

17. *Стром А.Л.* Сопоставление параметров современных и палеосейсмодислокаций // *Физика Земли*. – 1993. – № 9. – С. 38–42.
18. *Стром А.Л., Никонов А.А.* Корреляция между параметрами сейсмодислокаций и магнитудами землетрясений // *Физика Земли*. – 1997. – № 12. – С.55–67.
19. *Mackey K.G., Fujita K., Hartse H.E. et al.* Seismicity Map of Eastern Russia (1910-2-10) // *Seismological Research Letters*. – 2010. – V.81, №5. – P.761–768.
20. <http://www.seismos-u.ifz.ru/>.
21. *Мельникова В.И.* Деформационные параметры земной коры Байкальской рифтовой зоны по сейсмологическим данным: Автореф. дис. ...д.г.-м.н. – Иркутск, 2008. – 38 с.
22. *Радзиминович Я.Б., Мельникова В.И., Середкина А.И. и др.* Землетрясение 6 января 2006 г. (Mw = 4.5): Редкий случай проявления сейсмической активности в Восточном Забайкалье // *Геология и геофизика*. – 2012. – Т. 53, № 10. – С. 1430–1444.
23. *Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Габсатарова И.П.* Параметры землетрясения 27 сентября 2003 г. на Алтае по инструментальным данным // *Вестник ОНЗ РАН: Электр. науч.-инф. журнал*. – 2005. – №1. – С. 1–12.
24. *Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., и др.* Тувинское землетрясение 27.12.2011, ML=6.7 и его афтершоки // *Вестник ОНЗ РАН: Электр. науч.-инф. журнал*. – 2012. – Т.4, NZ2002, doi:10.2205/2012NZ000112.
25. *Козьмин Б.М.* Сейсмические пояса Якутии и механизмы очагов их землетрясений. – М.: Наука, 1984. – 125 с.
26. *Centroid Moment Tensor Catalog* (<http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>).
27. <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>.
28. *Трифонов В.Г., Кожурин А.И., Лукина Н.В.* Изучение и картирование активных разломов // *Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии*. Т 1. – М.: ОИФЗ РАН, 1993. – С. 196–206.
29. *Шерман С.И., Борняков С.А., Буддо В.Ю.* Области динамического влияния разломов (результаты моделирования). – Новосибирск: Наука, 1983. – 100 с.
30. *Аржанников С.Г.* Палеосейсмодислокации в зоне влияния Отгугтайгино-Азасского разлома (Восточная Тува) // *Геология и геофизика*. – 2000. – Т.41, № 11. – С. 1501–1510.
31. *Смекалин О.П., Имаев В.С., Чипизубов А.В.* Палеосейсмология Восточной Сибири (некоторый опыт практического применения). – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2011. – 99 с.

Поступила в редакцию 07.07.2015

УДК 551.734. 571.5

Глобальные события (Lower Pridolian и Klonk) в среднем палеозое Северо-Востока Евразии и на сопредельных территориях

В.В. Баранов

Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск

*В среднем палеозое Северо-Востока Евразии выделяются два глобальных событийных уровня, где сопрягаются системная перестройка климата, седиментогенеза и экспансия пионерных сообществ брахиопод. Первое – это Lower Pridolian Event, фиксирующиеся на границе лудфорда/пржидола смежной остракодовой сульфатно-красноцветной фашии полузамкнутых лагун на брахиоподово-известняковую фашию мелкого шельфа и взрывным появлением пионерных ассоциаций брахиопод *Atrypa phoca* (Salter) и *Collarothyris canaliculata* (Wenjukow), и второе – Klonk Event, установленное на границе силура/девона, где сероцветная водорослево-доломитовая фашия лагун замещается брахиоподово-известняковой фашией мелкого шельфа и появляются ассоциации раннедевонских табулят, брахиопод и конодонтов *Zieglerodina remscheidensis* (Ziegler).*

Ключевые слова: средний палеозой, лудфорд, пржидол, лохков, Lower Pridolian Event, Klonk Event, Северо-Восток Евразии.

