

## ГЛОБАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ САКМАРСКОГО ЯРУСА ПО КОНОДОНТАМ

**В.В. Черных**

*Институт геологии и геохимии Уральского отделения РАН*

*620151 Екатеринбург, Почтовый пер., 7*

*E-mail: chernykh@igg.uran.ru*

*Статья поступила 1 февраля 2002 г.*

Детальное изучение конодонтов из разрезов сакмарского яруса в стратотипической местности показало значительные изменения в составе этой группы на рубеже ассельского и сакмарского времени. Наиболее важными событиями, приуроченными к этому рубежу, являются исчезновение представителей рода *Streptognathodus*, появление большого количества видов рода *Mesogondolella* и возникновение первых свитогнатид. В частности находка морфотипа *Sweetognathus merrilli* Kozur в стратотипическом для сакмарского яруса разрезе Кондуровский и фиксированное положение этого морфотипа в линии *Diplognathodus* – *Sweetognathus merrilli* – *Sweetognathus whitei* позволяет провести глобальную корреляцию нижней границы этого яруса на Урале, Северной Америки, Китая и Японии.

Ключевые слова: *глобальная корреляция, сакмарский ярус, конодонты, Урал, Северная Америка, Китай, Япония.*

## GLOBAL CORRELATION OF SAKMARIAN ON CONODONTS

**V.V. Chernykh**

*Institute of Geology and Geochemistry of the Academy Sciences of Russia*

The detailed study of conodonts from the Sakmariian sections in the stratotype area has shown significant changes in structure of this group on the Asselian and Sakmariian boundary. The most important events dated for this boundary are disappearance of the representatives of a genus *Streptognathodus*, occurrence of a plenty of species of *Mesogondolella* and occurrence first sweetognatids. In particular the find of *Sweetognathus merrilli* Kozur morphotype in the Sakmariian stratotype Kondurovka section and fixed position of the morphotype in the line *Diplognathodus* - *Sweetognathus merrilli* - *Sweetognathus whitei* allows to correlate of the lower boundary of this stage on Ural, Northern America, China and Japan.

Key words: *global correlation, Sakmariian, conodonts, Urals, Northern America, China, Japan.*

Попытки опознать аналоги сакмарского яруса в отдаленных от Урала регионах по результатам изучения конодонтов предпринимались неоднократно различными исследователями [Clark, 1974; Kozur, 1978; Larson, Clark, 1979; Мовшович, Коцур и др., 1979]. Главной причиной неубедительности подобных попыток являлась слабая изученность конодонтов в стратотипической для сакмарского яруса местности, т.е. на Урале. Отрывочные сведения по распространению конодонтов в отложения сакмарского яруса на Урале суммированы Х. Коцуром [Мовшович, Коцур и др., 1979]. Для тастубского горизонта, к которому в этой работе были отнесены отложения верхней трети курмаинс-

кой, карамурунской и сарабильской свит Кондуровского разреза, а также шеркыртинская свита разреза Средние Ворота (р. Щугор, Приполярный Урал), указаны следующие конодонты: *Gondolella bisselli* Clark et Behnken, *Diplognathodus sakmarensis* Koz. et Mov., sp. nov., *Gnathodus simplex* (Gunn.), *Idiognathodus delicatus* Gunn., *Cavusgnathus lautus* Gunn. Отмечая широкое развитие среди ископаемых, встреченных в курмаинской, карамурунской и сарабильской свитах, среднекаменноугольных и верхнекаменноугольных переотложенных форм, Х. Коцур, тем не менее, считает присутствие здесь типичных каменноугольных видов, таких как *Cavusgnathus lautus*, *Gnathodus*

*delicatus* и *Gnathodus simplex*, in situ. Кроме этих форм, в качестве тастубских указаны: новый вид *Gondolella praebisselli* и *G. bisselli*. Вид “*G. praebisselli*” Х. Коцур считал переходным между ребристыми каменноугольными (из группы *G. bella Stauffer et Plummer*) и пермским *G. bisselli Clark et Behnken* на том основании, что в верхней части ассельского яруса гондолеллы неизвестны. В настоящее время установлено, что пермские мезогондолеллы появляются в среднем асселе и еще до появления *M. bisselli* достигают впечатляющего разнообразия. Кроме того, нам уже приходилось писать, что вероятнее всего “*G. praebisselli*” являются переотложенными верхнекаменноугольными ребристыми гондолеллами, перетертая ребристая поверхность которых производит впечатление смешанной орнаментации из ребер и ямочек. Что же касается *M. bisselli*, то указание на ее присутствие в отложениях начиная с нижней части тастубского горизонта связано, скорее всего, с неверным отнесением вмещающих пород к тастубскому горизонту. Во всяком случае, большая коллекция конодонтов, собранная впоследствии нами из тастубских отложений Урала, во-первых, обнаружила значительное разнообразия мезогондолелл и, во-вторых, отсутствие среди них вида *M. bisselli*, первые представители которого встречаются только начиная со стерлитамакского времени.

