



УДК 551.73 (575.31)

ПРОБЛЕМЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ НИЖНЕГО ДЕВОНА И ГРАНИЦЫ НИЖНЕДЕВОНСКИХ ЯРУСОВ В ЮЖНОМ ТЯНЬ-ШАНЕ

Е.Д.МИХАЙЛОВА¹, А.И.КИМ²

¹ Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

² Восточно-Узбекская геолого-съёмочная экспедиция, пос. Ишонгузар, Ташкентская обл., Республика Узбекистан

Ярусные подразделения Международной стратиграфической шкалы (МСШ) связаны с естественно историческими этапами развития Земли, а их границы обычно устанавливаются по узнаваемому в большинстве регионов мира палеогеографическому или палеобиологическому событию.

Исследования по стандартизации объемов ярусов нижнего девона МСШ делятся уже более 70 лет. Первыми используемыми ярусами являлись жедин, зиген и эмс, но их объемы не были точно определены. В статье приведена история установления используемых в настоящее время лохковского, пражского и эмского ярусов.

При распознавании отложений нижнедевонских ярусов основным методом является биостратиграфический, основанный на использовании архистратиграфических пелагических фоссилий – выявлении в изучаемых толщах зональной последовательности по остаткам конодонтов, дакриоконарид и гониатитов и сравнения их со стандартной последовательностью, принятой Международным геологическим конгрессом (МГК).

Статья содержит анализ дискутируемых проблем, связанных с определением положения глобальных стратотипов основания (GSSP) ярусов нижнего девона. Приведены сведения об использовании магнитостратиграфического метода при сопоставлении разрезов эмского яруса в Баррандиене и Зеравшанском хребте.

Охарактеризованы региональные стратоны нижнего девона Зеравшано-Гиссарской и Туркестано-Алайской горных областей Южного Тянь-Шаня. Показано, что присутствующие в этих областях зональные последовательности по конодонтам и дакриоконаридам почти полностью совпадают со стандартными последовательностями, принятыми для нижнего девона в Международной стратиграфической шкале. Приведена характеристика зон и объемов бурсыхирманского, сангитоварского, хукарского, кунжакского и китабского горизонтов.

Ключевые слова: лохковский; пражский; эмский ярусы; глобальный стратотипический разрез и точка; сангитоварский; хукарский; кунжакский; китабский горизонты

Как цитировать эту статью: Михайлова Е.Д. Проблемы международной стратиграфической шкалы нижнего девона и границы нижнедевонских ярусов в Южном Тянь-Шане / Е.Д.Михайлова, А.И.Ким // Записки Горного института. 2018. Т. 232. С. 347-356. DOI: 10.31897/PMI.2018.4.347

Введение. В настоящее время для нижнего девона используется глобальная стратиграфическая шкала, включающая три яруса – лохковский, пражский и эмский, утвержденная в 1996 г. Международным геологическим конгрессом. В истории ее становления несколько раз менялись местоположение стратотипов ярусов, их объемы и названия. Хотя девонская система была впервые установлена в Англии, биостратиграфическое содержание развитых там нижнедевонских отложений не могло обеспечить детальных межрегиональных корреляций, так как английские толщи представлены в основном красноцветными лагунно-континентальными осадками, охарактеризованными обычно остатками рыб.

История исследований. Первое ярусное деление нижнего девона было предпринято в Ардено-Рейнской области на основе региональных стратонов, которые стали применяться впоследствии как ярусы – жединский (с трилобитами, рыбами и нижней трансгрессивной границей), зигенский (содержащий рыбы, двусторчатые моллюски и брахиоподы) и эмский, охарактеризованный тентакулитами, гониатитами, конодонтами и редкими брахиоподами. При дальнейших исследованиях пришлось отказаться от первых двух ярусов в связи с трудностью применения их как международных стандартов в большинстве регионов мира. Общепринятым корреляционным требованиям удовлетворил только эмский ярус. Для двух нижних ярусов девона пришлось искать замену. Хорошо изученные и довольно полные последовательности нижнедевонских нормально-морских отложений с разнообразной пелагической и бентосной фауной были известны в Баррандиене Чехии. Они составляют лохковскую и пражскую формации. В 1985 г. Международная подкомиссия по стратиграфии девона (SDS) признала типовые разрезы этих формаций в качестве стратотипических для ярусов нижнего девона, получивших название лохковского и пражского с глобальными стратиграфическими границами в Баррандиене. Стратотип эмского яруса остался в Рейнской области. Однако нижняя часть разреза этого стратотипа оказалась недостаточно полно охарактеризована пелагической фауной и впоследствии глобальный стратотип нижней границы эмса (глобальный стратотипический разрез и точка или GSSP) был установлен на западе Зеравшанского хребта в Южном Тянь-Шане.

В результате таких реконструкций для нижнего девона образовалась «сборная» шкала, состоящая из ярусов, стратотипы которых находятся в различных тектонических блоках Евразии. Точки глобальных стратотипов границ ярусов тоже оказались разнесенными в разные регионы: глобальный

стратотип подошвы лохкова (подошва этого яруса определяется по зональной граптолитовой последовательности и принята как основание граптолитовой зоны *Monograptus uniformis*) находится в разрезе Клонк Баррандиенской структуры [18]. Определение основания остальных ярусов нижнего девона происходит по конодонтовой зональной последовательности. Глобальный стратотип подошвы пражского яруса расположен в карьере Велка Чухле в юго-западной части Баррандиена [17, 19] и первоначально был установлен по подошве зоны *Eognathodus sulcatus sulcatus*. Однако Международная комиссия по стратиграфии (МКС/ICS) [26] рекомендовала использовать для данного уровня конодонтовой последовательности название *Gondwania juliae*. Это вызвано таксономическими исследованиями, показавшими, что в определении вида, считавшегося эогнатодусовым и появляющегося в основании пражского яруса, имеется ошибка, и его надо относить к виду *Gondwania juliae* [11]. Впоследствии при изучении морфотипов данного вида была установлена его связь с видом *G. irregularis*, и в настоящее время границу лохковского и пражского ярусов проводят внутри вновь установленной зоны *irregularis* [14].

