

Журавлев А. В.

АНАЛИЗ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА – ПЕРМИ ПО КОНОДОНТАМ

В статье рассматриваются факторы, влияющие на детальность расчленения и прослеживаемость границ подразделений по конодонтам в верхнедевонско-пермском интервале.

Основанные на обитателях глубоководья детальные зональные схемы жестко ограничены относительно узким фаціальным диапазоном (в лучшем случае - отложения глубоководного шельфа и континентального склона тепловодных бассейнов), хотя в этом фаціальном диапазоне распознаются на больших территориях. Зональные схемы, основанные на обитателях мелководья, также фаціально ограничены (отложения мелководного шельфа и внутриконтинентальных морей), но, кроме того, ограничены еще и палеогеографически – изохронность их границ сохраняется, в большинстве случаев, только в пределах палеобассейна или его части.

Рассмотрены пути решение задач интерфаціальных и интерпровинциальных корреляций по конодонтам.

Ключевые слова: конодонты, девон, карбон, пермь, Урал, Русская платформа, фации, зональные схемы.

На протяжении более 50 лет конодонты являются одной из ведущих групп, на которой строятся зональные биостратиграфические схемы верхнего девона – перми. Достигнутая в настоящее время детальность биостратиграфических подразделений (зон и подзон) близка к детальности зонального подразделения мезозоя и кайнозоя по планктонным фораминиферам. По различным оценкам минимальная продолжительность конодонтовых зон (подзон) в позднем палеозое составляет около 0.4 - 2 млн. лет [Аристов, 1994; Sandberg, Ziegler, 1996]. Наиболее детальные зональные схемы разработаны для верхнего девона, несколько менее детальные – для каменноугольно–нижнепермского интервала (рис. 1, 2, 3). Зональные схемы средней и верхней перми хорошо разработаны только для тепловодных палеообластей (Палеотетис и, частично, Восточная Панталасса) [Kozur, 1995; Mei, Henderson, Jin, 1999]. В Бореальной и /Перигондванской областях в этом интервале прослежены только отдельные уровни по конодонтам или созданы региональные (местные) биостратиграфические последовательности [Мовшович, 1986; Mei, Henderson, Jin, 1999; Черных, 2003].

Оценка детальности биостратиграфического расчленения по конодонтам (рис. 4), проведенная для зон (подзон) глобального или провинциального ранга (так называемых «зональных стандартов» - рис. 1, 2, 3) с учетом относительной длительности веков (использованы данные «абсолютного» возраста по [Gradstein, Ogg, 2004]), позволяет проанализировать ее динамику на протяжении верхнедевонско-пермского интервала.

Отчетливо выделяется три максимума детальности (франско-фаменский, московско-гжельский и кэптенско-чансинский) и два разделяющие их минимума (визейско-серпуховский и сакмарско-роудский).

ОСШ			Биостратиграфические подразделения по конодонтам			
Система	Отдел	Ярус	Подъярус	“Стандартные” зоны по конодонтам (Ziegler, Sandberg, 1984, 1990)	Альтернативные зоны по конодонтам Ziegler, 1971; Klapper, Ziegler, 1979	
					Мелководные фации Sandberg, Dreesen, 1984	
Девонская	Верхний	Фаменский	Верхний	Siphonodella praesulcata	Protognathodus	
				Palmatolepis gracilis expansa	Bispathodus costatus	
				Palmatolepis postera	Polygnathus styriacus	
				Palmatolepis rugosa trachytera	Scaphygnathus velifer	
			Средний	Palmatolepis marginifera	Neoicriodus costatus	
				Palmatolepis rhomboidea		
				Palmatolepis crepida		
				Palmatolepis triangularis		
		Нижний	Верхний	Palmatolepis linguiformis	Palmatolepis linguiformis	
				Palmatolepis rhenana	Palmatolepis “gigas”	
			Средний	Palmatolepis jamieae	Ancyrognathus triangularis	
				Palmatolepis hassi	Icriodus symmetricus	
				Palmatolepis punctata		
				Palmatolepis transitans		
Mesotaxis falsiovalis	Mesotaxis asymmetricus					
Нижний						

Рис. 1. Зональные последовательности по конодонтам для верхнего отдела девонской системы

Не вызывает сомнения, что детальность биостратиграфического расчленения обусловлена как объективными (история развития группы), так и субъективными (степень изученности конкретных интервалов разреза) причинами. Влияние субъективных факторов оценить довольно сложно. В какой-то мере показателем изученности стратиграфического интервала является количество публикаций и число специалистов, этим интервалом занимающихся. Эти параметры были получены из двух выпусков Pander Society Newsletters (2004, 2005). При этом полнота информации относительная – не все специалисты по конодонтам являются членами Пандеровского общества (и, соответственно, данные об их деятельности не попадают в Pander Society Newsletters), но достаточная для приблизительной оценки.

ОСШ			Биостратиграфические подразделения по конодонтам				
Система	Отдел	Ярус	Зоны по конодонтам Постановления МСК, 2003 с изменениями		Альтернативные и региональные зоны по конодонтам		
Каменноугольная	Верхний	Гжельский	Верхний	<i>Streptognathodus wabaunsensis</i>	Аппалачский бассейн, Merrill, 1972 Бассейн Московской синеклизы, Барсков, Горева, 1982		
				<i>Streptognathodus bellus</i>			
		Нижний	<i>Streptognathodus virgicus</i>				
			<i>Streptognathodus vitali</i>				
			<i>Streptognathodus simulator</i>				
			<i>Streptognathodus zetus</i>				
			<i>Streptognathodus firmus</i>				
			<i>Streptognathodus cancellus</i>				
		Касимовский	Верхний	<i>Idiognathodus toretzianus</i>			
				<i>Idiognathodus sagittalis</i>			
			Нижний	<i>Streptognathodus makhlinae</i>			
				<i>Streptognathodus subexcelsus</i>			
		Средний	Московский	Мячковский		<i>Neognathodus roundyi</i>	<i>Neognathodus roundyi</i>
						<i>Neognathodus inaequalis</i>	<i>Neognathodus medexultimus</i>
	Подольский			<i>I. podolskensis-N.medexultimus</i>	Neognathodus medadulitimus		
				<i>Str. concinnus - Idiognathodus robustus</i>			
	Каширский		<i>Neognathodus medadulitimus</i>	<i>Neognathodus bothrops</i>			
			<i>Neognathodus bothrops</i>	Neognathodus bassleri			
	Верейский		<i>Streptognathodus transitivus</i>				
			<i>Declinognathodus donetzianus - Idiognathoides postsulcatus</i>				
	Башкирский		Верхний	<i>Declinognathodus marginodosus</i>	Мелководные отложения бассейнов восточной Лавразии, Барсков и др., 1984; Zhuravlev et al., 1999; Журавлев, 2003		
				<i>Idiognathodus sinuosus</i>			
			Нижний	<i>Neognathodus askynensis</i>			
				<i>Idiognathoides sinuatus</i>			
				<i>Declinognathodus noduliferus</i>			
	Серпуховский		Верхний	<i>Gnathodus postbilineatus</i>	Cavusgnathus - Gnathodus intermedius		
		<i>Gnathodus bollandensis</i>					
		Нижний	<i>Lochriea cruciformis</i>				
	Визейский	Верхний	<i>Lochriea ziegleri</i>	M. bipluti			
			<i>Lochriea nodosa</i>				
			<i>Gnathodus bilineatus</i>				
	Турнейский	Верхний	<i>Gnathodus texanus</i>	M. beckmanni			
			<i>Scaliognathus anchoralis</i>				
Турнейский	Верхний	<i>Gnathodus typicus</i>	M. praebekmanni				
		<i>Siphonodella isosticha</i>					
		<i>Siphonodella quadruplicata</i>					
		<i>S. belkai / Siphonodella sandbergi</i>					
	Нижний	<i>Siphonodella semichatovae</i> M2	Mestognathus harmalai				
		<i>Siphonodella duplicata</i>					
		<i>Siphonodella sulcata</i>					
Турнейский	Нижний	<i>Patrognathus andersoni</i>	Patrognathus variabilis				
		<i>Patrognathus variabilis</i>					
Турнейский	Нижний	<i>Patrognathus crassus</i>	Patrognathus crassus				
		<i>Patrognathus crassus</i>					