*In the Middle Paleozoic of Northeastern Eurasia there are two global event levels where systemic restructuring of climate and sedimentogenesis and expansion of pioneer communities of brachiopods mate. The first is a Lower Pridolian Event fixed on the boundary of Ludfordian/Pridolian with the change of ostracode sulfate facies of red semi-lagoon by brachiopod limestone facies shallow shelf and the explosive advent of pioneering associations of brachiopods *Atrypoides phoca* (Salter) and *Collarothyris canaliculata* (Wenjukow). And the second is Klonk Event set on the Silurian/Devonian boundary, where grey-colored algal-dolomite lagoonal facies are replaced by brachiopod limestone facies-shallow shelf and associations of Early Devonian tabulate corals, brachiopods and conodonts *Zieglerodina remscheidensis* (Ziegler) appear.*

Key words: Middle Paleozoic, Ludford, Pridolian, Lochkovian, Lower Pridolian Event, Klonk Event, Northeastern Eurasia.

В настоящее время в геологической литературе наблюдается шквал публикаций о причинах массовых вымираний в среднем палеозое, обычно приуроченных к границам систем и ярусов Международной (планетарной) стратиграфической шкалы. Причины называются разные: импакты – следы ударов крупных болидов, аноксия, резкое изменение климата, оледенения, крупномасштабные вулканические извержения, планетарные излияния траппов. И относительно меньше работ посвящено взрывам биологического разнообразия, а причины, их вызывающие, до настоящего времени четко не определены. В последнее время становится очевидным, что все эти события и процессы взаимосвязаны и характеризуются цикличностью разных порядков. Причины, вызывающие мелкоамплитудную цикличность (сутки, год, первые сотни тысяч лет), обоснованы солнечно-земными связями, а крупные циклы можно объяснить только физикой процессов, происходящих в нашей галактике или Вселенной [1, 2]. Автором в нижнем девоне Северо-Востока Евразии была установлена сопряженность этапности развития биоты с цикличностью седиментации и это послужило основой для выделения региональных ярусных подразделений [3–5]. В среднем и верхнем девоне Южного Верхоянья были выявлены седиментологические и биотические события глобального, межрегионального и регионального масштабов [6], а также рассматривались эволюция метабиосферы и кризисы экосистем в раннем и среднем палеозое и коэволюция их с абиотическими процессами [7, 8]. В предыдущей статье [9] автор описал крупнейшее седиментологическое событие, связанное с отложением красноцветных и сульфатонесущих толщ в Северном полушарии, сопряженное с финальной стадией ордовикско-лудфордского мегацикла и аридным климатом, которое можно назвать Redbeds Ludfordian Event.

В позднем силуре Северо-Востока Евразии выделяются еще два значимых событийных уровня, на которых происходила системная перестройка климата, седиментогенеза и экспансия брахиоподовых сообществ – это Lower Pridolian Event и Klonk Event. (рис. 1).

В интервале Lower Pridolian Event сопряжены седиментологическое, биотическое и климатическое суперсобытия, произошедшие на Северном полушарии Земли. Нижняя граница события совпадает с нижней границей пржидольской серии. На этом рубеже: 1) заканчивается финальная стадия ордовикско-лудловского трансгрессивно-регрессивного мегацикла и начинается следующий пржидольско-эйфельский мегацикл; 2) наблюдается смена режима осадконакопления: красноцветная остракодная сульфатно-глинисто-доломитовая формация лагун сменяется сероцветной брахиоподовой глинисто-известняковой формацией мелкого шельфа; 3) полностью исчезают представители

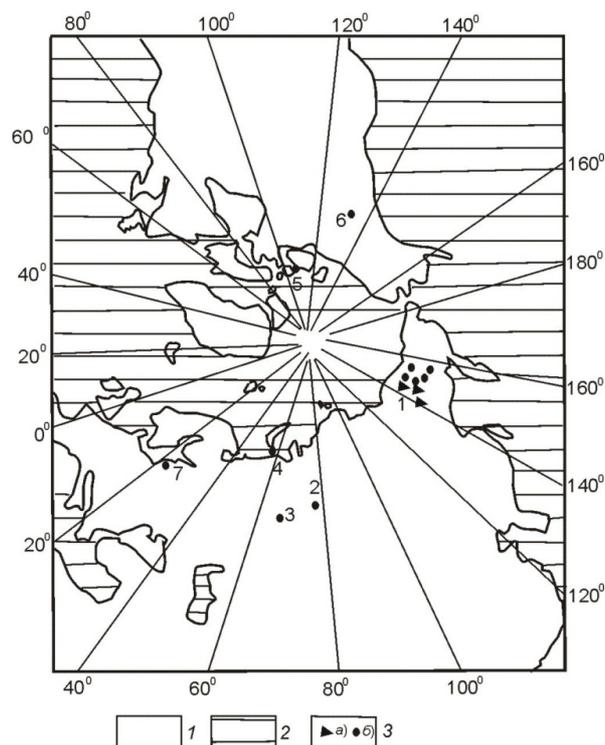


Рис. 1. Местоположение глобальных событий (Lower Pridolian и Klonk events) на севере Евразии и прилегающих территориях (полярная проекция):