Таким образом, ко времени появления указанных работ, авторы которых пытались отыскать аналоги сакмарского яруса, в частности, на Мидконтиненте, известные на Урале сакмарские конодонты включали единственный бесспорно сакмарский вид *M. bisselli* и сомнительные каменноугольные и ассельские формы, которые, по нашему мнению, являются переотложенными. Интересно, что главным образом именно эти последние и были использованы Х. Коцуrom для корреляции сакмарских отложений Урала с одновозрастными образованиями Северной Америки. И наиболее примечательно то, что корреляционные построения Х. Коцура все-таки в общих чертах оказались верны!

Как показало детальное изучение конодонтов из разрезов сакмарского яруса в стратотипической местности, именно на рубеже ассельского и сакмарского времени происходят значительные изменения в составе этой группы (рис. 1). В частности, полностью исчезают представители рода *Streptognathodus* – группы

конодонтов доминирующей в ассельском веке. В уральском сакмарском бассейне им на смену приходит богатейшая по таксономическому разнообразию группа мезогондолелл. Кроме того, наиболее важным событием, приуроченным к этому рубежу, следует считать появление первых представителей рода *Sweetognathus* – морфотипа *Sweetognathus merrilli Kozur*, найденного к настоящему времени на Урале в двух разрезах – Усольском и Кондуровском [Черных, Чувашов, 2000]. Особую ценность приобретает находка этого морфотипа в Кондуровском разрезе. Во-первых, потому, что этот разрез является стратотипическим для сакмарского яруса, во-вторых, потому, что в этом разрезе детально прослежена эволюционная линия *Diplognathodus aff. stevensi* – *Sweetognathus merrilli* (рис. 2), и, наконец, потому, что именно морфотип *S. merrilli Kozur* является пока единственным маркером нижней границы сакмарского яруса, который известен не только на Урале, но и на территории других регионов.

Как отмечено выше, в сакмарском веке на Урале доминирующей группой конодонтов являются мезогондолеллы. Часть из них продолжает существовать с позднеассельского времени. Среди вновь возникших, наиболее важной является морфологически выразительная и коротко живущая форма *Mesogondolella uralensis Chern.* Она хорошо вписывается в эволюционный ряд *M. beladontae* – *M. simulata* – *M. striata* – *M. pseudostrata* – *M. uralensis*, который был использован нами для построения зональной биохронологической шкалы ассельско-сакмарских отложений. По этой форме в основании сакмарского яруса была выделена одноименная зона *uralensis*. В настоящее время описан богатый комплекс других мезогондолелл характеризующих эту зону на Урале. Сюда относятся *M. lacerta Chern.*, *M. paralacerta Chern.*, *M. parafoliola Chern.* и ряд других новых форм. Зона *uralensis* хорошо распознается на Южном Урале в ряде разрезов (Усольском, Кондуровском, Симском и др.).

Однако существенным недостатком тастубских мезогондолелл является их эндемичность – почти все они известны только на Урале, что делает их мало эффективными для межрегиональных корреляций. Обнаружение космополитного коротко живущего морфотипа *Sweetognathus merrilli Kozur* в составе зоны *uralensis*, который появляется в разрезах практически на одном стратиграфическом уровне с

ГЛОБАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ САКМАРСКОГО ЯРУСА ПО КОНОДОНТАМ