Стратотипом подошвы эмса утверждено основание конодонтовой зоны *Eocostapolygnathus kitabicus* (нижняя часть зинзильбанских слоев) в разрезе Зинзильбан в Китабском государственном геологическом заповеднике (КГГЗ, Узбекистан) [11]. Используемый ранее для определения этой границы вид *Polygnathus dehiscens* с таксономической позиции был признан невалидным [21].

Верхняя граница эмса проводится по основанию зоны *Polygnathus costatus partitus* и совпадает с основанием эйфельского яруса, точка глобального стратотипа которого расположена в разрезе Веттельдорф (Эйфельские горы, Германия) [34].

Таким образом, оказалось, что стратотипы лохковского и пражского ярусов установлены в глинисто-карбонатных фациях Баррандиена, эмского яруса – в терригенных фациях Рейнской области, а стратотип границы пражского и эмского ярусов – в карбонатных фациях Зеравшанского хребта, стратотип границы эмского и эйфельского ярусов – в глинисто-карбонатных фациях Эйфельских гор (табл. 1).

Таблица 1

Местоположение стратотипов ярусов и точек глобальных стратотипов границ (GSSP) для нижнего девона

Ярусы	Местоположение стратотипа яруса	Состав пород в стратотипе	Зональный стандарт нижней границы	Положение точки глобального стратотипа нижней границы яруса (GSSP)	Примечание
Эйфельский	Арденны, горы Эйфель (Бельгия)	Доломиты	<i>Polygnathus costatus partitus</i>	Разрез Веттельдорф, верхняя часть слоистых известняков слоев Хайсдорф, 1,9 м ниже кровли, Эйфельские горы (Германия)	Событие на границе эмса и эйфеля (Хотечское событие, или событие <i>Jugleri</i>). Событие второго порядка происходит между подошвой зоны <i>Po. costatus partitus</i> и уровнем появления <i>Pinacites jugleri</i>
Эмский	Ардено-Рейнская область (Германия)	Песчаники, глинистые сланцы	<i>Eocostapolygnathus kitabicus</i>	Разрез Зинзильбан Слоистые известняки, сл.9/5, 58 см выше подошвы ходжакурганской свиты (запад Зеравшанского хребта)	Раннезливховское событие. Глобальное событие третьего порядка, распознанное в Богемии на границе зливховской и пражской свит. Уровень не совпадает с пражско-эмской границей, определенной по появлению <i>Polygnathus kitabicus</i> , и началом краткой трансгрессии
Пражский	Карьер Велка Чухле, близ Косоржа, Баррандиен (Чехия)	Разные типы органогенных известняков	<i>Gondwania juliae</i>	Основание слоя 12 в карьере Велка Чухле	Событие на границе лохкова и праги. Событие третьего порядка, совпадающее с кровлей темноцветных плитчатых известняков лохкова
Лохковский	Разрез Клонк, близ пос. Сухомясты, Баррандиен (Чехия)	Слоистые известняки и глинистые сланцы	<i>Monograptus uniformis</i>	Подошва слоя 20 разреза Клонк	Событие пятого порядка на границе силура и девона в кровле граптолитовой зоны <i>Neocolonograptus transgrediens s. str.</i>
Пржидольский	Геопарк, Баррандиен (Чехия)		<i>Neocolonograptus parultimus</i>	Разрез Пожары, Баррандиен (Чехия)	



Обсуждение. Эти объективные обстоятельства значительно затрудняют применение основного критерия, принятого Международной комиссией по стратиграфии при установлении глобальных стратиграфических границ – соотнесение естественных исторических этапов эволюции фауны процессам седиментации [22]. Известно, что этапы и темпы изменения раннедевонских биот во многом стимулировались региональными седиментационными событиями и не всегда проявлялись одновременно в разных тектонических блоках. Это особенно касается лохковской и пражской эпох, характеризующихся активными тектоническими процессами и большим эндемизмом фаун этого времени. Для уточнения синхронизации геологических процессов необходимо использовать данные о возрасте толщ по абсолютному летоисчислению. Однако такие сведения единичны и частично противоречивы.

Проблемы границ ярусов нижнего девона являются общими при установлении стандартов для большинства ярусов фанерозоя и вызваны объективными причинами. Это связано, с одной стороны, с тем, что конкретные стратотипические разрезы по своей природе не могут служить усредненными моделями, с другой – от них это требуется, так как концепция установления разрезов и точек глобальных стратотипов (GSSP) была принята ICS с целью стабилизации положения стратиграфических границ основных международных стратонов.

Несколько противоречивыми являются также требования (принципы), положенные в основу определения ярусных стандартных границ. Имеется в виду следующее:

1. По правилам Международной комиссии по стратиграфии как стандарт для установления стратотипов международных подразделений принимается только уровень подошвы их нижней границы, а верхней границей считается нижняя граница вышележащего стратона. Это правило позволяет не допустить зияния и восстановить полную последовательность геологических событий в рассматриваемом промежутке времени, но иногда приводит к недоразумениям при определении объема самого стратона, особенно в тех случаях, когда нижняя и верхняя его границы установлены в осадках разных фаций различных регионов. Такие проблемы существуют с верхними границами лохковского [4] и пражского [31] ярусов, связанные с тем, что при их определении не была учтена диахронность границ чешских формаций, а границы лохковского и пражского ярусов не были изначально четко изучены. При дальнейших исследованиях выяснилось, что объем стратонов при переходе в другие фации изменяется, а их границы являются скользящими.

2. Филогенетические линии используемых таксонов, в том числе пелагических конодонтов, наиболее отчетливо восстанавливаются в монофациальных разрезах относительно глубоководных отложений, в литологическом строении которых не всегда четко отражаются седиментационные событийные изменения, и из-за этого теряется связь биособытий с этапностью седиментации.