1 – суша; 2 – море; 3 – глобальные события: а – Lower Pridolian; б – Klonk (1 – Северо-Восток Евразии, 2 – Западная Сибирь, 3 – юго-восток Западно-Сибирской плиты, 4 – Урало-Новоземельский регион, 5 – Арктическая Канада, 6 – Канада, территория Юкон, 7 – Балтия)

отряда Pentamerida и появляются два рода *Atrypoida* и *Collarothyris*, представленные, соответственно, видами *A. phoca* (Salter) и *C. canaliculata* (Wenjukow), которые пользуются широким распространением на территории Северного полушария; 4) изменяется вектор климата от аридного на переходный от аридного к гумидному.

На территории Чехии, в Пражском бассейне, нижняя граница пржидольской серии проходит внутри Пожарской формации (Pořary Formation), в слоистой известняково-глинистой толще по первому появлению граптолита *Monograptus parvultimus*, но никаких значимых биотических и абиотических событий в этом интервале здесь не наблюдается.

На Северо-Востоке Евразии нижняя граница Lower Pridolian Event прослеживается на восточном склоне хребта Тас-Хаяхта, по правому притоку р. Артых-Юрях. Здесь, на правом его борту в 2 км от устья в коренном обнажении

фиксируется резкая граница между красноцветами сульфатоносными отложениями (артых-юряхская свита) лудфорда и темно-серыми до черных глинистыми, комковатыми известняками (нижнетальнджинская подсвита) пржидольского возраста. Такая же картина наблюдается в Селенняхском кряже, по правым притокам р. Тальнджи (ручьи Самыр, Серп) и на водоразделе рек Тальнджи и Джяпканджа-II, в хребте Улахан-Сис, на левобережье р. Кусаган-Юрях. Верхняя граница события проводится по смене режима осадконакопления – сероцветная брахиоподово-глинисто-известняковая фация замещается желтовато-сероцветной водорослево-доломитовой фацией. На этом рубеже на общем фоне нарастающей трансгрессии наблюдается регрессивный откат и аридизация климата и, как следствие, происходит вымирание представитель родов *Atrypoida* и *Collarothyris* (рис. 2).