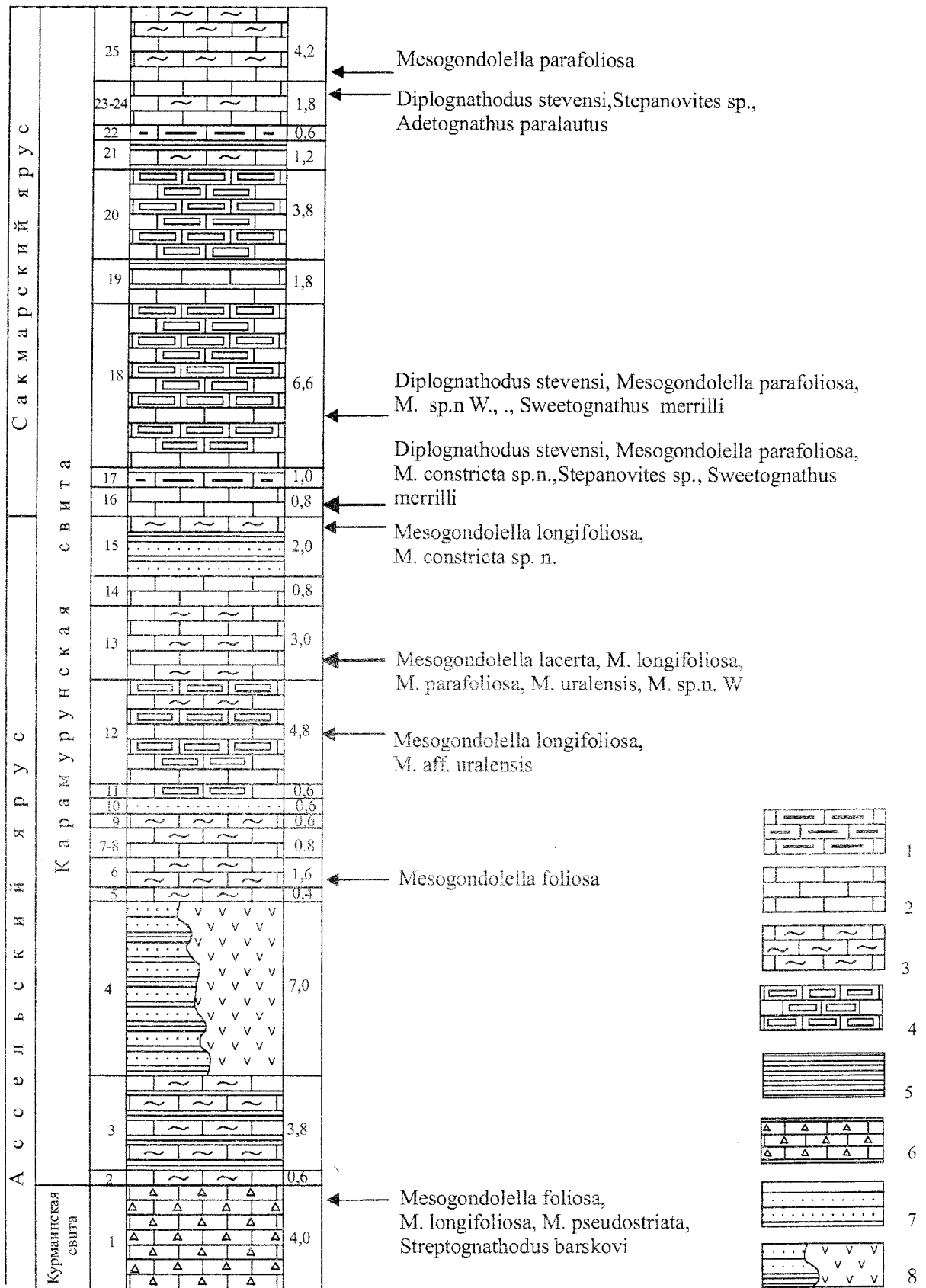


Рис. 1. Распространение конодонтов в ассельско-сакмарской части разреза Кондуровский  
 1 – кремнистые известняки; 2 – детритовые известняки; 3 – мергели, глинистые известняки; 4 – афани-  
 тивые известняки; 5 – аргиллиты; 6 – курманинская брекчия; 7 – песчаники; 8 – высыпки песчаников и  
 аргиллитов; слева от колонки – номера слоев, справа – их мощности в метрах.



Рис. 2. Морфологический тренд *Diplognathodus aff. stevensi* – *Sweetognathus merrilli* в разрезе Кондуровка

1 – *D. aff. stevensi* Clark et Carr, средняя часть слоя 16; 2 – форма переходная от *D. aff. stevensi* Clark et Carr к *S. merrilli* Kozur, верхняя часть слоя 16; 3 – *S. merrilli* Kozur, слой 18; 4 – *S. merrilli* Kozur, верхняя часть слоя 25 разреза Усолка.

*Mesogondolella uralensis* Chern., позволило осуществить глобальную корреляцию нижней границы сакмарского яруса и, в частности, указать ее положение в одновозрастных разрезах Северной Америки.

