

ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ БИОСФЕРЫ В ПЕРЕХОДНОМ ИНТЕРВАЛЕ ОТ МЕЛА К ПАЛЕОГЕНУ

М.А. Ахметьев, Т.М. Кодрул

Введение

В соответствии с программой Президиума РАН № 25 продолжались исследования флороносных отложений пограничного интервала мела и палеогена Северной Пацифики. Одним из регионов, где в континентальных фациях изучались разрезы кампана, маастрихта и дания, был Зейско-Буреинский осадочный бассейн. На территории Амурской области выходы меловых толщ обследовались в дорожных откосах и выемках федеральной автодороги на участке между долинами рек Хинган и Мутная, близ пос. Кундур. Палеоценовые отложения изучались в пределах Архара-Богучанского и Райчихинского бурогольных месторождений, включая участки “Прогресс” и “Пионер”, в разрезе “Архаринская сопка” близ ст. Архара, а также на склонах г. Белой в низовьях р. Буряя (стратотип цагайской серии).

Одновременно завершалась обработка коллекций остатков растений, ранее собранных из разрезов на правом берегу р. Амур юго-восточнее и западнее г. Цзяньинь, а также на Уюньском бурогольном месторождении. Все эти участки на территории Китая приурочены к юго-восточной окраине Зейско-Буреинского осадочного бассейна. Важным реперным уровнем, уточняющим возраст флороносных слоев, является маастрихтская аллювиально-пролювиальная толща, содержащая скелетные остатки динозавров, возможно, наиболее молодых по возрасту в Восточной Азии (местонахождения Кундур, Лонгушань, Улага и др.). Анализ последовательных комплексов органических остатков из разновозрастных толщ переходного интервала позволяет с большей детальностью восстановить особенности развития биосферного кризиса на рубеже мела и палеогена, подчеркнув наиболее важные биотические и абиотические события. Схема корреляции верхнемеловых и палеоценовых отложений в бассейне р. Амур, а также положение маастрихт-датской границы приведены в таблице.

Стратиграфия верхнемеловых-палеоценовых осадочных толщ

Континентальные угленосные толщи переходного интервала образуют два седиментационных мегацикла: нижний – сантон-кампанский (возможно, включает и начало маастрихта) и верхний – маастрихт-палеоценовый. Верхний мегацикл, в объеме цагайской серии, в свою очередь, состоит из двух циклов: нижне-среднецагайского (маастрихт-даний) и верхнецагайского (s.l.) (даний-зеландий). Верхний цикл представлен двумя полуциклами: верхнецагайским (s.str.) (даний) и кивдинским (даний-зеландий), редуцированным. Формированием кивдинских угленосных слоев завершилось палеоценовое осадконакопление в Зейско-Буреинском осадочном бассейне.

1. Сантон-(?) нижнемаастрихтский мегацикл (кундурская свита Амурской области и формации Юнаньцунь и Тайпинлиньчан Китая) образован ритмично построенной слоистой толщей озерного и озерно-аллювиального генезиса. Она представлена песчаниками, алевролитами, аргиллитами, реже – бурыми углями. Общая мощность толщи достигает первых сотен метров в крайних частях Зейско-Буреинского осадочного бассейна и превышает 500 м в осевых частях локальных прогибов в пределах его остальной части. Активные проявления вулканизма отмечались только на поднятиях к востоку от области седиментации. Верхние пачки кундурской свиты относятся к одному из обратных эпизодов (С33г–С31г) верхнемеловой магнитостратиграфической шкалы [Sun Ge et al., 2004]. Эту же стратиграфическую позицию занимают флороносные пачки формации Тайпинлиньчан. Они имеют позднекампанский, или, возможно, уже раннемаастрихтский возраст. Кундурско-тайпинлиньчанская флора насчитывает более 30 таксонов (определения Л.Б. Головневой, Е.В. Бугдаевой и авторов) и включает папоротники (“Asplenium”, *Coniopteris*, *Cladophlehis*, *Salvinia*), гинкговые;

Корреляция верхнемеловых и палеоценовых отложений в бассейне р. Амур и положение маастрихт-датской границы

Отдел	Ярус	Зейско-Буреинский осадочный бассейн Россия	Разрез района Уюнь-Цзянь Китай
Палеоцен	Даний	Кивдинские угленосные слои (кивдинская флора)	Формация Уюнь (s. str.) (угленосная) (кивдинская флора)
		Верхнецагаянская свита (s.str.): песчано-конгломератовая толща с флорой дания (цагаянской) (по А.Н. Криштофовичу)	Формация Байшантоу с флорой дания (цагаянская)
		Перерыв	Перерыв
		Среднецагаянская свита: конгломерато-песчано-глинистая (угленосная) с флорой цагаянского типа с элементами меловой, палинокомплекс переходного типа с маастрихтскими и датскими элементами	Формация Фурао: конгломерато-песчано-глинистая (угленосная) с флорой цагаянского типа
Верхний мел	Маастрихт	Перерыв	Перерыв
		Нижнецагаянская свита: песчано-конгломератовая с пачкой пролювия в кровле (главный "динозавровый горизонт")	Формация Юлианцзы: песчано-конгломератовая, с 2-мя или 3-мя пачками пролювия с остатками динозавров
	Кампан Сантон	Перерыв	Перерыв
		Кундурская свита: песчано-глинистая с флорой (озерно-аллювиальная)	Формация Тайпинлиньчан: песчано-глинистая с флорой (озерно-аллювиальная)