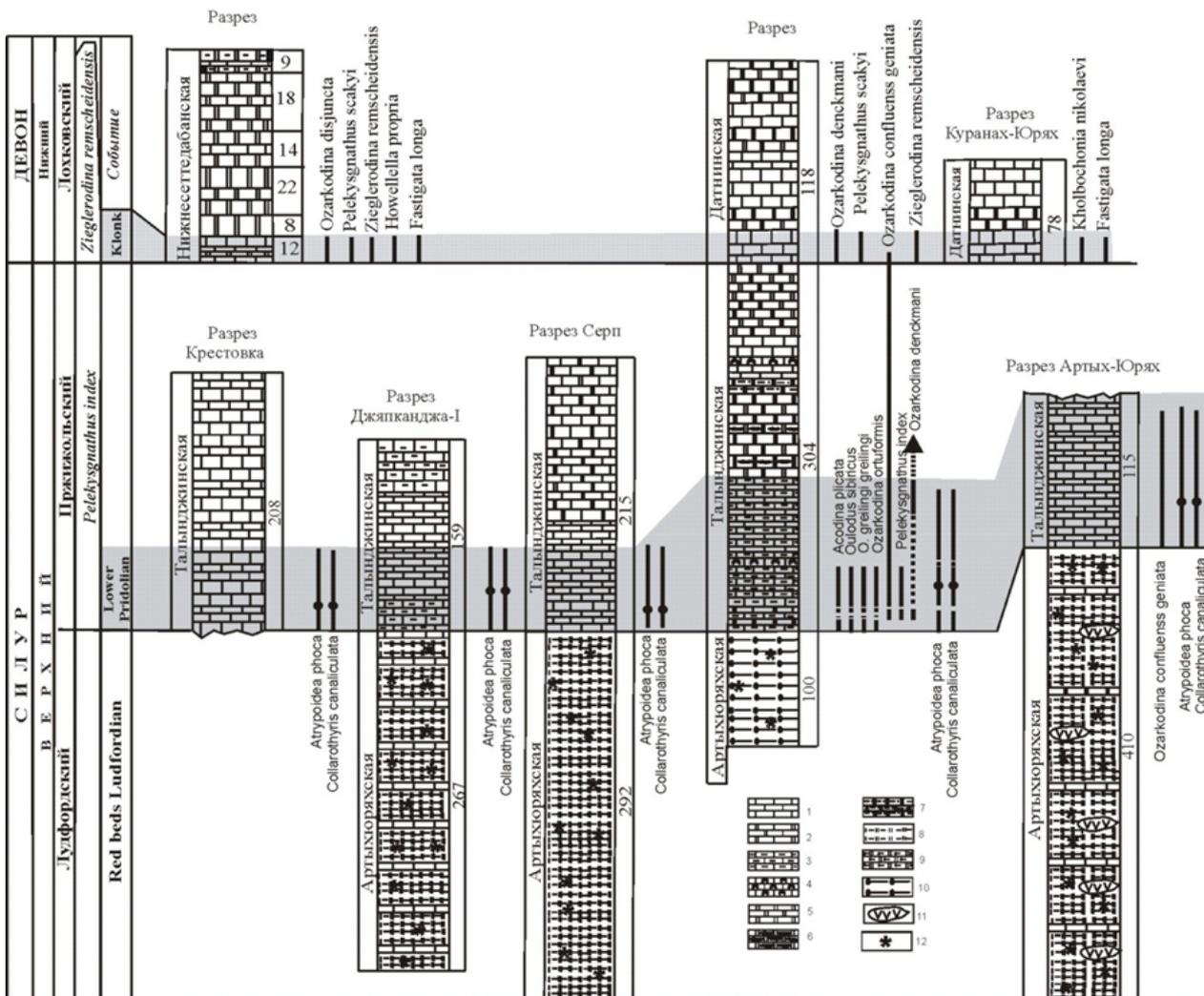


Рис. 2. Глобальные события Lower Pridolian и Klonk events в опорных разрезах среднего палеозоя Северо-Востока Евразии: 1 – известняки; 2 – известняки доломитистые; 3 – известняки глинистые; 4 – известняки строматолитовые; 5 – доломиты; 6 – доломиты с прослоями вторичных кремней; 7 – доломиты алевролитистые; 8 – мергели; 9 – доломиты глинистые; 10 – алевролиты; 11 – гипсы и ангидриты; 12 – пестроцветность

На юго-западном обрамлении Сибирской платформы биотическая составляющая Lower Pridolian Event прослеживается в Горном Алтае и Тыве, где обнаружены представители *Atrypoida* (= *Atrypella*) и *Collarothyris* (= *Didymothyris*) [10, 11]. Это же событие прослеживается на юго-востоке Западно-Сибирской плиты, где встречаются представители *Atrypoida phoca* (Salter) [12]. В Северо-Уральско-Новоземельском регионе, так же как на Северо-Востоке Евразии, Lower Pridolian Event седиментологическая составляющая представлена комковатыми глинистыми известняками, а биотическая – массовым появлением бентосных сообществ *Atrypoida phoca* и *Collarothyris canaliculata* в сочетании с другими видами беспозвоночных [13–15]. Биотическая составляющая Lower Pridolian Event прослеживается и в бассейнах Балтии, где она также характеризуется появлением *Atrypoida phoca* и *Collarothyris canaliculata* в комплексе с другими видами брахиопод [16].

На островах Канадского Арктического Lower Pridolian Event представлено комковатыми глинистыми известняками с *Atrypoida phoca* [17]. Б. Джонс [18] из формации Рид Бей острова Сомерсет описал *Protathyris praecursor* Kozłowski, 1929, который по внешнему и внутреннему строению соответствует представителям вида *Collarothyris canaliculata* (Wenjukow).