Рис. 2. Зональные последовательности по конодонтам для каменноугольной системы

Система		ОСШ			
Триас	Ярус	Ярус	Ярус	Ярус	Ярус
	Инд				
Пермская	Татарский	Дорашамский	Чансинский		Зоны по конодонтам Kozur, 1995; Mei et al., 1999; Mei, Henderson, 2002
				<i>Hindeodus parvus</i>	<i>Hindeodus parvus</i>
				<i>C. "meishanensis"</i>	<i>C. xiangsinensis</i> - <i>C. changxigensis</i>
				<i>Clarkina yini</i>	
				<i>C. postwangi</i>	<i>C. postwangi</i> - <i>C. changxigensis</i>
				<i>C. changxigensis</i>	
		Джульфинский	Упапильский	<i>Clarkina subcarinata</i> - <i>C. wangi</i>	<i>Clarkina subcarinata</i>
				<i>Clarkina inflecta</i>	<i>Clarkina orientalis</i>
				<i>Clarkina orientalis</i>	
				<i>C. transcaucasica</i>	<i>C. guangyuanensis</i> - <i>C. transcaucasica</i>
				<i>C. guangyuanensis</i>	<i>Clarkina leveni</i>
				<i>Clarkina leveni</i>	<i>C. liuchangensis</i> - <i>C. niuzhuangensis</i>
	Мидийский	Кетпенский	<i>C. asymmetrica</i>	<i>C. postbitteri</i>	
			<i>C. dukouensis</i>		
			<i>C. postbitteri</i>		
			<i>J. granti</i>	Mei, Henderson, 2002 ("Вост. Панталасса")	
			<i>J. xuanhanensis</i>		
			<i>J. prexuanhanensis</i>	<i>Pseudoclarkina bitteri</i>	
	<i>J. altudaensis</i>				
	<i>J. postserrata</i>				
	Казанский	Вордский	<i>Jinogondolella aserrata</i>	<i>Mesogondolella phosphoriensis</i> - <i>M. prolongata</i>	
			<i>Jinogondolella nankingensis</i>	<i>Mesogondolella gracilis</i> - <i>Neostreptognathodus newelli</i>	
	Кунгурский	Болгорский	<i>Mesogondolella idahoensis</i> - <i>N. sulcopicatus</i>	<i>Mesogondolella idahoensis</i> - <i>N. sulcopicatus</i>	
			<i>Neostreptognathodus pnevi</i> - <i>N. "exculptus"</i>		
Артинский	Яхташский	<i>Neostreptognathodus pequopensis</i>			
		<i>Sweetognathus postwhitei</i> <i>Sw. whitei</i> - <i>Str. florensis</i>			
Сакмарский	Сакмарский	<i>Str. trimilus</i>			
		<i>Str. barskovi</i>			
Ассельский	Ассельский	<i>Str. fusus</i> - <i>Str. postfusus</i>			
		<i>Str. nevaensis</i> - <i>Str. constrictus</i>			
		<i>Streptognathodus isolatus</i>			

Рис. 3. Биостратиграфические подразделения пермской системы по конодонтам

Число специалистов, занимающихся конодонтами девона и карбона, примерно одинаково, в то время как пермскими конодонтами занимаются гораздо меньше палеонтологов (наиболее детальные данные за 2005 г. – девон – 50, нижний карбон – 49, средний и верхний карбон – 47, пермь - 25). При этом пропорции на протяжении трех лет (2003 - 2005 гг.) сохраняются. Количество публикаций за 2002 - 2004 гг. распределяется следующим образом: верхний девон – 45, нижний карбон – 32, средний и верхний карбон – 43, нижняя пермь – 13, средняя пермь – 13, верхняя пермь – 22. Это распределение до некоторой степени совпадает с распределением детальности биостратиграфического расчленения по конодонтам. Из приведенных данных можно заключить, что влияние субъективного фактора, несомненно, присутствует в детальности расчленения верхнего палеозоя по конодонтам. Однако исключительно количеством и активностью исследователей, занимающихся проблемой, значительные различия в детальности биостратиграфического расчленения объяснить трудно.

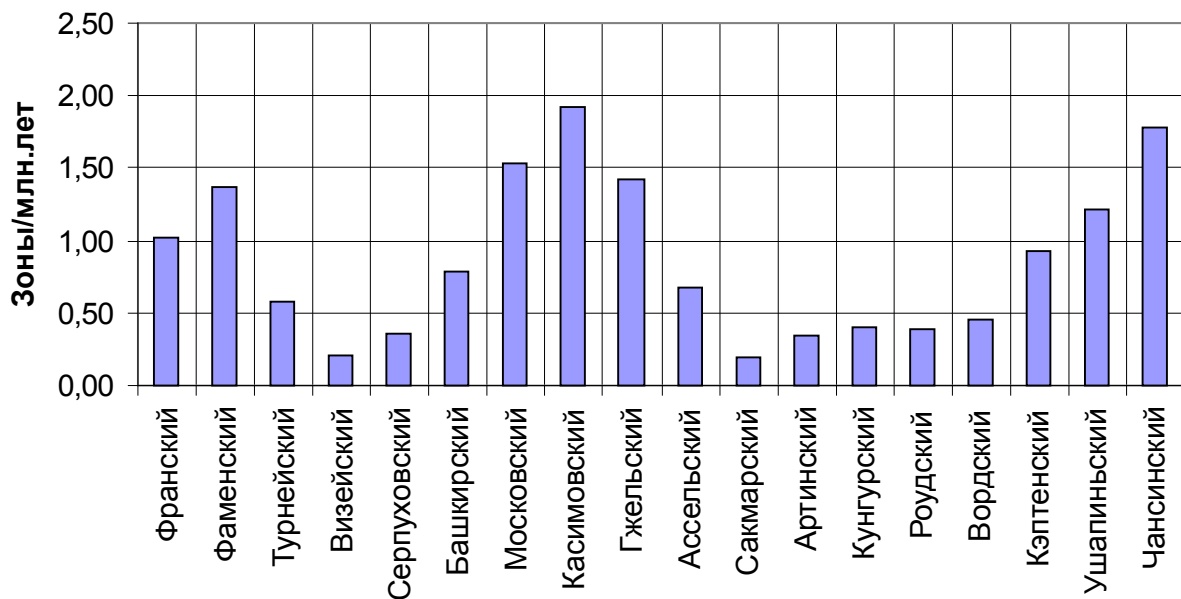


Рис. 4. Детальность зонального расчленения ярусов по конодонтам в верхнедевонско-пермском интервале с учётом относительной длительности веков
(использованы данные «абсолютного» возраста по [Gradstein, Ogg, 2004])

Объективными факторами, влияющими на детальность биостратиграфического расчленения по конодонтам, являются особенности исторического развития группы (рис. 5). Верхнедевонско-турнейский максимум детальности зонального расчленения совпадает с радиацией и последующим постепенным угасанием спатогнатидно-полигнатидной ветви. В верхнем девоне высокая детальность обусловлена высоким разнообразием и значительными темпами эволюции палматолепид.

