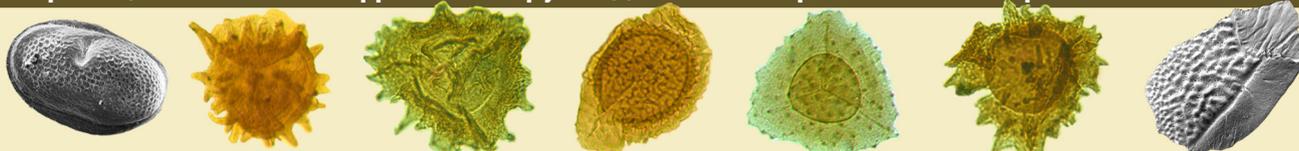


Граница живетского и франского ярусов девона на Европейском Северо-Востоке России



Givetian-Frasnian boundary of the Devonian at the European North-East of Russia

Обзорная статья / Review article

УДК 551.734.3/.5(470.1/.5)

DOI:10.19110/geov.2023.1.1

О проблеме границы среднего и верхнего девона на Восточно-Европейской платформе

И. О. Евдокимова

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ), Санкт-Петербург, irina_evdokimova@vsegei.ru

Представлен краткий обзор истории выделения франского яруса верхнего девона и определения его нижней границы в страторегионе. Приводится характеристика пограничных живетско-франских отложений на Восточно-Европейской платформе и стратиграфическое значение региональных событийных уровней. Рассмотрены дискуссионные вопросы по определению возраста пограничных отложений и поставлены задачи дальнейших исследований.

Ключевые слова: живетский и франский ярусы, средний и верхний девон, стратиграфия, Восточно-Европейская платформа.

About the problem of the Middle-Upper Devonian boundary in the East European Platform

I. O. Evdokimova

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI), St. Petersburg

A brief overview of the history of the identification of the Frasnian Stage (Upper Devonian) and the determination of its lower boundary in the stratotype region is presented. The characteristics of the Givetian-Frasnian boundary deposits in the East European platform and the stratigraphic significance of the regional event levels are considered. Debatable issues on the age definition of the boundary deposits are discussed; tasks for the further investigations are set.

Keywords: Givetian and Frasnian stages, Middle and Upper Devonian, stratigraphy, East European Platform.

Введение

Проблема положения границы среднего и верхнего девона в разрезах Восточно-Европейской платформы (ВЕП) является одной из наиболее актуальных и сложных в стратиграфии девонской системы. Принятая в Стратиграфических схемах Русской платформы (Решение..., 1990) граница в основании пашийского горизонта не соответствует ее уровню в Международной стратиграфической шкале (МСШ) девонской системы (Becker et al., 2020). Кроме того, границы отделов в региональных стратиграфических схемах ВЕП и Урала приняты на разных уровнях, при том что региональные последовательности включают одни и те же горизонты (Решение..., 1990; Стратиграфические..., 1993).

Обновление региональных стратиграфических схем ВЕП и Урала, со времени опубликования которых прошло более 30 лет, является одной из первоочеред-

ных задач, тем более что за последние годы появились новые материалы по стратиграфии, палеонтологии и корреляции девонских отложений, полученные в результате многолетних тематических исследований, а также геолого-съёмочных и картосоставительских работ масштабов 1 : 200 000 и 1 : 1000 000. Эта информация, позволяющая уточнить датировку некоторых горизонтов, нуждается в тщательной систематизации (Соболев, Евдокимова, 2013).

Франский ярус в стратотипической местности (Бельгия) и стратотип нижней границы

Официально франский ярус предложен Ж. Госселе в 1874 г. Первоначально основание франского яруса совпадало с основанием слоев Фран. В 1884 г. Ж. Госселе

Для цитирования: Евдокимова И. О. О проблеме границы среднего и верхнего девона на Восточно-Европейской платформе // Вестник геонаук. 2023. 1 (337). С. 4–15. DOI: 10.19110/geov.2023.1.1

For citation: Evdokimova I. O. About the problem of the Middle-Upper Devonian boundary in the East European Platform. Vestnik of Geosciences. 2023, 1 (337), pp. 4–15, doi: 10.19110/geov.2023.1.1



изменил понимание объема франского яруса, включив в его состав считавшиеся ранее верхнеживетскими нижележащие слои Фромелен. В таком объеме франский ярус в Бельгии понимался до 1971 г., в котором было предложено слои Фромелен в Бельгии относить к живету, а франский ярус ограничить отложениями, содержащими конодонты рода *Ancyrodella* (Coen-Aubert, Boulvain, 2006). Во Франции в течение всего этого времени слои Фромелен входили в состав живетского яруса (Coen-Aubert, Boulvain, 2006).

В 1981 г. франский ярус был утвержден Международной подкомиссией по стратиграфии девонской системы (SDS) в качестве нижнего подразделения верхнего девона (Ziegler, Klapper, 1982). В 1982 г. было решено, что граница живетского и франского ярусов должна совпадать с основанием нижней подзоны конодонтовой зоны *Polygnathus asymmetricus*, определяемой первым появлением вида *Ancyrodella rotundiloba* в филогенетической последовательности *A. binodosa* → *A. rotundiloba* (Ziegler, Klapper, 1982, 1985).

В 1985 г. был выбран лимитотип нижней границы франского яруса на юге Франции в Черных горах (Klapper et al., 1987), а в 1986 г. разрез формации Nismes в страторегионе в Арденнах был выбран в качестве дополнительного стратотипа нижней границы в неритовых фациях (Bultynck et al., 1988).

В 1988 и 1989 гг. выходят статьи (Sandberg et al., 1988, 1989), в которых авторы утверждают, что популяция вида *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant) в стратотипическом разрезе включает также примитивные формы рода *Ancyrodella*.

Таким образом, граница живета и франа непреднамеренно оказалась внутри зоны Lowermost asymmetricus, а не в основании зоны Lower asymmetricus, как предполагалось (рис. 1).

Новый зональный стандарт, разработанный на основе эволюции пелагических родов *Mesotaxis* и *Palmatolepis*, был предложен в 1989 г. (Sandberg et al., 1989), ревизован (Ziegler, Sandberg, 1990) и дополнен в 1990 г. (Klapper, Johnson, 1990). В последние годы зональная

шкала была значительно детализирована. Для франского яруса за основу взята последовательность конодонтовых зон в Монтань Нуар, которые вместо номеров получили названия по видам-индексам (Becker et al., 2020).

Нижняя граница франского яруса (GSSP) установлена в основании слоя 42` в разрезе Col du Puech de la Suque, Монтань Нуар, Франция (House et al., 2000a; Klapper et al., 1987) по появлению ранней формы конодонтов вида *Ancyrodella rotundiloba* — *A. r. pristina* Khalymbadzha et Chernysheva (Coen-Aubert, Boulvain, 2006; Sandberg et al., 1989). В современной конодонтовой шкале граница совпадает с основанием зоны Frasnian Zone 1 (FZ1 = MN1) (Klapper, Kirchgasser, 2016). Этот уровень проходит внутри нижней подзоны конодонтовой зоны *Mesotaxis falsovalis* (Aboussalam, Becker, 2007; Becker et al., 2012, 2020) и фактически совпадает с первым появлением конодонтов рода *Ancyrodella* (Coen-Aubert, Boulvain, 2006). Дополнительным биостратиграфическим маркером служит появление гониатитов *Neopharciceras* в слое 43 немного выше уровня границы (House et al., 2000a; Постановления..., 2008). Данные по распространению в стратотипическом разрезе бентосных групп фауны и миоспор, которые позволили бы проследить уровень границы в мелководных фациях, отсутствуют (Becker et al., 2020).

Стратотипический разрез границы характеризуется последовательностью преимущественно красных и серых пелагических кальцилитов, разделенных поверхностями хардграунда. Проведенный в недавнем прошлом седиментологический анализ разреза показал, что он сложен главным образом темпеститами и включает значительное количество хардграундов. По мнению некоторых исследователей, данный разрез, как и все разрезы, выбранные в Монтань Нуар, не может служить стратотипом границы (Casier, Pr eat, 2007).

