

**КОНОДОНТЫ И БИОСТРАТИГРАФИЯ ВУЛКАНОГЕННО-КРЕМНИСТЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ РАННЕГО ПАЛЕОЗОЯ, ВСКРЫТЫХ
УРАЛЬСКОЙ СВЕРХГЛУБОКОЙ СКВАЖИНОЙ СГ- 4**

К.С. Иванов*, М.П. Снигирева*, П. Мянник, Г.Н. Бороздина***

* *Институт геологии и геохимии Уральского отделения РАН
620151, Екатеринбург, Почтовый пер. 7*

E-mails: ivanovks@igg.uran.ru; maria@igg.uran.ru

** *Институт геологии Таллиннского технического университета
10143, Таллинн, Эстония, бульвар Эстония, 7*

E-mail: mannik@gi.ee

Поступила в редакцию 26 мая 2004 г.

В вулканогенно-кремнистых отложениях раннего палеозоя Уральской сверхглубокой скважины СГ-4, начиная с глубины 3525.0 м и заканчивая глубиной 5072.18 м, найдены конодонты, позволяющие уточнить возраст отложений. Низы флишоидной толщи, интервал от 5072.18 м до 5056.14 м, содержат ордовикские конодонты и, основываясь на находке из этого интервала *Semiacontiodus?* sp., скорее всего соответствуют карадокку. Граница ордовика и силура в разрезе СГ-4 находится в самых низах именновской свиты (в низах флишоидной толщи), в интервале 5056.14 м – 5022.60 м. Верхи флишоидной толщи, интервал от 3885.0 м до 3525.0 м скорее всего имеют возраст раннего телича и коррелируются с конодонтовыми зонами *Pterospathodus eopennatus* ssp. n. 1 и *P. eopennatus* ssp. n. 2 и с граптолитовыми зонами *Streptograptus crispus* до *Monoclimacis crenulata*.

Ключевые слова: *стратиграфия, ордовик, силур, конодонты, хитинозои, вулканогенно-осадочные толщи, Уральская сверхглубокая скважина СГ-4.*

**CONODONTS AND BIOSTRATIGRAPHY OF THE EARLY PALEOZOIC
VOLCANOGENIC-CHERT DEPOSITS IN THE URAL SUPERDEEP BOREHOLE SG-4**

K.S. Ivanov*, M.P. Snigireva*, P. Mannik, G.N. Borozdina***

* *Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS*

** *Institute of Geology at Tallinn University of Technology*

Conodonts studied from the volcanogenic-cherty rocks (interval 5072,18-3525,0 m) in the Ural superdeep borehole SG-4 allowed to update the datings of these strata. The conodont fauna in, and below, the sample from 5054,14 m yielded typical Ordovician taxa and, based on the occurrence here of *Semiacontiodus?* sp., probably is Caradocian in age. The Ordovician-Silurian boundary in SG-4 lies in the interval between 5056,14 m below and 5022,00 m above. The upper part of the studied interval (from 3885,0 m to 3525,00 m) most probably corresponds to Telychian and, strating from the level 3718,0 m, evidently correlates with *Pterospathodus eopennatus* ssp. n. 1 and *P. eopennatus* ssp. n. 2 conodont biozones and graptolite zones *Streptograptus crispus* till *Monoclimacis crenulata*.

Key words: *stratigraphy, Ordovician, Silurian, conodonts, chitinozoan, , volcanogenic-cherty series, the Ural Superdeep Borehole SG-4.*

Введение

Уральская сверхглубокая скважина СГ-4 расположена на Среднем Урале, в 200 км к северу от г. Екатеринбурга, на западе Тагильской вулканогенной мегазоны Урала (рис. 1). Тагильская вулканогенная мегазона является крупнейшей раннепалеозойской структурой Урала, она имеет протяженность с юга на север около 900 км, при ширине до 70 км. С запада она ограничивается Главным Уральским глубинным разломом, с востока в южной части – Серовско-Маукским разломом, а севернее перекрывается мезо- и кайнозойскими осадками Западно-Сибирского мегабассейна. История изучения вулканогенных толщ Тагильской мегазоны связана с именами Н.Я. Анцыгина, К.Г. Башты, О.В. Богоявленской, В.В. Бочкарева, С.Н. Волкова, Т.В. Диановой, Л. Дюпарка, Ю.С. Каретина, В.П. Козина, Е.А. Кузнецова, Г.А. Курициной, Н.С. Лисова, В.П. Логинова, М.Г. Марковой, Е.П. Молдаванцева, А.С. Мельникова, А.Ф. Морозова, В.А. Наседкиной, В.В. Никитина, В.П. Олерского, А.В. Пейве, А.С. Перфильева, Г.А. Петрова, Б.М. Романова, В.П. Сапельникова, И.В. Семенова, В.М. Сергиевского, Н.А. Сирина, В.Н. Соля-

ник, Р.А. Сюткиной, Е.С. Федорова, Г.Ф. Червяковского, Н.С. Чурилина, А.Н. Ходалевича, В.В. Шалагинова, Н.А. Штрейса, М.В. Шурыгиной, Р.Г. Язевой и многих других.

Огромные размеры Тагильской мегазоны, в сочетании, в целом, с весьма неудовлетворительной обнаженностью, делают ее весьма трудной для исследований. Скважиной СГ-4 предполагалось вскрыть разрез Тагильской островной системы и войти в ее фундамент. Изучение строения и стратиграфии полного разреза древней островной дуги в мире фактически не проводилось. СГ-4, учитывая то, что коллективу Уральской экспедиции сверхглубокого бурения удается обеспечить практически полный выход и сохранность керна, дает такую уникальную возможность. Задача эта остается, однако, чрезвычайно сложной. Трудности датирования быстро накапливавшихся вулканогенно-обломочных образований вполне очевидны, и находки фауны здесь, как правило, весьма редки. Более того, поскольку этот материал скважинный и объем керна, получаемый для исследований, крайне ограничен, сложность задачи многократно возрастает.

В стратиграфии ранне-среднепалеозойских вулканогенно-кремнистых комплексов Урала ведущая роль принадлежит ортостратиграфическим группам фауны: граптолитам, конодонтам, хитинозоям. Интенсивное использование этих групп, особенно конодентов, в последние примерно 25 лет позволило значительно уточнить и пересмотреть возраст многих, прежде «немых», кремнисто-сланцевых и вулканогенно-осадочных толщ как на западном, так и на восточном склонах Урала. Начиная с 1992-го года, авторами опубликован ряд статей по стратиграфии и датировке возраста вулканогенно-осадочного разреза СГ-4 с использованием конодентов и хитинозой [Иванов и др., 1992, 1999; Иванов, Снигирева, 1998]. Новые данные, полученные авторами за последние 3 года, позволили уточнить датировку некоторых интервалов разреза СГ-4, а также потребовали ревизии ранее опубликованных определений конодентов.