3. У разных групп фауны существует разная скорость эволюционных изменений, что вызывает геохронологическое несовпадение границ зон, основанных на этапах эволюции разных групп, вызванных одним и тем же палеогеографическим событием. Например, известно [23], что в ключевом пиренейском разрезе нижнего девона низы формации Марипозас (слои d4a Альфа) содержат конодонты *Eocostapolygnathus excavatus* – вид-индекс второй зоны эмсской стандартной конодонтовой последовательности, а типичный немецкий брахиоподовый комплекс эмса появляется в этом разрезе выше данной зоны и нижнюю часть формации Марипозас (d4a Альфа) исследователи определяют как зиген [15, 23]. Таким образом, в ряде случаев существуют ситуации, когда для удобства корреляции не учитывается постановление SDS о приоритетности последовательности по конодонтам перед брахиоподовыми комплексами.

Использование зональной шкалы по дакриоконаридам, дающей расчленение разрезов почти с той же детальностью, как и конодонты, тормозится недостаточной изученностью этой группы фоссилий.

Хотя работа по установлению стандартных ярусов нижнего девона была закончена в 1985 г., а решение Международной подкомиссии по стратиграфии девона было принято после ряда дискуссий в 1989 г. и ратифицировано в 1996 г. Международным союзом геологических наук (IUGS), однако уже через 20 лет возник вопрос об ее уточнении и частичном пересмотре. В настоящее время основное внимание сосредоточено на нижней границе эмсского яруса и положении ее стратотипа в разрезе Зинзильбан Зеравшанского хребта. Были предложения о переносе этой границы в чешские или испанские разрезы.

Данная проблема имеет длинную историю, вызванную неудачной попыткой установить эту границу в стратотипических местностях нижнего девона – Ардено-Рейнском регионе и Баррандиен-



ской синформе. К этому времени нижняя часть стратотипа эмса была охарактеризована только плохо изученным и практически эндемичным комплексом брахиопод и конодонтов. Также не было ясности относительно полного объема пражской формации и вследствие этого – единого мнения о положении верхней границы пражского яруса в Баррандиене. В связи с такими обстоятельствами Международная подкомиссия по стратиграфии девона (SDS), основываясь на принципах этапности и периодичности в развитии органического мира [22], решила использовать для глобального стратотипа нижней границы эмса разрез вне стратотипических районов, но в котором ярко проявилось крупное биособытие в эволюции полигнатидовых конодонтов. При этом учитывалось, что по правилам выбора глобального стратотипа границы яруса (GSSP) сохраняется только приоритетное название стратона, а не его первоначальный объем. Точкой для стратотипа нижней границы эмса стал разрез Зинзильбан на западе Зеравшанского хребта, содержащий в пражско-эмских пограничных отложениях полную стандартную зональную последовательность конодонтовых, тентакулитовых, гониатитовых и брахиоподовых комплексов, где был выявлен четкий рубеж, на котором происходит значительное обновление их родового и видового состава [2, 6, 7, 21, 24, 31, 33]. Такой выбор GSSP вне западноевропейских стратотипических областей в то время был беспрецедентным решением Международной подкомиссии по стратиграфии девона (SDS), подчеркивающим приоритет этапности в развитии биот при выборе границ ярусов.

Эта граница была выбрана по появлению конодонтового вида *Eocostapolygnathus kitabicus*, являющегося ярким репером в эволюции полигнатид. Она расположена на 58 см выше основания зинзильбанских слоев ходжакурганской свиты в подошве прослоя 9/5 в разрезе Зинзильбан Китабского государственного геологического заповедника Узбекистана [1, 5, 31]. В данном районе на этом уровне среди ранних полигнатидных конодонтов установлено возникновение новой эволюционной филогении, выходящей из вида *Eocostapolygnathus pireneae* (Boersma) [11] и давшей три ветви: 1) *pireneae* – *kitabicus* – *excavatus* – *nothoperbonus* – *inversus* – *bulynecki*; 2) *pireneae* – *sokolovi* – *hindei* – *tamara*; 3) *pireneae* – *pannonicus*. Позже из вида *Eoc. excavatus* вышли еще две ветви: – *excavatus* – *mashkova* – *totensis* – *serotinus* – *foliformis* и *excavatus* – *laticostatus*? *Eoc. sp. B* – *costatus*.

Зональный вид *Eocostapolygnathus kitabicus* имеет глобальное распространение (Баррандиен, Пиренеи, Тянь-Шань, Урал, Саяно-Алтайская область, Западная Сибирь, Китай, Австралия), но, к сожалению, отсутствует в разрезах Рейнской области, Америки и Северной Африки.

Кроме того, на уровне появления *Eocostapolygnathus kitabicus* отмечается значительное обновление родового и видового состава дакриоконарид (тентакулиты) – другой широко распространенной пелагической и гемипелагической фаунистической группы. Для этой группы установлены зональные последовательности, хорошо узнаваемые в разных регионах мира [9, 31]. Наиболее ярким представителем дакриоконаридовой диверсификации является появление вида *Nowakia (Dmitriella) praesulcata* с узкой раковиной и гладким начальным конусом, что является важным этапом в эволюции дакриоконарид. Остатки этого вида образуют массовые скопления в зинзильбанских и норбонакских слоях ходжакурганской свиты на уровне конодонтовых зон *kitabicus* – *excavatus* – *nothoperbonus* [10, 31, 33]. На этом же уровне наблюдается смена систематического состава бентосной макрофауны: кораллов, строматопорат, брахиопод, трилобитов, остракод, криноидей.

Однако с изменением литолого-генетического состава пород на границе мадмонской и ходжакурганской свит (верхняя прага – нижний эмс) трудно точно определить степень зависимости таксономических изменений биоты с хронологическими уровнями эволюционных процессов, проходивших в этих группах [33].

