
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

УДК 567.43:551.734.5 (470)

EDN VUOCXP

DOI 10.29003/m4158.0514-7468.2023_46_2/198-205

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ПОЗДНЕДЕВОНСКИМ ПЛОУРДОСТЕЙДАМ (ПАНЦИРНЫЕ РЫБЫ) ИЗ МИХАЙЛОВСКОГО РУДНИКА КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Молошников*

В работе описывается новый материал по *Plourdosteus livonicus* (Eastman, 1896) из нижнефранских отложений Михайловского рудника в Курской области, хранящийся в настоящее время в Музее землеведения МГУ. Обнаруженная в данном местонахождении почти полная среднеспинная кость (*medio-dorsale*) позволяет определить её форму и пропорции, что дополняет данные по морфологии *P. livonicus*. Ранее из этого и других местонахождений Европейской России описывались и изображались только небольшие фрагменты среднеспинных костей *P. livonicus*, на основании которых было невозможно судить об их общей форме и пропорциях, а также строении их передних отделов. *Medio-dorsalia* относятся к диагностически значимым и отличаются у разных видов рода *Plourdosteus*. Приводится сравнение экземпляра из коллекции Музея землеведения МГУ со среднеспинными костями других франских видов рода с территории Восточно-Европейской платформы.

Ключевые слова: палеонтология позвоночных, панцирные рыбы, зуартродеры, поздний девон, фран, Восточно-Европейская платформа, Центральное девонское поле, европейская часть России, Михайловский рудник.

Ссылка для цитирования: Молошников С.В. Новые данные по позднедевонским плурдостейдам (панцирные рыбы) из Михайловского рудника Курской области // Жизнь Земли. 2024. Т. 46, № 2. С. 198–205. DOI: 10.29003/m4158.0514-7468.2023_46_2/198-205.

Поступила 16.03.2024 / Принята к публикации 29.05.2024

NEW DATA ON THE LATE DEVONIAN PLOURDOSTEIDS (PISCES, PLACODERMI) FROM THE MIKHAYLOVSKY MINE (KURSK REGION)

S.V. Moloshnikov, PhD

Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

New data on the placoderm fish *Plourdosteus livonicus* (Eastman, 1896) from the Lower Frasnian deposits of the Mikhaylovsky Mine in the Kursk Region is described. These

* Молошников Сергей Владимирович – к.г.-м.н., с.н.с. Музея землеведения МГУ, molsergey@rambler.ru.

remains are currently housed at the Earth Science Museum of Lomonosov Moscow State University. The medio-dorsal plate from this locality allows reconstructing its form and proportion, as also early unknown anterior division of the bone. Only small fragments of medio-dorsal plates were formerly described and figured for *P. livonicus* from this and other localities in European Russia. So, the new data from the Mikhaylovsky Mine adds to the morphology information of this species. The medio-dorsals are of diagnostic significance and distinguish in the plourdosteids. The specimen from the Earth Science Museum's collection is compared with the medio-dorsal plates of other Frasnian Plourdosteus species from the East-European platform.

Keywords: vertebrate palaeontology, placoderm fishes, euarthroires, Late Devonian, Frasnian, East-European platform, Central Devonian field, European Russia, Mikhaylovsky Mine.

For citation: Moloshnikov, S.V., "New data of the late Devonian plourdosteids (Pisces, Placodermi) from the Mikhaylovsky mine (Kursk region)", *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **46**, no 2, 198–205 (2024) (in Russ., abstr. in Engl.). DOI: 10.29003/m4158.0514-7468.2023_46_2/198-205.

Введение. Плурдosteиды (Placodermi: Plourdosteidae) – семейство панцирных рыб, широко распространённых в живетско-франское время во многих регионах мира (рис. 1). Остатки представителей этой группы известны также в нижнефаменских отложениях: например, Plourdosteidae gen. indet. на Центральном девонском поле (ЦДП) [17].