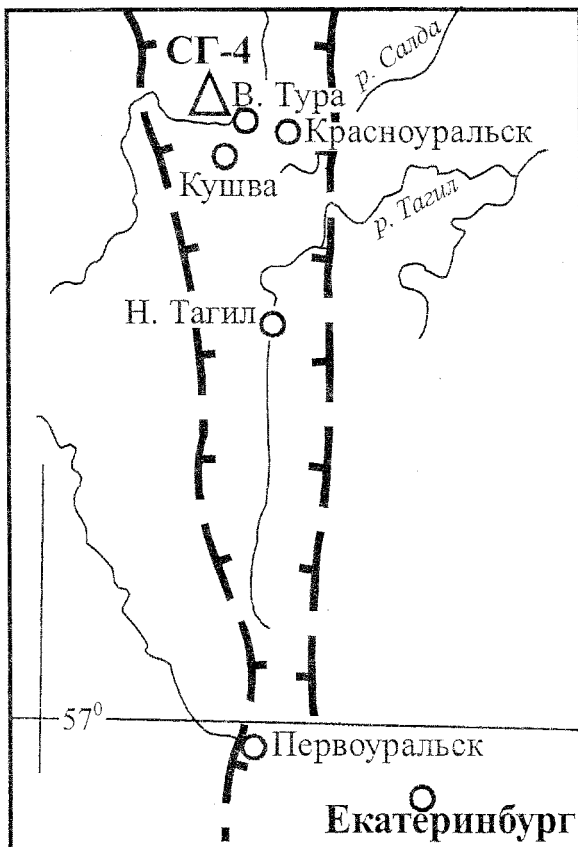


Рис. 1. Расположение Уральской сверхглубокой скважины СГ-4.

Общая геологическая характеристика региона СГ-4

Скважина СГ-4 бурится в пределах западного, моноклинально падающего на восток, крыла Тагильской вулканогенной мегазоны. В целом разрез по СГ-4 – единый, общего антидромного строения с закономерной сменой снизу вверх продуктов кислого вулканизма андезитовым, затем андезито-базальтовым и, наконец, базальтовым. Отсутствие существенных перерывов в осадконакоплении и высокая скорость накопления вулканогенно-обломочных образований не позволяют предполагать наличия значительно более молодых (девонских) пачек и в самых верхних (недатированных) частях разреза СГ-4. Поскольку разрез скважины СГ-4 описан в многочисленных работах [Башта и др., 1991; Викентьев и др., 1990; Каретин, 1992 и др.], здесь его описание не повторяется, а приводится лишь общая характеристика геологического строения региона.

По опубликованным данным [Каретин, 2000; Ходалевиц и др., 1977 и др.], в строении района с запада на восток (а в целом и снизу вверх по разрезу) выделяются следующие геологические комплексы:

1. Терригенно-зеленосланцевый комплекс. В этом комплексе на р. Косьва, в пачках мраморов, В.С.Милициной определены криноидеи среднего (?) ордовика [Анцыгин и др., 1988]. Но, как указывает А.С. Перфильев [1979], терригенно-зеленосланцевый комплекс располагается западнее собственно Тагильской мегазоны. От вулканогенных разрезов мегазоны он отделен Салатимским серпентинитовым поясом и вряд ли может быть к ней отнесен.

2. Толейт-базальтовый офиолитовый (спилит-диабазовый) комплекс. Ранее этот комплекс был условно отнесен к низам силура, но, судя по новым данным, скорее всего соответствует верхам ордовика [Анцыгин и др., 1988; Иванов и др., 1996]. Комплекс слагает нижнюю часть разреза Тагильской мегазоны, прослеживаясь непрерывной полосой в ее западной части. Мощность комплекса составляет до 3000 м. Он сложен однообразными потоками диабазов и пачками подушечных лав, среди которых отмечаются весьма редкие прослои измененных гиалокластитов и кремней. От типичных океанических толейтов базальтоиды комплекса отличаются в первую очередь пониженными содержаниями титана (в среднем

около 1,2% – данные Ю.С. Каретина и других [Каретин, 2000]).

3. Колчеданоносный комплекс натриевых базальтов и плагиориолитов. Мощность комплекса до 1500 м. Верхний возрастной предел комплекса определялся сборами граптолитов верхов среднего лландовери из вышележащей пачки слоистых туфоалевролитов у пос. Старая Ляля и севернее его [Дианова, 1958; Ходалевиц и др., 1977]. В нижней части комплекса, западнее города Ивдель, в яшмоидах среди базальтов рудовмещающей толщи Новошешмурского медноколчеданного месторождения были собраны конодонты самых верхов ордовика – нижнего лландовери [Анцыгин и др., 1988]. Аналогичные результаты получены нами в районе СГ-4 (см. ниже). Комплекс залегает согласно на спилит-диабазовом. В однотипных разрезах, сложенных преимущественно спилитами, граница между ними проводится условно, по постепенному увеличению объемов вулканогенно-обломочных и кремнистых пород.

4. Непрерывно-дифференцированный комплекс андезитовой формации островодужного типа. На севере района комплекс датирован фауной верхнего лландовери и нижнего венлока [Ходалевиц и др., 1977 и др.]. Комплекс вскрыт скважиной СГ-4 на глубинах 429–5006 м.

5. Андезито-базальтовый комплекс, датированный восточнее СГ-4 и в более северных районах фауной верхнего венлока – нижнего лудлова. В разрезе СГ-4 ему соответствует, по всей видимости, самая верхняя лавовая толща (до глубины 429 м). Комплекс залегает в едином разрезе на нижележащем комплексе андезитовой формации (см. выше) и во многих случаях перекрывается толщей лудловских известняков.

6. Комплексы калиевых базальтов-трахитов (S_2-D_1) и осадочные и вулканогенные образования пражско-эйфельского возраста. Эти комплексы (туринская свита и др.) распространены в осевой части Тагильской мегазоны.

Согласно стратиграфической схеме Н.А. Штрейса [1951] для этого района, комплексы 2 и 3 (см. выше) соответствуют кабанской свите, комплексы 4 и 5 – именновской свите, а комплекс 6 – туринской свите. Возраст всех их считался верхнесилурийским (силурийским). В.М. Сергиевский допускал для кабанской свиты лландовериийский возраст, к этому мнению склонялись и более поздние исследователи [Ходалевиц и др., 1977]. Весьма важно отметить, что, по ранним мобилистским представлениям

[Тектоника Урала, 1977], нижняя часть разреза мезазоны относилась к океаническим формациям, а верхняя часть (комплексы 4-6 из приведенных выше) – к островодужным.