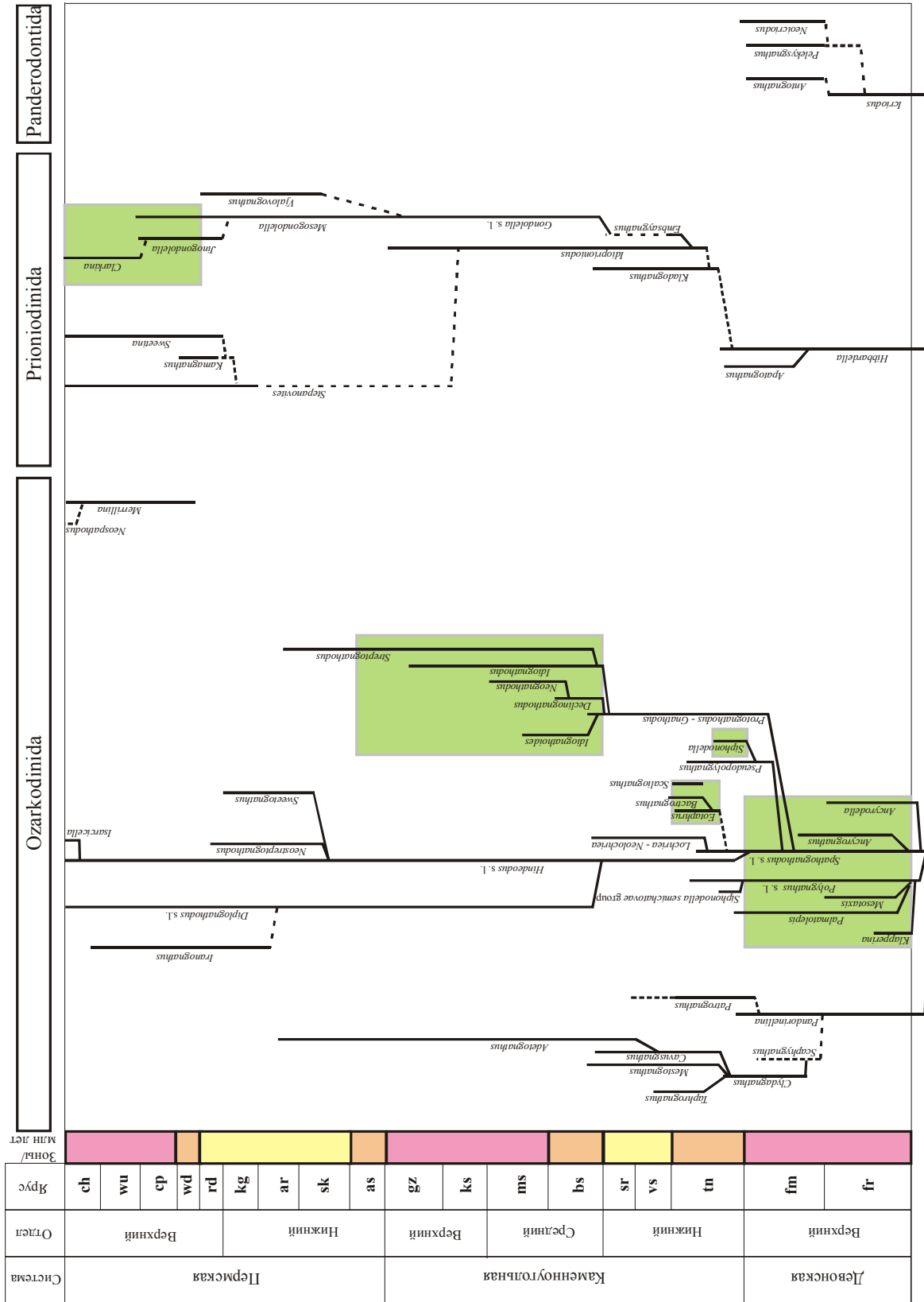


Рис. 5. Схема соотношения филогенезов позднедевонских конodontов и детальности биостратиграфического расчленения
 Отмечены филетические линии, развитие которых обусловило высокую детальность зонального расчленения по конodontам.
 Условные обозначения:
 высокая детальность (более 0.9 зон/млн лет)
 средняя детальность (0.45-0.9 зон/млн лет)
 низкая детальность (менее 0.45 зон/млн лет)

В турнейском интервале относительно высокая детальность сохраняется благодаря непродолжительному по времени эволюционному расцвету сифоноделл. В верхнетурнейско-серпуховском интервале детальность расчленения по конодонтам существенно падает, скорее всего, по двум причинам – из-за эволюционного кризиса в позднетурнейско-ранневизейское время и возрастания степени эндемичности конодонтовых фаун в визейско-серпуховское время. Кризис затронул преимущественно обитателей средней и нижней части водного столба (так называемых «глубоководных» конодонтов), на которых, как правило, и основываются детальные зональные последовательности. Возрастание детальности зонального расчленения в среднем-верхнем карбоне обусловлено радиацией и высокими темпами эволюции в гнатоидной ветви (роды *Declinognathodus*, *Streptognathodus*, *Neognathodus*). Угасание этой ветви, которое началось в ассельское время и закончилось раннепермским эволюционным кризисом, вероятно, обусловило низкую детальность глобального биостратиграфического расчленения по конодонтам в нижней и низах средней перми. Дополнительным отрицательным фактором послужило усиление провинциализма конодонтовых фаун в кунгурско-артинское время. Восстановление высокой детальности зонального расчленения в верхней части средней - верхней перми осуществилось только для палеотропической области и обусловлено высокими темпами эволюции тепловодных гондолеллид (роды *Jinogondolella*, *Pseudoclarkina*, *Clarkina*).

Принципы построения зональных схем по конодонтам мало зависят от стратиграфического интервала. Традиционно зональные схемы строятся на основе интервал-зон с нижней границей, определяемой первым появлением вида-индекса. Значительная часть зон имеет филогенетическую основу, что обеспечивает, при прочих равных условиях, более высокую надежность при прослеживании этих подразделений и большую изохронность их границ [Ji, Ziegler, 1992; Sandberg et al., 1978; Ziegler, Sandberg, 1984, 1988, 1990; Lane, Sandberg, Ziegler, 1980]. Однако имеется и множество исключений, когда последовательность зон обоснована видами, принадлежавшими к различным филетическим ветвям (см., например, [Kozur, 1995]).

Кроме зон глобального или провинциального распространения, по конодонтам выделены многочисленные региональные и местные зональные последовательности (см., например, [Алексеев, Барсков, Мигдисова, 1984; Аристов, 1988, 1994; Гагиев, 1982, 1995; Гагиев, Шульгина, Колесов, 1987; Журавлев, 2003; Козлова, 2002; Махлина и др., 2001; Сокиран, Евдокимова, Журавлёв, 1999; Collinson, Scott, Rexroad, 1962; Groessens, 1974; Ivanov et al., 2005; Lane, Sandberg, Ziegler, 1980; Voges, 1960; Zhuravlev, Evdokimova, Sokiran, 1997; Zhuravlev et al., 1999; Zhuravlev et al., 2006; Ziegler, Ovnatanova, Kononova, 2000]) (рис.

6, 7, 8). В этих схемах филогенетический принцип применяется реже. Зоны (или слои с конодонтами) часто выделяются по комплексу таксонов или представляют собой акме-зоны (см., например, [Lane et al., 1971]). Возможность использования таких зон, в характеристику которых заложена существенная экологическая составляющая, территориально ограничивается относительно монофациальной частью палеобассейна (см., например, [Zhuravlev et al., 2006]).

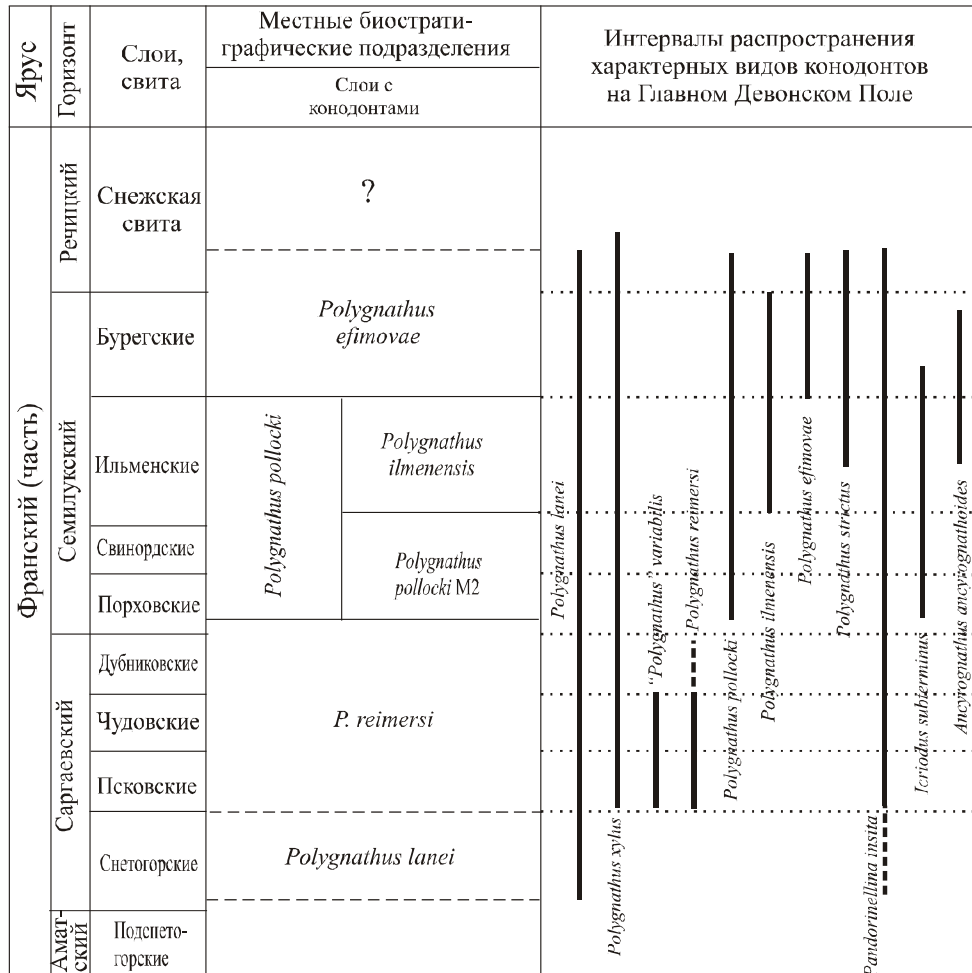


Рис. 6. Местные биостратиграфические подразделения и интервалы распространения характерных видов коноднтов во франском интервале Главного девонского поля