Широко дискутируемый вопрос о ревизии положения границы (GSSP) пражского и эмского ярусов вызван появлением новых данных, полученных при дополнительных исследованиях верхнепражского и злиховского (нижнеэмского) интервалов в разрезах Баррандиена, а также желанием чешских стратиграфов идентифицировать объем пражского яруса с объемом увеличившейся после этих исследований пражской формации. Во время работ последнего десятилетия выяснилось [16], что объем пражской формации в Чехии больше объема стратотипа пражского яруса, установленного Международной подкомиссией по стратиграфии девона в стратотипическом разрезе Прага-Баррандов [20, 28]. В то же время в разрезах Пиренеев граница по основанию зоны *Eoc. kitabicus* близка к границе слоев d2c alpha/d2c beta формации Марипозас, которые традиционно относятся к прагиену [32].



Магнитостратиграфические исследования пограничных пражско-эмских отложений в Китабском заповеднике и в Баррандиене дали противоречивые материалы для сопоставлений [30]. Сравнение магнитной восприимчивости пород разреза Зинзильбан с литологически и стратиграфически наиболее близким к нему чешским разрезом Pozar-3 Баррандиена показало, что основание современного стандарта нижней границы эмса (основание зоны *Eoc.kitabicus*) приходится на отметку 88,9 м в разрезе Pozar-3, т.е. на нижнюю часть известняка Loděnice, который чешские геологи относят к пражской формации. Кроме того, группой Д. Хладила было установлено, что положение среднего уровня для чешского среднеэмского «бескислородного дальнейского» события *gracilis ulu cancellata* (разрез Pozar-3, 113,2 м) расположено на 107 м зинзильбанских слоев, т.е. еще в зоне *Eoc.kitabicus* на 3 м ниже основания норбонакских слоев в типовом разрезе Зинзильбан (однако проявление дальнейского события в этом разрезе не признается большинством геологов). По данным [30], объем зоны *Eoc.kitabicus* (зинзильбанские слои в КГТЗ) соответствует в чешских разрезах злиховской и нижней части дальнейской формации, что по чешской тентакулитовой последовательности входит в объем зон *Nowakia zlichovensis* – *N.cancellata*. Это входит в противоречие с зональной последовательностью в реальных разрезах Южного Тянь-Шаня, где эти тентакулитовые зоны соответствуют интервалу конодонтовых зон *excavatus* – *serotinus*.

По мнению западно-европейских геологов, «низкое» положение верхней границы современного стандартного пражского яруса значительно усложнило межрегиональную и межконтинентальную корреляцию нижнедевонских отложений. При этом значительная часть увеличившейся в объеме пражской формации, с которой западно-европейские геологи ассоциируют пражский ярус, формально попала в нижнюю часть эмского яруса, а нижняя граница современного эмса (GSSP) не может быть привязана к началу стратотипа современного немецкого эмса (хотя надо помнить, что положение этой границы долгое время было дискуссионным). В этой ситуации Международная подкомиссия по изучению девона (SDS) была вынуждена несколько изменить стратиграфическую концепцию (научную политику) определения границ и поставить на первое место приоритет сохранения объемов региональных стратотипов Баррандиена и Рейнских Сланцевых гор [13]). На рабочем совещании SDS было решено оставить в нижнем девоне прежние три яруса, но признать необходимость изменения положения нижней границы эмса, переместив ее выше по сравнению с современной и приблизив к основанию злиховской формации. Также было признано, что новый стратотип подошвы эмского яруса необходимо установить в том же разрезе Зинзильбан Китабского заповедника (Узбекистан), так как там наиболее полно представлены конодонтовые и тентакулитовые зональные последовательности. Большинство членов SDS поддержало перенесение нового стратотипа подошвы эмса в основание конодонтовой зоны *Eocostapolygnathus excavatus*, присутствующей в том же разрезе Зинзильбан на 114 м по линии разреза (слой 42) выше установленной в настоящее время GSSP. Исследования показали, что существуют несколько подвидов и переходных форм внутри вида *Eoc. excavatus*, представленные *Eoc. excavatus excavatus*, *Eoc. excavatus gronbergi*, *Eoc. excavatus* 114. Новое положение GSSP предлагается установить в основании зоны морфотипа *Eoc. excavatus* 114, что соответствует общепринятым правилам выбора маркера внутри единой филогенетической последовательности на том уровне, где наличие переходных форм позволяет установить его истинное первое появление.

Однако работа по уточнению морфофилогенеза видов, происходящих от филолинии *Eocostapolygnathus pireneae*, затрудняется из-за отсутствия необходимого для такой работы значительного фактического материала. Кроме того, было установлено, что в ущелье Зинзильбан в изучаемом интервале существуют несколько конодонтовых последовательностей, связанных с разными фациями Мадмонского рифового массива, которые по видовому составу несколько отличаются от комплекса из разреза стратотипа. Полученный материал является исключительно важным, но требует дальнейшего изучения.

Параллельно с этим появилось много данных о возможностях использования других ключевых групп фауны для региональных корреляций. В результате исследований последнего десятилетия возникли многочисленные публикации, детализирующие и уточняющие систематический состав комплексов не только полигнатидных конодонтов, но и других конодонтовых семейств, а также гониатитов, тентакулитов, брахиопод. Выявлены этапы их смены в пелагических и шельфовых последовательностях нижнедевонских отложений юго-запада Марокко, Испанских Пиренеев, Саяно-Алтайской области, Невады и Китая. Дополнительные исследования в стратотипических районах нижнего девона – Баррандиене и Рейнской области – позволили найти корреля-



ционные уровни для региональных и глобальных сопоставлений разрезов этих районов [23]. Проведена корреляция положения основания зоны *Eos. kitabicus* в разрезах запада Зеравшанского хребта, Урала, Салаира, Невады, Испанских Пиренеев, Баррандиена и Рейнских Сланцевых гор. Выявлены высокие корреляционные возможности конодонтов группы *eognathid*, последовательности которых установлены в Неваде [25] и *icriodontid*, описанные из Северной Африки и Испании. Разработана более уточненная зональная шкала по тентакулитам (табл. 2), построенная на основе материалов Альберти, Кима и Хлупача [31].