Распространение конодонтов

Для изучения конодонтов обработано 50 образцов из низов (из интервала 5014.36–5072.18 м; 30 образцов) и верхов (из интервала 3525.0–3885.0 м; 20 образцов) флишоидной толщи именной свиты (рис. 2). На растворение отбирались наиболее тонкозернистые четко- и ровнослоистые разности силицитов. Конодонты, как правило единичные экземпляры, обнаружены в 17 образцах. Сохранность конодонтов плохая. Поверхности большинства эк-

земпляров сильно корродированы – результат растворения образцов в плавиковой кислоте. Из-за необходимости хранения конодонтов в глицерине их определение затруднено: экземпляры кажутся бесцветными-прозрачными, скульптура почти не видна. Как результат, большинство экземпляров можно определить только до рода, часто с “?”, определения до вида обычно с «cf.». Кроме конодонтов и хитинозой, в неразстворимом остатке встречены также редкие спиккулы губок, беззамковые брахиоподы, остатки рыб, радиолярии.

Методика. Методика изучения конодонтов детально описана ранее [Иванов, 1987].

В плитчатых кремнях конодонты распределены чаще всего неравномерно – как правило, больше всего их содержится в тонких гли-

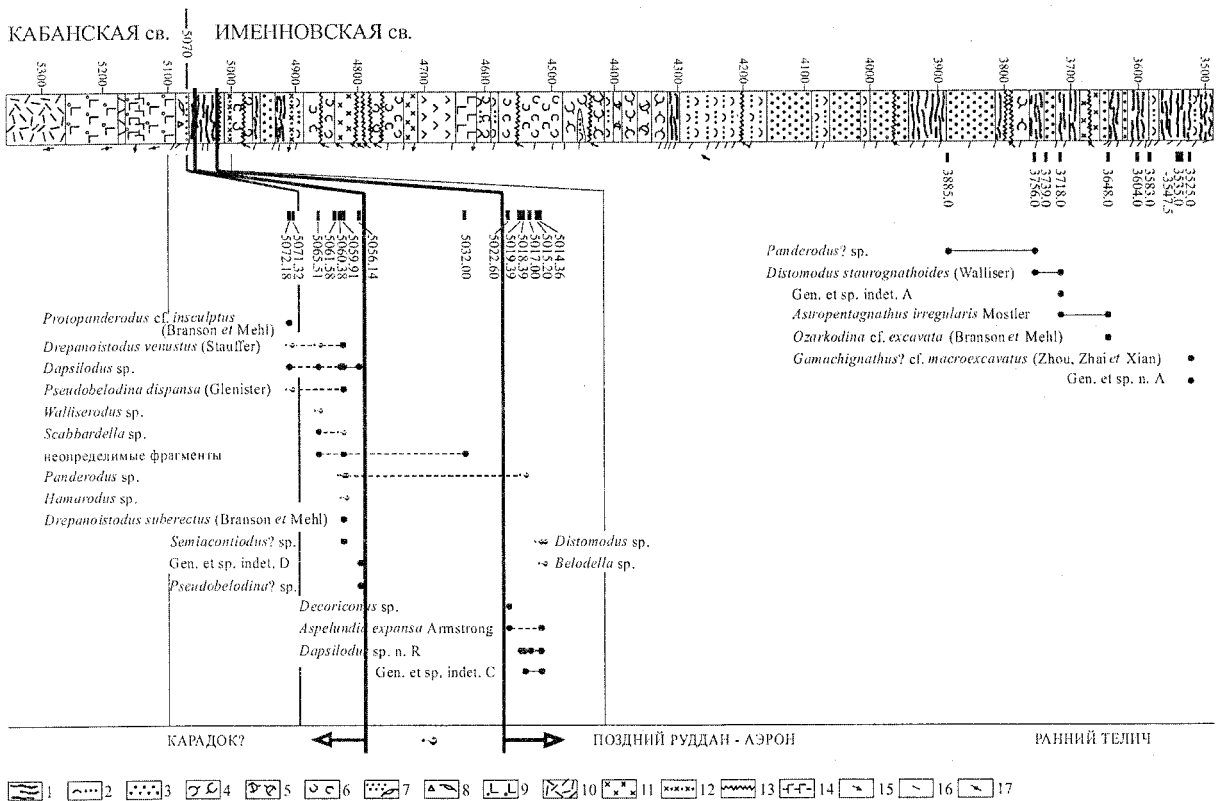


Рис. 2. Распространение конодонтов по разрезу СГ-4.

Именная свита, флишоидная толща: 1 – тонкослоистые кремнистые, углисто-кремнистые алевропелиты с подчиненными туфопесчаниками; 2 – слоистые туфопесчаники с подчиненными кремнистыми алевролитами; 3 – градационно-слоистые туфопесчаники, туфогравелиты; 4, 5 – туффиты смешанного состава: псефитовые, псаммитовые (4), агломератовые (5), туфы; 6 – туффиты андезибазальтов псефитовые, псаммитовые, подчиненные агломератовые.

Кабанская свита: 7 – слоистые тефроиды и яшмовидные породы; 8 – глыбово-агломератовые вулканокластические породы смешанного состава; 9 – афировые базальты, их лавокласты; 10 – дациты, их туфы.

Субвулканические и жильные породы: 11 – микродиориты, диориты; 12 – внемасштабные тела диоритов; 13 – пикробазальты, меланобазальты, одиниты; 14 – габбро-диабазы.

Элементы залегания: 15 – контактов пород; 16 – слоистости; 17 – линейно ориентированных миндалинов.

нистых примазках и в целом в приграничных частях кремнистой плитки, тогда как в ее центральной части конодонтов обычно существенно меньше. Приграничные части плитки растворяются в HF в первую очередь, поэтому после начальных 4-5 циклов растворения рекомендуется (особенно если кислота в дефиците) просмотреть под бинолупой выделившийся нерастворимый осадок. Для успешного выделения конодонтов по описанной методике самое главное – это регулярное выведение выделяющегося осадка из плавиковой кислоты. Если получаемые конодонты несут следы коррозии или истончения, то необходимо при использовании раствора той же концентрации промывать пробы два раза в день – утром и вечером. Хотя уменьшение времени экспозиции до 10-14 часов и требует дополнительных затрат труда, это оправдывается повышением надежности метода. Породы с повышенным содержанием глинистой компоненты растворяются быстрее. Время экспозиции и концентрацию кислоты можно изменять в зависимости от литологии проб.