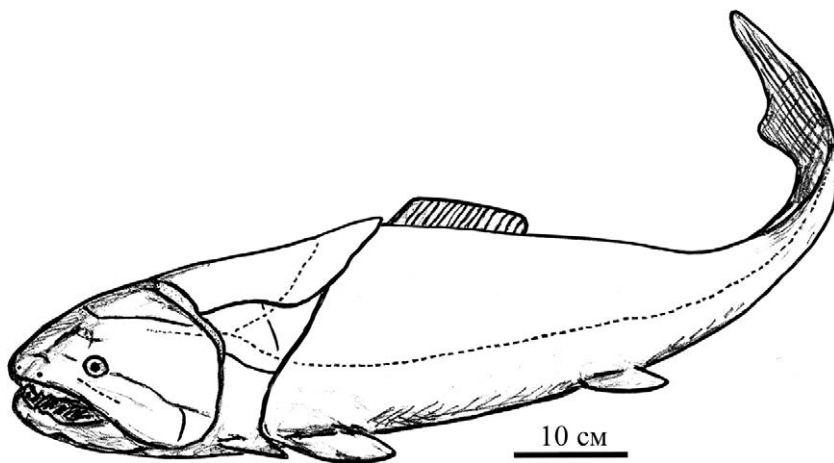


Рис. 1. Реконструкция внешнего вида панцирной рыбы *Plourdosteus livonicus* (Eastman). Строение среднеспинной пластинки показано по экз. МЗ МГУ № 159/1. Рисунок автора.

Fig. 1. Reconstruction of the placoderm fish *Plourdosteus livonicus* (Eastman) by the author. The medio-dorsal plate is shown based on the specimen from the collection of the Earth Science Museum at MSU, no. 159/1.

На Восточно-Европейской платформе (далее ВЕП) плурдosteиды хорошо изучены с территории Главного девонского поля (ГДП) [1, 13, 14 и др.]. Значительно хуже они известны с ЦДП. Так, во франских отложениях (тиманский горизонт, верхнетиманский ? подгоризонт) Михайловского рудника в Курской области неоднократно упоминались остатки *Plourdosteus livonicus* (Eastman, 1896) [5, 15 и др.]. В работе Э.И. Воробьёвой с соавторами была изображена только одна преорбитальная кость черепной крыши этого вида из Михайловского местонахождения [20: Pl. 1, fig. 3]. Впоследствии *P. livonicus*

более детально изучался автором данной работы [6]. Из Михайловского рудника были описаны и изображены следующие кости: затылочная, боковая затылочная, подглазничная, среднеспинная (спинная: по терминологии О.П. Обручевой [14]), передняя и задняя спинно-боковые, передняя вентрально-боковая и спинальная.

Местонахождение в нижнефранских отложениях Михайловского рудника является одним из крупнейших местонахождений девонских рыб на территории ЦДП. Из него известны разнощитковые бесчелюстные, панцирные рыбы, остео-, поролепиформные и двоякодышащие рыбы, акантоды, палеониски и хрящевые [5–7, 20 и др.]. Остатки этих позвоночных встречены в верхней части разреза девонских отложений, вскрытых в южном борту южного карьера рудника. Костеносные слои представлены голубовато-серой плотной глиной, уплотнёнными глинистыми песками и песчаниками серого и чёрного цвета прибрежно-морского или лагунного генезиса [15]. Их мощность составляет примерно 0,5–0,7 м. Слои залегают на песках, песчаниках и глинах, в которых фаунистические остатки в южном карьере не обнаружены, и перекрываются среднеюрскими отложениями. В последние годы в Музее землеведения МГУ была собрана коллекция остатков ихтиофауны из этого местонахождения [11]. Её составляют сборы профессора Е.Ю. Барабошкина (геологический ф-т МГУ), А.А. Канюкина (ИПЭЭ РАН) и автора работы. Материалы демонстрируются в постоянной экспозиции на 26 этаже (зал № 15 «Докайнозойская история Земли», раздел «Девонский период»), использовались при оформлении временной выставки [3], а часть из них, изображённая в публикациях последних лет [7, рис. 3ж; 8], оформлена в монографической палеонтологической коллекции МЗ МГУ № 159 [11]. Эту коллекцию составляют пластины и их фрагменты панциря плакодерм *Plourdosteus livonicus* (Eastman, 1896) и *Asterolepis radiata* Rohon, 1900 («1899»), остатки которых, вместе с пластинами псаммостеид, доминируют во франском Михайловском ихтиокомплексе.

Целью настоящей работы является описание дополнительного материала по *P. livonicus* из нижнего франа Михайловского рудника, хранящегося в настоящее время в Музее землеведения МГУ.