Таблица 2

Сопоставление конодонтовых, тентакулитовых и гониатитовых зон нижнего девона разрезов запада Зеравшанского хребта и Баррандиена (по А.И.Киму и др. 2012, с уточнением)

Отдел	Ярус	Свита	Баррандиен [I. Chlupac, 1998]			Ярус	Свита	Слой	Зинзильбан и Ходжа-Курган [Kim et al., 2012]		
			Конодонтовые зоны	Тентакулитовые зоны	Граптолитовые и гониатитовые зоны				Конодонтовые зоны	Тентакулитовые зоны	Граптолитовые и гониатитовые зоны
Средний девон	Живет	Сербская	?	?	<i>C. crispiforme</i>	Живет			?	<i>N. otomari</i>	
	Эйфель	Хотечская	<i>T. kock. kockel.</i> <i>T. kock. australis</i> <i>Po. cost. costatus</i> <i>Po. cost. partitus</i>	<i>N. chlupaciana</i> <i>N. pumilio</i> <i>N. sulcata</i>	<i>Pin. jungleri</i>	Эйфель	Новобакские	<i>T. kock. kockel.</i> <i>T. kock. australis</i> <i>Po. costatus costatus</i> <i>Po. costatus partitus</i>	<i>N. sulcata</i>		
Нижний девон	Далей	Далейско-Гребовская	<i>Po. costatus patulus</i>	<i>N. holynensis</i> <i>N. richteri</i> <i>N. cancellata</i>	<i>Anarcestes</i>	Эмс	Ходжа-Курганская	Облафисские	<i>Po. costatus patulus</i> <i>Po. kimi</i> <i>Po. serotinus</i>	<i>N. holynensis</i> <i>N. richteri</i> <i>N. cancellata</i>	<i>Werneroceras cf. crispiforme</i>
			<i>Po. serotinus</i>					Облафисские	<i>Po. costatus patulus</i> <i>Po. kimi</i> <i>Po. serotinus</i>	<i>N. holynensis</i> <i>N. richteri</i> <i>N. cancellata</i>	<i>Werneroceras cf. crispiforme</i>
			<i>Po. laticostatus</i>					Облафисские	<i>Po. costatus patulus</i> <i>Po. kimi</i> <i>Po. serotinus</i>	<i>N. holynensis</i> <i>N. richteri</i> <i>N. cancellata</i>	<i>Werneroceras cf. crispiforme</i>
	Злихов	Злиховская	<i>Po. grodbergi</i>	<i>N. elegans</i> <i>N. barrandei</i> <i>N. praecursor</i>	<i>Anetoceras</i>			Норбонакские	<i>Po. invercus</i> <i>Po. nothoperbonus</i> <i>Po. excavatus excavatus</i>	<i>N. elegans</i> <i>N. barrandei</i> <i>N. praecursor</i> <i>N. zlichovensis</i>	<i>Erbenoceras kimi</i> <i>Gyroceratites laevis</i> <i>M. yukonensis</i>
			<i>Po. dehiscens</i>	<i>N. zlichovensis</i>				Зинзильбанские	<i>Po. kitabicus</i>	<i>N. (Dmitriella) praesulcata</i>	
								Хукарские	<i>Po. pirenae</i> <i>E. kindlei</i> <i>E. sulcatus</i>	<i>N. acuaria</i>	
Прага	Пражская	<i>I. curvicauda</i> <i>E. sulcata</i>	<i>G. striangulata</i> <i>N. acuaria</i>	<i>M. yukonensis</i> <i>M. atopus</i>	Прага						
Лохков	Лохковская	<i>Ped. pesavis</i> <i>A. delta</i> <i>A. omus</i> <i>I. postwoshmidtii</i> <i>I. w. hesporis</i> <i>I. w. woshmidtii</i>		<i>M. hercynicus</i> <i>M. praehercynicus</i> <i>M. uniformis</i>	Лохков	Мадмонская	Сангитоварские	<i>Anac. omus</i> <i>Oz. pandora</i>	<i>P. intermedia</i> <i>H. cf. bohémica</i>		
							Бурсыхирманские	<i>Oz. rem. remsh.</i> <i>Oz. rem. repetitor</i>			



Дальнейшее усовершенствование глобальной стратиграфической шкалы нижнего девона связано с выявлением событийных уровней и четких биостратиграфических маркеров, дающих возможность более достоверного сопоставления ярусных подразделений и деления их на подъярусы. Проект такой схемы опубликован в последнем номере специального выпуска Лондонского геологического общества [14]. Однако для признания этих границ необходимо, чтобы Международная подкомиссия по стратиграфии девона (SDS) сумела принять такие критерии для объемов пражского и эмсского ярусов, которыми было бы удобно пользоваться во всех регионах мира. Предполагается деление пражского и эмсского ярусов на два подъяруса, так как во многих регионах в данных интервалах установлены по два седиментационных цикла, а лохковского яруса на три подъяруса. Для пражского яруса рассматривается выделение нижнего подъяруса в объеме современного его стандарта, а в качестве верхнего подъяруса – интервал зоны *Eos. kitabicus* с предположительным названием Зинзильбанский. Для эмсского яруса граница нижнего и верхнего подъярусов должна приближаться к рубежу между чешскими злиховской и дальнейской формациями, охарактеризованными в Баррандиене проявлением трансгрессивного события Далея [12]. Однако это событие из-за сложности его фиксирования можно установить далеко не во всех регионах, поскольку выяснилось, что в стратотипической местности дальнейские сланцы имеют диахронную нижнюю границу и значительный эндемизм конодонтов на этом уровне.

