

потребуется 2638 т полимера, а при использовании КМЦ с концентрацией 5 г/л – 439,7 т, таким образом расходы на закупку ПЭГ и его транспортировку составят примерно 39,6 млн. руб. и 6,6 млн. руб. на закупку и транспортировку КМЦ.

Расчетная прибыль, с учетом всех затрат на добычу нефти, составит при использовании в качестве агента вытеснения раствора ПЭГ с концентрацией 30 г/л 209,0 млн. руб., раствора КМЦ с концентрацией 5 г/л 400,5 млн. руб., в то время как при использовании ВМР в качестве агента нефтевытеснения прибыль предприятия составляет 252,7 млн.руб. при цене на нефть 11 тыс. руб. за 1 т.

В результате произведенных расчетов установлено, что применение растворов ПЭГ с концентрацией 50 г/л окажется убыточным, т.к. затраты на проведение мероприятия и добычу нефти превышают выручку от реализации добытой нефти. Использование растворов ПЭГ с концентрациями 20 и 30 г/л по сравнению с высокоминерализованным раствором не дает положительного результата, в связи с большими затратами на приготовление растворов, экономическая эффективность по сравнению с ВМР ниже на 70 и 17 % соответственно.

Наиболее экономически целесообразным в условиях месторождений с низкими пластовыми температурами и высокой минерализацией пластовых вод является применение растворов КМЦ, которое приведет также к увеличению экономической эффективности добычи нефти на 33–58% (табл.2).

Таким образом, для совершенствования метода заводнения на месторождениях Юго-Западной Якутии в результате комплексных исследований рекомендуется в качестве базового

вытесняющего агента использование раствора карбоксиметилцеллюлозы с концентрацией 5 г/л.

Заключение. Впервые для нефтедобывающего комплекса месторождений Непско-Ботубинской антеклизы рекомендован новый подход к решению проблемы повышения нефтеотдачи пластов за счет применения оптимально доступной технологии, которая позволяет обеспечить стабильно высокие показатели извлечения нефти и снизить фактические затраты добычи углеводородного сырья.

Литература

1. Юров С. Несметные, но неосвоенные богатства // Нефть России. – 2008. – №3. – С. 61–64.
2. Терещенко В. Якутские окна роста // Нефть России. – 2012. – №6. – С. 41–44.
3. Федорова А.Ф., Шиц Е.Ю., Сафронов А.Ф., Портнягин А.С. Исследование совместимости пластовой воды Иреляхского ГНМ с агентами поддержания пластового давления // Нефтяное хозяйство. – 2008. – №1. – С. 82–85.
4. Энциклопедия полимеров / Ред. коллегия: В.А. Кабанов (глав. ред.) [и др.] Т.1 – М.: Советская энциклопедия, 1974. – 1224 с.
5. Иванов В.В., Невраев Г.А. Классификация подземных минеральных вод. – М.: Недра, 1964. – 166 с.
6. Дияшев Р.Н. Технологическая схема разработки Иреляхского газонефтяного месторождения. – Бугульма: В-КРО РАЕН и ТатНИПИнефть, 2000. – 339 с.
7. ГОСТ 33-82. Метод определения вязкости растворов стеклянным вискозиметром. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1982. – 19 с.
8. Жданов С.А. Опыт применения методов увеличения нефтеотдачи в России // Нефтяное хозяйство. – 2008. – №1. – С. 58–61.

Поступила в редакцию 21.03.2013

УДК 598.19+56(116.3)(571.56)

Предназначение вздутого участка спинномозгового канала в крестцовой области стегозабра Якутии

П.Н. Колосов

Обоснованы предназначение, размер и внутренняя структура расширенного (вздутого) участка спинномозгового канала в крестцовой (тазовой) области стегозабра (растительного динозавра). Сделано предположение, что в нём помимо гликогена (производное углевода) размещался орган, осуществлявший локомоцию. Объяснен редко встречаемый цвет (коричневый), сохраняющийся в ископаемом материале надолго в местах, где располагались кровеносные сосуды животного.

Ключевые слова: динозавры, стегозавры, вздутие в тазовой области, орган локомоции.

The purpose, size and internal structure of extended (swollen) area of the spine in pelvis part of Stegosaurus (herbivorous dinosaur) are substantiated. It is supposed that besides glycogen (carbohydrate derivative) there was an organ in it making locomotion. We explained rarely seen color (brown), preserved in the the fossil material for a long time in places, where blood vessels of the animal were located.