Кроме того, в результате современного переизучения среднеживетско-раннефранского интервала стратотипического разреза (Liao et al., 2019) было уста-

МСШ ICC		Стандартные конодонтовые зоны Copodont Standard Zonation		1985	МСШ ICC		Стандартные конодонтовые зоны Conodont Standard Zonation		1988, 1989	МСШ ICC		Стандартные конодонтовые зоны Conodont Standard Zonation		1990
Ярус Stage		Ziegler, 1971; Ziegler, Klapper, 1982		FAD <i>Ancyrodella rotundiloba</i> s.s.	Ярус Stage		Ziegler, 1971; Ziegler, Klapper, 1982		FAD <i>Ancyrodella rotundiloba</i> s.l.	Ярус Stage		Ziegler, 1971; Ziegler, Klapper, 1982		FAD <i>Ancyrodella rotundiloba</i> s.l.
Франский / Frasnian	Po. asymmetricus	Middle		GSSP	Франский / Frasnian	Po. asymmetricus	Middle		GSSP	Франский / Frasnian	Po. asymmetricus	Middle	Palmatolepis punctata	GSSP
		Lower					Lower					Lower	Palmatolepis transitans	
Живетский / Givetian	Lowermost			GSSP	Живетский / Givetian	Lowermost			GSSP	Живетский / Givetian	Lowermost		Skeletognathus norrisi	GSSP
		Klapperina disparilis					Klapperina disparilis					Klapperina disparilis		
		Schm. hermanni - "Po." cristatus					Schm. hermanni - "Po." cristatus					Schm. hermanni - "Po." cristatus		

Рис. 1. Изменение уровня границы и вида-индекса нижней границы франского яруса

Fig. 1. Changes in the boundary level and the Frasnian GSSP index species

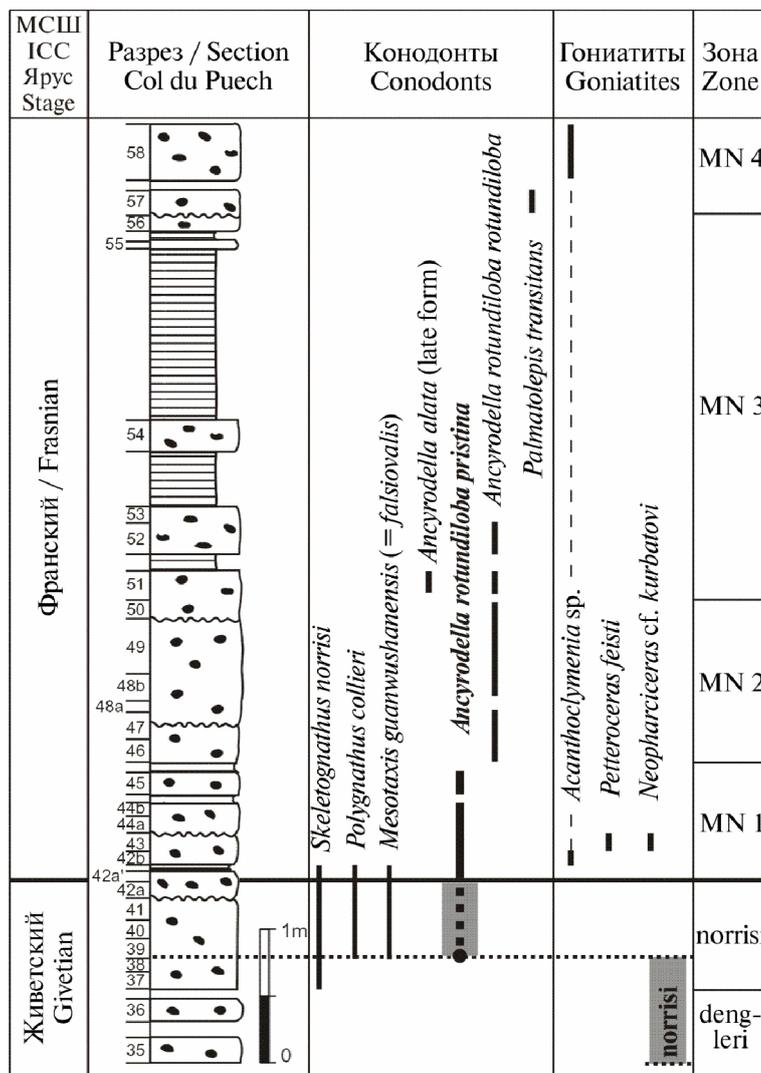


Рис. 2. Стратотип нижней границы франского яруса в разрезе Col de Puech de la Suque и новые данные о распространении видов-индексов пограничных конодонтовых зон и гониатитов (по Becker et al., 2020; Liao et al., 2019)

Fig. 2. Frasnian GSSP at Col de Puech de la Suque and updated ranges of marker conodonts of boundary biozones and goniatites (based on Becker et al., 2020 and Liao et al., 2019)

ем фауны и флоры. Следует отметить, что Таганикское событие разные исследователи понимают по-разному. Понятие «Таганикская трансгрессия» впервые предложено для обширной трансгрессии в основании североамериканского Таганикского региона (Johnson, 1970). Позднее было введено понятие «Таганикское событие», соответствующее значительным седиментационным изменениям и фаунистическим вымираниям (House, 1985). Этот уровень соответствует основанию формации Талли в штате Нью-Йорк и Пенсильвании. Началу событийного интервала («таганикская трансгрессия» (по Johnson, 1970), «Таганикское событие» (по House, 1985)) соответствуют обширная трансгрессия и наиболее крупные биотические изменения, на основании которых были выделены живетский и франский ярусы. Вторая крупная трансгрессия («Таганикское событие» по Walliser, 1996), получившая название по черносланцевой формации Дженесео

(Geneseo), штат Нью-Йорк, США, и совпадающая с основанием верхнего подъяруса живетского яруса, приурочена к концу событийного интервала (Aboussalam, 2003; Aboussalam, Becker, 2011; Becker et al., 2020; Marshall et al., 2011; Соболев, Евдокимова, 2013).

Так называемый Франский кризис (Frasnes) включает три отчетливых трансгрессивных импульса: Lower Frasnian — в верхней части зоны norrisi, Middle Frasnian — в основании франского яруса (*Ancyrodella rotundiloba pristina* = MN 1 Zone) и Upper Frasnian — в зоне *Ad. rotundiloba soluta* = lower MN 2 Zone (Becker et al., 2020). Термин «Франское событие» (Frasne Event) был предложен для событийного интервала вблизи границы среднего и верхнего девона (House, 1985), связанного с довольно резкой трансгрессией (трансгрессивно-регрессивный цикл T-R IIb (Johnson et al., 1985)) и широким распространением аноксии. Отмечаются значительное вымирание гониатитов (почти полностью исчезают фарцицератиды), высокая скорость вымирания среди брахиопод, кораллов и строматопор, прекращение роста рифов.

Трансгрессивное событие *Genundewa* фиксируется вблизи границы зон MN 2/3. Событие получило название по известнякам *Genundewa* (штат Нью-Йорк) (House, Kirchgasser, 1993). Проявляется как кратковременная трансгрессия и характеризуется распространением пелагических аммоноидных фаций с *Koenenites* и *Hoeninghausia* (House et al., 2000b).

новлено, что зона *Sk. norrisi* начинается со слоя 35, т. е. раньше, чем до сих пор считалось; а начало зоны FZ 1 отмечается в слое 39¹⁸ по присутствию вида *A. r. pristina* (рис. 2).

Полученные результаты показывают, что граница живетского и франского ярусов зафиксирована примерно на 30 см выше слоя 39¹⁸. Это означает, что в последующем встанет вопрос о пересмотре GSSP. Однако, как отмечают авторы (Liao et al., 2019), перед тем как можно будет принять какое-либо стратиграфическое изменение в отношении уровня границы, следует оценить возможность выбора другого таксона в качестве маркера, как уже ранее предлагалось (Klapper, 2000). По мнению J.-C. Liao и др. (Liao et al., 2019), возможно, лучшим уровнем границы живетского и франского ярусов будет основание пласта 46, где впервые появляются «поздние» формы *A. rotundiloba* (= *A. rotundiloba rotundiloba s. s.* — индекс зоны FZ 2).