Для расширения межконтинентальных корреляций нижнедевонских отложений и возможности выявления устойчивых признаков стандартных границ для их ярусного и подъярусного деления, полезно использовать достаточно хорошо изученные и содержащие богатую фауну разрезы Южного Тянь-Шаня, сформировавшиеся в центральной части одного из крупнейших фанерозойских океанов – Прототетис. Разрезы этого района могут помочь в решении проблем стратиграфии нижнего девона и возможностей глобального использования ярусов, принятых на основе западно-европейских стратотипов.

В Южном Тянь-Шане стратифицированные отложения нижнего девона наиболее распространены и изучены в Зеравшано-Гиссарской и Туркестано-Алайской горных областях, где они представлены мощными последовательностями преимущественно шельфовых карбонатных и терригенно-карбонатных осадков. Толщи содержат многообразные группы морских бентосных и пелагических фаун, в том числе зональные виды конодонтов, тентакулитов, граптолитов и гониатитов, позволяющие установить интервалы лохковского, пражского и эмсского ярусов. Осадки происходят из разнообразных шельфовых и в меньшей степени из склоновых фаций. Используемые в Южном Тянь-Шане девонские региональные стратиграфические подразделения установлены по биостратиграфическому принципу, основанному на присутствии в толщах этой области глобальных зональных последовательностей конодонтов, дакриоконарид и граптолитов. Это позволило выявить региональные стратотипы (надгоризонты и горизонты), сопоставимые с Международной стратиграфической шкалой (табл.3).

Для Зеравшано-Гиссарской горной области наиболее значимыми являются разрезы, расположенные в западной части Зеравшанского хребта: Ходжа-Курган и Зинзильбан (Китабский заповедник) и Шишкат (северный склон Зеравшанского хребта, правобережье р. Кштут). В них присутствуют стандартные последовательности конодонтовых видов полигнатид (икриодусов) и дакриоконарид (новакиид), описанных в работах [1-3]. Эти группы легли в основу современной конодонтовой шкалы для пражского и эмсского ярусов. В разрезе Зинзильбан, как указывалось ранее, установлен стратотип границы этих ярусов. Кроме того, для данного региона создана тентакулитовая зональная шкала [31], основанная на последовательностях, установленных Альберти и Хлупачем [8, 10]. Обильные комплексы различных групп бентосной фауны также приведены в многочисленных работах [1, 2, 5, 7, 8, 27, 33].

На данной территории нижнедевонские отложения представлены бурсыхирманским, сангитоварским и хукарским горизонтами мадмонского надгоризонта и китабским горизонтом, относящимся к нижнедевонской части ширдагского надгоризонта (табл.3). Бурсыхирманский горизонт включает осадки в объеме региональной конодонтовой зоны *remscheidensis*, которая соответствует стандартной конодонтовой зоне *woschmidt – postwoschmidti* из нижней части лохкова. Сангитоварский горизонт включает осадки в объеме региональных конодонтовых зон *omus u pandora*, соответствующих стандартным конодонтовым зонам *delta* и *pesavis* из верхней



Таблица 3

Региональная стратиграфическая схема нижнедевонских отложений для Южного Тянь-Шаня

МСШ		Биозональный стандарт по конодонтам [Becker et al., 2012]	Субрегиональная стратиграфическая шкала [Ким А., Ерина М., Ким И., Иванова О., 2007]			Туркестано-Алайская горная область	Зеравшано-Гиссарская горная область	
Отдел	Ярус		Надгоризонты	Биостратиграфические зоны		Горизонты	Горизонты	
			Конодонты	Дакриоконариды	Граптолиты			
Нижний девон	Эмский	<i>Polygnathus patulus</i>	Patulus	<i>Nowakia holynensis</i>		Китабский	Китабский	
		<i>Linguipolygnathus serotinus</i>	Serotinus	<i>Nowakia richteri</i>				
		<i>Polygnathus inversus</i>	Inversus	<i>Nowakia cancellata</i>				
		<i>Eo. nothoperbonus</i>	Nothoperbonus	<i>Nowakia elegans</i>				
		<i>Eo. gronbergi</i>	Excavatus	<i>Nowakia barrandei</i>				
		<i>Eo. excavatus</i>		<i>Nowakia praecursor – Nowakia zlichovensis</i>				
		<i>Eocostapolygnathus kitabicus</i>	Kitabicus	<i>Nowakia praesulcata</i>				
	Пражский	<i>Eocostapolygnathus pirenae</i>	Pirenae	N (Turkestanella) acuarria	<i>Guerichina strangulata</i>	<i>M. yukonensis</i>	Хукарский	Хукарский
		<i>Gondwania kindlei</i>	Kindlei		<i>M. thomasi</i>			
		<i>Gondwania irregularis</i>	Sulcatus		<i>G. bavarianus</i>	<i>M. fanicus</i>		
	Лохковский	<i>Pedavis gilberti</i>	Pesavis-pandora		<i>N. sororcula</i>	<i>M. falcarius</i>	Кунжакский	Сангитоварский
		<i>Masaraella pandora morph. beta</i>				<i>M. hercynicus</i>		
		<i>Ancyrodelloides trigonicus</i>	Delta – omus	<i>Paranowakia intermedia</i>	<i>M. prehercynicu</i>			
		<i>L. transitans</i>	Remscheidensis – postwoschmidti		<i>P. bohemia</i>	<i>Monograptus niformis</i>		
		<i>L. eleanorae</i>						
		<i>Lanea omoalpha</i>						
		<i>C. postwoschmidti</i>						
		<i>Candieriodus hesperius</i>						

части лохкова. На более высоком стратиграфическом интервале региональные конодонтовые зоны соответствуют стандартным. Хукарский горизонт включает осадки стандартных конодонтовых зон *sulcatus*, *kindlei*, *pirenae*, что соответствует современному стандартному объему пражского яруса. В лохковском и пражском интервале разреза Шишкат найдены граптолиты *Monograptus hercynicus*, *M. angustidens*, *M. falcarius*, *M. fanicus*, *Dictyonema torschini*.