Вопрос о происхождении морфотипа *Sweetognathus merrilli* неоднократно обсуждался различными исследователями, которые высказывали по этому поводу разные суждения. Так, автор морфотипа Х. Коцур рассматривал его как связующее звено между *Diplognathodus ellipticus* и *Sweetognathus whitei*. В. Свит считал наиболее вероятным предком *S. merrilli* морфотип *D. expansus*. С. Риттер склонен поддерживать мнение В. Свита о *D. expansus* как возможном предке *S. merrilli*. Во всяком случае, между исследователями нет расхождений в том, что какие-то из видов ассельских диплогнатодусов дали начало развитию первым свитогнатусам. Мы также согласны с этим мнением. Вопрос в другом: от одного или от нескольких видов диплогнатодусов берет начало вид *S. merrilli* Kozur и, если от нескольких, то на одном или разных стратиграфических уровнях появляется этот вид? Переход от диплогнатодусового морфотипа к свитогнатусовому происходит во всех случаях однообразно: путем формирования вначале папиллярного (пустулизованного) строения первоначально сплошной карины у диплог-

натодусов и затем ее дифференциации, последовательно развивающейся с заднего к переднему концу, на ряд небольших изолированных бугорков с ясной ямчатой орнаментацией их поверхности. Судя по нашим данным, этот процесс затронул различные виды ассельских диплогнатодусов и происходил на одном и том же стратиграфическом уровне в разных участках уральского бассейна. В зависимости от того, какой именно вид диплогнатодусов являлся предковым, возникающие при этом свитогнатусы могут несколько различаться по деталям строения (количество каринальных бугорков, общие очертания края базальной полости, длина и высота свободного листа и т.п.), обладая вместе с тем общим сходством в строении важнейшего для диагностики элемента – карины (рис. 2). Последняя у первых свитогнатусов состоит из одного ряда простых, округленных в поперечном сечении, свободно размещенных бугорков, поверхность которых имеет мелкоямчатую (папиллярную) орнаментацию. Все такие формы, независимо от частных особенностей их строения, мы относим к одному морфотипу и именуем его *Sweetognathus merrilli* Kozur. В Кондуровском разрезе этот морфотип сформировался на основе *Diplognathodus aff. stevensi* Clark et Carr, и процесс перехода хорошо иллюстрируется фактическим материалом (рис. 2,

фиг. 1- 3). В Усольском разрезе предковой формой являлся, по-видимому, *D. expansus*, встречающийся в ассельской части разреза и отличающийся по частным особенностям строения от *D. aff. stevensi*. В этой связи и усольские представители *S. merrilli* несколько отличаются от кондуровских, но также обладают всеми отмеченными признаками этого морфотипа. Наиболее существенно то, что и в Усольском, и Кондуровском разрезах эти первые свитогнатусы появляются на одном стратиграфическом уровне – практически одновременно с появлением зональной коротко живущей *Mesogondolella uralensis*. В этом отношении синхронное возникновение морфотипа *S. merrilli* имеет полную аналогию с возникновением первых ассельских нодулярных стрептогнатодусов, отнесенных к морфотипу *Streptognathodus isolatus*, выделенному по признаку обособленности нодулярного поля от карины. К этому морфотипу, кроме собственно вида *S. isolatus* Chern., Ritter et Wardlaw, следует отнести *S. invaginatus* Chern. et Resh., *S. nodularis* Chern. et Resh., эволюционно продвинутых *S. flangulatus* Gunnell и ряд других форм, которые безусловно отличаются друг от друга частными особенностями строения платформы, но имеют обособленное нодулярное поле – основной признак морфотипа *S. isolatus*. Все названные виды встречаются либо в одной выборке, либо в очень узком стратиграфическом диапазоне – зоне коротко живущего вида *S. isolatus*. Этот вывод получен в настоящее время не только на уральском материале, но многократно подтвержден конодонтологами США, Канады и Китая.

С учетом сказанного, мы считаем возможным и целесообразным использовать уровень первого появления морфотипа *Sweetognathus merrilli* в качестве хорошего маркера нижней граница сакмарского яруса, который позволяет коррелировать эту границу за пределы уральского региона. Так, самые ранние свитогнатусы, определенные как к *S. merrilli*, зафиксированы в районе развития нижнепермских отложений восточного Канзаса (США), в верхней части известняка Eiss формации Bader Limestone, занимающих высокое стратиграфическое положение в составе Council Grove группы [Kozur, 1978]. Аналогичная находка *S. merrilli* сделана в западном Техасе в Стекланных горах в пределах развития продельтовых отложений (алевролиты с фрагментами растительных остатков, известняки с прослоями известняковых конгло-