Данные по коноднтам - автора и Н. В. Мышкиной (см. также [Ivanov et al., 2005; Zhuravlev et al., 2006])

Зональные схемы глобального или провинциального (для верхней части перми) применения обычно основаны на относительно глубоководных таксонах коноднтов (обитателях средней и нижней части водного столба над глубоководными шельфами), для которых характерны относительно высокие темпы формообразования (см., например, [Sandberg et al., 1978; Ziegler, Sandberg, 1984, 1990]) и быстрое расселение на большие расстояния.

Общая стратиграфическая шкала			Региональная стратиграфическая схема		Региональные зональные подразделения по конодонтам		
Система	Ярус	Подъярус	Западный склон Урала	Восточно-Европейская платформа	Западный склон севера Урала, Пайхой и о. Вайгач	Для глубоководных отложений	
Камменноугольная	Башкирский	Сюрэнский (н. часть)	Богдановский (н. часть)	Вознесенский (н. часть)	Declinognathodus noduliferus	Declinognathodus noduliferus	
		Серпуховский	Верхний	Запалтубинский			Запалтубинский
	Нижний		Протвинский	Протвинский	Cavusgnathus – Gnathodus intermedius		
			Тарусский	Косогорский		Тарусский	
				Венеvский		Венеvский	
	Верхний		Михайловский	Михайловский	Mestognathus bipiluti		
			Алексинский	Алексинский			
		Тулеский	Тулеский				
	Нижний	Тупосинский	Бобринковский	Mestognathus beckmani			
		Нортинский	Радавский				
	Турнецкий	Верхний	Косвинский	Косвинский	?	Scaliognathus anchoralis	
			Кизеловский	Кизеловский			
			Черепетский	Черепетский			
		Нижний	Ягтыдинский	Черепетский – Каракубский			Siphonodella obsoleta – S. isosticha
Упинский			Упинский				
Малеvский			Малеvский				
Фаменский	Верхний	Гумеровский	Гумеровский	Siphonodella semichatovae M2	Siphonodella sandbergi		
		Зиганский	Зиганский ?				
	Нижний	Львинский	Хованский			Patrognathus variabilis	
		Озерский	Озерский				
Девонская	Верхний	Гумеровский	Гумеровский	Siphonodella praesulcata	Siphonodella praesulcata		
		Зиганский	Зиганский ?				
Девонская	Верхний	Львинский	Хованский	слои с Bispathodus zieglerti	Palmatolepis gracilis expansa		
		Озерский	Озерский				

Рис. 7. Зональные подразделения по конодонтам для верхнего фамена, нижнего карбона и нижнего башкира о. Вайгач, Пай-Хоя, севера Урала и Приуралья (по [Журавлев, 2003] с дополнениями и изменениями)

Ярус	Польярус	Слои	Местные биостратиграфические подразделения	Интервалы распространения характерных видов конодонтов на востоке Русской платформы (Черных, Халымбаджа, Силантьев, 2001; Журавлев, 2005)	Зоны по конодонтам для палеоэкваториальной области (по Wardlaw, 2000; Mei, Henderson, 2001)
Казанский	Верхний	Морквашинские	<i>Kamagnathus volgensis</i>		<i>Jinogondolella aserrata</i>
		Верхне-услонские	<i>Stepanovites meyeri</i>		B
		Печищинские			
		Приказанские			
	Нижний	Барабашинские	НЕТ ДАННЫХ		A
		Камышлинские	<i>Kamagnathus khalimbadzhae</i>		
		Байтуганские			
		Шешминские	<i>Stepanovites festivus</i>		
			НЕТ ДАННЫХ		

Рис. 8. Региональные биостратиграфические подразделения и интервалы распространения характерных видов конодонтов в казанском интервале востока Русской платформы

Данные по конодонтам - В.В. Черных [Черных, Халымбаджа, Силантьев, 2001] и автора [Журавлев, 2005; Zhuravlev et al., 2006]

Обитатели глубоководья при расселении меньше (по сравнению с мелководными формами) зависят от приповерхностной горизонтальной циркуляции, прибрежного опреснения и конфигурации береговой линии палеобассейнов. Среди глубоководных таксонов существенно меньше процент эндемиков. Однако основанные на них зоны (например, зоны *Siphonodella quadruplicata*, *Siphonodella isosticha*, *Gnathodus typicus*, *Scaliognathus anchoralis* в турнейском ярусе) прослеживаются только в относительно глубоководных отложениях (рис. 9) (см. также [Аристов, 1994; Журавлёв, 2003, С. 65 - 67, рис. 12]).

Мелководные формы конодонтов используются, как правило, для построения либо местных и региональных зональных последовательностей, либо для создания альтернативных глобальных зональностей для мелководных отложений (см., например, [Барсков, Кононова, Мигдисова, 1984; Журавлёв, 2000, 2003; Ji, Ziegler, 1992; Sandberg, Dreesen, 1984; von Bitter, Sandberg, Orchard, 1986]).

- 1 —————
 2 - - - - -
 3 

Условные обозначения:
 1 отчетливо прослеживаемые границы;
 2 границы, прослеживаемые с низкой надежностью;
 3 корреляционные уровни