Key words: dinosaurs, stegosaurs, swelling in pelvis area, locomotion organ.

Единственное известное на огромной (более 3 млн. км²) территории Якутии местонахождение (Тээтэ) динозавров расположено в бассейне р. Вилюй (рис. 1, а). Оно является самой северной в Сибири точкой, где в неокоме (ранний мел) в высоких широтах обитали эти животные. Тээтэ – одна из первых (1960 г.) в мире находок полярных динозавров. В США, на Аляске, наиболее ранняя находка сделана в 1961 г.

В Тээтэ кости динозавров по сборам геолога В.Ф. Филатова в 1960 г. впервые в 1962 г. были определены Л.П. Татариновым как принадлежащие предположительно к примитивным, не имеющим ещё массивного панциря, анкилозавам раннего мела [1]. В одной из недавних публикаций Л.П. Татаринов указал, что в Якутии были найдены «фрагментарные остатки стегозавров» [2, с.149]. При этом ссылка сделана на А.К. Рождественского [3,4], хотя в указанных статьях якутские динозавры предположительно отнесены к анкилозавам. По-видимому, анкилозавы в Якутии (Тээтэ) обитали [5].

Большой интерес к Тээтэ вызван тем, что, во-первых, за последние десять лет кроме динозавров [1,3,4,6–8] здесь установлено присутствие *Xenocretosuchus kolosovi* Lopatinet Agadjanian, 2008 [9] – представителя весьма продвинутых зверообразных рептилий (цинодонты семейства Tritylodontidae Cope, 1884), крокодилоподобных хористодер (рептилии), а также амфибий (отряд Caudata) – представителя подотряда Salamandroidei – саламандры [5, 10, 11]; во-вторых, сохранность зубов и костей животных вполне удовлетворительная. Находка в Тээтэ образца, показывающего внутреннюю структуру вздутого участка спинномозгового канала в крестцовой области стегозавра или решетчатой (в сечении) внутренней части черепа камаразавра (рис. 1, б), служит дополнительным фактом хорошей сохранности остатков динозавров.

Ранее приводились характеристика пород и литологическая колонка разреза, а также тафономия местонахождения [10] и состав тафоценоза [5–7, 10]. Накопление вмещающих костные остатки отложений происходило на озёрно-аллювиальной равнине, выходящей к берегу Ленского моря. Климат был тёплым гумидным, имела место активная вулканическая деятельность. На это указывает петрографический анализ, по которому в разрезе вмещающих костные остатки отложений преобладают породы вулканогенно-осадочного генезиса. Существование в

конце юры–начале неокома рефугиума (участка, где определенный вид организма переживает неблагоприятную для него эпоху), а затем гибель динозавров и других позвоночных в районе Тээтэ удалось связать с активными проявлениями вулканизма [10]. Оказалось, что динозавры и другие животные здесь погибли в основном по той же причине, что и биота (включает рептилии, амфибии, рыбы и другие организмы) Изэ-хол раннемелового возраста в районе Сыхэтунь китайской провинции Ляонин [12].

Вмещающий остатки позвоночных разрез Тээтэ представлен псаммитовыми туфами, туффидами и глинами. Лишь в нижней части он содержит прослой (0,3–0,4 м) светло-серого слабобопесчанистого известняка, который указывает,