Событие Klonk Event было выделено в Пражском бассейне (Чехия) исключительно как биотическое, поскольку отвечало границе между силурийской и девонской системами [19, 20]. В процессе дальнейших исследований ниже этой границы был выявлен положительный экскурс $\delta^{13}\text{C}$ [21]. Это событие отмечается и в Подолии (Украина) [22, 23]. На Северо-Востоке Евразии на нижней границе девонской системы с Klonk Event сопряжено несколько значимых событий: 1) начинается инициальная стадия лохковского регоциклита; 2) происходит смена желтовато-серой остракодово-доломитовой фации лагун – сероцветной брахиоподово-конодонтово-известняковой фацией; 3) наблюдается смена остракодовых сообществ полуоткрытых лагун пионерными брахиоподовыми сообществами мелкого шельфа; 4) вектор климата продолжается сменяться от аридного к муссонному.

В Южном Верхоянье, на правом берегу р. Восточной Хандыги в разрезе Тихий это событие зафиксировано в 12-метровой пачке известняков. Здесь наблюдается резкий контакт между желтыми доломитами хуратской свиты верхнего силура и темно-серыми известняками нижне-сетттедабанской подсвиты нижнего девона. На этой границе биотическое событие представлено пионерными ассоциациями брахиопод *Gur-*

dula sp., *Atrypinella delicata* I. et M. Breivel, *Victorhynchus settedabanicus* Baranov, *Fastigata longa* Baranov, *Howellella propria* T. Modzalevskaya, *H. labilis* T. Modzalevskaya и конодонтов *Pelekysgnathus index* Klapper et Murphy. *P. scakyi* Lane (= *P. fedotovi* Sobolev), *Zieglerodina remscheidensis* (Ziegler) с преобладанием представителей родов *Acodina* и *Panderodus*. Седиментологическое событие характеризуется сменой типа осадконакопления: осадки изолированных лагун замещаются здесь темноцветными известняками мелкого шельфа.

В горной системе Черского (хребет Тас-Хаяхта) Klonk Event наблюдается в начале раннего девона. Здесь также происходит сопряженность двух событий – биотического и седиментологического. Первое представлено появлением пионерной ассоциации брахиопод *Spinatrypina* sp., *Kholbochonia nikolaevi* Baranov, *Fastigata longa* Baranov, а второе – сменой режима – зеленовато-серые мергели мелководной лагуны сменяются в разрезе темноцветными известняками базальной части датнинской свиты. В Селенняхском кряже эти два события также совмещены. Биотическое событие характеризуется появлением ассоциации конодонтов *Pelekysgnathus scakyi* Lane и *Zieglerodina remscheidensis* (Ziegler), а седиментологическое – представлено известняками и совпадает с инициальной трансгрессивной стадией лохковского регоциклита.

Выводы. В среднепалеозойском этапе развития палеобассейнов севера Евразии и Северной Америки выделено два глобальных событийных уровня Lower Pridolian Event и Event Klonk Event, первое из них приурочено к границе лудфорда/пржидола, а второе зафиксировано на границе пржидола и лохкова. На этих рубежах наблюдаются системная перестройка седиментогенеза, связанная с инициальными стадиями трансгрессивно-регрессивной цикличности, массовое вымирание ранее существовавших и появление новых таксонов среди беспозвоночных и изменение вектора климата от аридного к гумидному.

Литература

1. *Преображенский Б.В.* Метафизика и метаморфозы естествознания. – Владивосток: Изд-во «Эмахо», 2010. – 526 с.
2. *Чернуха В.В.* Мы и миры Мироздания: Новая физическая картина мира. – М.: ЛЕНАНД, 2013. – 400 с.
3. *Баранов В.В.* Цикличность седиментогенеза, этапность и стадийность развития биоты в позднем силуре и раннем девоне Северо-Востока Евразии // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2009. – Т. 17, № 4. – С. 382–395.
4. *Баранов В.В.* Выделение региональных ярусных подразделений верхнего силура и ниж-

него девона Северо-Востока Евразии на основе цикличности седиментации и этапности развития фауны // Эволюция органического мира и биогенетические кризисы: Материалы LVI сессии Палеонтологического общества при РАН (5–9 апреля 2010 г., Санкт-Петербург). – СПб., 2010. – С. 21–23.

5. Баранов В.В. Синхронность цикличности осадконакопления и этапности эволюции биоты – основа для выделения региональных ярусных подразделений в верхнем силуре и нижнем девоне Северо-Востока Евразии // Наука и образование. – 2013. – № 4. – С. 32–37.