Материал по *P. livonicus* и его описание. Вид *P. livonicus* установил Ч. Истмэн в 1896 г. на основе материалов Х.И. Пандера из Прибалтики и отнёс его к роду *Dinichthys* Newberry [16]. В. Гросс [18] дополнил описание *P. livonicus*, но включил его в состав рода *Coccosteus* Agassiz. В 1951 г. Т. Орвиг выделил род *Plourdosteus*, отнес к нему данный вид [19]. Впоследствии О.П. Обручевой [13, 14] и А.О. Ивановым [1] были дополнены описания *P. livonicus* и изучено большинство костей панциря представителей этого рода из нижнефранских отложений ГДП. С территории ЦДП (Михайловский рудник) остатки *P. livonicus* исследовались автором (см. выше). Среднеспинные кости *P. livonicus* в этом местонахождении известны по небольшим фрагментам задних частей, по которым можно судить только о характере сводчатости; определить их форму и пропорции не представлялось возможным [6: табл. III, фиг 1а, б]. В связи с этим описание и изображение почти полной среднеспинной пластинки, найденной А.А. Канюкиным в Михайловском руднике в 2003 г. и отнесённой автором настоящей работы к *P. livonicus*, заслуживает отдельного внимания. Ниже приводится краткое описание этого экземпляра (рис. 2).

Изучаемая среднеспинная кость *P. livonicus* удлинённая, относительно узкая, с узким передним отделом. Её передний край несёт слабо выраженную неглубокую выемку. Наибольшая ширина этой кости наблюдается на уровне боковых углов и равняется 5,3 см; на уровне передних углов ширина составляет 3,8 см. По реконструированной форме можно предположить, что отношение длины к ширине у исследуемого экземпляра больше 2. Кость сводчатая, боковые плоскости (крылья) сходятся под углом около

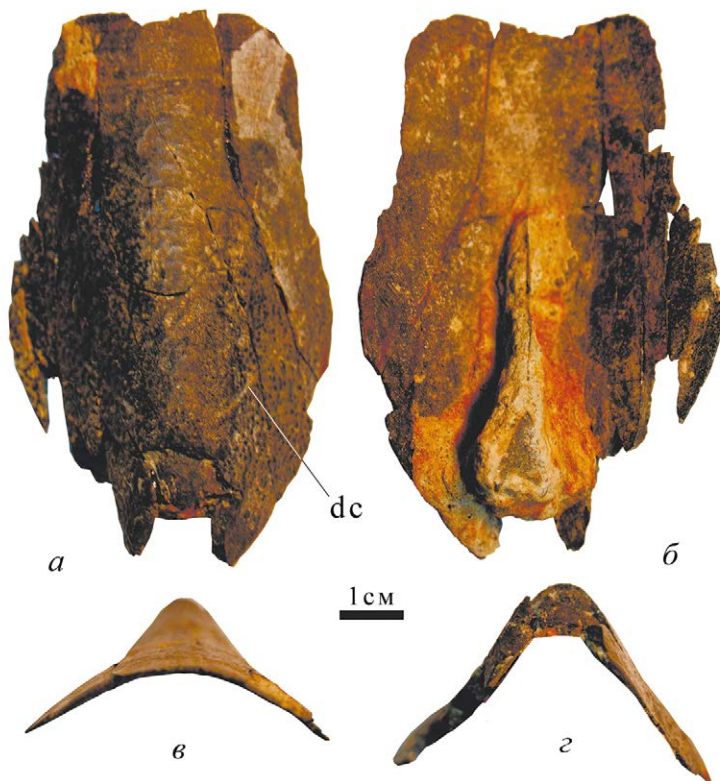


Рис. 2. Среднеспинная пластинка *P. livonicus* из нижнего франа южного карьера Михайловского рудника в Курской области: *а* – снаружи, *б* – изнутри, характер сводчатости у переднего (*в*) и заднего (*г*) краёв. Условные обозначения см. в тексте. Фонд МЗ МГУ № 159/1.

Fig. 2. Medio-dorsal plate of *P. livonicus* from the Lower Frasnian of the southern quarry of the Михайlovsky Mine (Kursk region), a specimen from the collection of the Earth Science Museum at MSU, no. 159/1: *a* – external view, *b* – internal view, arch at the anterior (*c*) and posterior (*d*) margins. See text for abbreviations.