хвойные представлены сосновыми (*Larix*, *Pityophyllum*, *Pityostrobus*, *Pityolepis*), таксодиевыми (*Sequoia*, *Metasequoia*, *Glyptostrobus*, *Taxodium*) и кипарисовыми (*Cupressinocladus* spp.). Встречаются *Elatocladus* sp. – хвойные неопределенного систематического положения. Спектр покрытосеменных состоит из представителей родов *Trochodendroides* (в том числе *T. arctica*), *Arthollia*, *Platanophyllum*, *Celastrinites*, *Quereuxia*, "Pistia", *Porosia* и др. Из представите-

лей сопутствующей биоты были найдены моллюски, остракоды, филлоподы, рыбы, пресноводные и солоноватоводные диноцисты. Преобладающими таксонами в пойменно-старичных фациях были хвощи, некоторые папоротники, кипарисовые и таксодиевые, из покрытосеменных – "Pistia", *Quereuxia*. Последняя нередко образовывала монодоминантные захоронения. В аллювиальных фациях чаще встречаются остатки покрытосеменных (*Trochodendroides* spp., *Celastrinites*), иногда

таксодиевые. В тафоценозах пойменно-старичных и озерных фаций верхнезавитинской подсвиты – возрастного и фациального аналога кундурской свиты, развитой в локальных прогибах центральной и западной частей Зейско-Буреинского осадочного бассейна, доминировали папоротник “*Asplenium*”, *Taxodiaceae* и *Quequeuxia*. Верхнезавитинская подсвита повсеместно в прогибах перекрывается с размывом конгломератами нижнецагайанской свиты. В датскую цагайанскую флору переходят не менее 50 % родов кундурской флоры и значительная часть видов. Из таксонов, не встречающихся в палеогене, один из доминантов притихоокеанских кампан-маастрихтских флор – “*Asplenium dicksonianum*”, а также *Kundurella amurensis Golovn.*, *Elatocladus spp.*, *Trochodendroides lanceolata Golovn.*, *Arthollia orientalis (Zhang.) Golovn. comb. nov.*, *Celastrinites sp.*, “*Pistia corrugata Lesq.* Обычными компонентами типовой датской цагайанской флоры являются переходящие из кампана *Equisetum*, *Ginkgo*, *Pinaceae*, виды сем. *Taxodiaceae*, *Cupressaceae*, *Trochodendroides arctica*, *Quequeuxia angulata* (редко), *Porosia verrucosa*. Кампанская флора существовала в условиях сезонно умеренно-теплого климата, близкого субтропическому.

2. Маастрихт-палеоценовый мегацикл. Цагайанская серия. От подстилающих отложений она отделена перерывом и стратиграфическим несогласием с признаками размыва подстилающих отложений.

А. Нижний седиментационный цикл объединяет нижнецагайанскую, преимущественно грубообломочную и среднецагайанскую (более тонкообломочную, угленосную) свиты суммарной мощностью до 100–120 м по периферии Зейско-Буреинского бассейна и до 300–350 м в осевых частях внутренних прогибов. В правобережье р. Амур им соответствуют формации Юлианцзы и Фурао. Формирование стратонев нижнего цикла происходило с началом активных поднятий территории, вызванных падением уровня Мирового океана на фоне активизации вулканизма по периферии осадочного бассейна.

В основании нижнего полуцикла – нижнецагайанской свиты и формации Юлианцзы залегают базальные конгломераты и пачки гравийно-галечных пород. Выше по разрезу грубообломочный аллювий расслаивается пакетами сероцветных “микститов” – глинистых пород с включением обломочного материала разной размерности, представляющих собой продукт катастрофических селевых потоков. Из микститов происходят практически все сборы скелетных остатков гадрозавров, ламбеозавров, анкилозавров, тиранозавров и др. Шрамы на костях свидетельствуют о том, что попавшие в селевые потоки крупные тела погибших