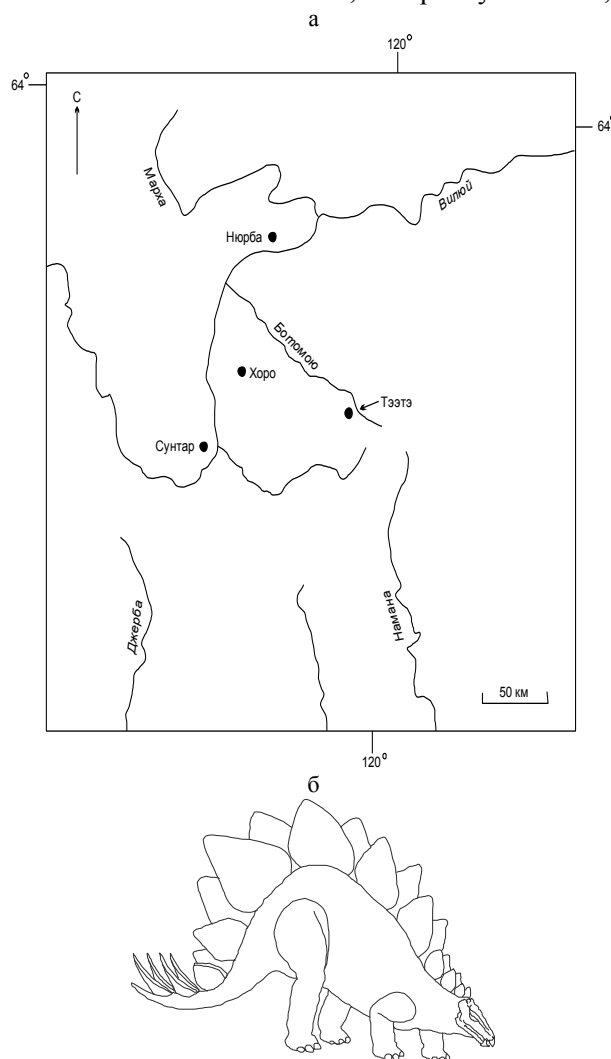


Рис. 1. Место расположения Тээтэ (а) и стегозавр (б)

по-видимому, на кратковременную трансгрессию с привносом солей кальция. Наряду с вулканизмом она могла способствовать гибели наземных позвоночных. В упомянутом прослое известняка обнаружено объёмное образование размерами (см): высота – 20, диаметр 14х14. Оно состоит из тонких извилистых костных пластин (рис. 2). Последние имеют коричневый (в отличие от других костей динозавров) цвет, потому очень чётко видны в светло-сером, весьма плотном известняке (рис. 2, в). Хорошая сохранность остатка динозавра объясняется тем, что в водной среде он довольно быстро был покрыт известковистым илом, обызвествлён, защищён от воздействия внешней среды и от бактерий.

В данной статье обсуждается: какую часть скелета динозавра может представлять найденное, предположительно редкое образование? Как можно объяснить коричневый цвет костных пластин, образующих это образование? В 2008 г. рассматриваемое образование было показано исследователю динозавров доктору Паскалю Гodefруа (Pascal Godefroit) из Бельгийского королевского института естественных наук (Брюссель). Он согласился с автором, что образец, по-видимому, демонстрирует внутреннюю структуру черепа динозавра. Другой специалист по динозаврам Эрик Бюффто (Eric Buffetaut) из Национального центра научных исследований Франции по фотографиям рассматриваемого образца в 2011 г. высказал мнение, что в нём мы видим, по-видимому, внутреннюю структуру позвонка крупного динозавра, принадлежащего к зауроподам (Sauropoda).

Из зауропод в Тээтэ по зубам известен *Samarasaurus* sp. Типовой вид этого рода *S. Supremus* Cope, 1877 из позднеюрского возраста формации моррисон (Колорадо, Сев. Америка) не очень крупное животное (длина до 12 м). Судя по зубам *Samarasaurus* sp. из местонахождения Тээтэ не крупнее колорадского. Его позвонки по размерам вряд ли могут быть такими большими, как обсуждаемый образец. За всё время поисков остатков позвоночных в Тээтэ не находили крупных позвонков.

Как и внутренняя структура позвонков динозавра в нашем образце, костные пластины создают «ячейки» разного размера и формы, но чётко отличаются от позвоночных тем, что соседние «ячейки» имеют общую стенку (рис. 2), т.е., как и кости мозгового черепа, они образуют между собой непрерывные соединения. Структура костной ткани грубоволокнистая (рис. 3, а). Итак, наш образец вряд ли демонстрирует внутреннюю структуру любого из позвонков крупного динозавра.

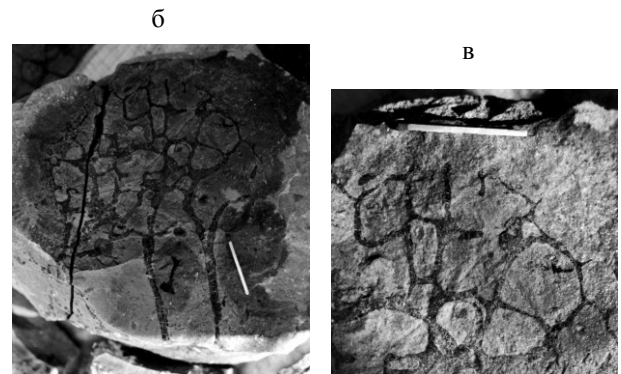
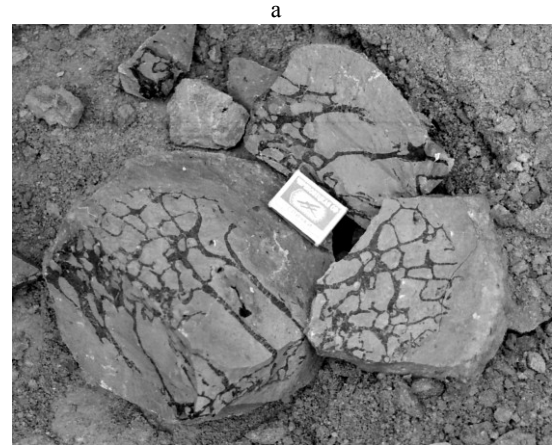