Событийные уровни

В верхнеживетско-раннефранском интервале отмечается ряд глобальных событийных уровней (рис. 3). Так называемое глобальное событие, или кризис Таганик (*Taghanic*), приурочено к концу среднего живета. Событийный интервал характеризуется серией флуктуаций уровня моря, а также ступенчатым вымиранием



МСШ / ICC				Стандартные конодонтовые зоны Conodont Standard Zonation		Зоны по аммоноидеям Ammonoid Zonation (Becker et al., 2020)		Глобальное событие Global Event (Becker et al., 2020)	Биотический кризис Biotic Crisis (Becker et al., 2020)			
Система System	Отдел Series	Ярус Stage	Подъярус Substage	(Becker et al., 2012)	(Becker et al., 2020)							
Девонская / Devonian	Верхний / Upper	Франский / Frasnian	Средний / Middle	Palmatolepis punctata	Palmatolepis punctata	UD I	E	Ponticeras		Франский кризис Frasnian crisis		
			Нижний / Lower	Mesotaxis guanwushanensis (=falsiovalis)	Palmatolepis transitans		Ancyrodella nodosa Palmatolepis transitans	D	Triainoceras		■ Middlesex	
					Ancyrodella rugosa		C	Timanites	■ Timan			
					Ancyrodella rotundiloba rotundiloba		B	Koenenites	■ Genundewa			
			Средний / Middle	Живетский / Givetian	Верхний / Upper		Skeletognathus norrisi	Ancyrodella rotundiloba soluta	A		Acanthoclymenia	■ U. Frasnies
								Ancyrodella rotundiloba pristina	E		Petteroceras	■ M. Frasnies ■ L. Frasnies
	Polygnathus dengerli dengerli	D				Pseudoproboloceras						
	Средний / Middle	Живетский / Givetian	Верхний / Upper	Klapperina disparilis	Polygnathus dengerli sagitta	MD III	C	Synpharciceras				
					Klapperina disparilis		B2	Lunupharciceras				
					Schmidtnathus hermanni – “Po.” cristatus		B1	Extropharciceras	■ Geneseo			
	Средний / Middle	Живетский / Givetian	Средний / Middle	Polygnathus varcus	up	MD II	A	Pharciceras				
					m		Po. varcus	D	Afromaenioceras		■ Taghanic	
					Ozarkodina semialternans						Таганский кризис Taghanic crisis	
					Polygnathus ansatus							

Рис. 3. Глобальные событийные уровни в пограничном интервале (по Becker et al., 2020, с дополнениями)

Fig. 3. Global event succession in the boundary interval (based on Becker et al., 2020, with additions)

Тиманское событие (Timan) получило название по слоям с аммоноидеями Timanites, Южный Тиман (Becker, House, 1997). Событие Timan сопоставляется с верхами зоны MN3 и нижней частью зоны MN4 (Becker et al., 2020). Отмечаются два трансгрессивных импульса, с которыми связано появление аммоноидей *Timanites* и *Kotioceras* (House et al., 2000b). Признаки аноксии проявлены не повсеместно (Becker, House, 1997).

Трансгрессивное событие Middlesex названо по формации Middlesex Shale, штат Нью-Йорк, США. Ранее это событие коррелировалось с нижней границей среднего подъяруса, принятой в основании зоны MN5, или *Palmatolepis punctata*. По уточненным данным соответствует верхам зоны MN4 с *Ancyrodella nodosa* Ulrich et Bassler (Becker et al., 2020). Проявляется как резкая трансгрессия (TR цикл Ic (Johnson et al., 1985)), характеризуется широким распространением бескислородных условий, повышенной скоростью захоронения органического вещества и продолжительным биотическим кризисом.

Пограничные средне- и верхнедевонские отложения на Восточно-Европейской платформе

Достоверность сопоставления ярусных подразделений ОСШ девонской системы и региональных горизонтов во многом зависит от фациальных особенностей отложений и их палеонтологической характеристики. Не все границы отделов и ярусов в силу различных причин (мелководные фашии, стратиграфические перерывы и др.) могут быть однозначно просле-

жены в разрезах на территории России (Соболев, Евдокимова, 2013).

Ярусные границы, определяемые в монофациальных стратотипических разрезах появлением определённых видов конодонтов в филогенетических последовательностях, распознаются практически только в депрессионных и относительно глубоководных отложениях. Установление их точного положения в мелководных толщах, широко распространенных во всех регионах России, не представляется возможным. Как правило, ярусные границы не совпадают с уровнями региональных перестроек и проходят внутри региональных подразделений, в основу выделения которых положен историко-геологический принцип, а биостратиграфическое обоснование сделано в основном по бентосным группам фауны.

Нижняя граница верхнего отдела системы является одной из наиболее сложно распознаваемых в разрезах ВЕП и Урала.

На территории России девонские отложения представлены широким фациальным спектром отложений. Резкая фациальная дифференциация отложений девона приводит к большим трудностям как при межрегиональной корреляции, так и при сопоставлении отложений внутри регионов. Фациальные различия обуславливают применение различных биостратиграфических маркеров при корреляции разрезов. Границы подразделений МСШ (ОСШ) верхнего девона в глубоководных фашиях определяются на основе детально разработанных зональных шкал по конодонтам, аммоноидеям, глубоководным остракодам (энтомозоидам) и фебодонтидным хрящевым рыбам. Для биозо-

нального расчленения мелководно-шельфовых фаций широко используются нектонные (позвоночные) и бентосные группы (брахиоподы, остракоды и др.). Расчленение и корреляция прибрежных и континентальных фаций проводятся по миоспорам и макроостаткам растений (Постановления..., 2008).

На ВЕП верхний девон традиционно выделялся начиная с подошвы пашийского горизонта (Решение..., 1990). Согласно решению SDS (Klapper et al., 1987), нижняя граница проходит внутри конодонтовой подзоны Early falsiovalis, что значительно выше рассматриваемой ранее границы для платформы. Пограничный интервал среднего и верхнего девона плохо охарактеризован комплексами ископаемых организмов. Конодонты известны лишь начиная с верхнетиманского подгоризонта. Пашийский горизонт и его аналоги в Тимано-Печорском субрегионе — яранский и джьерский — содержат немногочисленные комплексы миоспор, макрофлоры и позвоночных, на основе которых возможно лишь приблизительное сопоставление с верхнеживетским интервалом.

Северо-Восточный субрегион

В унифицированной схеме в состав нижнего подъяруса франского яруса в Северо-Восточном (Тимано-Печорском) субрегионе были включены яранский, джьерский и тиманский горизонты; в состав среднего — саргаевский и доманиковский горизонты.

При подготовке стратиграфической схемы девона Русской платформы (Решение..., 1990) возник вопрос о целесообразности широкого использования терминов «пашийский» и «кыновский» для нижних горизонтов франского яруса верхнего девона. По сравнению с другими областями платформы, в Тимано-Печорской провинции развиты наиболее мощные и стратиграфически полные разрезы нижней части франского яруса, стратиграфический объем которых не соответствует стратотипам горизонтов на Урале (Меннер и др., 1989). Их последовательность характеризует начало крупного этапа осадконакопления, сопровождавшегося сменой преобладающих обломочных пород глинистыми, карбонатно-глинистыми, увеличением роли нормально-морских фаций, общим расширением площади морской седиментации. Важной особенностью этого времени была фаза активного проявления вулканизма (Плякин, 2011).

В досаргаевской части разреза установлена стратиграфическая последовательность из трех комплексов отложений. Для каждого комплекса выделены региональные горизонты — яранский, джьерский и тиманский. В биостратиграфической характеристике досаргаевских отложений главную роль играют спорово-пыльцевые комплексы. Стратотипы и гипостратотипы горизонтов выбраны в разрезах скважин Ижма-Печорской впадины, которые характеризуются лучшей изученностью и содержанием более полных комплексов спор, а иногда и морских беспозвоночных (Меннер и др., 1989; Larionova et al., 2000).

Яранский горизонт выделен в объеме одноименной свиты Среднего Тимана. На Северном Тимане горизонт соответствует надеждинская свита, в южных районах Ижма-Печорской впадины — вельюская свита, в пределах Печоро-Кожвинского и Шапкино-Юрьяхинского валов — ронаельская свита. Отложения развиты главным образом в палеопрогибах, сложены

преимущественно песчаниками и алевролитами с подчиненными пластами аргиллитов. Горизонту отвечает подзона *Ancyrospora incisa* — *Geminospora micromanifesta* зоны *Contagisporites optivus* — *Spelaeotriletes krestovnikovii incisa* по миоспорам. Встречаются отпечатки растений, редкие остатки рыб, раковины лингулид.

Джьерский горизонт выделен в объеме одноименной свиты, развитой на юге Ижма-Печорской впадины. В стратотипическом районе джьерская свита включает песчаные нефтеносные пласты Ia и Ib и межпластовую и подпластовые аргиллитовые пачки; в основании прослеживается базальный пласт песчаников. На Южном Тимане джьерский горизонт подразделяется на две пачки: нижнюю подвулканогенную (терригенная толща) и верхнюю вулканогенную (ярегская толща), сопоставляющиеся с листовенничной и валсовской свитами Среднего Тимана. На Северном Тимане к джьерскому горизонту относится кумуштинская свита, сложенная в основном вулканогенными образованиями: тремя покровами базальтов, разделенных пачками туфоконгломератов, туфов, туфогенно-терригенных пород. Разрезы джьерского горизонта отличаются от яранских отложений большей глинистостью и представлены ритмичным переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов. Важной особенностью является присутствие примеси пирокластики, туфов, покровов базальтовых лав. На Северном Тимане их излияния начались уже с начала джьерского времени. В других районах основная масса туфов и лав приурочена к самой верхней части горизонта; на Среднем Тимане эта часть разреза выделена как вулканогенная валсовская свита. Джьерские отложения развиты шире, чем яранские, трансгрессивно перекрывают различные горизонты девона и характеризуются резкой изменчивостью стратиграфической полноты разрезов. Отмечаются отпечатки растений, раковины филопод, лингул, редкие остракоды, ихтиофауна зоны *Asterolepis ornata*. Отложения джьерского горизонта содержат комплексы спор подзоны *Archaeoperisaccus verrucosus* (средняя часть зоны *Contagisporites optivus* — *Spelaeotriletes krestovnikovi*).