120–125° у переднего края и 75–80° в задней части. От фрагментов среднеспинных костей *P. livonicus* из нижнефранских отложений ГДП исследуемый экземпляр отличается меньшим углом сводчатости в задней части кости: 75–80° в отличие от 93° [1, с. 42]. На наружной поверхности развита спинная сейсмочувствительная борозда, доходящая до боковых краёв; в центральной части кости эта борозда не выражена, её правая и левая ветви не сходятся (рис. 2*a*: *dc*). Орнамент наружной поверхности пластинки состоит из мелких невысоких бугорков, расположенных беспорядочно. В задней части и у боковых краёв кости бугорки соединяются невысокими валиками. На внутренней стороне кости, как и на *medio-dorsalia* других видов рода *Plourdosteus*, развит киль (каринальный отросток).

Среднеспинные кости занимают центральное положение на спинно-боковой стороне туловищного панциря (рис. 3) и относятся к диагностически значимым. Они отличаются у разных видов рода *Plourdosteus*. Сохранность присутствующего в коллекции МЗ экземпляра позволяет сравнить его со среднеспинными костями других франских видов рода с территории ВЕП: *P. mironovi* (Obrutchev) и *P. trautscholdi* (Eastman) (рис. 4). Прежде всего, среднеспинная кость *P. livonicus* отличается от *medio-dorsalia*

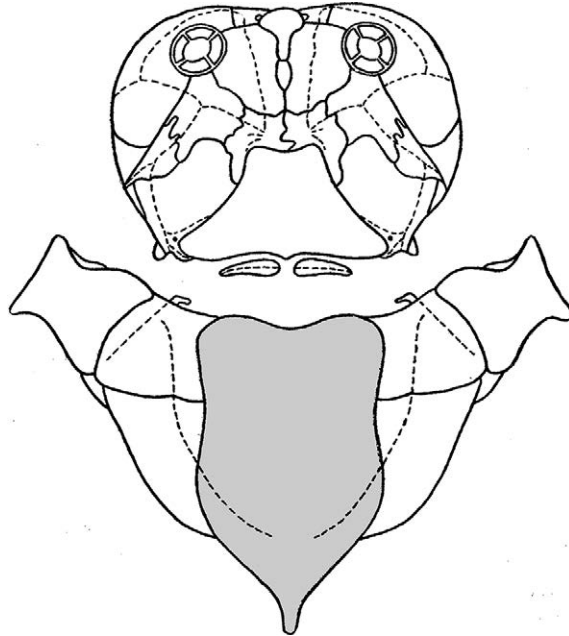


Рис. 3. Положение среднеспинной пластинки в панцире плордостеид (выделено серым цветом) на примере *P. trautscholdi* (по О.П. Обручевой [14]). Показано без масштаба.

Fig. 3. Medio-dorsal plate in a plourdosteid armour (colored by gray); with the example of *P. trautscholdi* (according to O.P. Obrucheva [14]). Not to scale.

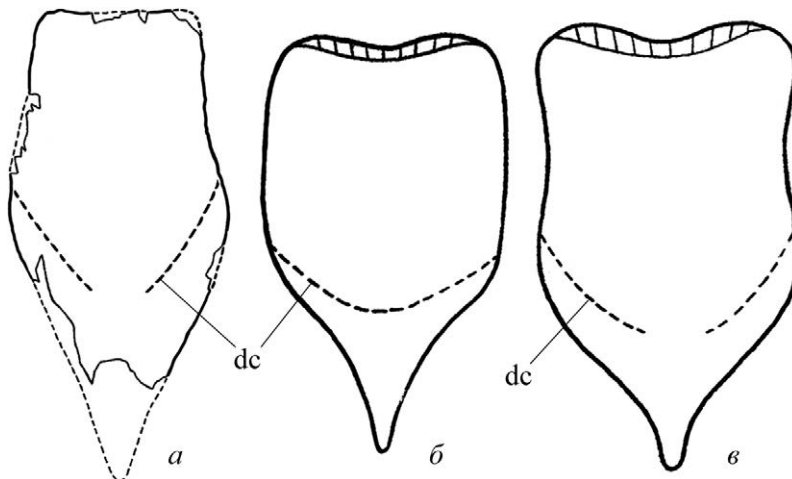


Рис. 4. Среднеспинные кости плордостеид из франа Восточно-Европейской платформы, снаружи: а – *P. livonicus*; б – *P. mironovi*; в – *P. trautscholdi*; б, в – по О.П. Обручевой [14]. Показано без масштаба. Условные обозначения см. в тексте. Фонд МЗ МГУ № 159/1.