Список конодонтов из разреза СГ-4

1. Обр. № 33470, глуб. 5072.18 м – *Protopanderodus cf. insculptus* (Branson et Mehl, 1933), *Paroistodus cf. venustus* (Stauffer, 1935), *Dapsilodus sp.*
2. Обр. № 33357, глуб. 5065.51 м – *Paroistodus venustus* (Stauffer, 1935), *Dapsilodus sp.*, *Scabbardella ? sp.*, *Walliserodus ? sp.*
3. Обр. № 33260, глуб. 5060.38 м – *Dapsilodus sp.*, *Scabbardella ? sp.*, *Panderodus ? sp.*
4. Обр. № 33250, глуб. 5059.91 м – *Paroistodus venustus* (Stauffer, 1935), *Dapsilodus sp.*, *Panderodus ? sp.*, *Hamarodus ? sp.*, *Pseudobelodina dispansa* (Glenister, 1957), *Drepanoistodus suberectus* (Branson et Mehl, 1933), *Semiacontiodus ? sp.*
5. Обр. № 33203, глуб. 5056.14 м – *Dapsilodus sp.*, **Pseudobelodina sp.*
6. Обр. № 32982, глуб. 5032.0 м ? неопределимый обломок.
7. Обр. № 32936, глуб. 5022.60 м – *Dapsilodus sp. n. R.*, *Decoriconus sp.*, *Aspelundia expansa* Armstrong, 1990.

8. Обр. № 32906, глуб. 5019.39 м – *Dapsilodus sp. n. R.*
9. Обр. № 32900, глуб. 5018.39 м – *Dapsilodus sp. n. R.*, *Panderodus ? sp.*, **Gen. et. sp. indet. C.*
10. Обр. № 32899(4), глуб. 5017.0 м – *Dapsilodus sp. n. R.*
11. Обр. № 32871, глуб. 5015.2 м – *Distomodus sp.*
12. Обр. № 32864, глуб. 5014.36 м – *Dapsilodus sp.*, *Aspelundia expansa* Armstrong, 1990, *Distomodus sp.*, *Belodella ? sp.*, **Gen. et. sp. indet. C.*
13. Обр. № 24112, глуб. 3885.0 м – **Panderodus ? sp.*
14. Обр. № 23185, глуб. 3756.0 м – **Distomodus staurogathoides* (Walliser, 1964), **Panderodus ? sp.*
15. Обр. № 22881, глуб. 3718.0 м – **Astropentagnathus irregularis* Mostler, 1967, **Distomodus staurogathoides* (Walliser, 1964), **Gen. et. sp. indet. A.*
16. Обр. № 22179, глуб. 3648.0 м – **Astropentagnathus irregularis* Mostler, 1967, **Ozarkodina cf. excavata* (Branson et Mehl, 1933).
17. Обр. № 21491, глуб. 3525.0 м – **Gamachignathus ? aff. macroexcavatus* (Zhou, Zhai et Xian, 1981).

Биостратиграфия. Состав конодонтовой фауны в интервале 5056.14–5072.18 м (*Protopanderodus cf. insculptus*, *Drepanoistodus venustus*, *Pseudobelodina dispansa*, и т. д.; рис. 2) указывает на явно ордовикский возраст этих слоев. Встречаемый в образце на 5059.91 м *Semiacontiodus ? sp.* (1 экземпляр) скорее всего датирует этот уровень не моложе, чем средний карадок. Линия *Semiacontiodus*, появляющаяся уже в раннем ордовике [Lüfgrén, 1999], исчезает в Балтийском регионе в низах зоны *Amorphognathus ventilatus*, в низах оандуского горизонта в СЗ Эстонии [Männik, 2003].

Появление *Aspelundia expansa* в образце на 5022.60 м позволяет коррелировать этот уровень со слоями не древнее, чем поздний руддан (рис. 2, 3). Самые древние экземпляры *A. expansa*, четко датированные по распространению граптолитов (совместные находки конодонтов и граптолитов), известны из средней части грап-

* – определены по изображениям, экземпляры для изучения не доступны.

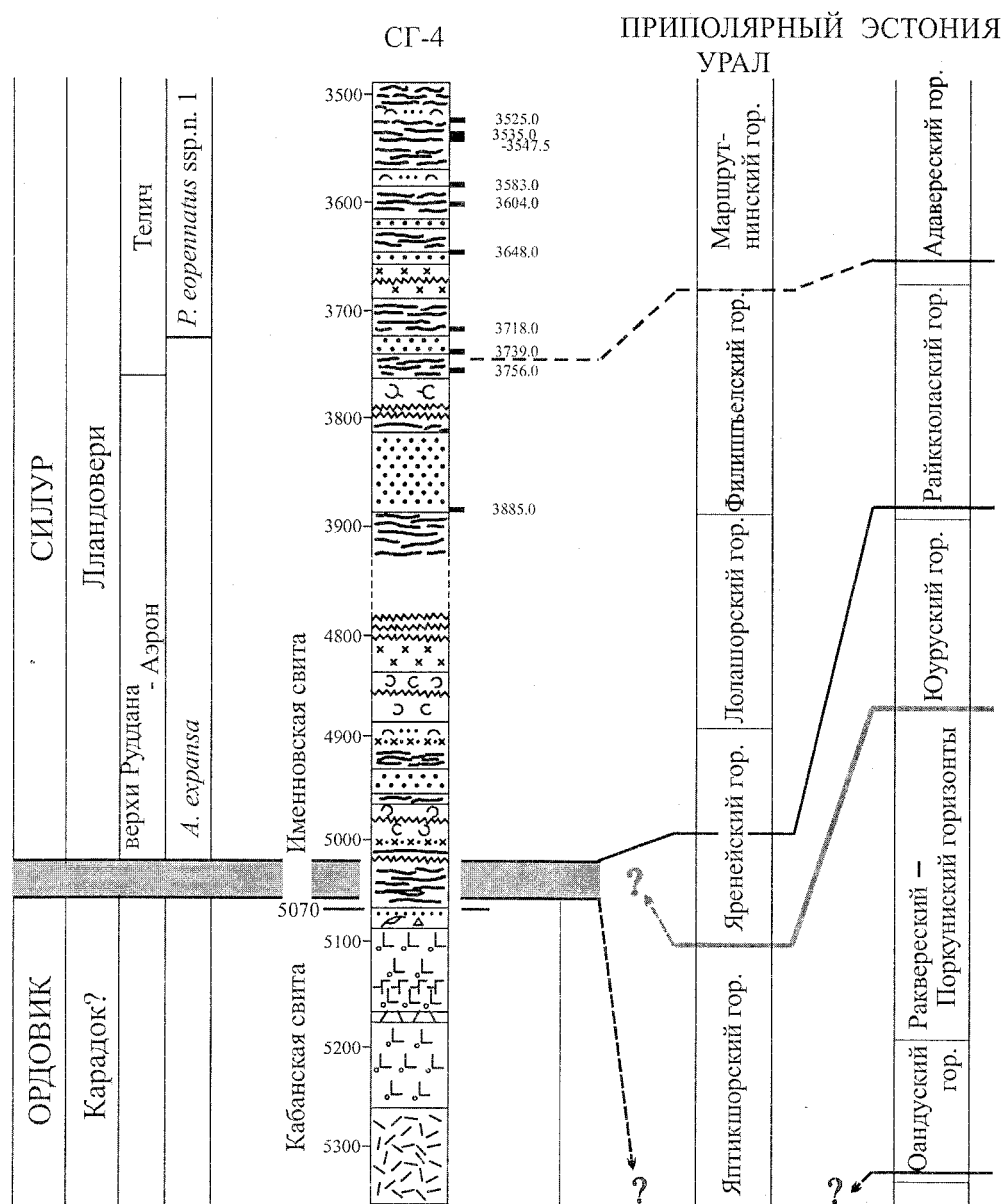


Рис. 3. Схема корреляции разреза СГ-4 с разрезами Полярного Урала и Эстонии. Условные обозначения см. на рис. 2.