животных перемещались на значительные расстояния. В окрестностях Кундура был извлечен почти полный скелет *Olorotitan archagensis Godefroit, Bolotsky, Alifanov [2003]* – представителя ламбеозавров, доминирующих в этом местонахождении. Предполагается, что он близок *Corytosaurus* и *Hyracrosaurus* из позднего кампана запада Северной Америки. Отсюда же указываются фрагменты зубов мультитуберкулят, сближаемых с североамериканскими видами, известными непосредственно из пограничных слоев мела и палеогена, а также распространенными в палеоцене. В то же время необходимо отметить, что характерные для терминального маастрихта Северной Америки цератопсы и эдмонтозавры в бассейне Амуре не были встречены. Из формации Юлианцзы П. Гodefруа совместно с китайскими палеонтологами описал еще один вид ламбеозавров – *Charonosaurus jiauinensis [Godefroit et al., 2000]*. Сейчас на территории Амурской области и соседней китайской провинции Хейлунцзян известны уже девять местонахождений динозавров. Все они сосредоточены в периферических частях Зейско-Буреинского осадочного бассейна или на поднятиях, разделяющих его внутренние прогибы. К осевым частям последних микститы замещаются зелеными глинами, образующими два выдержанных по простиранию маркирующих горизонта в верхней части нижнецагайанской свиты. Они были вскрыты и прослежены при проведении нефтепоисковых работ еще в 50–60-е годы прошлого столетия.

Отложения верхнего седиментационного полуцикла – среднецагайанская свита охарактеризована в верхней угленосной части комплексом растительных мегафоссилий, близких по составу типовому датскому цагайанскому комплексу, впервые выделенному А.Н. Криштофовичем. Он изучал его с 1914 года, однако результаты были полностью опубликованы уже после его смерти [Криштофович, Байковская, 1966]. В кровле среднецагайанской свиты, как правило, имеются следы размыва.

Флора верхних частей разреза среднецагайанской свиты изучалась на Архара-Богучанском месторождении и в разрезе “Архаринская сопка” у ст. Архара. В каждом из местонахождений ископаемых растений выделено несколько горизонтов с фитофоссилиями. Количество таксонов из разреза “Архаринская сопка” – 21, в среднецагайанской свите Архара-Богучанского месторождения – 34. Возраст флоры – датский (раннедатский?), на что указывают определения абсолютного возраста туфов методом треков в кровле среднецагайанской свиты в разрезе г. Плоской (Буреинское Белогорье). Этот вывод подтверждается также результатами палинологических исследований и данными магнитостратиграфии – принадлежностью нижней час-

ти Архара-Богучанского разреза положительному эпизоду (предположительно С29n) шкалы палеогена (Дж. Хиккс, устное сообщение 2004 г.).

Из 38 таксонов среднецагаанской свиты около 70% видов и 25–30% родов впервые появляется на этом уровне: *Onoclea hesperia* R.W. Brown, *Dyrana flexuosa* (Newb.) Golovn., *Arkharanthus krassilovii* N. Maslova et Kodrul, *Celtis aspera* (Newb.) Manchester, Akhmetiev et Kodrul, *Nyssa bureica* Krassil., *Beringiaphyllum cupanoides* (Newb.) Manchester, Crane et Golovn., *Amersinia obtrullata* Manchester, Crane et Golovn., *Averrhoites affinis* (Newb.) Hickey, "Platanus" *raynoldsii* Newb., *Archeampelos* (Newb.) McIver et Basinger etc. Однако многие из таксонов, в том числе и доминирующих в этой флоре, переходят из кампана: *Ginkgo*, *Metasequoia occidentalis*, *Sequoia affinis*, *Taxodium olrikii* (Heer) R.W. Brown, *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *Porosia verrucosa* (Lesq.) Hickey, *Quereuxia angulata* (Newb.) Krysht. etc.

Б. Верхнецагаанский седиментационный цикл объединяет одноименную грубообломочную подсвиту (верхнецагаанскую (s.str.) флювиального происхождения, формировавшуюся в период активизации эрозионной деятельности на суше в период глобальной датской регрессии. Накопившаяся толща мощностью до 100 м образует нижний полуцикл и представлена грубообломочными породами – валунно-галечными конгломератами, галечниками, гравийниками, разнозернистыми песчаниками, реже линзами и невыдержанными по простиранию пойменными глинами, сменяющимися угленосными осадками. Верхний редуцированный полуцикл представлен кивдинскими бурогольными слоями. Они образовались в период начавшейся эрозионной стагнации, связанной с трансгрессией. Это завершилось прекращением осадконакопления на всей территории Зейско-Буреинского осадочного бассейна на рубеже дания и зеландия. Формирование аллювиальной толщи происходило на фоне активизации вулканизма на поднятиях, обрамлявших Зейско-Буреинский осадочный бассейн. Продукты кислого вулканизма получили распространение в базальных слоях верхнецагаанской свиты, но еще в большей степени в ее верхней части. Граница между маастрихтом и данием условно проводится в верхней части среднецагаанской подсвиты. Абсолютный возраст туфов, залегающих вблизи кровли среднецагаанской свиты в стратотипическом разрезе Буреинского Белогорья в устье ручья Дармакан $61,7 \pm 2,1$ млн лет [Sun Ge, Akhmetiev et al., 2004] и 68 ± 4 млн лет (определения А.В. Соловьева, ГИН РАН), а возраст туфов из терминальной части формации Фурао на правом берегу р. Амур – 66 ± 1 млн лет [Sun Ge, Akhmetiev et al., 2004].