Рис. 2. Общий вид решетчатого образования (а) и фрагменты решетчатого образования (б, в). Длина коробки = 5 см, палочек = 4 см

В 1955 г. М. Экснер (М. Exner) [13] написал, что динозавры являлись животными, у которых доминирующую роль играл не головной, а спинной мозг, т.е. это были «спинномозговые» животные.

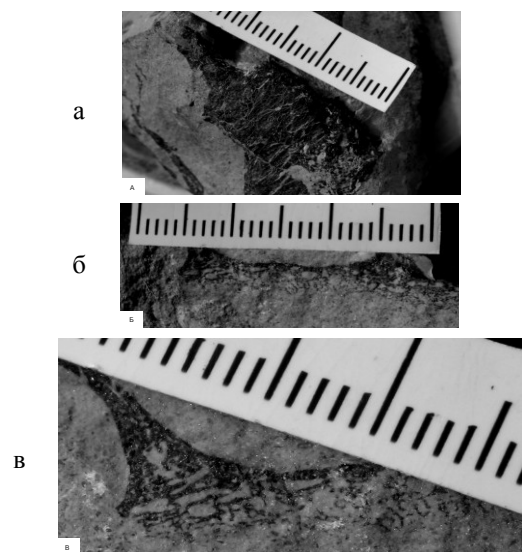


Рис. 3. Грубоволокнистая структура костной ткани (а) и следы весьма тонких кровеносных сосудов (б, в). Шкала: 1 дел. = 1 мм

У продвинутых позвоночных в мозговом черепе находятся головной мозг и органы обоняния, зрения, равновесия и слуха [14]. У динозавров головной мозг маленький относительно размеров тела (особенно у растительноядных). Доминировавшие в мезозое динозавры не испытывали большого давления со стороны опасных им хищников и конкурентов. Как следствие, у них слабо развивался головной мозг, поскольку не было в этом необходимости [15]. В небольшого размера черепе находились маленький головной мозг, выполняющий мыслительную функцию, а также некоторые органы (зрения и т. д., за исключением, возможно, локомоции).

Известно, что мозг стегозавров особенно маленький относительно размера их тела [16]. Вес его примерно в 50 раз меньше, чем у значительно меньшего размера слона. Например, крупный (длина 5,5–7,6 м, высота 3,7–4,0 м, весом примерно 7–10 т) *Stegosaurus* из позднеюрских отложений Северной Америки имеет череп длиной 40 см, мозг мог весить всего около 70 г [17].

Давно установлено, что стегозавры имели вздутие (расширенный участок) спинномозгового тяжа в крестцовой области. Это вздутие было в 20 раз больше головного мозга [18]. Возникает вопрос: почему именно стегозавры имели необычайно расширенный участок в спинномозговом канале в крестцовой области? По мнению П. Рич и др. [17], «стегозавр перенёс большую часть мыслительной деятельности в большой ганглий спинного мозга в плечевом поясе и ещё один в тазовом районе. Последний весил 1,4 кг» (с. 449). Л.П. Татаринев [2, с. 146] отметил, что «необычная расширенность спинномозгового канала в крестцовой области при явно маленьких размерах головного мозга дала повод говорить о наличии у стегозавров дополнительного крестцового мозга, обслуживающего локомоцию, но П. Галтон подчёркивает развитие в этой области хранилища гликогена» [19].

Как известно, крестец образуется в результате срастания крестцовых позвонков. Позвоночник от основания головного мозга до крестцового отдела имеет цилиндрический канал. В нём находится спинной мозг (*medullaspinalis*) – наиболее древний отдел центральной нервной системы. Функцию последней в качестве координирующего центра у животных выполняют спинно- и черепно-мозговые ганглии (от греч. *gangelion* – узел) – нервные узлы, скопления тел и отростков нейронов [20,21].