Fig. 4. Medio-dorsal bones of plourdosteids from the Frasnian of the East-European platform, external views: а – *P. livonicus*, a specimen from the collection of the Earth Science Museum at MSU, no. 159/1; б – *P. mironovi*; в – *P. trautscholdi*; б, в – according to O.P. Obrucheva [14]. Not to scale. See text for abbreviations.

других плоурдостеусов своей узкой формой и узким передним отделом. Отношение длины к ширине исследованного экземпляра (более 2) явно превышает таковые у сравнимых видов: у *P. mironovi* – 1,4, у *P. trautscholdi* – 2 [13, 14]. *P. mironovi* и *P. trautscholdi* имеют более широкие и короткие кости со сравнительно широкими передними отделами и краями. Также выемки на переднем крае костей этих видов выражены хорошо, относительно более глубокие, чем слабо выраженная выемка на переднем крае кости у *P. livonicus*.

Правая и левая ветви спинной борозды сейсмо сенсорной системы на наружной стороне образца *P. livonicus* из Михайловского рудника (рис. 4а), также как и на среднеспинной пластинке *P. trautscholdi* (рис. 4в), не сходятся, что отличает эти виды от *P. mironovi* (рис. 4б).

Заключение. Описанная среднеспинная кость из нижнефранских отложений Михайловского рудника дополняет данные по морфологическому строению панциря *P. livonicus*. Возраст Михайловского ихтиокомплекса, в котором был обнаружен этот и другие экземпляры коллекции МЗ № 159, определяется как раннефранский (поздний девон) [5–7 и др.]. Проведение нижней границы франского яруса, а следовательно, и верхнего девона, на ВЕП до настоящего времени остаётся дискуссионным [2]. Присутствие плакодерм рода *Plourdosteus* (*P. livonicus*), а также рода *Asterolepis* (*A. radiata*), остатки которых хорошо диагностируются, отличает этот ихтиокомплекс от живетских (среднедевонских) ихтиокомплексов с территории ЦДП, в первую очередь – от комплекса того же карьера, в котором значительно преобладают панцирные рыбы *Holonema* [4], и ихтиокомплекса с *Livosteus* и *Eastmanosteus* Павловского карьера в Воронежской области [9, 10].

Благодарности и источники финансирования. Автор благодарен Е.Ю. Барабошкину и А.А. Канюкину, передавшим палеоихтиологические образцы из Михайловского рудника в Музей земледования МГУ для изучения.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Музея земледования МГУ, научные темы №№ АААА-А16-116042010088-5 и АААА-А16-116042710030-7.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов А.О. Плакодермы *Plourdosteus livonicus* (Eastman) из нижнего франа Главного девонского поля // Палеонтология и стратиграфия фанерозоя Латвии и Балтийского моря. Рига: Зинатне, 1992. С. 38–45.
2. Иванов А.О. Комплексы позвоночных и зоны верхнего живета и нижнего франа Восточно-Европейской платформы и Урала // Вестник геонаук. 2023. № 1 (337). С. 23–29.
3. Кирилишина Е.М., Молошников С.В., Крутина Н.И. Выставка «Христиан Пандер – выдающийся биолог и палеонтолог» в Музее земледования МГУ (к 225-летию со дня рождения) // Наука в вузовском музее: Мат-лы ежегодной Всерос. науч. конф. с межд. участием: Москва, 17–19 ноября 2020 г. М.: МАКС Пресс, 2020. С. 80.
4. Лебедев О.А., Захаренко Г.В., Броушкин А.В. и др. Новое уникальное местонахождение среднедевонской ихтиофауны и флоры в Михайловском карьере (КМА) // Палеострат-2015. Годичное собрание (науч. конф.) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. Москва, 26–28 января 2015 г. Программа и тезисы докладов. М.: ПИН им. А.А. Борисяка РАН, 2015. С. 52–53.
5. Молошников С.В. О находках псаммостеид (Agnatha, Heterostraci) в нижнефранских отложениях Михайловского рудника (Курская область) // Палеонтологический журнал. 2007. № 5. С. 84–88.
6. Молошников С.В. Панцирная рыба *Plourdosteus livonicus* (Eastman) в раннем фране Центрального девонского поля и трофическая структура Михайловского ихтиокомплекса // Палеонтологический журнал. 2008. № 6. С. 36–42.