Установленная Международной Стратиграфической подкомиссией стандартная граница пражского и эмского ярусов находится в основании ширдагского надгоризонта, совпадающего с основанием китабского горизонта. Последний включает осадки, соответствующие объему стандартных конодонтовых зон *kitabicus*, *excavatus*, *nothoperbonus*, *inversus*, *serotinus*,



patulus. В его разрезах на территории КГГЗ присутствуют раннедевонские граптолиты *Monograptus craigensis*, *M. aequabilis notoequabilis*, *M. thomasi*, а также тентакулиты региональных зон от *Nowakia (Dmitriella) praesulcata* до *N. holynensis*.

Для Туркестано-Алайской горной области наиболее полные разрезы девонских отложений расположены в южной Фергане на правом берегу р. Исфара около сел. Матчай, а также в долинах Игаролды и горах Куралимтау [27]. Здесь используются те же надгоризонты, что и в Зеравшано-Гиссарской горной области: мадмонский и ширдагский. Мадмонский надгоризонт включает кунжакский и хукарский горизонты, а нижняя часть ширдагского надгоризонта – китабский горизонт. Кунжакский горизонт соответствует интервалу конодонтовых зон *remscheidensis – pandora*. В его осадках присутствует последовательность монографтид *uniformis – falcarius*. Хукарский горизонт включает осадки, соответствующие объему конодонтовых зон от *sulcatus* до *pireneae*, тентакулитовых зон *baravianus* и *strangulata*, что соответствует верхней части зоны *acuaria*. Фаунистическая характеристика китабского горизонта соответствует приведенной выше его характеристике для Зеравшано-Гиссарской горной области.

Выводы

1. Рубеж, на котором принята стандартная граница пражского и эмского ярусов, основан на биособытии значительного ранга, узнаваемом во многих регионах мира.
2. Современная дискуссия о переносе этой границы из Китабского заповедника возникла от того, что разрезы Баррандиена, Ардено-Рейнской области и Испании недостаточно четко скоррелированы между собой по архистратиграфическим группам фауны (гониятитам, тентакулитам и конодонтам). Предложение о переносе границы основано не на установленном эволюционном событии, а на принципах удобства ее использования для корреляции западно-европейских разрезов.

Благодарность. Работа выполнена в рамках Международного проекта Project IGCP 591 – *The Early to Middle Palaeozoic Revolution* Международной программы по геологической корреляции (МПКК), которая контролируется совместно ЮНЕСКО и Международным союзом геологических наук (МСГН).

ЛИТЕРАТУРА

1. Изох Н.Г. Биоразнообразие конодонтов в разрезе нижнего девона Тянь-Шаня (Зинзильбан, Узбекистан) / Н.Г.Изох, Е.А.Елкин // Материалы LVI сессии Палеонтологического общества. 2010. С. 51-52.
2. Ким А.И. Тентакулиты. Биостратиграфия девона Зеравшано-Гиссарской горной области / ФАН. Ташкент, 1984. С. 65-73.
3. Ким А.И. Тентакулиты девона Китабского государственного геологического заповедника (Зеравшано-Гиссарская горная область, Узбекистан) // Новости палеонтологии и стратиграфии. 2011. Вып. 15. С. 65-81 (Приложение к журналу «Геология и геофизика». Т. 52).
4. Кульков Н.П. Лохковский ярус нижнего девона (объем и корреляция по брахиоподам) // Региональная геология. 2010. № 4. С. 48-51.
5. Литостратиграфия стратотипического разреза нижней границы эмского яруса (GSSP) нижнего девона (сайт Зинзильбан, Зеравшано-Гиссарская горная область, Узбекистан) / Е.А.Елкин, Н.К.Бахарев, А.Ю.Язиков, Н.Г.Изох, Н.В.Сенников, А.И.Ким, М.В.Ерина, У.Д.Рахмонов // Новости палеонтологии и стратиграфии. 2011. Вып. 15. С. 7-24. (Приложение к журналу «Геология и геофизика». Т. 52).
6. Полевая сессия Международной подкомиссии по стратиграфии девона. Типовые разрезы пограничных слоев нижнего и среднего девона Средней Азии: Путеводитель экскурсий / А.И.Ким, Е.А.Елкин, М.В.Ерина, Р.Т.Грацианова. Ташкент: Изд-во «Ташкент-геология», 1978. 54 с.
7. Сапельников В.П. Брахиоподы и стратиграфия девонских отложений типовой области ярусной границы прагиен – эмс (Зеравшанский хребет, Южный Тянь-Шань) / В.П.Сапельников, Л.И.Мизенс, А.И.Ким / УрО РАН. Екатеринбург, 2004. 248 с.
8. Alberti G.K.B. Paläontologische Daten zum Grenzbereich Pragian/Zlichovium (Unter Devon) auf Grund der Tentaculites (Dacryoconarida) // Newsl. Stratigr. 1982. Vol. 11. № 1. P. 22-31.
9. Alberti G.K.B. Dacryoconaride und Homocentenide Tentaculiten des Unter und Mittel-Devons. Teil I // Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg. Frankfurt am Main, 1993. Vol.158. 229 p.
10. Alberti G.K.B. Planktonische Tentakuliten des Devon. III. Dacryoconarida Fisher 1962 aus dem Unter-Devon und oberen Mitteldevon // Palaeontogr., 1998, Abt. A 250 (1/3). P. 1-46.
11. Bardashev I. The phylomorphogenesis of some Early Devonian Platform Conodonts / I.Bardashev, K.Weddige, W.Ziegler // Senck. leth. 2002. № 82(2). P. 375-451.
12. Becker R.T. Emsian substages and the Daleje Event – a consideration of conodont, dacryoconarid, ammonoid and sealevel data // SDS Newsletter. 2007. № 22. P. 29-32.