мератов) Neal Ranch формации – в 52 м выше основания разреза [Ross, 1963; Wardlaw, Davydov, 2000]. Несмотря на то, что граница сакмарского яруса в пределах северо-американского континента строго установлена по виду-индексу только в двух названных разрезах, она может быть прослежена более широко с использованием данных по другим группам ископаемых. В частности, в работе Вардлоу и Давыдова по результатам изучения фузулинид сделан вывод, что примерными аналогами указанного положения границы сакмарского яруса могут быть базальная часть формации Carbon Ridge формации (Невада); в Калифорнии интервал, в котором может быть зафиксирована эта граница, находится в пределах зон В и С McClaude Limestone.

Верхняя граница тастубского горизонта (и, следовательно, нижняя граница стерлитамакского горизонта) на Урале проводится нами по появлению космополитного вида *Mesogondolella bisselli* (Clark et Behnken). Главной трудностью в использовании этого вида для определения и корреляции этой границы является длительное существование *M. bisselli* – от стерлитамакского до саргинского горизонта. Определить уровень первого появления этого вида можно только в серии последовательных проб в разрезах, хорошо охарактеризованных конодонтами. Отдельные пробы с *M. bisselli* мало информативны. Зона *M. bisselli* охватывает стратиграфический диапазон от уровня первого появления вида-индекса до уровня появления космополитного *Sweetognathus whitei*. Последний уровень совпадает с нижней границей артинского яруса на Урале. В пределах зоны *M. bisselli*, кроме вида-индекса, установлено присутствие *M. lata* Chern., эндемичного *Sweetognathus primus* Chern., примитивных неострептогнатодусов с признаками свитогнатид и завершающих свое существование адетогнатид. Возможно, в самом конце стерлитамакского времени появляются первые *Sweetognathus ex gr. inornatus* Ritter, переходные между *S. merrilli* и номинальным видом группы. Типичные *S. inornatus* обычны для бурцевского горизонта артинского яруса.

Характерное сочетание первых свитогнатусов с *M. bisselli* в породах, залегающих стратиграфически ниже уровня первого появления *S. whitei*, является основанием для их отнесения к верхнесакмарской (стерлитамакской) части разреза нижнепермских отложений на Ура-

ле и в других регионах. В частности, несомненными аналогами верхнего стерлитамака являются известняки Harper Ranch Group на юге Британской Колумбии, вмещающие характерную ассоциацию конодонтов, описанную М. Очером и П. Форстером [Orchard, Forster, 1988] как “Adetognathus – фауна”. Возможно, что формы, отнесенные в указанной работе к *S. inornatus* (Table I, fig. 6), занимают промежуточное положение между типичными *S. inornatus* и *S. merrilli*, на что указывает характерный изгиб задней части карины книзу, не свойственный *S. inornatus*.

На Мидконтиненте аналогами верхнесакмарских отложений принято считать средний вольфкэмп. В штате Юта им соответствует верхняя часть формации Querrh, где Д. Ларсон и Дж. Кларк [Larson, Clark, 1979] нашли *M. bisselli* вместе с *S. whitei* и *Streptognathodus elongates* и на этом основании датировали вмещающие отложения как “верхняя тастуба? – нижний стерлитамак”. Исходя из приведенных ими данных, ясно, что эта часть разреза формации Oquerrh не древнее низов артинского яруса. Что касается подстилающих отложений так называемой зоны “*Idiognathodus ellisoni*”, первоначально установленной Д. Кларком [Clark, 1974] в Неваде, то здесь много неясностей. Они возникают, начиная с определения номинативного вида, который разные исследователи причисляют к *Idiognathodus delicatus Gunnell*, к *Streptognathodus wabaunsensis Gunnell*. В любом случае общая морфология этого вида не оставляет сомнения в его позднекаменноугольном возрасте. Примерно то же, или более раннее, существование имеют и другие конодонты, входящие в ассоциацию “*ellisoni*”. Вероятнее всего, что весь этот комплекс конодонтов переотложенный, и что вмещающие его отложения (верхняя часть формации Riepe Springs, верхняя часть формации Oquirrh, Lenox Hills), судя по их стратиграфическому положению ниже уровня первых *Sweetognathus whitei* (Rhodes), являются позднесакмарскими, но не содержат конодонтов *in situ*.