толитовой зоны *Coronograptus cyphus* [Loydell et al., 2003]. Также в ЮВ части Австралии (New South Wales) *A. expansa* появляется в средней части граптолитовой зоны *C. cyphus* [Bischoff, 1986] (элементы *A. expansa* определены как *Oulodus planus planus*). Уровень появления *A. expansa* определяет нижнюю границу зоны *A. expansa* [Armstrong, 1990]. На западном склоне Приполярного Урала, в разрезе 217 на р. Кожим, *A. expansa* появляется в верхней половине яренейской свиты [Мельников, 1999] (*A. expansa* определена как *Oulodus sp. 4*). На западном склоне Северного Урала, *A. expansa* извест-

на также из разреза “Татарская Церковь” (обн. 125В) на реке Илыч (наблюдения П. Мянника в коллекции А.И. Антошкиной). В восточной Канаде, на острове Антикости, *A. expansa* появляется в низах свиты Ган Ривер (в низах разреза аэрона) [Zhang, Barnes, 2002], а в разрезах арктической Канады (остров Еллесмере), в середине свиты Аллен Бей – также примерно соответствующей средней части лландовери [Ууено, 1990]. В разрезах Эстонии уровень появления *A. expansa* почти совпадает с границей юуруского и райккюлаского горизонтов [Nestor et al., 2003].

На лландоверийский возраст этих слоев указывает также встречаемый здесь *Dapsilodus sp. n. R* (рис. 2), элементы которого имеют довольно специфическую конфигурацию: задний угол базальной части элементов тянется значительно ниже, чем ее передний угол (табл. 2, фиг. 1, 2, 7 и 12). В разрезах Балтийского региона *Dapsilodus sp. n. R* появляется в самых низах силура (в низах юурусского горизонта) и распространяется до нижней части райккюлаского горизонта, до верхов граптолитовой зоны *C. cyphus* (Männik, в коллекции).

Определения конодонтов и иллюстрации экземпляров из верхней части флишовой толщи, из интервала 3525.0-3885.0 м (рис. 2), были опубликованы раньше [Иванов, Снигирева, 1998; Иванов и др., 1999]. В образцах из этой части разреза вместе с конодонтами обнаружены также хитинозои [Иванов, Снигирева, 1998] (определения З.М. Абдуазимовой). Ознакомление с новой литературой и сравнение иллюстраций конодонтов из разреза СГ-4, а также из обнажений прилегающих регионов, с материалом из других регионов мира обусловило ревизию некоторых прежних определений конодонтов и переоценку опубликованных датировок этих слоев.

В образцах на 3756.0 м и 3718.0 м встречается *Distomodus staurogathoides* (табл. 1, фиг. 13 и 14), указывающий на возраст поздний аэрон (зона *Distomodus staurogathoides*) или телич для этих слоев. Ранее [Иванов, Снигирева, 1998; Иванов и др., 1999] эти экземпляры были определены как *Ozarkodina cf. sagitta rhenana* (фиг. 13) и *Gen. et sp. indet. A* (фиг. 14). В действительности мы имеем дело с обломками Pa или Sa элементов аппарата *D. staurogathoides*.

Появляющийся на уровне 3718.0 м *Astropentagnathus irregularis* (табл. 1, фиг. 1) определенный как *Pterospathodus cf. amorphognathoides* [Иванов, Снигирева, 1998; Иванов и др., 1999], коррелирует эти слои с низами телича, с зоной *P. eopennatus* ssp. n. 1, т. е. с нижней частью адавереского горизонта в Эстонии (рис. 3). *A. irregularis* встречается также в образце на 3648.0 м (рис. 2; табл. 1, фиг. 4). *A. irregularis* известен из многих регионов мира и везде имеет короткий интервал распространения в низах телича [Walliser, 1964; Bischoff, 1986; Armstrong, 1990 и др.].

В самом верхнем изученном образце разреза СГ-4 (глуб. 3525.0 м; рис. 2) встречается *Gamachignathus ? aff. macroexcavatus* (Pa элемент аппарата – табл. 1 фиг. 6). *G. ? aff.*

macroexcavatus наверняка связан с линией *Gamachignathus ? macroexcavatus*, описанный у Cheng-yuan and Aldridge [1996]. Элементы *G. ? aff. macroexcavatus* являются более робустными, чем их аналоги в аппарате *G. ? macroexcavatus* [Cheng-yuan, Aldridge, 1996; pl. 4, fig. 1] и, по данным на Северной Земле (Мяник, в коллекции), появляются в разрезе раньше. На Северной Земле линия *Gamachignathus ?* появляется в низах водопадной свиты (в разрезе на р. Стройной) и присутствует в фауне до середины среднинской свиты [Мяник, 1999]. Конодонты, идентичные *G. ? aff. macroexcavatus*, описаны из ЮВ Австралии (New South Wales) [Bischoff, 1986] определены как *Pterospathodus cadiaensis*, где они встречаются в интервале граптолитовых зон от *C. cyphus* до *Stimulograptus sedgwickii*. *G. ? aff. macroexcavatus* (определен как *Galerodus magalius*) встречается в филиппинской свите на Приполярном Урале (разрезы на р. Кожим) и в интервале от верхов чернореческой свиты до ельгорякской свиты на полуострове Канин [Мельников, 1999]. Ранее [Иванов, Снигирева, 1998; Иванов и др., 1999] эти конодонты были определены как "*Carniodus carnulus*", т. е. как элементы аппарата *Pterospathodus* [Männik, 1998].