Отмечается, что в наиболее полных разрезах яранского горизонта близкие к джьерским комплексы миоспор появляются несколько ниже границы яранского и джьерского горизонтов (Меннер и др., 1989). В таких случаях границу между горизонтами рекомендуется проводить по литологическим и историко-геологическим признакам на уровне поверхности размыва в основании подпластовой глинистой пачки, которой на каротажных диаграммах соответствует четкий репер.

Тиманский горизонт принят на Межведомственном региональном стратиграфическом совещании (Решение..., 1990) вместо кыновского ввиду неясности объема последнего в стратотипе. Горизонт выделяется в объеме брахиоподовых зон *Uchtospirifer nalivkini* (нижний подгоризонт) и *U. timanicus* (верхний подгоризонт). Горизонт установлен в объеме одноименной свиты, выделенной А. И. Ляшенко (Ляшенко, 1956) на р. Ухте. Представлен преимущественно глинистыми отложениями. Вулканогенные образования в тиманском горизонте встречаются гораздо реже, чем в джьерском. Лавы практически отсутствуют. Отмечаются про-



слои бентонитов, развивающихся по пепловым туфам, или примесь в породах переотложенного вулканогенного материала. На Среднем Тимане к тиманскому горизонту относятся цилемская и устьчиркинская свиты, отвечающие соответственно ниже- и верхнетиманскому подгоризонтам. На Северном Тимане тиманскому горизонту отвечает нижняя часть выучейской свиты.

Саргаевскому горизонту соответствуют зона *Ladogia meyendorffii* — *Hypothyridina calva* — *Mucrospirifer novosibiricus* по брахиоподам, зона *Timanites keyserlingi* по гониатитам и зона *Ancyrodella rotundiloba* по конодонтам (Решение..., 1990). В основании последней Международной стратиграфической комиссией проводится нижняя граница верхнего девона. На том же уровне эта граница принята и в Стратиграфических схемах Урала (Стратиграфические..., 1993). На Северном Тимане саргаевскому горизонту отвечает верхняя часть выучейской и грубручейская свита (последняя содержит саргаевские комплексы спор и ихтиофауны), в пределах Малоземельской моноклинали — верхняя подсвита малоземельской свиты, охарактеризованная саргаевскими остракодами. На севере Волго-Уральской антеклизы саргаевские отложения выделяются как саргаевская свита.

Восточный субрегион

Наиболее полно *пашийский горизонт* представлен в Волго-Уральской области. Здесь выбран его парастратотип в объеме отраденских и гайнинских слоев Куйбышевского Поволжья (Решение..., 1990). Пашийские отложения представлены двумя алевритово-песчаными пачками и разделяющей их алевритово-глинистой пачкой. Встречаются редкие брахиоподы *Lingula* cf. *kinelensis* *Batr.*, *L. cf. samarica* *Batr.*, остракоды *Cavellina* aff. *devoniana* *Eg.* В отложениях пашийского и нижней части тиманского горизонта (арчединские слои) содержится комплекс миоспор подзоны *Ancyrospora incisa* — *Geminospora micromanifesta* зоны *Contagisporites optivus* — *Calyptosporites krestovnikovii* (Манцурова, 2012).

Тиманский горизонт. На западе и в центральной части территории выделяются нижний и верхний подгоризонты (Унифицированная..., 2018). Подгоризонтам тиманского горизонта отвечают арчединские и кикинские слои (Решение..., 1990). Нижнетиманский подгоризонт (арчединские слои) сложен известняками и мергелями с прослоями аргиллитов. Подгоризонт отвечает провинциальным зонам: «*Leiorhynchus*» *uchtensis* — *Uchtospirifer nalivkini* по брахиоподам и *Ornatella multiplex* по остракодам, конодонтами не охарактеризован. Здесь определен пашийско-тиманский комплекс миоспор подзоны *Ancyrospora incisa* — *Geminospora micromanifesta* (Манцурова, 2012). Верхнетиманский подгоризонт (кикинские слои) сложен аргиллитами с подчиненными прослоями алевритов, песчаников и известняков. Подгоризонт отвечает большей части провинциальной конодонтовой зоны *Polygnathus pennatus* — *Po. Ijaschenko*, зонам *Uchtella praesemilukiana* — *Uchtospirifer timanicus* по брахиоподам, *Cavellina devoniana* по остракодам. Встречаются миоспоры подзоны *Acanthotriletes bucerus* — *Archaeozonotriletes variabilis insignis* (Avkhimovitch et al., 1993).

Биостратиграфическое обоснование границы среднего и верхнего девона

В разрезах ВЕП пограничный интервал среднего и верхнего девона представлен преимущественно терригенными мелководными отложениями, поэтому обосновать точный уровень границы по появлению вида-индекса *Ancyrodella r. pristina* не представляется возможным ввиду отсутствия характерных конодонтов родов *Mesotaxis* и *Ancyrodella* (Постановления..., 2008). Существует несколько вариантов проведения границы. Самый низкий уровень — основание пашийского горизонта, повсеместно трансгрессивно залегающего на подстилающих отложениях (Решение..., 1990). Самый высокий уровень — основание саргаевского горизонта, характеризующегося поздними формами конодонтов *Ancyrodella rotundiloba* (Стратиграфические..., 1993; Цыганко, 2009).

В 2017 г. была утверждена и в 2018 г. опубликована унифицированная субрегиональная стратиграфическая схема верхнедевонских отложений Волго-Уральского субрегиона (Унифицированная..., 2018). Схема основана на обширном фактическом материале по биостратиграфии, литологии и сейсморазведке верхнедевонских отложений Волго-Урала. В утвержденной бюро МСК схеме нижняя граница верхнего девона совмещена с подошвой тиманского горизонта и, таким образом, пашийский горизонт отнесен к среднему отделу девонской системы.

Следует отметить, что такая точка зрения на проблему уровня проведения границы в подошве тиманского горизонта высказывалась и ранее, например в работе Л. И. Мельниковой и др. (2004). Этими авторами отмечается, что анализ комплексов брахиопод в разрезах Тимано-Североуральского субрегиона показывает, что ниже- и верхнетиманские отложения не являются разновозрастными. Брахиоподовые комплексы в них близки по родовому составу и относятся к одной брахиоподовой зоне *Uchtospirifer*. Этот род имеет узкое стратиграфическое распространение — тиманский и низы саргаевского горизонтов. Есть данные о присутствии этого рода в низах франа Бельгии. Также отмечается наличие общих видов конодонтов в ниже- и верхнетиманском подгоризонтах и отсутствие в нижнетиманском комплексе характерных живетских форм.

Н. С. Овнатановой и Л. И. Кононовой на огромном материале из франских отложений восточных регионов ВЕП разработаны зональности по конодонтам для мелководных и депрессионных фаций (Ovnatanova, Kononova, 2008; Ziegler et al., 2000), вошедшие в дальнейшем в схему Волго-Уральского субрегиона (Унифицированная..., 2018). Данными авторами граница среднего и верхнего девона принимается по нижней границе местной зоны *Po. pennatus* — *Po. Ijaschenko* в основании верхнетиманского подгоризонта (рис. 4). В Башкирском Приуралье с этим же уровнем сопоставляется основание среднекыновского известняка, в котором встречены представители рода *Ancyrodella* — *A. r. soluta* и *A. binodosa* (Пазухин, 2011). Вариант проведения границы по мелководным полигнатидным конодонтам в основании верхнетиманского подгоризонта Восточно-Европейской платформы поддерживается многими исследователями (Кузьмин, 1995; Овнатанова, Кононова, 1999, 2007; Овнатанова и др., 1999; Пазухин и др., 2006; Ziegler et al., 2000).