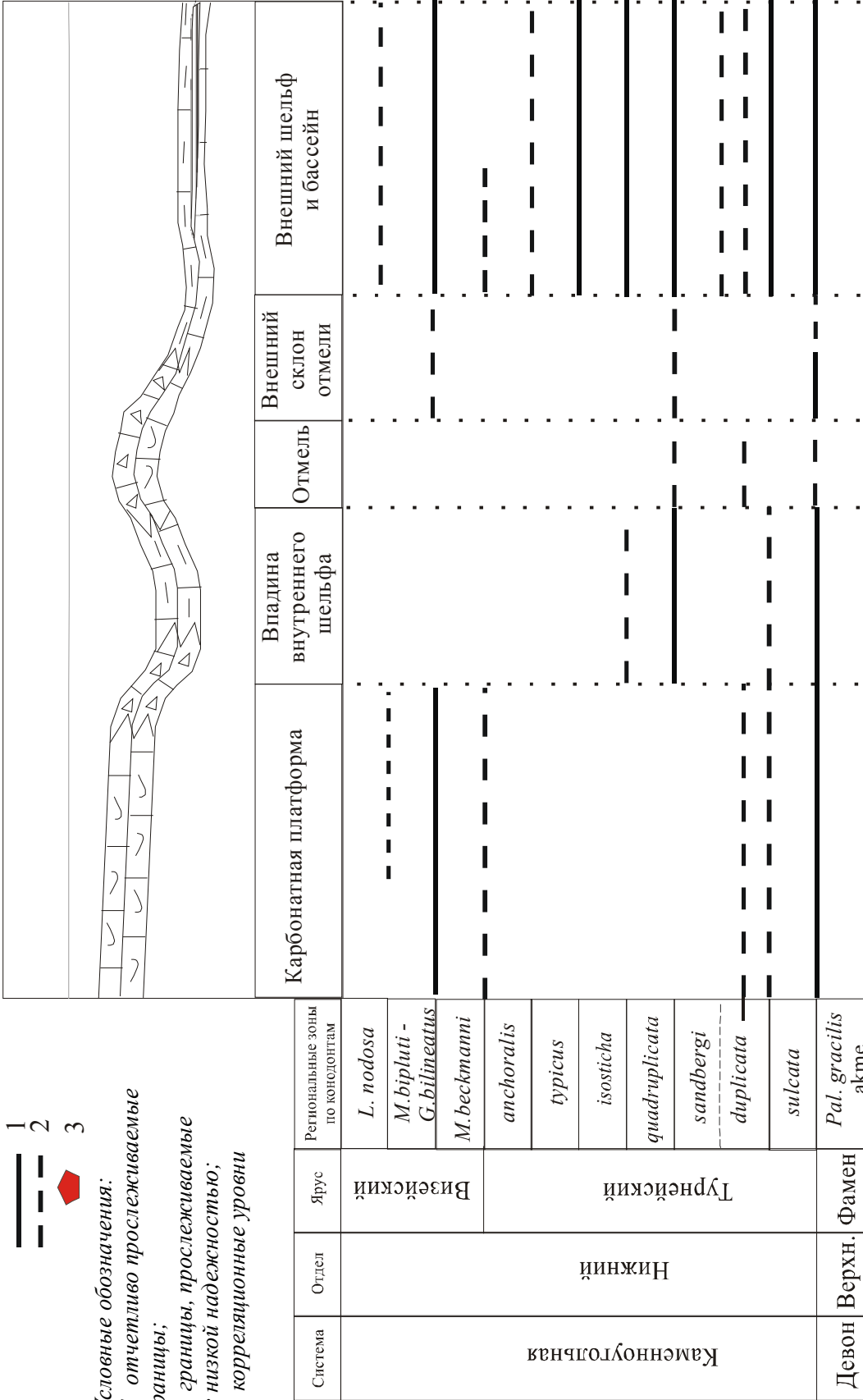


Рис. 9. Прослеживаемость конодонтовых зон турнейского и визейского ярусов нижнего карбона в различных фациях на севере Урала (по [Журавлев, 2003] с дополнениями)

Зоны, основанные на «мелководных» конодонтах, иногда менее детальны и чаще всего хуже прослеживаются на больших территориях, чем зоны, построенные на глубоководных формах. На изохронность их границ больше влияют процессы миграций фауны и фациальные изменения [Zhuravlev, Kotlyar, Shishlov, 2006; Zhuravlev et al., 2006]. Это обусловлено, в первую очередь, спецификой седиментации (а, следовательно, тафономических условий) и условий существования конодонтов в мелководных частях бассейнов. Осадконакопление здесь прерывисто и идет со значительными вариациями скорости, существенную роль играет многократный переыв осадочного материала. Все это приводит к неравномерности захоронения и широкому развитию местного переотложения (часто с окатыванием) конодонтовых элементов (см. также [Журавлев, 2003, с. 62]).

Кроме того, значительные вариации условий, включая изменения глубины, солености и динамики вод, вызывают существенные экологические изменения в конодонтовых комплексах, которые по своим масштабам часто превышают эволюционные изменения. Вероятно, в прибрежных областях конодонты были вынуждены постоянно мигрировать вслед за зоной благоприятных (или хотя бы приемлемых) условий. Поэтому распределение и таксономический состав конодонтовых элементов в разрезе в значительной степени контролируется изменением (миграцией) фаций [Zhuravlev, Kotlyar, Shishlov, 2006]. Подобную ситуацию, применительно к пермским брахиоподам и моллюскам, описал еще Н.А. Головкинский [1868, с. 120 - 121 и фиг. 19]. Воздействие всех перечисленных факторов ведет к тому, что биостратиграфические подразделения по конодонтам, выделенные в мелководных (особенно в прибрежных) отложениях имеют скорее экостратиграфическую, чем эволюционную природу. А это, в свою очередь, накладывает существенные ограничения на использование таких подразделений. Их границы относительно изохронны только в пределах фациального пояса или смежных фациальных поясов и не могут быть надежно прослежены во внутренние части бассейна даже при наличии там находок «мелководных» форм. Примером такой ситуации могут служить подразделения по конодонтам, выделенные для мелководных ниже- и среднефранских отложений на Главном и Центральном девонском полях (Русская платформа), отвечающих краевой и центральной частям палеобассейна соответственно. Примерно в одно время были выделены основанные на мелководных полигнатидах биостратоны на Главном девонском поле [Сокиран, Евдокимова, Журавлёв, 1999; Ivanov et al., 2005] и Центральном девонском поле [Ziegler, Ovnatanova, Kononova, 2000]. При этом набор и последовательность биостратонов очень близки (рис. 10), но положение одноименных зон/слоев по отношению к региональным подразделениям различно. Единообразия в понимании объемов горизонтов на Главном и Центральном

девонском поле не вызывает особых сомнений – прослеживание горизонтов обеспечено как биостратиграфическими (по брахиоподам и остракодам), так и цикло- и изотопно-стратиграфическими методами (см. обзор в [Zhuravlev et al., 2006]). Таким образом, имеет место неодновременность появления и исчезновения «мелководных» таксонов конодонтов в различных частях франского палеобассейна Русской платформы. В центральной части палеобассейна виды конодонтов появляются раньше и существуют, как правило, дольше, чем в его краевых частях (см. рис. 10). Это ведет к невозможности детальной корреляции по конодонтам отложений различных частей бассейна. Однако, приблизительная корреляция, учитывающая отмеченную неодновременность появления/исчезновения видов, возможна. Вариант такой корреляции показан на рис. 10.

Из этого рисунка видно, что интервалы неопределенности при корреляции по «мелководным» конодонтам достигают по стратиграфическому объему почти горизонта, что говорит о невысокой ценности «мелководных» конодонтов для внутри-, а тем более - межрегиональной корреляции (см. также [Zhuravlev et al., 2006]). При этом мелководные формы конодонтов могут успешно использоваться для местной корреляции [Вербицкий, Журавлёв, Ненашев, 1999].

Таким образом, основанные на обитателях глубоководья детальные зональные схемы жестко ограничены относительно узким фациальным диапазоном (в лучшем случае - отложения глубоководного шельфа и континентального склона тепловодных бассейнов), хотя в этом фациальном диапазоне распознаются на больших территориях, а в эпохи слабой климатической дифференциации и отсутствия широтных географических барьеров - практически глобально. Зональные схемы, основанные на обитателях мелководья, также фациально ограничены (отложения мелководного шельфа и внутриконтинентальных морей), но, кроме того, ограничены еще и палеогеографически – изохронность их границ сохраняется, в большинстве случаев, только в пределах палеобассейна или его части (см. выше).

Отдельной сложной задачей является сопоставление биостратиграфических последовательностей по конодонтам, разработанных для различных биогеографических областей. Как уже было упомянуто выше, детальные конодонтовые зональности построены лишь для тепловодных областей. В позднем палеозое, начиная с позднеартинско-кунгурского времени, тепловодные области существенно сокращаются по площади и усиливается биогеографическая дифференциация конодонтовых фаун.