6. Баранов В.В. Средний и верхний девон юго-восточного обрамления Сибирской платформы (Южное Верхоянье, хребет Сетте-Дабан) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2007а. – Т. 15, № 5. – С. 58–73.

7. Баранов В.В. Эволюция метабиосферы и кризисы экосистем в раннем – среднем палеозое Северо-Востока Евразии // Отечественная геология. – 2008б. – № 5. – С. 66–72.

8. Баранов В.В., Васильева А.Е. Козволюция биотических и абиотических процессов и событий в раннем и среднем палеозое Северо-Востока Евразии // Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле: Материалы III Всерос. науч.-практ. конф. (23–30 сентября 2014 г., пос. Листвянка, Иркутская область). – Иркутск, 2014. – С. 88–92.

9. Баранов В.В. Пограничные силурийско-девонские красноцветные отложения Северного полушария Земли и их значение для палеогеографических реконструкций // Наука и образование. – 2014. – № 4. – С. 32–37.

10. Кульков Н.П. Брахиоподы и стратиграфия силура Горного Алтая. – М.: Наука, 1967. – 148 с.

11. Кульков Н.П., Владимирская Е.В., Рыбкина Н.Л. Брахиоподы и биостратиграфия верхнего ордовика и силура Тувы. – М.: Наука, 1985. – 208 с.

12. Кульков Н.П., Перегоедов Л.Г. Класс Articulata // Стратиграфия палеозойских отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты. – Новосибирск, 1990. – С. 70–106.

13. Никифорова О.И. Брахиоподы гребенского горизонта Вайгача (поздний силур) // Стратиграфия и фауна силурийских отложений Вайгача. – Л., 1970. – С. 97–149.

14. Модзалевская Т.Л. Брахиоподы силура и раннего девона европейской части СССР. – М.: Наука, 1985. – 128 с.

15. Безносова Т.М. Сообщества брахиопод и биостратиграфия верхнего ордовика, силура и нижнего девона северо-восточной окраины палеоконтинента Балтия. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2008. – 216 с.

16. Рубель М.П., Модзалевская Т.Л. Новые силурийские брахиоподы семейства Athyrididae // Известия АН ЭССР. Химия, Геология. – 1967. – Т. 16, № 3. – С. 238–249.

17. Smith R.E., Johnson J.G. *Atrypella scheii* (Holtedhal) and *Atrypella phoca* (Salter), (Silurian brachiopoda) // J. Paleontology. – 1977. – Vol. 51, № 2. – P. 350–356.

18. Jones B. Variation in the Upper Silurian brachiopod *Protathyris praecursor* 17. Kozłowski 1929; its cause and implications // J. of Paleontology. – 1978. – Vol. 52. – P. 8–27.

19. Walliser O.H. Natural boundaries and Commission boundaries in the Devonian // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. – 1985. – Vol. 75. – P. 401–408.

20. Jeppsson L. Silurian Oceanic Events: Summary of General Characteristic // New York State Museum Bulletin. – 1998. – Vol. 491. – P. 239–257.

21. Manda Š. and Fryda J. Silurian-Devonian boundary events and their influence on cephalopod evolution: evolutionary significance of cephalopod egg size during mass extinctions // Bulletin of Geosciences. – 2010. – Vol. 85, № 3. – P. 513–540.

22. Nikiforova O.I., Modzalevskaya T.L. and Basset M.G. Review of the upper Silurian and lower Devonian articulate brachiopods of Podolia // Special Papers in Paleontology. – 1985. – Vol. 34. – P. 1–66.

23. Baliński A. The brachiopod succession through the Silurian-Devonian boundary beds at Dnistrove, Podolia, Ukraine // Acta Paleontologica Polonica. – 2012. – Vol. 54, № 4. – P. 897–924.

Поступила в редакцию 29.06.2015

УДК 551.49

О важности организации геометрического мониторинга при подземном захоронении дренажных вод в мерзлую толщу

С.П. Готовцев, И.В. Климовский, В.В. Шепелев

Институт мерзлотоведения СО РАН, г. Якутск

ГОТОВЦЕВ Семен Петрович – к.г.-м.н., с.н.с., gotovcev@mpi.ysn.ru; КЛИМОВСКИЙ Игорь Владимирович – к.г.н., с.н.с., mpi@ysn.ru; ШЕПЕЛЕВ Виктор Васильевич – д.г.-м.н., проф., зам. директора по науке, sheply@mpi.ysn.ru.