ОСШ Stage	Стандартные конodontовые зоны Conodont Standard Zonation		Зоны по аммонидеям Ammonoid Zonation (Becker et al., 2020)				Северо-Восточный субрегион ВЕП (Решение..., 1990, с уточн.) / North-Eastern Subregion of EEP (Decision..., 1990, with additions)							
	(Becker et al., 2012)	(Becker et al., 2020)	Монгаль Нуар Монта- не Noire (Клаппер, 1999; Клаппер, Kirch- gasser, 2016)	MN 5	MN 4	MN 3	MN 2	MN 1	Налгоризонт, Regional Superstage, Stage, Substage	Мелководные отложения Shallow-water deposits (Zisgler et al., 2000) vs. Kononova 2008)	Брахиподы Brachiopods (Зональная..., 2006)	Остракоды Ostracods (Зональная..., 2006)	Позвоночные Vertebrates (Зональная..., 2006)	Миоспоры Miospores (Артошкова и др., 2022; Тельнова, 2007, 2008)
Франкский / Frasnian	Palmatolepis punctata	Ancyrognathus primus	UD I	Naplesites	C	B	A	верхний upper	Polygnathus efmovae	Cyrtospirifer "disjunctus" - Anathyris helmersenii	Richteria distincta - Nehdentomis foveatisulcatus	Psammosteus megalopteryx - Bothriolepis trautscholdi	Geminospora semilucensa - Petrotriletes domensis	
		Palmatolepis punctata							Po. efmovae - Pa. punctata					
	Palmatolepis transitans	Ancyrodella podosa	I	Titanites	B	A	верхний upper	A. alata - M. bogoslovskyi	Нуротридина calva - Eleutherokomma novosibirica	Cavellina chvorostanensis - Richteria scabrosa				
		Palmatolepis transitans												
	Mesotaxis guanwushanensis (=falsiovalis)	Ancyrodella rugosa												
Средне-Юрский / Middle Jurassic	Mesotaxis guanwushanensis (=falsiovalis)	Ancyrodella rotundiloba rotundiloba	I	Titanites	B	A	верхний upper	Po. rematus - Po. Ijaschenkoi	Uchtopspirifer timanicus	Cavellina devoniana	Bothriolepis cellulosa	C. pseudodeliquescens - A. ovalis		
		Ancyrodella rotundiloba soluta												
Живетский / Givetian	Sketetognathus norrisi	Skletetognathus norrisi	MD III	Petteroceras	E	A	нижний lower	Не установлены Not determined	Uchtopspirifer nalivkini	Ornatella multiplex	B. prima - B. obrutschewi	Densospirites sorokinii	Спелатрилетес Крестовников	
		Klapperina disparilis												
	Schmidtnognathus hermanni - "Po." cristatus	Polygnathus dengleri dengleri	MD III	Pseudoproboloceras	D	A	нижний lower	Schmidtnognathus hermanni - Po. cristatus	Не установлены Not determined	Не установлены Not determined	Asterolepis ornata		A. bucerus - A. variabilis insignis	Спелатрилетес Крестовников
		Polygnathus dengleri sagitta												
	Schmidtnognathus hermanni - "Po." cristatus	Klapperina disparilis												
Schmidtnognathus hermanni - "Po." cristatus	Polygnathus cristatus ectypus													
Schmidtnognathus hermanni - "Po." cristatus	Schmidtnognathus hermanni													

Рис. 4. Сопоставление биоzonальных схем в пограничном интервале
Fig. 4. Correlation of the biozonal schemes in the boundary interval



По мнению В. Н. Манцуровой (2012), уровень в основании региональной миоспоровой подзоны *Acanthotriletes bucerus* — *Archaezonotriletes variabilis insignis* (Манцурова, 2008 и др.), соответствующей основанию кикинских слоев тиманского горизонта в Волго-Уральском субрегионе, вероятно, является наиболее близким по положению к международной границе живетского и франского ярусов. По данным О. П. Тельновой, в Тимано-Печорской провинции наиболее резкие изменения на уровне высоких таксонов наблюдаются в палиноспектрах палинозоны *Densosporites sorokinii*, сопоставляемой с верхней частью тиманского горизонта (Артюшкова и др., 2022; Тельнова, 2008; Фортунатова, 2013). Этот уровень предлагается рассматривать как рубеж живетского и франского ярусов.

Региональные проявления глобальных событий

Наиболее достоверно устанавливаемые глобальные события — Taghanic и Middlesex; остальные — Франский кризис и Genundewa — требуют более точного биостратиграфического обоснования. Так, например, трансгрессивное событие, совпадающее с основанием саргаевского горизонта, разными исследователями сопоставляется с разными глобальными событиями: Frasnian (Цыганко, 2009), Genundewa (Соболев и др., 2021, 2022).

На рубеже среднего и позднего девона в эволюции седиментационного бассейна Европейского Северо-Востока наиболее ярко выраженными являлись несколько региональных событий, с которыми связано формирование реперных подразделений и поверхностей, узнаваемых по строению разреза, результатам ГИС (Ларионова и др., 2002):

- смена направленности процесса осадконакопления, обусловленная началом регионального опускания территории и медленного повышения относительного уровня моря на рубеже старооскольского и яранского (пашийского) времени;

- активная вулканическая деятельность в джьерское время;

- тиманская трансгрессия и смена преимущественно песчано-алевритовой седиментации глинистой;

- обширная саргаевская трансгрессия, обусловившая максимальное распространение нормально-морских условий, расширение областей с некомпенсированным осадконакоплением и формирование органо-генных банок.

Седиментологическая последовательность яранско-джьерских, тиманских и саргаевских отложений отражает постепенное нарастание единой крупной трансгрессии.

Региональное событие в основании пашийского горизонта и его аналогов является проявлением глобального таганикского события, с которым связаны крупнейшие перерывы в осадконакоплении и структурные перестройки на Земле (Фортунатова и др., 2013). Таганикское событие разделяет крупнейшие тектоно-седиментационные этапы и эвстатические циклы. Этот уровень, называемый предпашийским несогласием, на Восточно-Европейской платформе традиционно связывался с границей среднего и верхнего девона. Предполагается, что в современной шкале этот уровень соответствует основанию верхнего подъяруса живет-

ского яруса среднего девона (зона *hermanni-cristatus*).

Вулканиды Среднего Тимана большинством исследователей относятся к сложно построенной трапповой формации, в которой выделяются два или три базальтовых покрова. В 2010 г. две пробы — одна из песчаных туфов валсовской свиты (джьерский горизонт, верхняя часть), а вторая из песчаников с примесью туфов устьчиркинской свиты (верхнетиманский подгоризонт) — были изучены в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург (Цыганко, 2019). Полученные абсолютные датировки по точности определений пока не дают ответа на вопрос о возрасте пограничных средне- и верхнедевонских отложений. Согласно Международной стратиграфической шкале (<https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2022-10.pdf>), полученные датировки (376.9 и 372.3 млн лет) говорят о позднефранском возрасте отложений. Однако присутствующие в данных разрезах палеонтологические остатки противоречат полученным данным (Цыганко, 2019).

На севере о. Колгуев, в скв. 1-Западно-Песчаноозерская, ниже базальтового покрова вскрыта мощная (более 600 м) толща сиренево-розовых, вишнево-бурых и серо-зеленых песчаников, гравелитов и конгломератов с отдельными валунами. В их составе преобладают основные эффузивы, слюдястые сланцы, кварциты, красноцветные породы, кварц. Встречаются кислые и средние эффузивы и гранитоиды. В цементе конгломератов, песчаников, алевритов и в аргиллитах часто присутствует туфогенный материал (Журавлёв и др., 2014). Из этой части разреза определены конодонты: *Mehlina gradata* (Young.), *Hindeodella germana* Holmes, а в прослоях аргиллитов и алевритов в скв. 1-Бугринская — растительные остатки, рыбы и комплекс миоспор: *Gigophyton gilkinieff* Lecl, *Archaeopteris acuta* Tschirk., *Svalbardia* sp., *Asterolepis* sp., *Haplacanthus* cf. *ehrmannensis* Gross. Возраст вулканических покровов определяется по залеганию среди пород с фаунистической характеристикой и традиционно считается позднедевонским. Однако приведенные комплексы конодонтов и ихтиофауны не исключают их среднедевонский возраст.

Заключение

На данный момент нет однозначного решения проблемы границы среднего и верхнего девона на ВЕП. Исходя из приведенного обзора, среднедевонский возраст пашийского горизонта представляется вполне обоснованным. Однако вопрос о ярусности принадлежности тиманских отложений и их возрастных аналогов на ВЕП остается для большинства исследователей открытым.