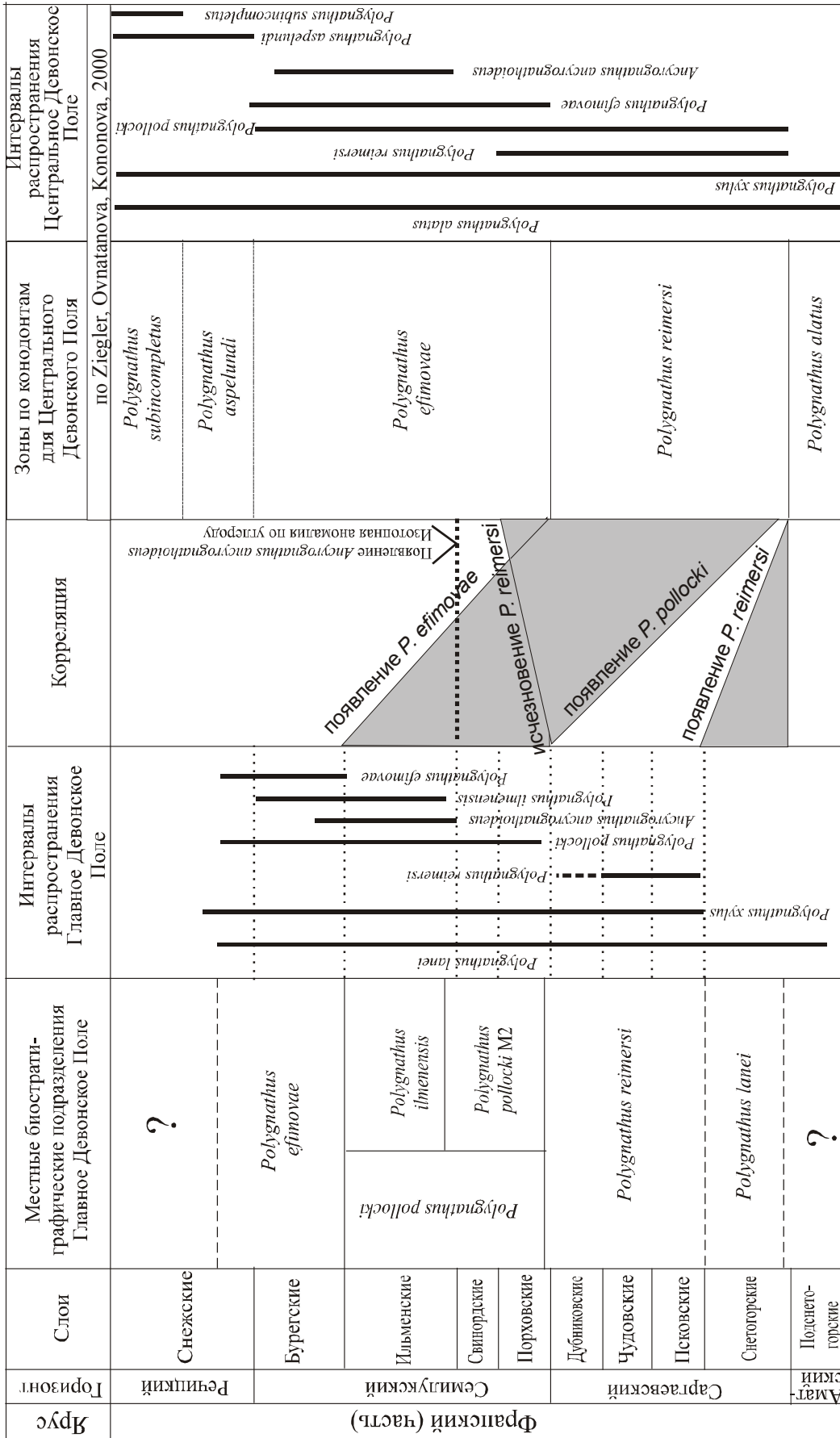


Рис. 10. Корреляция местных биостратиграфических подразделений франа Главного и Центрального девонского поля. Серым отмечены интервалы неопределенности при корреляции по конodontам. По Центральному девонскому полю дополнительно использованы данные из [Аристов, 1988].

В прохладноводных бассейнах с преобладающей терригенной седиментацией конодонты становятся редкими (многие из них – мигранты из тепловодных «карбонатных» бассейнов) и не позволяют выделять детальные биостратиграфические подразделения, что было показано работами Ш. Мея и Ч. Хендерсона [2001] и недавними исследованиями казанских конодонтов востока Русской платформы [Журавлёв, 2005, 2007; Черных, Силантьев, 2004; Черных, Халымбаджа, Силантьев, 2001; Zhuravlev, Kotlyar, Shishlov, 2006]. В средне-позднепермское (гвадалупско-лопинское) время известны четыре интервала расселения конодонтов в бассейнах умеренных широт северного полушария, позволяющие проследить здесь корреляционные уровни по конодонтам. Первый отвечает началу гвадалупского (биармийского) времени (казанский век) и характеризуется появлением конодонтов *Kamagnathus*, *Sweetina* и, возможно, *Merrillina* в бассейнах севера и востока Восточно-Европейской платформы. Второй интервал соответствует второй половине гвадалупского (биармийского) времени (кептенский век) и маркируется появлением конодонтов в бассейне Свердруп. Третий интервал отмечается по появлению в цехштейновом бассейне конодонтов *Mesogondolella britannica* и *Merrillina divergens*, а также *Merrillina divergens* в бассейне Восточной Гренландии в раннелопинское (раннеушапиньское) время (см. [Mei, Henderson, 2001; Rasmussen et al., 1990]). Четвертый интервал отвечает примерно средней части ушапиньского времени и характеризуется появлением *Mesogondolella rosenkrantzi* в бассейне восточной Гренландии [Mei, Henderson, 2001; Rasmussen et al., 1990]. Высокая степень изохронности уровней появления таксонов в рассмотренных интервалах вызывает сомнения, учитывая длинные пути предполагаемых миграций в сочетании с приуроченностью конодонтов-мигрантов преимущественно к мелководным условиям (см. также [Zhuravlev, Kotlyar, Shishlov, 2006]).

Таким образом, несмотря на кажущееся благополучие с биостратиграфическими подразделениями по конодонтам, существует ряд сложностей с их использованием в геологической практике. 1. Фациальная и биогеографическая ограниченность использования зональных схем высокой детальности (так называемых «зональных стандартов»); 2. Невысокий корреляционный потенциал биостратиграфических подразделений, выделенных по «мелководным» формам конодонтов; 3. Сложности корректного сопоставления биостратиграфических последовательностей, построенных по «глубоководным» и «мелководным» таксонам.

Решение задач интерфациальных и интерпровинциальных корреляций по конодонтам возможно следующими, не исключаящими друг друга, путями, каждый из которых имеет свои сильные и слабые стороны:

1. Сопоставление «глубоководных» и «мелководных» зональных схем путем последовательных корреляций серии разнофациальных разрезов. Однако при последовательных корреляциях накапливается ошибка, и полученные таким способом результаты имеют невысокую достоверность (показательно сравнение схем для турнейского яруса [Барсков, Кононова, Мигдисова, 1984] и [Журавлёв, 2000, 2003]; различные варианты корреляции зон [Rhodes, Austin, Druce, 1969] с «зональным стандартом» для турнейского интервала нижнего карбона и т.п.).

2. Разработка зональных схем высокой фациальной «устойчивости» основанных на обитателях приповерхностного слоя водного столба. Такие зональные схемы будут обладать невысокой детальностью из-за относительно низких темпов эволюции в данной экологической группе конодонтов, но позволят проводить более достоверные интерфациальные и, в ряде случаев, интерпровинциальные корреляции. Для подобных построений существует сложность в выборе филогенетической линии, все члены которой принадлежали бы к одной (именно этой) экологической группе. Для нижнекаменноугольного интервала зональные схемы такого типа могут быть предложены на основе представителей родов *Bispathodus*, *Hindeodus*, *Kladognathus*, *Idioprioniodus*, примитивных *Lochriea* и некоторых *Gnathodus*. Один из вариантов такой схемы, где, однако, не выдерживается филогенетический принцип построения, представлен на рис. 11. Нижние границы этих зон определяются по первому появлению вида-индекса. Подошва зоны *Hindeodus scitululus* может быть примерно прослежена также по первому появлению *Pseudognathodus symmutatus*. В зоне *Gnathodus girtyi* возможно выделение подзон с границей по первому появлению *G. girtyi soniae* (примерно отвечает подошве протвинского горизонта Русской платформы и конодонтовой зоны *Gnathodus bollandensis*). Подзоны распознаются в Московской синеклизе (по материалам из [Махлина и др., 1993]) и на Приполярном Урале (по материалам из [Журавлёв, 2003]).

3. Создание дополнительных зональных схем на основе родовых зон, желателно филозон. (см., например, [Чувашов, Черных, Богословская, 2002; Vaxter, von Bitter, 1995; Groessens, 1974; Higgins, Varker, 1982; Журавлёв, 2004]). Бессмысленность выделения генозон при существовании многочисленных видовых зональных последовательностей только кажущаяся. Генозоны имеют более широкий, по сравнению с видовыми зонами, фациальный диапазон благодаря экологической неоднородности большинства родов. Кроме того, в качестве индексов зон выбираются, по возможности, пандемичные роды. Это обеспечивает применимость генозон для корреляции отложений различных

биогеографических провинций с точностью до подъяруса, яруса или отдела. Недостатком генозон является низкая детальность и невысокая точность проведения границ.

