian–Carboniferous interval of the east of Timan-Pechora Province. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, **14**(1), available at: http://www.ngtp.ru/rub/2019/9_2019.html (In Russ.) DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/9_2019

Gruzdev D.A. (2017) Late Devonian-Early Carboniferous isolated carbonate platform in the Subpolar Urals (Bolshaya Nadota River). *Vestn. IG Komi NTs UrO RAN*, (4), 16-23. (In Russ.)

Popov V.V., Zhuravlev A.V. (2012) Anisotropy of various magnetic parameters use for determining directions of material transfer in the study of turbidite currents. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, **7**(1), available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/11_2012.pdf (In Russ.)

Saltzman M.R., Groessens E., Zhuravlev A.V. (2004) Carbon cycle models based on extreme changes in $\delta^{13}C$: an example from the lower Mississippian. *Paleogeogr., Paleoclimat., Paleoecol.*, **213**, 359-377.

Sobolev D.B. (2005) Ostracodes and biostratigraphy of the Tournaisian Stage of the north of the Urals. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 114 p. (In Russ.)

Sobolev D.B., Vevel Ya.A., Zhuravlev A.V., Kamzalakova S.Y. (2000) Facies and fossil associations of the uppermost Famennian and Tournaisian deposits of the Izyayu River section (Tchernyshev Uplift). *Ichthyolith Issues Spec. Publ.*, (6), 108-111.

Spalletta C., Perri M.C., Over D.J., Corradini C. (2017) Famennian (Upper Devonian) conodont zonation: revised global standard. *Bull. Geosci.*, **92**(1), 31-57. DOI 10.3140/bull.geosci.1623

Timonin N.I. (1974) Tectonics of the Tchernyshev Swell (northern Cis-Uralian). Leningrad, Nauka Publ., 130 p. (In Russ.)

Tsyganko V.S. (2011) Devonian of the western slope of north of Urals and Pai-Khoi (stratigraphy, principals of subdivision, correlation)). Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 356 p.

Zhuravlev A.V. (2012) Sedimentation model of the transitional zone from the Elets to Lemva formation belts (Devonian-Carboniferous boundary, Cis-Polar Urals). *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, **7**(4), available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/59_2012.pdf (In Russ.)

Zhuravlev A.V., Plotitsyn A.N., Gruzdev D.A. (2020) Ydzhid Anticline Late Famennian (south of Pechora-Kozhva Uplift, Pechora Plate). *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, **15**(2), available at: http://www.ngtp.ru/rub/2020/17_2020.html (In Russ.) DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/17_2020

Zhuravlev A.V., Plotitsyn A.N., Gruzdev D.A., Smoleva I.V. (2020) Carbon isotope stratigraphy of the Tournaisian (Lower Mississippian) successions of NE Europe. *Stratigr. Timescales*, 5, 468-527. https://doi.org/10.1016/bs.sats.2020.08.007

Zhuravlev A.V., Popov V.V., Vevel Ya.A. (2013) Calciturbidites of the Kozhym shelf depression at the border of Devonian and Carboniferous (Subpolar Urals). *Sedimentary basins, sedimentation and post-sedimentation processes in geological history.* Materials of the VII All-Russian lithological meeting. Novosibirsk, INGT SB RAS, V. 1, 315-317.

Zhuravlev A.V., Sobolev D.B. (2001) Local stratigraphic chart of the Tournaisian Stage of the North of Urals. *Otech. Geologiya*, (6), 29-32. (In Russ.)

Zhuravlev A.V., Vevel Ya.A. (2018) The late Tournaisian Event in the successions of the Kosyu-Rogovaya Depression and adjacent areas (Timan-Pechora Province). *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, **13**(1), available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/3_2018.pdf (In Russ.) DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/3_2018

Ziegler W., Sandberg C. (1990) The Late Devonian Standard Conodont Zonation. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **121**, 115 p.