Необходимо дополнительное изучение опорных разрезов региональных подразделений ВЕП и Урала с применением комплекса методов, включающего изотопно-геохимические методы расчленения и корреляции мелководных карбонатных разрезов; получение данных по геохронологическому датированию вулканогенных прослоев в надежно фаунистически охарактеризованных отложениях девонской системы; уточнение идентификации глобальных событий в разрезах и мультидисциплинарное их изучение.

Для решения проблемы границы среднего и верхнего девона необходимо также привлечение специа-



листов и многочисленных коллекционных и фондовых материалов, накопленных геологами производственных организаций.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-05-00445.

Литература / References

1. Артюшкова О. В., Тельнова О. П., Мизенс Л. И., Мизенс А. Г. Первая находка *Skeletognathus norrisi* в ассоциации со спорами высших растений и брахиоподами в пограничных живетско-франских отложениях, вскрытых скважиной № 8 Царичанская (Восточно-Оренбургское сводовое поднятие, Русская платформа) // Литосфера. 2022. Т. 22. № 4. С. 432–447. URL: <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2022-22-4-432-447>
- Artyushkova O. V., Telnova O. P., Mizens L. I., Mizens A. G. *Pervaya nakhodka Skeletognathus norrisi v assotsiatsii so sporami vysshikh rasteniy i brakhiopodami v pogranichnykh zhivetsko-franskikh otlozheniyakh, vskrytykh skvazhinoy № 8 Tsarichanskaya (Vostochno-Orenburgskoye svodovoye podnyatiye, Russkaya platforma) (The first finding of Skeletognathus norrisi in association with higher plant spores and brachiopods in the Givetian-Frasnian boundary deposits drilled by borehole No. 8 Tsarichanskaya (East Orenburg uplift, Russian Platform)). Lithosphere (Russia), 2022, 22 (4), pp. 432–447. URL: <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2022-22-4-432-447>*
2. Журавлёв В. А., Кораго Е. А., Костин Д. А., Зуйкова О. Н. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист R-39, 40 — о. Колгуев — прол. Карские Ворота. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. 405 с.
- Zhuravlev V. A., Korago E. A., Kostin D. A., Zuykova O. N. et al. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 1000 000), Seriya Severo-Karsko-Barentsevomorskaya. List P-39, 40-VI — o. Kolguev — prol. Karskie Vorota. Explanatory note. St. Petersburg: VSEGEI, 2014, 405 pp.*
3. Зональная стратиграфия фанерозоя России / Науч. ред. Т. Н. Корень. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 256 с.
- Zonalnaya stratigrafiya fanerozooya Rossii (Biozonal stratigraphy of Phanerozoic in Russia). Ed. T. N. Koren'. St. Petersburg: VSEGEI-press, 2006, 256 p.*
4. Кузьмин А. В. Нижняя граница франского яруса на Русской платформе // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1995. Т. 3. С. 111–120.
- Kuzmin A. V. *Nizhnyaya granitsa franskogo yarusa na Russkoy platforme (The lower boundary of Frasnian on the Russian platform). Stratigraphy. Geol. Correlation, 1995, V. 3, No. 3, pp. 111–120.*
5. Ларионова З. В., Москаленко М. Н., Шамсутдинова Л. Л., Юдина Ю. А., Вербова Н. И., Мельникова Л. И. Эволюция фауны и важнейшие абиотические события в раннем-среднем девоне и начале франна Тимано-Печорской области // Геология девонской системы: Материалы междунар. симпозиума. Сыктывкар: Геопринт, 2002. С. 88–90.
- Larionova Z. V., Moskalenko M. N., Shamsutdinova L. L., Yudina Yu. A., Verbova N. I., Melnikova L. I. *Evolutsiya fauny i vazhneyshiyе abioticheskiye sobyitiya v rannem-srednem devone i nachale frana Timano-Pechorskoy oblasti (Fauna evolution and and Major Abiotic Events in the Early-Middle Devonian and Early Frasnian of the Timan-Pechora Region). Proceedings of conference. Syktyvkar: Geoprint, 2002, pp. 88–90.*
6. Ляшенко А. И. Биостратиграфия девонских отложений Южного Тимана // Вопросы стратиграфии, палеонтологии и литологии палеозоя и мезозоя районов европейской части СССР. Труды ВНИГНИ. Вып. 7. 1956. С. 4–30.
- Lyashenko A. I. *Biostratigrafiya devonskikh otlozheniy Yuzhnogo Timana (Biostratigraphy of the Devonian sediments of South Timan). Voprosy stratigrafii, paleontologii i litologii paleozoya i mezozoya rayonov yevrop. chasti SSSR (Stratigraphy, paleontology and lithology of Paleozoic and Mesozoic of European part of the USSR), 1956, 7, pp. 4–31.*
7. Манцурова В. Н. Биостратиграфия живетских отложений Волгоградского Поволжья по миоспорам // Палинология: стратиграфия и геоэкология: Материалы XII Всерос. палинол. конф. Т. III. СПб.: ВНИГРИ, 2008. С. 52–59.
- Mantsurova V. N. *Biostratigrafiya zhivetskikh otlozheniy Volgogradskogo Povolzh'ya po miosporam (Givetian Biostratigraphy of the Volgograd Volga Region) Proceedings of conference. V. 3, St. Petersburg: VNIIGRI, 2008, pp. 52–59.*
8. Манцурова В. Н. К вопросу о нижней границе франского яруса на Русской плите по палинологическим данным // Палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия / Материалы III Всероссийского совещ., 24–28 сентября 2012 г., Санкт-Петербург / Отв. ред. А. И. Жамойда. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. С. 141–144.
- Mantsurova V. N. *K voprosu o nizhney granitse franskogo yarusa na Russkoy plite po palinologicheskim dannym (On the issue of the lower boundary of the Frasnian stage on the Russian plate based on palynological data). Proceedings of conference. Ed. A. I. Zhamoida. St. Petersburg: VSEGEI-Press, 2012, pp. 141–144.*
9. Меннер В. В., Ларионова З. В., Арасланова Р. М., Цаплин А. Е. Новые региональные горизонты нижнефранского подъяруса Тимано-Печорской провинции // Палеонтологический метод в практической стратиграфии. М.: ИГиРГИ, 1989. С. 4–14.
- Menner V. V., Larionova Z. V., Araslanova R. M., Tsaplin A. E. *Novyye regional'nyye gorizonty nizhnefranskogo pod'yarusa Timano-Pechorskoy provintsii (New regional lower Frasnian stages in the Timan-Pechora Province). Paleontologicheskii metod v prakticheskoy stratigraphii (Paleontological method in practical stratigraphy). Moscow: IGIIRGI, 1989, pp. 4–14.*
10. Мельникова Л. И., Юдина Ю. А., Москаленко М. Н., Попова Е. В. Новые данные по тиманскому горизонту (D₃f₁) Тимано-Печорского субрегиона // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XIV геол. съезда Республики Коми. Сыктывкар: Геопринт, 2004. Т. IV. С. 265–268.
- Melnikova L. I., Yudina Yu. A., Moskalenko M. N., Popova E. V. *Novyye dannyye po timanskomu gorizontu (D3f1) Timano-Pechorskogo subregiona (New data on the Timan horizon (D₃f₁) of the Timan-Pechora subregion). Geology and mineral resources of the European North-East of Russia. Proceedings of XIV Geol. Congress of the Republic of Komi, 3. Syktyvkar: Geoprint, 2004, pp. 265–268.*
11. Овнатанова Н. С., Кононова Л. И. Мелководные франские комплексы конодонтов центральных районов Русской платформы // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1999. Т. 74. Вып. 1. С. 56–67.