Следует отметить что на ранний телич указывают также конодонты из изученных в регионе обнажений. Например, вполне вероятно, что экземпляр, проиллюстрированный на фиг. 7 в табл. 1 является Pa элементом аппарата *Pterospathodus eopennatus*. Экземпляр (табл. 1, фиг. 8), определенный как Pb элемент *Ozarkodina aff. polinclinata* [Иванов, Снигирева, 1998] вряд ли имеет дело с названным видом. Больше всего он напоминает Pa элемент вида, описанного у Армстронга [Armstrong, 1990] как *Aspelundia ? sp. n. A* из Северной Гренландии, и как *Oulodus ? sp. n. A* из разрезов южной части гор Маккензи (Mackenzie), СЗ Канада [Over and Chatterton, 1987]. В обоих последних регионах названные виды распространяются в нижней части телича. В разрезе Эстонии *Oulodus ? sp. n. A* встречается в конодонтовой зоне *P. eopennatus* ssp. n. 1 (вместе с *Astropentagnathus irregularis*) и в нижней части зоны *P. eopennatus* ssp. n. 2. В граптолитовой шкале, конодонтовые зоны *P. eopennatus* ssp. n. 1 и *P. eopennatus* ssp. n. 2 соответствуют интервалу, начиная с самых низов граптолитовой зоны *Streptograptus crispus* до середины зоны *Monoclimacis crenulata* [Loydell et al., 2003].

Таблица 1

Astropentagnathus irregularis Mostler, 1967

Фиг. 1 (а, б), 2, 4. Ра₁ элемент. Фиг. 1а – вид сверху, фиг. 1б – вид снизу; глуб. 3718.0 м (обр. 22881), х80. Фиг. 2 – вид сверху; обн. 112, х60. Фиг. 4 – вид сверху; глуб. 3648.0 м (обр. 22179), х80.

Gen. et sp. indet. А

Фиг. 3. СГ-4, глуб. 3718.0 м (обр. 22881), х60.

Pteropathodus ? sp.

Фиг. 5. Sc₁ элемент. Вид сбоку; обн. 520, х80.

Gamachignathus ? aff. *macroexcavatus* (Zhou, Zhai et Xian, 1981)

Фиг. 6. Рb элемент. Вид сбоку; СГ-4, глуб. 3525.0 м (обр. 21491), х80.

Pteropathodus cf. *eopennatus* Männik, 1998

Фиг. 7. Ра элемент. Вид сбоку; обн. 034, х80.

Oulodus ? sp. n. A Over et Chatterton, 1987

Фиг. 8. Рb элемент. Вид сбоку; обн. 535, х100.

Ozarkodina cf. *excavata* (Branson et Mehl, 1933)

Фиг. 9, 10. Фиг. 9: Sc элемент, вид сбоку; СГ-4, глуб. 3648.0 м (обр. 22179), х100.

фиг. 10: Ра элемент, вид сбоку; обн. 179, х100.

Gen. et sp. indet. В

Фиг. 11. Sb? Элемент. Вид сбоку; СГ-4, глуб. 3525.0 м, обр. 21491, х100.

Distomodus staurogathoides (Walliser, 1964)

Фиг. 12 (а, б), 13 (а, б): Ра или Sa элемент (фрагменты). Фиг. 12а – вид сбоку, фиг. 12б – вид сверху; обн. 179, х100. Фиг. 13а – вид сбоку, фиг. 13б – вид сверху; глуб. 3756 м (обр. 23185), х60. Фиг. 14 – вид сбоку; СГ-4, глуб. 3718.0 м (обр. 22881), х60.

Panderodus ? sp.

Фиг. 15, 16, 17. Вид сбоку. Фиг. 15 – обн. 185, х16. Фиг. 16 – глуб. 3756.0 м (обр. 23185), х100. Фиг. 17 – глуб. 3885 м (обр. 24112), х100.

Таблица 1

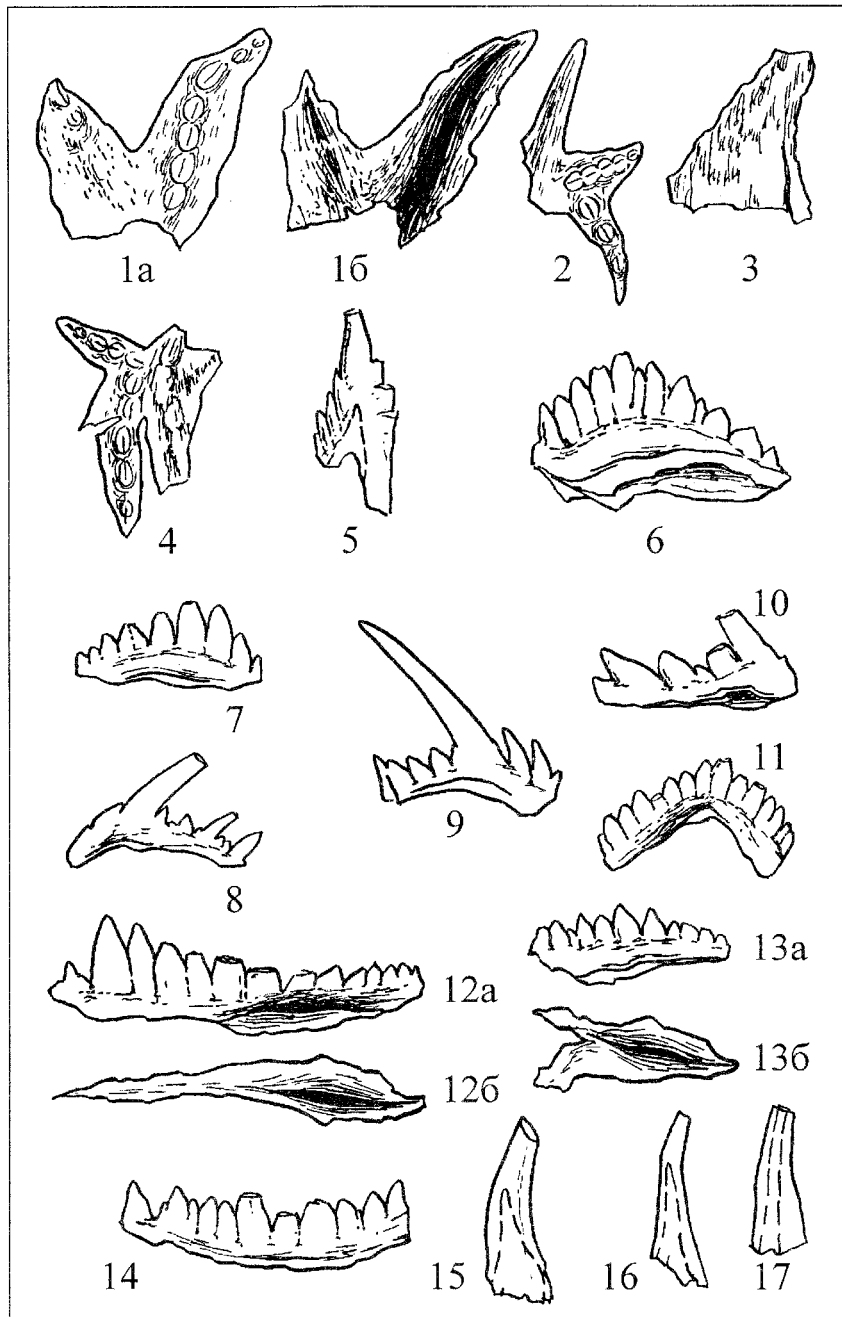


Таблица 2

Dapsilodus sp. n. R

Фиг. 1, 2, 7, 12. Вид сбоку. Фиг. 1, 2 – глуб. 5014.36 м (обр. 32864). Фиг. 7 – глуб. 5018.39 м (обр. 32900). Фиг. 12 – глуб. 5019.39 м (обр. 32906).