В Китае формы, переходные от *Sweetognathus merrilli* к *S. inornatus*, найдены в верхней части формации Taiyuan в провинции Anhui, в окрестностях города Huainan [Ding Hui, Wan Shilu, 1990]. Здесь эти формы встречены совместно с настоящими *S. inornatus* и *S. whitei* (слой L1). По-видимому, вмещающие отложения относятся к самым низам артинского яру-

са. В 16,5 м ниже по разрезу встречается характерный комплекс конодонтов нижней и средней зон ассельского яруса. Не исключено, что эти отложения шестнадцатиметровой мощности относятся к верхнему асселю или сакмарскому ярусу.

Разрез Ziyun County в провинции Guizhou [Kang Pei-quan et al., 1987] также содержит хорошо охарактеризованные конодонтами и фузулинидами ассельские отложения, включая и верхнюю зону (слои 17 – 21), где встречены *Mesogondolella striata Chern.* (согласно определению авторов – *M. bisselli*) и *Adetognathus paralautus Orchard*. Первые свитогнатицы в этом разрезе указываются в слое 22, первые неострептогнатодицы – в слое 25. Вероятно этот интервал мощностью 10,5 м, включающий слои 22, 23 и 24, соответствуют сакмарскому ярусу. Этому заключению не противоречат найденные в этих слоях фузулиниды.

В Японии в разрезе нижнепермских отложений Х. Иго [Igo, 1994] выделяет три бистратиграфических подразделения (снизу вверх): *Streptognathodus elongates* фауну, зону *Neogondolella bisselli* – *Sweetognathus whitei* и зону *Diplognathodus oertlii* – *Neostreptognathodus pequopensis*. Средняя из названных зон является артинской и может параллелизоваться с бурцевским, иргинским горизонтами. Зона *Diplognathodus oertlii* – *Neostreptognathodus pequopensis* соответствует интервалу уральского разреза от саргинского горизонта артинского яруса до кунгура включительно. Отложения с фауной *S. elongates*, по-видимому, включают, кроме верхнекаменноугольных, ассельско-сакмарские образования. Более точная корреляция будет возможна после более полных сборов конодонтов и других групп ископаемых.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 00-05-64460

### Список литературы

Мовшович Е.В., Коур Х., Павлов А.М. и др. Комплексы конодонтов нижней перми Приуралья и проблемы корреляции нижнепермских отложений // Конодонты Урала и их стратиграфическое значение. Екатеринбург: УНЦ АН СССР, 1979. С. 94 – 131.

Черных В.В., Чувашов Б.И. Нижняя граница сакмарского яруса на Урале по конодонтам // Ежегодник-1999 Института геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург, 2000. С. 27 – 30.

*Clark D.L.* Factors of Early Permian conodont paleoecology in Nevada // Journ. of Paleontol., 1974. V. 48. N. 4. P. 710–720.

*Ding Hui, Wan Shilu.* The Carboniferous-Permian conodont event-stratigraphy in the South of the North China Platform // Cour. Forschungsinst. Seckenberg, 1990. V. 118. P. 131–155.

*Igo Hh.* Summary of Carboniferous to Triassic conodont biostratigraphy in Japon // Bulletin of Tokyo Gakugei University. Sect. IV. 1994. V. 46. P. 99–118.

*Kang Pei-quan, Wang Cheng-yuan and Wang Zhi-hao.* Carboniferous-Permian conodont biostratigraphy in the shelf facies of Ziyun County, Guizhou // Acta micropalaeontologica Sinica. 1987. V. 4. No. 2. P. 179–198.

*Kozur H.* Beiträge zur Stratigraphie des Perm. Teil II: Die Conodontenchronologie des Perm. Freiburger Forsch. – H. C 334. Leipzig, 1978. S. 85–161.

*Larson J.A., Clark D.L.* The Lower Permian (Sakmarian) Portion of the Oquirrh Formation, Utah // Brigham Young University Geology Studies, 1979. V. 26. Part 3. P. 135–142.

*Ross C.A.* Standard Wolfcampian Series (Permian), Glass Mountains, Texas // Geol. Soc. Am. Mem., 1963. V. 88. 205 p.

*Orchard M.J., Forster P.J.L.* Permian conodont biostratigraphy of the Harper Ranch Beds, near Kamloops, south-central British Columbia // Geol. Surv. Canada, 1988. Paper 88-8. P. 1–27.

*Wardlaw B.R., Davydov V.I.* Preliminary Placement of the International Lower Permian Working Standard to the Glass Mountains, Texas // Permophiles, 2000. No. 36. P. 11–14.

*Рецензент Чувашов Б.И.*