В осуществлении всех сложных локомоций (двигательных реакций) позвоночных участвует спинной мозг [20]. Многие динозавры являются крупными животными. Они испытывали большую необходимость в управлении движением (локомоцией). Крупные стегозавры с многочис-

ленными большими пластинами вдоль спины также, а может и больше, чем другие динозавры, могли нуждаться в органе локомоции и в соединениях полисахаридов, играющих роль резерва энергии. В 1914 г. Ч.У. Джилмор (C.W. Gilmore) предположил, что два ряда пластины вдоль спины стегозавра были оборонительными в смысле придания этим растительноядным животным страшного, отпугивающего облика. Особенно, если пластины в случае необходимости (отпугивания хищников или охлаждения тела) несколько опускались и приподнимались как крылья бабочек. Такое предположение вполне возможно, так как они не были соединены с осевым скелетом [22]. Расположение пластин в два ряда предполагает их раскрывание, опускание одновременно в обе стороны.

Известно, что локомоция обеспечивается скелетными мышцами, которые прикрепляются к костям [21]. Гликоген, хранилищем которого по П. Галтону [19] служил расширенный спинномозговой канал в крестцовой области стегозавра, вырабатывался в результате переваривания углевода, который переходит в глюкозу, а затем в гликоген (в итоге процесса превращения глюкозы в гликоген – гликогенеза). Запасный гликоген накапливается в мышцах, обеспечивая энергией их сокращение. Поскольку у стегозавров пластины вдоль спины были огромны и их было много, а подъём осуществлялся благодаря сокращению мышц, то последние должны были характеризоваться как сильно развитые. Следовательно, требовались значительного размера вместилище для большого объёма гликогена и крови для доставки его мышцам, а также кислорода. У стегозавров управление за движением массивного тела и спинных пластин, по-видимому, осуществлялось органом, который вместе с гликогеном (энергетическим резервом для мышц) размещался в более крупном, чем череп, вместилище, представленном расширенным (вздутым) участком спинномозгового канала в области крестца.

В Тэтэ кости динозавров, включая внутреннюю часть позвонков, чёрного цвета. В отличие от них костные пластины вместилища коричневые. Этот редкий факт, по-видимому, связан с красным цветом кроветворных структур. Костные пластины содержат многочисленные весьма тонкие каналы, в которых располагались кровеносные сосуды (рис. 3, б, в). Известен случай сохранения красного цвета кроветворных структур в костном мозге лягушек и саламандр возрастом 10 млн. лет из миоцена Испании [23].

В случаях, как с нашим образцом, так и находкой, сохранивших красный цвет кроветворных структур, в Испании объяснение возможно с учётом того, что после смерти животного ге-

моглобин (красный пигмент) крови превращается в гемосидерин. В медицине это хорошо известный процесс. Гемосидерин приобретает коричневатый цвет, сохраняющийся (как показали исследования останков мамонтов плейстоцена северо-востока Азии) в ископаемом материале надолго в местах, где проходили (располагались) кровеносные сосуды животного (устное сообщение патологоанатома, доктора мед. наук, профессора В.А. Аргунова на научной конференции «Эволюция и палеоэкология млекопитающих позднего кайнозоя Сибири»; 18 марта 2011 г., Якутск).

Найденное в Тээтэ объёмное образование, состоящее из извилистых костных пластин, предположительно демонстрирует приблизительный размер (20 x 14 x 14 см) и внутреннюю структуру черепа камаразавра или расширенного (вздутного) участка спинномозгового канала в крестцовой области стегозавра. Он состоит из ячеек, образованных костными пластинами, возможно, из хрящей (как мозговой череп низших позвоночных). Расширенный (в области крестца) участок спинномозгового канала стегозавров был вмещением гликогена и «второго мозга», выполнявшего не столько мыслительную функцию, сколько функцию органа управления за движением. Если так, то костные пластины вдоль спины действительно могли, как предполагал Л.Ш. Давиташвили [22], опускаться и приподниматься для устрашения мощными мышцами, нуждавшимися в большом объёме кислорода, гликогена и крови.

Исходя из изложенного, автор допускает, что стегозавры, по-видимому, не были «спинномозговыми» животными. Они не перенесли большую часть мыслительной деятельности в большой ганглий мозга в области крестца.

Автор весьма признателен докторам Эрику Бюффто (Eric Buffetaut), Паскалю Годафруа (Pascal Godefroit) и к.б.н. М.Б. Ефимову (ПИН РАН) за консультации.