- Ovnatanova N. S., Kononova L. I. *Melkovodnyye franskiye komplekсы konodontov tsentral'nykh rayonov Russkoy platformy* (Shallow-water Frasnian conodont assemblages from the central regions of the Russian Platform) *Vyull. Mosk. Ob-va Ispyt. Prir., Otd. Geol.*, 1999, 74 (1), pp. 56–67.
12. Овнатанова Н. С., Кононова Л. И. Конодонты и корреляция разнофациальных франских отложений востока Русской платформы / Ред. В. В. Силантьев, Г. М. Сунгатуллина. Верхний палеозой России: стратиграфия и палеогеография. Материалы Всерос. конф., 25–27 сентября 2007 г. Казань: Казанский гос. ун-т. 2007. С. 233–239.
- Ovnatanova N. S., Kononova L. I. *Konodonty i korrelyatsiya raznofatsial'nykh franskiikh otlozheniy vostoka Russkoy platformy* (Conodonts and correlation of the facially different Frasnian deposits in the east of the Russian Platform). Silant'yev V. V., Sungatullina G. M. (eds). Proceedings of conference, 25–27 September 2007, Kazan: Kazan State University, 2007, pp. 233–239.
13. Овнатанова Н. С., Кузьмин А. В., Меннер В. В. Последовательность местных конодонтовых комплексов франского яруса в типовых разрезах на юге Тимано-Печорской провинции / Ред. Н. П. Юшкин. Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: новые результаты и новые перспективы. Материалы XIII Геол. съезда Республики Коми. Сыктывкар. 1999. Т. II. С. 284–286.
- Ovnatanova N. S., Kuzmin A. V., Menner V. V. *Posledovatel'nost' mestnykh konodontovykh kompleksov franskogo yarusa v tipovykh razrezakh na yuge Timano-Pechorskoy provintsii* (Sequence of local Frasnian conodont assemblages in type sections in the south of the Timan-Pechora province). *Geology and mineral resources of the European North-East of Russia: new results and new perspectives*. Proceedings of XIII Geol. Congress of the Republic of Komi, II, 1999, pp. 284–286.
14. Пазухин В. Н., Масагутов Р. Х., Федорченко В. А., Крылова Е. А. Тиманский горизонт верхнего девона Башкирского Приуралья // Литологические аспекты геологии слоистых сред: Матер. VII Уральского регионального литологического совещания. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006. С. 201–203.
- Pazukhin V. N., Masagutov R. Kh., Fedorchenko V. A., Krylova E. A. *Timanskiy gorizont verkhnego devona Bashkirskogo Priural'ya* (Upper Devonian Timanian Regional Stage in the Bashkirian Urals). Proceedings of conference. Yekaterinburg: IGG UB RAS, 2006, pp. 201–203.
15. Пазухин В. Н. Биостратиграфия верхнего девона и нижнего карбона Башкирского Приуралья по конодонтам // Биостратиграфия, палеогеография и события в девоне и нижнем карбоне (Международная подкомиссия по стратиграфии девона / Проект 596 МПГК): Материалы Междунар. конф., посвящ. пам. Е. А. Ёлкина. Уфа; Новосибирск, 20 июля – 10 августа 2011 г. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. С. 126–129.
- Pazukhin V. N. *Biostratigrafiya verkhnego devona i nizhnego karbona Bashkirskogo Priural'ya po konodontam* (Upper Devonian and Lower Carboniferous biostratigraphy of the Bashkirian Transurals by conodonts). Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous in memory of Evgeny A. Yolkin. Ufa, Novosibirsk, July 20 – August 10, 2011. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2011, pp. 126–129.
16. Плякин А. М. Магматические комплексы // Тиманский кряж. Т. 2. Литология, геофизическая характеристика земной коры, тектоника, минерально-сырьевые ресурсы. Ухта: Ухтинский гос. тех. ун-т, 2011. С. 92–105.
- Plyakin A. M. *Magmaticheskie komplekсы. Timanskiy kryazh. T. 2. Litologiya. Geofizicheskaya harakteristika zemnoj kory, tektonika, mineral'no-syr'evye resursy* (Magmatic complexes. Timan Ridge. V. 2. Lithology. Geophysical characteristics of the earth's crust, tectonics, mineral resources). Ukhta: Ukhta State Technical University, 2011, pp. 92–105.
17. *Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий*. СПб.: ВСЕГЕИ, 2008, вып. 38. 120 с.
- Resolutions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its standing committees. St. Petersburg: VSEGEI, 2008, 38, 120 p.
18. *Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами. Девонская система* / Ред. М. А. Ржонсницкая, В. Ф. Куликова. Л.: ВСЕГЕИ, 1990. 60 с.
- Decision of the Interdepartmental Regional Stratigraphic Conference on the Middle and Upper Paleozoic of the Russian Platform with regional stratigraphic schemes. Devonian system. Ed. Rzhonsnitskaya M. A., Kulikova V. F. Leningrad: VSEGEI, 1990, 60 p.
19. Соболев Н. Н., Евдокимова И. О. Общая стратиграфическая шкала девонской системы: состояние и проблемы // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и проблемы обустройства: Всерос. совещ. 23–25 мая 2013 г., Геологический институт РАН, Москва: Сборник статей / М. А. Федонкин (отв. ред.), Ю. Б. Гладенков, В. А. Захаров, А. П. Ипполитов (ред.). Москва: ГИН РАН, 2013. С. 139–148.
- Sobolev N. N., Evdokimova I. O. General stratigraphic scale of the Devonian System: current state and problems. General Stratigraphic Chart of Russia: current state and ways of perfection. All-Russian meeting. May 23–25, 2013, Geological Institute of RAS, Moscow. Collection of articles. M. A. Fedonkin (resp. ed.), Yu. B. Gladenkov, V. A. Zakharov, A. P. Ippolitov (eds). Moscow: GIN RAS, 2013, pp. 139–148.
20. Соболев Д. Б., Соболева М. А., Евдокимова И. О. Остракоды и конодонты устьярегской свиты в стратотипической местности (нижний фран, Южный Тиман) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2022. 17 (4). С. 1–28.
- Sobolev D. B., Soboleva M. A., Evdokimova I. O. *Ostrakody i konodonty ust'yaregskoy svity v stratotipicheskoy mestnosti (nizhniy fran, Yuzhnyy Timan)* (Ostracods and conodonts of the Ustyarega Formation of the stratotype area (Lower Frasnian, South Timan). *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika* (Petroliferous geology. Theory and practice), 2022, 17 (4), pp. C. 1–28.
21. Соболев Д. Б., Соболева М. А., Симакова Ю. С. Положение границы тиманской и устьярегской свит (средний-верхний девон) на Южном Тимане // Вестник геонаук. 2021. № 12. С. 16–28. DOI:10.19110/geov.2021.12.2
- Sobolev D. B., Soboleva M. A., Simakova Yu. S. *Polozheniye granitsy timanskoj i ust'yaregskoj svit (sredniy-verkhniy devon) na Yuzhnom Timane* (Position of the boundary of the Timan and Ustyarega formations in the Southern Timan). *Vestnik of Geosciences*, 2021, 12 (324), pp. 16–28. DOI:10.19110/geov.2021.12.2
22. *Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой)*. Екатеринбург, 1993. 152 с.