Общая стратиграфическая шкала				Зональный "стандарт" (Пострановления МСК, 2003; с незначительными изменениями)	Зональная схема по <i>Bispathodus</i> , <i>Hindeodus</i> и <i>Gnathodus</i>	Критерии определения нижней границы зоны		
Система	Отдел	Ярус	Подъярус					
Каменноугольная	Нижний	серпуховский	верхний	<i>Gnathodus postbilineatus</i>	<i>Gnathodus girtyi</i>	Нижняя граница подзоны определяется первым появлением <i>Gnathodus girtyi soniae</i>		
				<i>Gnathodus bollandensis</i>				
		визейский	верхний			<i>Lochriea cruciformis</i>		
						<i>Lochriea zieglerei</i>		
			нижний			<i>Lochriea nodosa</i>		
						<i>Gnathodus bilineatus</i>		
		турнейский	верхний		<i>Gnathodus texanus</i>	<i>Hindeodus scitulus</i>	Нижняя граница определяется первым появлением вида-индекса	
					<i>Scaliognathus anchoralis</i>			
					<i>Gnathodus typicus</i>			
					<i>Siphonodella isosticha</i>			
			нижний		<i>Siphonodella crenulata</i>			
					<i>Siphonodella sandbergi</i>			
		Девон	Верхний	фаменский	верхний		<i>Bispathodus aculeatus</i>	Нижняя граница определяется первым появлением вида-индекса
	<i>Siphonodella sulcata</i>							
	<i>Siphonodella praesulcata</i>							
				<i>Palmatolepis gracilis expansa</i>				

Рис. 11. Зональная схема нижнего карбона по конодонтам - обитателям приповерхностной части водного столба

4. Выявление «межфациальных» корреляционных уровней, обоснованных синседиментационно переотложенными конодонтовыми элементами (переотложение из неконсолидированного осадка). При этом в глубоководных отложениях возможны находки переотложенных «мелководных» форм, позволяющие проводить приблизительные биостратиграфические сопоставления. Достоверность таких сопоставлений невысокая, в первую очередь из-за сложности диагностики синхронности (синседиментационности) переотложения конодонтовых элементов (см. также [Журавлёв, 2003, с. 62 - 64]). Примером

сопоставлений по переотложенным конодонтовым элементам может служить прослеживание средневизейского уровня (подшва зон *Gnathodus bilineatus*, или *Mestognathus bipluti*, или *Gnathodus girtyi*) в относительно глубоководных фациях (разрез на р. Миссиссипка Приполярного Урала) по переотложенным «мелководным» конодонтам *Mestognathus bipluti* [Журавлёв, 2003, рис. 7Б].

5. Использование внешних по отношению к конодонтам методов корреляции для сопоставления зональных схем различных фациальных поясов и/или биогеографических провинций. Такими методами могут быть как биостратиграфические (по другим группам фоссилий, например, фораминиферам, аммоноидеям, брахиоподам, остракодам и т.д.), так и лито- и хемотратиграфические (например, следы эвстатических колебаний уровня моря, геохимические и изотопно-геохимические аномалии) (см., например, [Saltzman, Groessens, Zhuravlev, 2004; Zhuravlev et al., 2006]).

В комплексе, использование всех рассмотренных путей, или части из них, позволяет не только достичь высокой детальности, но и обеспечить надежность биостратиграфических построений по конодонтам. Представляется, что дальнейшая детализация оправдана в первую очередь для местных зональных схем, которые хотя и применимы на ограниченных площадях, но востребованы в геологической практике как инструмент обоснования корреляции местных стратиграфических подразделений (см. например, [Вербицкий, Журавлёв, Ненашев, 1999; Журавлёв, Соболев, 2001]). При построении региональных и, тем более, глобальных зональных схем целесообразнее ориентироваться не на максимальную детальность, а на максимально широкую трассируемость подразделений и доказанную сторонними методами изохронность их границ. Надежность прослеживания подразделений, в частности, может быть достигнута при использовании в качестве основы для зональных последовательностей конодонтов-обитателей верхней части водного столба (см. выше).

Изложенные подходы к решению биостратиграфических задач были использованы в работах автора по верхнему девону (нижнему и среднему франу) Главного девонского поля [Вербицкий, Журавлёв, Ненашев, 1999; Сокиран, Евдокимова, Журавлёв, 1999; Ivanov et al., 2005; Zhuravlev et al., 2006], верхнему фамену и нижнему карбону севера Уральско-Новоземельской складчатой области [Zhuravlev, 2000; Журавлёв, 2003] и средней перми (казанскому ярусу) востока Русской платформы [Журавлёв, 2005; Zhuravlev, Kotlyar, Shishlov, 2006].

Литература

1. Алексеев А.С., Барсков И.С., Мигдисова А.В. О конодонтах пограничных слоев гжельского и касимовского ярусов верхнего карбона в карьере Русавкино (Московская

- область) // Палеонтологическая характеристика стратотипических и опорных разрезов карбона Московской синеклизы (коноднты, цефалоподы). М.: Изд. МГУ, 1984. С. 123 - 131.
2. Аристов В.А. Девонские коноднты Центрального девонского поля (Русская платформа). М.: Наука, 1988. 120 с.
 3. Аристов В.А. Коноднты девона – нижнего карбона Евразии: сообщества, зональное расчленение, корреляция разнофациальных отложений. М.: Наука, 1994. 192 с.
 4. Барсков И.С., Кононова Л.С., Мигдисова А.В. Коноднты нижнетурнейских отложений Подмосковского бассейна // Палеонтологическая характеристика стратотипических и опорных разрезов карбона Московской синеклизы. М.: Изд. МГУ, 1984. С. 3 - 33.
 5. Вербицкий В.Р., Журавлев А.В., Ненашев Ю.П. Диахронность границ местных стратиграфических подразделений на примере среднефранских отложений запада Российской части Главного девонского поля / В кн.: Историческая и региональная геология в системе геологического образования. СПб, 1999, С. 125 - 131.
 6. Гагиев М.Х. Коноднты верхнефаменских и турнейских отложений северо-восточной части Омолонского массива. Автореферат дисс. ... канд. геол.-мин. наук. М., 1982. 25 с.
 7. Гагиев М.Х. Стратиграфия девона и нижнего карбона Омудевского поднятия (Северо-Восток Азии). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1995. 196 с.
 8. Гагиев М.Х., Шульгина В.С., Колесов Е.В. Стратиграфия и коноднты верхнего девона и нижнего карбона бассейна р.Березовки (Северо-Восток СССР) // Палеомагнетизм в геологии. 1987. С. 84 - 116.
 9. Головкинский Н.А. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна // Материалы для геологии России. Том 1. СПб, 1868. С. 85 - 136.
 10. Журавлев А.В. Конодонтовая зональность нижнего карбона для мелководных отложений // Зональные подразделения карбона общей стратиграфической шкалы России: Материалы Всероссийского совещания 29-31 мая 2000 г. Уфа: Гилем, 2000. С. 42 - 43.
 11. Журавлев А.В. Коноднты верхнего девона – нижнего карбона северо-востока Европейской России. СПб. Изд-во ВСЕГЕИ, 2003. 85 с.
 12. Журавлев А.В. Реконструкция филогенезов позднепалеозойских конодонтов // Региональная геология и металлогения. 2004. № 20. С. 99 - 103.
 13. Журавлев А.В. Конодонтовые ассоциации немдинской свиты (казанский ярус, Волго-Вятский район) // Региональная геология и металлогения № 23. 2005. СПб: ВСЕГЕИ. С. 69 - 73.

14. Журавлев А.В. Раннеказанские конодонты востока Русской платформы – биогеографический анализ / Палеонтология, палеобиогеография и палеоэкология. Материалы LIII сессии Палеонтологического общества. СПб., 2007. С. 53 - 54.
15. Журавлев А.В., Соболев Д.Б. Местная стратиграфическая схема турнейского яруса Севера Урала // Отечественная геология. 2001. №6. С. 29 – 32.
16. Козлова Н.В. Изменение фаций и конодонтовых ассоциаций на границе саргаевского и семилукского горизонтов в скважине № 6 (франский ярус, район оз. Ильмень) // Проблемы биохронологии в палеонтологии и геологии. Тез. докл. XLVIII сессии Палеонтологического общества, СПб: 2002. С. 67 - 69
17. Махлина М.Х., Алексеев А.С., Горева Н.В., Исакова Т.Н., Друцкой С.Н. Средний карбон Московской синеклизы (южная часть) (в двух томах). Том 1. Стратиграфия. М.: ПИН РАН, 2001. 244 с.
18. Махлина М.Х., Вдовенко М.В., Алексеев А.С., Бывшева Т.В., Донакова Л.М., Жулитова В.Е., Кононова Л.И., Умнова Н.И., Шик Е.М. Нижний карбон Московской синеклизы и Воронежской антеклизы. М.: Наука, 1993. 221 с.
19. Мовшович Е.В. Пермские конодонты СССР и проблемы корреляции перми Лавразии // Корреляция пермо-триасовых отложений Востока СССР. IGSP 203. Владивосток. 1986. С. 33 – 49.
20. Сокиран Е.В., Евдокимова И.О., Журавлев А.В. Корреляция отложений среднего франа Главного девонского поля и Южного Тимана по микрофауне и брахиоподам // Геология и минеральные ресурсы европейского северо-востока России: новые результаты и новые перспективы. Материалы 13 геол. съезда. Т. 2. 1999. С. 231 - 233.
21. Черных В.В. Глобальная корреляция артинского и кунгурского ярусов по конодонтам // Литосфера. 2003, № 1. С. 64 - 71.
22. Черных В.В., Силантьев В.В. Конодонты казанского яруса среднего Поволжья и проблема обоснования верхней границы западноуральского отдела перми // Докл. Всеросс. совещания «Структура и статус Восточно-Европейской стратиграфической шкалы пермской системы, усовершенствование ярусного расчленения верхнего отдела пермской системы Общей стратиграфической шкалы». Казань: КГУ. 2004. С. 83 - 86.
23. Черных В.В., Халымбаджа В.Г., Силантьев В.В. Представители рода *Kamagnathus* gen. nov. (конодонты) из отложений казанского яруса Поволжья // Материалы по стратиграфии и палеонтологии Урала. Вып. 3. 2001. С. 74 - 82