Belodella ? sp.

Фиг. 3. Вид сбоку, глуб. 5014.36 м (обр. 32864).

Gen. et sp. indet. C

Фиг. 4, 10. Вид сбоку. Фиг. 4 – глуб. 5014.36 м (обр. 32864). Фиг. 10 – глуб. 5018.39 м (обр. 32900).

Oulodus ? sp.

Фиг. 5. Вид сбоку, глуб. 5014.36 м (обр. 32864).

Drepanoistodus cf. venustus (Stauffer, 1935)

Фиг. 6. Вид сбоку, глуб. 5072.18 м (обр. 33470).

Protopanderodus cf. insculptus (Branson et Mehl, 1933)

Фиг. 8. Вид сбоку, глуб. 5072.18 м (обр. 33470).

Dapsilodus sp.

Фиг. 9, 11, 15, 16а, 16б. Вид сбоку. Фиг. 9 – глуб. 5072.18 м (обр. 33470). Фиг. 11, 15, 16а, 16б – глуб. 5056.14 м (обр. 33203).

Pseudobelodina cf. dispansa (Glenister, 1957)

Фиг. 13. Вид сбоку, глуб. 5072.18 м (обр. 33470).

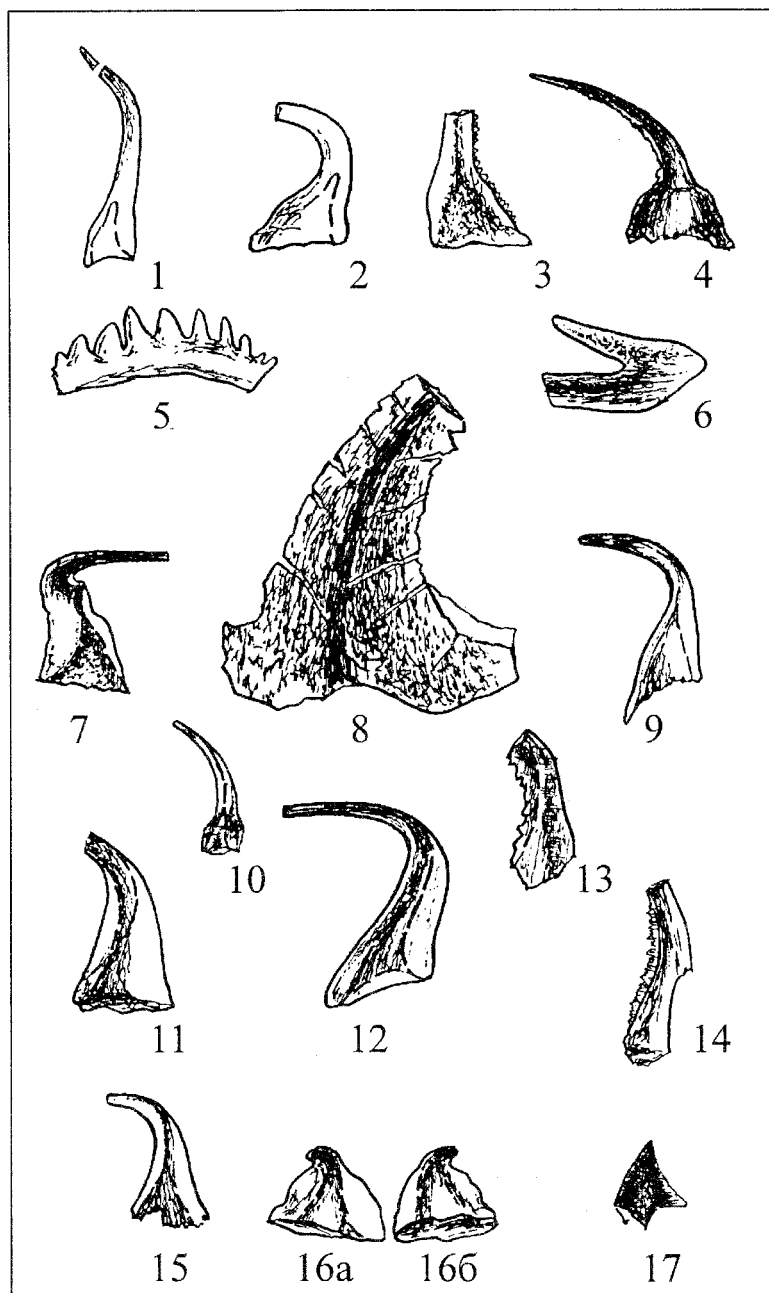
Pseudobelodina ? sp.

Фиг. 14. Вид сбоку, глуб. 5056.14 м (обр. 33203).

Gen. et sp. indet. D

Фиг. 17. Вид сбоку, глуб. 5056.14 м (обр. 33203).

Таблица 2



Заключение

Граница ордовика и силура в разрезе СГ-4 находится в самых низах именной свиты (в низах флишоидной толщи), в интервале между образцами 5056.14 м – 5022.60 м. В образце на 5032.0 м найдены только единичные неопределимые фрагменты конодонтов (рис. 2), не позволяющие датировать эти слои.

Верхи флишоидной толщи, интервал 3885.0 м – 3525.0 м, скорее всего, имеет возраст раннего телича и коррелируется с конодонтовыми зонами *P. eopennatus* ssp. n. 1 и *P. eopennatus* ssp. n. 2 и с граптолитовыми зонами *S. crispus* до *M. crenulata*.

В общем, обнаруженные вместе с конодонтами хитинозой [Иванов, Снигирева, 1998] не противоречат таким заключениям, но остаются некоторые проблемы. По данным последней публикации, в самых верхних образцах встречаются *Conochitina tuba* (на 3525.0 м, возможно, что и на 3535.0 м, и 3718.0 м) и *Cingulochitina cingulata* (в образцах на 3525.0 м и 3535.0 м). Однако, как хорошо известно, *C. tuba* и *Cin. cingulata* появляются соответственно в средней и верхней частях шейнвуда (соответственно в слоях, коррелируемых с граптолитовыми зонами *Streptograptus antennularius* и *Monograptus flexilis*) [Nestor, 1994]. В конодонтовой шкале интервал появления названных хитинозой, наверно, соответствует надзоне *Ozarkodina sagitta rhenana sensu* Jeppsson [Jeppsson, 1997]. Причины несовпадения датировок самых верхних изученных нами слоев в разрезе СГ-4 по конодонтам и хитинозоям пока неизвестны. Для их выяснения требуются дополнительное изучение коллекции, а также разреза.