- Stratigraficheskiye skhemy Urala (dokembriy, paleozo)* (Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Palaeozoic)). Yekaterinburg, 1993, 152 p.
23. Тельнова О. П. Миоспоры из средне-верхнедевонских отложений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 135 с.
- Telnova O. P. *Miospory iz sredne-verkhnedevonskikh otlozheniy Timano-Pechorskoy neftegazonosnoy provintsii* (Miospores from the Middle-Upper Devonian deposits of the Timan-Pechora province). Yekaterinburg: Publishing House of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 135 p.
24. Тельнова О. П. Палинологическая характеристика живетско-франских отложений в эталонном разрезе скв. 1-Бальнеологической (Южный Тиман) // Стратигр. геол. корреляция. 2008. 16 (2). С. 41–59.
- Telnova O. P. *Palinologicheskaya kharakteristika zhivetsko-franskikh otlozheniy v etalonnom razreze skv. 1-Balneologicheskoy (Yuzhnyy Timan)* (Palynological characteristics of the Givetian-Frasnian deposits in the reference section of the borehole 1-Balneological (Southern Timan)). Stratigr. Geological Correlation, 2008, 16 (2), pp. 41–59.
25. Унифицированная субрегиональная стратиграфическая схема верхнедевонских отложений Волго-Уральского субрегиона. Объяснительная записка / Н. К. Фортунатова, Е. Л. Зайцева, М. А. Бушуева и др. М.: ВНИГНИ, 2018. 64 с.
- Unified subregional stratigraphic scheme of the Upper Devonian deposits of the Volga-Ural subregion. Explanatory note. N. K. Fortunatova, E. L. Zaytseva, M. A. Busueva et al. Moscow: VNIGNI, 2018, 64 p.
26. Фортунатова Н. К., Зайцева Е. Л., Карцева О. А. Строение девонского терригенного комплекса и положение границы среднего и верхнего девона на западе Татарстана // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2013. Т. 88. № 2. С. 22–49.
- Fortunatova N. K., Zaytseva Ye. L., Kartseva O. A. *Stroyeniye devonskogo terrigennoy kompleksa i polozheniye granitsy srednego i verkhnego devona na zapade Tatarstana* (Structure of the Devonian terrigenous complex and the boundary position of the Middle and Upper Devonian in the west of Tatarstan). Byull. Mosk. Ob-va Ispyt. Prir., Otd. Geol., 2013, 88 (2), pp. 22–49.
27. Цыганко В. С. О границах отделов девонской системы на Европейском Северо-Востоке // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XV Геол. съезда Республики Коми. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2009. Т. II. С. 72–74.
- Tsyganko V. S. *O granitsakh otdelov devonskoy sistemy na yevropeyskom Severo-Vostoke* (On the boundaries of the Devonian Series in the European Northeast). Proceedings of conference. Syktvykar: IG Komi SC UB RAS, 2009, pp. 72–74.
28. Цыганко В. С. Событийная составляющая границ стратиграфических подразделений // Палеонтология и совершенствование стратиграфической основы геологического картографирования: Материалы LV сессии Палеонтолог. общ-ва при РАН (6–10 апреля 2009 г., Санкт-Петербург). СПб., 2009. С. 160–162.
- Tsyganko V. S. *Sobytiynaya sostavlyayushchaya granits stratigraficheskikh podrazdeleniy* (Event component of the boundaries of stratigraphic units). Proceedings of conference (6–10 April, 2009). St. Petersburg, 2009, pp. 160–162.
29. Цыганко В. С. Возраст верхней части девонской туфогенной толщи Среднего Тимана (р. Пижма) по результатам U-Pb (SIMS)-датирования цирконов // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2019. № 7. С. 43–48. DOI: 10.19110/2221-1381-2019-7-43-48
- Tsyganko V. S. *O granitsakh otdelov devonskoy sistemy na yevropeyskom Severo-Vostoke* (On the boundaries of the Devonian Series in the European Northeast). Proceedings of conference. Syktvykar: IG Komi SC UB RAS, 2009, pp. 72–74. DOI: 10.19110/2221-1381-2019-7-43-48
30. Aboussalam Z. S. Das “Taghanic-Event” im höheren Mittel-Devon von West-Europa und Marokko // Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie. 2003. Bd. 97. P. 1–332.
31. Aboussalam Z. S., Becker R. T. New upper Givetian to basal Frasnian conodont faunas from the Tafilalt (Anti-Atlas, Southern Morocco) // Geological Quarterly. 2007. Vol. 51. No. 4. P. 345–374.
32. Aboussalam Z. S., Becker R. T. The global Taghanic Biocrisis (Givetian) in the eastern Anti-Atlas, Morocco // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2011. Vol. 304. P. 136–164.
33. Avkhimovitch V. I., Tchibrikova E. V., Obukhovskaya T. G., Nazarenko A. M., Umnova V. T., Raskatova L. G., Mantsurova V. N., Loboziak S., Strel M. Middle and Upper Devonian miospore zonation of eastern Europe // Bulletin des Centres Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine. 1993. Vol. 17. P. 79–147.
34. Becker R. T., Gradstein F. M., Hammer O. The Devonian Period // F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, G. M. Ogg (Eds.). The Geologic Time Scale. 2012. P. 559–601.
35. Becker R. T., House M. R. Sea-level changes in the Upper Devonian of the Caning Basin, Western Australia // Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg. 1997. 199. P. 129–146.
36. Becker R. T., Marshall J. E. A., Da Silva A.-C. The Devonian Period // F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, G. M. Ogg (Eds.). The Geologic Time Scale. 2020. P. 733–810.
37. Bultynck P., Dreesen R., Groessens E., Struve W., Weddige K., Werner R. & Ziegler W., 1988. Field Trip A (22–24 July, 1988), Ardennes (Belgium) and Eifel Hills (Federal Republic of Germany) // Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 102. P. 7–85.
38. Casier J.-G., Préat A. Ostracods and lithofacies of the Middle/Upper Devonian boundary stratotype (Puech de la Suque, Montagne Noire, France) // Bulletin de la Société géologique de France. 2007. 178 (4). P. 293–304.
39. Coen M. Faciès, Conodontes et stratigraphie du Frasnien de l’Est de la Belgique pour servir à une révision de l’étage // Annales de la Société Géologique de Belgique. 1973. 95. P. 239–253.
40. Coen-Aubert M., Boulvain F. Frasnian // L. Dejonghe (Ed.). Chronostratigraphic units named from Belgium and adjacent areas // Geologica Belgica. 2006. Vol. 9. No. 1/2. P. 19–25.
41. House M. R. Correlation of mid-Palaeozoic ammonoid evolutionary events with global sedimentary perturbations // Nature. 1985. Vol. 313. P. 17–22.
42. House M. R., Feist R., Korn D. The Middle/Upper Devonian boundary at Puech de la Suque, Southern France // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. 2000a. Vol. 225. P. 49–58.
43. House M. R., Kirchgasser W. T. Devonian goniatite biostratigraphy and timing of facies movements in the Frasnian of eastern North America. High Resolution Stratigraphy. Geological Society Special Publication. 1993. V. 70. P. 267–292. DOI: <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1993.070.01.19>
44. House M. R., Menner V. V., Becker R. T., Klapper G., Ovnatanova N. S., Kuzmin V. Reef episodes, anoxia and sea-level changes in the Frasnian of the southern Timan (NE Russian



Platform). Carbonate Platform Systems: Components and Interactions. 2000b. V.178. P. 147–176. DOI: <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2000.178.01.11>

45. Johnson J. G. Taghanic Onlap and the end of the North American provinciality // Geological Society of America Bulletin. 1970. Vol. 81. P. 2077–2106.

46. Johnson J. G., Klapper G., Sandberg C. A. Devonian eustatic fluctuation in Euramerica. Geol. Soc. of America. Bulletin. 1985. V. 96. P. 567–587.

47. Klapper G. Species of Spathiognathodontidae and Polygnathidae (Conodonta) in the recognition of Upper Devonian stage boundaries // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. 2000. 220: 153–159.

48. Klapper G. The Montagne Noire Frasnian (Upper Devonian) conodont succession // Devonian of the world, volume III. Paleontology, paleoecology and biostratigraphy. Can. Soc. Petr. Geol., mem. 1989. 4. P. 449–478.

49. Klapper G., Feist R., House M. R. Decision on the Boundary Stratotype for the Middle/Upper Devonian Series Boundary // Episodes. 1987. Vol. 10. P. 97–101.

50. Klapper G., Johnson J. G. Revision of Middle Devonian conodont zones // Journal of Paleontology. 1990. 54. P. 400–455.

51. Klapper G., Kirchgasser W. T. Frasnian Late Devonian conodont biostratigraphy in New York: graphic correlation and taxonomy // Journal of Paleontology. 2016. 90 (3). P. 525–554.

52. Larionova Z. V., Moskalenko M. N., Yudina Yu. A. Yaransk-Sargaev stage in evolution of the Frasnian basin in the Timan-Pechora region // Ichthyolith Issues. 2000. Special Publication 6. P. 53–55.

53. Liao J.-C., Girard C., Valenzuela-Ríos J. I., Feist R. New conodont data from the Middle-Upper Devonian boundary stratotype section at Col du Puech de la Suque (Montagne Noire, France) // 3rd International Congress on stratigraphy (Strati

2019). Società Geologica Italiana, Roma. 2019. P. 188.

54. Marshall J. E. A., Brown J. F., Astin T. R. Recognising the Taghanic Crisis in the Devonian terrestrial environment and its implications for understanding land-sea interactions // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2011. Vol. 304. P. 165–183.

55. Ovnatanova N. S., Kononova L. I. Frasnian conodonts from the Eastern Russian Platform // Paleontol. J. 2008. 42 (10). P. 997–1166.

56. Sandberg C. A., Ziegler W., Bultynck P. Middle-Upper Devonian series boundary as an example of intent and reality in biostratigraphic zonation // Newsletters on Stratigraphy. 1988. 18. P. 117–121.

57. Sandberg C. A., Ziegler W., Bultynck P. New standard conodont zones and Early Ancyrodella Phylogeny across Middle – Upper Devonian boundary // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. 1989. Vol. 110. P. 195–230.

58. Walliser O. H. Global events in the Devonian and Carboniferous // Walliser, O.H. (ed), Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic. Berlin: Springer-Verlag, 1996. P. 225–250.

59. Ziegler W., Klapper G. Devonian Series boundaries: Decisions of the IUGS Subcommittee // Episodes, 1982. 4. P. 18–21.

60. Ziegler W., Klapper G. Stages of the Devonian System // Episodes, 1985. 2. P. 104–109.

61. Ziegler W., Ovnatanova N., Kononova L. Devonian Polygnathids from the Frasnian of the Reinisches Schiefergebirge Germany and the Russian Platform // Senckenberg. Lethaea. 2000. Vol. 80. No. 2. P. 593–645.

62. Ziegler W., Sandberg C. A. The Late Devonian Standard Conodont Zonation // Courier Forsch.-Inst. Senckenberg. 1990. 121. P. 1–115.

Поступила в редакцию / Received 15.12.2022