24. Чувашов Б.И., Черных В.В., Богословская М.Ф. Биостратиграфическая характеристика стратотипов ярусов нижней перми // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. Т. 10. № 4. С. 3 - 19.
25. Baxter S., von Bitter P.H. Conodont succession in the Mississippian of Southern Canada // IX-ICC. Vol. 2. 1995. P. 253 - 264.
26. Collinson C., Scott A.J., Rexroad C.B. Six charts showing biostratigraphic zones and correlations based on conodonts from the Devonian and Mississippian rocks of the upper Mississippi Valley. Illinois Geol. Survey Circ. Vol.328. 1962. 32 p.
27. Gradstein F.M., Ogg J.G. Geologic Time Scale 2004 - why, how, and where next! // Lethaia. Vol 57. 2004. P. 175 – 181.
28. Groessens E. Preliminary range chart of conodont biozonation in the Belgian Dinantian. International Symposium on Belgian micropalaeontological limits. Publication N 17. Namur: 1974. 193 pp.
29. Higgins A.C., Varker W.J. Lower Carboniferous conodont faunas from Ravenstonedale, Cumbria // Palaeontology, Vol. 25, Pt. 1. 1982. P. 145 - 166.
30. Ivanov A., Zhuravlev A., Stinkulis G., Evdokimova I., Dronov A., Sokiran E., Shishlov S., Broushkin A., Myshkina N. Devonian sections of North-West of East European Platform. Guidebook of the post-conference field trip (A. Ivanov, A. Zhuravlev, G. Young eds.), BSC-6. Saint Petersburg, 2005. 66 p.
31. Ji Q. & Ziegler W. Phylogeny, speciation and zonation of Siphonodella of shallow water facies (Conodonts, Early Carboniferous) // Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 154. 1992. P. 223 - 251.
32. Kozur H. Permian conodont zonation and its importance for the Permian stratigraphic standard scale // Geol. Palaont. Mitt. Innsbruck. 1995. Bd. 20. S. 165 - 205
33. Lane H.R., Merrill G.K., Starka J.J., Webster G.D. North American Pennsylvanian conodont biostratigraphy // Symposium on Conodont Biostratigraphy. W.C.Sweet & S.M.Bergstrom eds. Geological Society of America Memoir, 127. 1971. P. 395 - 414.
34. Lane H.R., Sandberg C.A., Ziegler W. Taxonomy and phylogeny of some Lower Carboniferous conodonts and preliminary standard post-*Siphonodella* zonation // Geologica et Palaeontologica, 1980. №14. P. 117 - 164.
35. Mei S.-L., Henderson C.M. Permian conodont provincialism, evolution and their controlling factors // Acta Palaeontologica Sinica. 2001. Vol. 40. N. 4. P. 471 - 485.
36. Mei S.-L., Henderson C.M., Jin Y. Permian conodont provincialism, zonation and global correlation. // Permophiles. 1999. 35. P. 9 - 16.

37. Rasmussen J.A., Piasecki S., Stemmerik L., Stouge S. Late Permian conodonts from central East Greenland // *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 178 (3). 1990. P. 309 - 324.
38. Rhodes F.H.T., Austin R.L., Druce E.C. British Avonian (Carboniferous) conodont faunas, and their value in local and intercontinental correlation // *Bull. British Museum (Nat. Hist.) Geology, Suppl.* 5. 1969. 313 p.
39. Saltzman M.R., Groessens E., Zhuravlev A.V. Carbon cycle models based on extreme changes in $\delta^{13}\text{C}$: an example from the lower Mississippian // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 213. 2004. P. 359 – 377.
40. Sandberg C.A., Dreesen R. Late Devonian icriodontid models and alternate shallow-water conodont zonation. // *Geological Society of America Special Paper* 196. Conodont biofacies and provincialism. 1984. P. 143 - 178.
41. Sandberg C.A., Ziegler W. Devonian conodont biochronology in geologic time calibration // *Senckenbergiana lethaea*, 76(1). 1996. P. 259 - 265.
42. Sandberg C.A., Ziegler W., Leuteritz K., Brill S.M. Phylogeny, speciation, and zonation of *Siphonodella* (Conodonta, Upper Devonian and Lower Carboniferous) // *Newsletters on Stratigraphy*. 1978. Vol. 7, № 2. P. 102 – 120.
43. Voges A. Die Bedeutung der Conodonten für die Stratigraphie des Unterkarbons I und II (Gattendorfia- und Pericyclus-Stufe) im Sauerland // *Fortschr. Geol. Rheinl. und Westfalen* 3(1). 1960. S. 197 - 228.
44. von Bitter P.H., Sandberg C.A., Orchard M.J. Phylogeny, speciation and palaeoecology of the Early Carboniferous (Mississippian) conodont genus *Mestognathus* // *Royal Ontario Museum Life Science Contributions*, 143. 1986. 114 p.
45. Zhuravlev A.V. Uppermost Famennian and Tournaisian conodont biostratigraphy of the northern part of the Urals // *Ichthyolith Issues Special Publication* 6, 2000. P. 157 - 160.
46. Zhuravlev A.V., Evdokimova I.O., Sokiran E.V. New data on conodonts, brachiopods and ostracodes from the stratotypes of the Ilmen and Buregi beds (Frasnian, Main Devonian Field) // *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Geology*. 1997. 46 (4). P. 169 - 186.
47. Zhuravlev A.V., Kossovaya O.L., Sobolev D.B., Vewel Y.A. Biostratigraphy of the Lower Tournaisian (Lower Carboniferous) shallow-water deposits of the Eastern Part of the Timan-Pechora Province // *Newsletter on Carboniferous Stratigraphy*, 1999. №17. P. 22 – 26.

48. Zhuravlev A.V., Kotlyar G.V., Shishlov S.B. Paleobiogeographical and biostratigraphical analysis of the Kazanian (Middle Permian) conodonts of the east Russian Platform - preliminary results // *Permophiles* 48. 2006. P. 15 - 20.
49. Zhuravlev A. V., Sokiran E.V., Evdokimova I.O., Dorofeeva L.A., Rusetskaya G.A., Malkowski K. Faunal and facies changes at the Early-Middle Frasnian boundary in the north-western East European Platform // *Acta Palaeontologica Polonica* 51(4). 2006. P. 747 - 758.
50. Ziegler W., Sandberg C.A. Concept of phylogenetic zone and standard zonation in conodont biostratigraphy // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 102. 1988. P. 261.
51. Ziegler W., Ovnatanova N., Kononova L. Devonian Polygnathids from the Frasnian of the Rheinisches Schiefergebirge, Germany, and the Russian Platform // *Senckenbergiana lethaea*. 2000. 80 (2). P. 593 – 645
52. Ziegler W., Sandberg C.A. *Palmatolepis*-based revision of upper part of standard Late Devonian conodont zonation // *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* 196. 1984. P. 179 - 194.
53. Ziegler W., Sandberg C.A. The Late Devonian standard conodont zonation // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 121. 1990. P. 1 - 115.

Рецензент: Репин Юрий Степанович, доктор геолого-минералогических наук.