Авторы выражают признательность Н.Я. Анцыгину, Ю.С. Каретину и В.А. Наседкиной за обсуждение результатов.

Исследования проведены при частичной поддержке РФФИ (грант 02-05-64109) и Научного фонда Эстонии (грант 5406).

Список литературы

Анцыгин Н.Я., Шурыгина М.В., Наседкина В.А. Новые данные по стратиграфии палеозоя Северного Урала // Геологическое развитие Урала: достижения и проблемы. М.: Наука, 1988. С. 111-121.

Бахта К.Г. Задачи и первые результаты бурения Уральской сверхглубокой скважины // Сов. геология. 1991. № 8. С. 51-64.

Викентьев И.В., Драгумску Е.М., Казанский В.И. и др. Цикличность вулканогенно-осадочных толщ, их метаморфизм и рудная минерализация в разрезе Уральской сверхглубокой скважины // Геология рудных месторождений. 1990. Т. 32. № 32. С. 37-52.

Дианова Т.В. Вулканогенные горные породы восточной части Павдинского района // Тр. Горно-Геологического ин-та. Свердловск: УФАН, 1958. Вып. 33. С. 3-139.

Иванов К.С. Методы поисков и выделения конодонтов. Методические рекомендации. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. 117 с.

Иванов К.С., Бикбаев А.З., Карстен Л.А., Снигирева М.П. Уральская сверхглубокая скважина СГ-4: Опорный разрез вулканогенно-осадочных отложений раннего палеозоя // Палеогеография венда-раннего палеозоя. Тезисы докладов Всерос. совещания. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. С. 75-77.

Иванов К.С., Каретин Ю.С., Карстен Л.А., Снигирева М.П. Первые результаты микрофаунистического и петрографического изучения кернa Уральской сверхглубокой скважины СГ-4 // Ежегодник-1991 ИГГ. Екатеринбург: УрО РАН, 1992. С. 15-16.

Иванов К.С., Снигирева М.П. Биостратиграфия и палеогеография позднеордовикско-силурийских островодужных комплексов Тагильской мегазоны Урала по данным бурения Уральской сверхглубокой скважины СГ-4 // Палеогеография венда - раннего палеозоя Северной Евразии. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. С. 203-216.

Иванов К.С., Снигирева М.П., Карстен Л.А., Бикбаев А.З. Биостратиграфия и конодонты вулканогенно-осадочных комплексов силура, вскрытых Уральской сверхглубокой скважиной // Научное бурение в России. Результаты бурения и исследований Уральской сверхглубокой скважины (СГ-4). Ярославль: Недра, 1999. Вып. 5. С. 169-185.

Каретин Ю.С. Структурная позиция и фациально-формационная принадлежность вулканогенных образований Уральской сверхглубокой скважины (СГ-4) // Уральская сверхглубокая скважина. Научное бурение в России. Ярославль: Недра, 1992. Вып. 1. С. 158-165.

Каретин Ю.С. Геология и вулканические формации района Уральской сверхглубокой скважины СГ-4. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 227 с.

Мельников С.В. Конодонты ордовика и силура Тимано-Североуральского региона. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской картографической фабрики ВСЕГЕИ, 1999. 136 с.

Мянник П. Конодонты ордовика и силура // Стратиграфия силура и девона архипелага Северная Земля. Новосибирск: Наука, 1999. С. 110-119.

Перфильев А.С. Формирование земной коры Уральской эвгеосинклинали. М.: Наука, 1979. 188 с.

Тектоника Урала: объяснительная записка к Тектонической карте Урала масштаба 1:1000000

/ Пейве А.В., Иванов С.Н., Нечеухин В.М. и др. М.: Наука, 1977. 120 с.

Ходалевиц А.Н., Каретин Ю.С., Шурыгина М.В. Силурийская система // Материалы к Уральскому стратиграфическому совещанию. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1977. С. 5-20.

Штрейс Н.А. Стратиграфия и тектоника зеленокаменной полосы Среднего Урала // Тектоника СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1951. Т. III.

Armstrong H.A. Conodonts from the Upper Ordovician–Lower Silurian carbonate platform of North Greenland // Greenlands Geologiske Underseegelse, 1990. V. 159. 151 pp.

Bischoff G.C.O. Early and Middle Silurian conodonts from midwestern New South Wales // Cour. Forsch. - Inst. Senckenberg, 1986. V. 89. 345 pp.

Jeppsson L. A new latest Telychian, Sheinwoodian and Early Homeric (early Silurian) standard conodont zonation // Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences. 1997. V. 88. P. 91-114.

Loydell D.K., Männik P. and Nestor V. Integrated biostratigraphy of the Lower Silurian of the Aizpute-41 core, Latvia // Geol. Magazine. 2003. V. 140. P. 205-229.

Lüfgren A. The Ordovician conodont *Semiacontiodus cornuformis* (Sergeeva, 1963) and related species in Baltoscandia // Geologica et Palaeontologica. 1999. V. 33. P. 71-91.

Männik P. Evolution and taxonomy of the Silurian conodont *Pterospaathodus* // Palaeontologica. 1998. V. 41. P. 1001-1050.

Männik P. Distribution of conodonts // In: Pöldvere A. (Ed.) Ruhnu (500) drill core, Estonian Geol. Sections. 2004. V. 5. P. 17-23.

Nestor V. Early Silurian chitinozoans of Estonia and North Latvia // Academia. 1994. V. 4. 163 pp.

Nestor H., Einasto R., Männik P. and Nestor V. Correlation of Lower–middle Llandovery sections in central and southern Estonia and sedimentation cycles of lime mud // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Geology. 2003. V. 52. P. 3-7.

Over D.J. and Chatterton B.D.E. Silurian conodonts from the southern Mackenzie Mountains, Northwest Territories, Canada // Geologica et Palaeontologica. 1987. V. 21. P. 1-49.

Uyeno T.T. Biostratigraphy and conodont faunas of Upper Ordovician through Middle Devonian rocks, eastern Arctic archipelago // Geological Survey of Canada Bulletin. 1990. V. 401. 211 pp.

Zhang S. and Barnes C.R. A new Llandovery (Early Silurian) conodont biozonation and conodonts from the Becscie, Merrimack, and Gun River formations, Anticosti Island, Quebec // Journ. Paleont. 2002. V. 76. P. 1-46.

Wang Cheng-yuan and Aldridge R.J. Conodonts // Chen Xu and Rong Jia-yu (Eds) Telychian (Llandovery) of the Yangtze Region and its correlation with British Isles. Science Press, Beijing. 1996. P. 46-55.

Рецензенты кандидат геол.-мин. наук Н.Я. Анцыгин, кандидат геол.-мин. наук В.А. Наседкина