Литература

1. Корчагин В.П. Мезозой Кемпедийской впадины // Матер. по региональной геологии Сибирской платформы и её складчатого обрамления / Ред. И.Н. Сулимов. – М.: Недра, 1972. – С. 119–139.
2. Татаринов Л.П. Очерки по эволюции рептилий. Архозавры и зверообразные: тр. ПИН РАН. – М.: ГЕОС, 2009. – Т. 291. – 377 с.
3. Рождественский А.К. Изучение меловых рептилий в России // Палеонтологический журнал. – 1973. – № 2. – С. 90–98.
4. Рождественский А.К. История динозавровых фаун Азии и других материков и вопросы палеогеографии // Фауна и биостратиграфия мезозоя и кайнозоя Монголии: тр. ССМПЭ. – М.: Наука, 1974. – Вып. 1. – С. 107–131.
5. Колосов П.Н. О новых находках остатков раннемеловых позвоночных на территории Якутии // Отечественная геология. – 2009. – № 5. – С. 91–93.
6. Курзанов С.М., Ефимов М.Б., Губин Ю.М. Динозавры Якутии // III века горно-геологической службы России: матер. региональной конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. – Т. II. – Томск, 2000. – С. 356–357.
7. Курзанов С.М., Ефимов М.Б., Губин Ю.М. Новые архозавры из юры Сибири и Монголии // Палеонтологический журнал. – 2003. – № 1. – С. 55–59.
8. Несов Л.А. Динозавры Северной Евразии: новые данные о составе комплексов, экологии и палеобиогеографии. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1995. – 156 с.
9. Лопатин А.В., Агаджанян А.К. Тритилодонт (Tritylodontidae, Synapsida) из мезозоя Якутии // Докл. РАН. – 2008. – Т. 419, № 2. – С. 279–282.
10. Колосов П.Н., Ивсенсен Г.В., Михайлова Т.Е. и др. Тафономия позднемезозойского местонахождения тетрапод Тээтэ (Якутия) // Палеонтологический журнал. – 2009. – № 2. – С. 79–85.
11. Kolosov P.N. New finds of Early Cretaceous fossil vertebrate remains on the territory of Yakutia // Reptiles: Biology, Behavior and Conservation. – Nova science Publishers Inc. New York. 2011. – P. 141–146.
12. Chen Shuwang, Jinchengzhu, Zhangyunping, Zhang Lidong, Guo Shengzhe. Discussion on the Structural – Volcanic Activities and Biological Events During the Early Cretaceous in the Sihetun Area, Liaoning Province, China // Тихоокеанская геология. – 2004. – Т. 23, № 3. – С. 52–59.
13. Exner M. Der Untergang der Dinosaurier // Ann. Naturhistor. Museums Kien. – 1955. – V. 60. – P. 43–52.
14. Большая медицинская энциклопедия: в 30 т. – Т. 27. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – 576 с.
15. Давиташвили Л.Ш. Эволюционное учение: в 2 т. – Т. 2. – Тбилиси: Мецниереба, 1978. – 524 с.
16. Кэрролл Р. Палеонтология и эволюция позвоночных: в 3 т. – Т. 2 / Пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – 283 с.
17. Рич П.В., Рич Т.Х., Фентон М.А. Каменная книга. Летопись доисторической жизни / Пер. с англ. с дополн. и измен. – М.: МАИК «Наука», 1997. – 623 с.
18. Swenton W.E. Dinosaur brans // New scientist. – 1958. – V. 4, № 93. – P. 707–709.
19. Galton P.M. Stegosauria // Encyclopedia of dinosaurs / Ed. Ph. J. Currie, K. Padian. San Diego etc.: Acad. Press. – 1997. – P. 701–703.
20. Биологический энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – 864 с.
21. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3 т. – Т. 2, 3: Пер. с англ. / Под ред. Р. Сопера. – М.: Мир, 1990. – Т.2. – 325 с.; Т.3. – 376 с.
22. Давиташвили Л.Ш. Эволюционное учение: в 2 т. – Т. 1. – Тбилиси: Мецниереба, 1977. – 478 с.
23. McNamara M.E., Orr P.J., Kearns S.L. et al. High – fidelity organic preservation of bone marrow in ca. 10 Ma amphibians // Geology. – 2006. – V. 34, № 8. – P. 641–644.

Поступила в редакцию 21.03.2013