13. *Becker R.T.* International Commission on Stratigraphy – Subcommission on Devonian Stratigraphy Annual Report 2009 // SDS Newsletter. 2010. № 25. P. 7-12.
14. *Becker R.T.* Devonian climate, sea level and evolutionary events: an introduction Geological Society / R.T.Becker, P.Königshov, C.E.Brett. London, Special Publications, 2016. 423 p.
15. *Carls P.* Early Emsian Conodonts and associated shelly faunas of the Mariposas Fm (Iberian Chains, Aragón, Spain) / P.Carls, J.I.Valenzuela-Ríos // Cuad. Museo Geomin. 2002. № 1. P. 315-333.
16. *Carls P.* Comments on the GSSP for the basal Emsian stage boundary: the need for its redefinition / P.Carls, L.Slavik, J.I.Valenzuela-Ríos // Bull. Geosci., 2008. № 83(4). P. 383-390.
17. *Chlupáč I.* Cyclicity and duration of Lower Devonian stages: Observations from the Barrandian area, Czech Republic // Neu. Jb. Geol. Paläont. 2000. Abh. 215 (1). P. 97-124.
18. *Chlupáč I.* The global stratotype section and point of the Silurian-Devonian boundary / I.Chlupáč, J.Hladil // Cour. Forsch. – Inst. Senckenberg. 2000. № 225. P. 1-7.
19. *Chlupáč I.* Decision on the Lochkovian – Pragian boundary stratotype (Lower Devonian) / I.Chlupáč, W.A.Oliver // Episodes. 1989. № 12 (2). P.109-113.
20. *Chlupáč I.* Pragian, Zlicovian and Zlicovian/Dalejan boundary sections in the Lower Devonian of the Barrandian area, Czech Republic / I.Chlupac, P.Lukes // Newsl. Strat. 1999. № 37 (1/2). P. 75-100.
21. Eognathodid and polygnathid lineages from the Kitab State Geological Reserve sections (Zeravshan-Gissar mountainous area, Uzbekistan) as the bases for improvements of the Pragian-Emsian standard conodont zonation / E.A.Yolkin, N.G.Izokh, K.Weddige, M.V.Erina, J.I.Valenzuela-Rios, L.S.Apekina // News on Paleontology and Stratigraphy, Supplement to Geologiya and Geofizika. 2011. Vol. 52. № 15. P. 37-47.
22. Guidelines and statutes of the International Commission on Stratigraphy (ICS) / J.W.Cowie, W.H.Zigler, A.Boucot, M.G.Bassett, J.Remane // Courier Internat. Senckenberg. 1986. Vol.83. P. 1-14.
23. *Jansen U.* Siegenien-Emsian brachiopod stratigraphy, Germany // SDS Newsletter. 2012. № 27. P. 21-27.
24. *Kim A.I.* Dacryoconarid biostratigraphy of the Devonian Deposits of South Tien Shan // International conference «Global Alignments of Lower Devonian carbonate and clastic sequences» Contributions. Kitab State Geological Reserve, Uzbekistan, 25 August – 3 September. 2008. Tashkent. P. 51-55.
25. *Murphy M.A.* Conodonts first occurrences in Nevada. Devonian Correlation Table // Senckenbergiana Lethaea. 2000. Vol. 80. 695 p.
26. Palaeozoic of the Barrandian (Cambrian to Devonian) / I.Chlupáč, V.Havlíček, J.Kříž, Z.Kukal, P.Štorch. Prague: CGS, 1998. P. 101-133.
27. Subdivision and correlation of the Devonian of South Fergana (Turkestan-Alai-Mountain Area, USSR) / A.I.Kim, M.V.Erina, E.A.Yolkin, N.V.Sennikov // Can. Soc. Petrol. Geol., Mem. 1988. № 14 (3). P. 703-714.
28. *Slavick L.* The Pragian-Emsian conodont successions of the Barrandian area: search of an alternative to the GSSP polygnathid-based correlation concept // Geobios. 2004. № 37. P. 454-470.
29. The Devonian Period / R.T.Becker, F.M.Gradstein, J.G.Ogg, M.D.Schmitz, G.M.Ogg et al. // The Geologic Time Scale. 2012. P. 559-601.
30. The Pragian-Emsian strata of Kitab Reserve and Barrandian area: The 2008 SDS research task on magnetic susceptibility logs and their stratigraphic correlation by means of the dynamic time warping techniques / J.Hladil, M.Vondta, L.Slavik, L. Koptikova, P.Cejchan, R.Vich // SDS Newsletter. 2011. № 26. P. 54-56
31. The Pragian-Emsian event and subdivision of the emsian in the Zinzilban and Khodzha-Kurgan sections / A.I.Kim, M.V.Erina, I.A.Kim, F.A.Salimova, N.A.Meshchankina, U.D.Rakhmonov // SDS Newsletter. 2012. № 27. P. 38-41.
32. *Valenzuela-Rios J.I.* Brief comments on the Future Pragian Subdivision and Revision of the Emsian base / J.I.Valenzuela-Rios, P.Carls // SDS Newsletter. 2010. № 26. 19 p.
33. *Volkin E.A.* Devonian Sequences of the Kitab Reserve area. Field Excursion Guidebook // International Conference «Global Alignments of Lower Devonian Carbonate and clastic sequences» / E.A.Volkin, A.I.Kim, J.A.Talent. Novosibirsk, Publishing House SB RAS. 2008. 245 p.
34. *Ziegler W.* Stages of the Devonian System / W.Ziegler, G.Klapper // Episodes. 1985. Vol. 8. № 2. P.104-109.

Авторы: Е.Д.Михайлова, д-р геол.-минерал. наук, профессор, edmich@spti.ru (Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия); А.И.Ким, д-р геол.-минерал. наук, начальник стратиграфической партии, alekskim@ars.uz (Восточно-Узбекская геолого-съемочная экспедиция, пос. Иионгузар, Ташкентская обл., Республика Узбекистан).

Статья поступила в редакцию 07.06.2017.

Статья принята к публикации 21.02.2018.