7. Молошников С.В. О возрасте костеносных слоёв с уран-редкоземельно-благородно-металльным оруденением в кровле Михайловского рудника (КМА) по палеоихтиологическим данным // Жизнь Земли. 2011. Т. 33. С. 60–67.
8. Молошников С.В. Особенности строения панциря девонской рыбы *Asterolepis radiata* Rohon (новые материалы в коллекции Музея земледования МГУ) // Наука в вузовском музее: Мат-лы ежегод. Всерос. конф. с межд. участием: Москва, 12–14 ноября 2019 г. М.: МАКС Пресс, 2019. С. 87–91.
9. Молошников С.В. О находках дунклеостейдных панцирных рыб (*Pisces*, *Placodermi*) в европейской части России (территория Центрального девонского поля) // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 1. С. 67–76.
10. Молошников С.В. Среднедевонские коккостейдные панцирные рыбы Воронежской области (живет Павловского карьера) по материалам в коллекции Музея земледования МГУ // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 3. С. 334–342.
11. Молошников С.В. Некоторые представители позднедевонской ихтиофауны в коллекции Музея земледования МГУ // Наука в вузовском музее: Мат-лы ежегод. Всерос. науч. конф. с межд. участием: Москва, 21–23 ноября 2023 г. / Отв. ред. А.В. Смуров; Музей земледования МГУ имени М.В. Ломоносова. Москва: МАКС Пресс, 2023. С. 107–110.
12. Молошников С.В., Кирилишина Е.М. Йозеф Рогон и исследования ископаемой ихтиофауны России во второй половине XIX века: к 175-летию со дня рождения // Жизнь Земли. 2020. Т. 42, № 2. С. 226–237.
13. Обручева О.П. Два вида *Plourdosteus* (*Arthrodira*) из верхнедевонских отложений СССР // Палеонтологический журнал. 1959. № 3. С. 78–94.
14. Обручева О.П. Панцирные рыбы девона СССР (коккостейды и динихтииды). М.: МГУ, 1962. 189 с.
15. Утехин Д.Н. Девонская система // Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии. Т. I. Геология. Кн. 2. Осадочный комплекс. М.: Недра, 1972. С. 66–68.
16. Eastman C.R. Observations on the dorsal shields in the *Dinichthyids* // *Amer. Geologist*. 1896. V. 18, no 4. P. 222–223.
17. Esin D., Ginter M., Ivanov A.I. et al. Vertebrate correlation of the Upper Devonian and Lower Carboniferous on the East European Platform // *Cour. Forsch.-Inst. Senckenb.* 2000. № 223. P. 341–359.
18. Gross W. Die Fische des Baltischen Devons // *Palaeontogr. A.* 1933. Bd. 79. S. 1–97.
19. Ørvig T. Histologic studies of Placoderms and fossil Elasmobranchs // *Arkiv Zool. Ser. 2.* 1951. Bd. 2, no 2. P. 321–451.
20. Vorobyeva E.I., Panteleev N.V., Kolobayeva O.V. Upper Devonian ichthyofauna from the Michailovskij excavation of the Kursk Magnetic Anomaly, Russia: a preliminary report // *Modern Geology*. 1997. V. 21. P. 79–86.

REFERENCES

1. Ivanov, A.O., “*Plourdosteus livonicus* placoderms (Eastman) from the Lower Frasnian of the Main Devonian field”, *Palaeontology and Stratigraphy of Phanerozoic of Latvia and Baltic Sea* (Riga: Zinatne, 1992) (in Russian).
2. Ivanov, A.O., “Assemblages of vertebrates and zones from the Upper Givetian and Lower Frasnian of the East European Platform and Urals”, *Vestnik of Geosciences* 1 (337), 23–29 (2023) (in Russian, abstract in English). DOI: 10.19110/geov.2023.1.3.
3. Kirilishina, E.M., Moloshnikov, S.V., Krupina, N.I., “Exhibition ‘Christian Pander – the outstanding biologist and palaeontologist’ at the Earth Science Museum of Moscow State University (to the 225th anniversary)”, *Science in University Museum: Materials of the Annual All-Russian Scientific Conference* (Moscow: MAKS Press, 2020) (in Russian).
4. Lebedev, O.A., Zakharenko, G.V., Broushkin, A.V., et al., “A new unique locality of the Middle Devonian ichthyofauna and flora in the Mikhaylovsky Mine (KMA)”, *Paleostrat-2015. Annual meeting (scientific conference) of the Paleontological Section of the Moscow Soc. Naturalists and Paleontol. Soc. of Russia*. Program and abstracts (Moscow, 2015) (in Russian).
5. Moloshnikov, S.V., “On the finds of the psammosteids (*Agnatha*, *Heterostraci*) in the Lower Frasnian deposits of the Mikhaylovsky Mine (Kursk Region)”, *Paleontological J.* 5, 84–88 (2007).
6. Moloshnikov, S.V., “Placoderm fish of *Plourdosteus livonicus* (Eastman) in the Early Frasnian of the Central Devonian field and trophic structure of the Mikhaylovsky ichthyocomplex”, *Paleontological J.* 6, 36–42 (2008).

7. Moloshnikov, S.V., "On the age of bone-bearing beds with uranium-rare earth-noble metals at the upper part of the Mikhaylovsky Mine (KMA) based on palaeoichthyological data", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **33**, 60–67 (2011) (in Russian).
8. Moloshnikov, S.V., "Structure of the armour of Devonian fish *Asterolepis radiata* Rohon (new data in the collection of the Earth Science Museum of Moscow State University)", *Science in University Museum: Materials of the Annual All-Russian Sci. Conf.* (Moscow: MAKS Press, 2019) (in Russian).
9. Moloshnikov, S.V., "Finds of the dunkleosteid placoderms (Pisces, Placodermi) in European Russia (Central Devonian field)", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **43** (1), 67–76 (2021) (in Russian, abstract in English). DOI: 10.29003/m1995.0514–7468.2020_43_1/67–76.
10. Moloshnikov, S.V., "Middle Devonian coccosteid placoderms from the Voronezh region (Givertian of the Pavlovsk quarry) by materials in the collection of the Earth Science Museum", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **44** (3), 334–342 (2022) (in Russian, abstract in English). DOI: 10.29003/m3047.0514–7468.2022_44_3/334–342.
11. Moloshnikov, S.V., "Some representatives of the Upper Devonian ichthyofauna in the collection of the Earth Science Museum of Moscow State University", *Science in University Museum: Materials of the Annual All-Russian Sci. Conf.* (Moscow: MAKS Press, 2023) (in Russian). DOI: 10.29003/m3790.978-5-317-07116-5.
12. Moloshnikov, S.V., Kirilishina, E.M., "Josef Rohon and researches of the Russian fossil ichthyofauna in the second part of the 19th century: to the 175th anniversary", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **42** (2), 226–237 (2020) (in Russian, abstract in English). DOI 10.29003/m1392.0514-7468.2020_42_2/226-237.
13. Obrucheva, O.P., "Two species of *Plourdosteus* (Arthrodira) from the Upper Devonian deposits of USSR", *Paleontological J.* **3**, 78–94 (1959) (in Russian).
14. Obrucheva, O.P., *Placoderms from the Devonian in USSR (coccosteids and dinichthyids)* (Moscow: MGU, 1962) (in Russian).
15. Utekhin, D.N., "Devonian system», *Geology, hydrogeology and iron ore from the basin of Kursk Magnetic Anomaly I: Geology. B. 2: Sedimentary complex* (Moscow: Nedra, 1972) (in Russian).
16. Eastman, C.R., "Observations on the dorsal shields in the Dinichthyids", *Amer. Geologist* **18** (4), 222–223 (1896).
17. Esin, D., Ginter, M., Ivanov, A., et al., "Vertebrate correlation of the Upper Devonian and Lower Carboniferous on the East European Platform", *Cour. Forsch.-Inst. Senckenb.* **223**, 341–359 (2000).
18. Gross, W., "Die Fische des Baltischen Devons", *Palaeontogr. A.* **79**, 97 (1933).
19. Ørvig, T., "Histologie studies of Placoderms and fossil Elasmobranchs", *Arkiv Zool. Ser. 2.* **2** (2), 321–451 (1951).
20. Vorobyeva, E.I., Pantelev, N.V., Kolobayeva, O.V., "Upper Devonian ichthyofauna from the Michailovskij excavation of the Kursk Magnetic Anomaly, Russia: a preliminary report", *Modern Geology* **21**, 79–86 (1997).