Датская флора верхнего цагаана насчитывает десятки видов. Она формировалась в условиях умеренно-теплого влажного климата с равномерным выпадением осадков в течение года (в отличие от сезонного климата кампана). Эта флора представлена 41 таксоном. Наиболее представительные сборы, включающие 37 из них, происходят из стратотипического разреза цагаана Буреинского Белогорья. В составе верхнецагаанского комплекса существенно возрастает роль хвойных. Свыше 70% видов переходят в верхнецагаанскую свиту из среднецагаанской. Впервые появляются *Podocarpus tsagajanicus* Krassil., *Fokieniopsis cateculata* (Bell) McIver et Basinger, *Nelumbo amurense* Krysht., *Nuphar burejense* Krassil., *Oreocarpa bureica* N. Maslova et Krassil., *Tiliaephyllum tsagajanicum* (Krysht. et Baik.) Krassil., *Dipteronia* sp., *Acer* sp. Два последних таксона доминируют в верхней половине цагаанской свиты s. str. Из растений среднецагаанского комплекса в верхнецагаанский не переходят лишь несколько видов (*Dyrana flexuosa*, *Zingiberopsis magnifolia*, *Carpolithus arkharensis*). Доминирующая группа таксонов сохраняется (*Taxodiaceae*, *Trochodendroides*, *Platanaceae*). Их дополняет вновь появившийся *Tiliaephyllum*. Эти же таксоны преобладают и в ориктоценозе пачки Байшантоу, перекрывающей в правобережье р. Амур формацию Фурао и являющейся возрастным и фаціальным аналогом верхнецагаанской свиты.

Флора кивдинских угленосных слоев происходит из межпластовых глин и глинистой пачки, перекрывающей основной продуктивный пласт на Райчихинском бурогольном месторождении и участках "Прогресс" и "Пионер" на его юго-восточном фланге. Таксономический состав флоры несколько дополнен сборами из бурогольного месторождения Уюнь в Китае. Изменения в составе флоры по сравнению с предыдущим комплексом заключается в большем участии хвойных, особенно сосновых и появлении сережкоцветных. В видовом отношении флора менее разнообразна (около 30 таксонов), что, вероятно, связано с продолжавшимся в кивдинское время похолоданием. К характерным кивдинским таксонам относятся: *Ulmus furcinervis* (Bors.) Ablav, *Alnus* sp., *Betula sachalinensis* Heer, *Mugica burejensis* Kamaeva, *Koelreuteria* sp., что составляет 15% от общего количества таксонов в кивдинских слоях.

Заключение

Сравнение кампанской и датской флор Приамурья свидетельствует, что их смена была постепенной и не носила катастрофического характера. Большинство поздне меловых таксонов высокого ранга и ряд видов продолжали развитие в палео-

гене, включая многие доминирующие таксоны (*Ginkgo*, *Metasequoia occidentalis*, *Trochodendroides arctica*, *Quereuxia angulata* и др.). В маастрихте элиминировало не более 15–20% родов и до 60% видов. Это не может рассматриваться как результат массового вымирания на рубеже мела и палеогена в связи с импактными событиями. О маастрихтской флоре этого региона имеется палинологическая информация, также свидетельствующая о постепенной смене таксономического состава палиноморф при переходе от маастрихта к данию. Динозавры прекратили существование предположительно в середине маастрихта [Флора..., 2001]. Причины их исчезновения в бассейне р. Амур связаны с возросшей эрозионной активностью, уничтожившей основные кормовые угодья в окраинных частях Зейско-Буреинского осадочного бассейна. Существенную роль сыграло начавшееся в конце маастрихта похолодание, сопровождавшееся изменениями характера растительности. Смена саванноидных редколесий с покрытием из папоротников, гнетовых и цикадофитов хвойно-широколиственными листопадными лесами, с ограниченными пищевыми ресурсами для динозавров, не способствовала их развитию [Флора..., 2001]. Массовая гибель этих животных в катастрофических селевых потоках в раннецагаанское (среднемаастрихтское?) время привела к сокращению, а, возможно, и полному исчезновению их популяций. О масштабах катастроф можно судить по мощности слоев зеленых глин (до 15–20 м), накапливающихся в осевых частях прогибов, занятых озерными бассейнами и дельтовыми фациями. Селевые потоки, с заключенными в них животными и массой обломков, “разгружались” в периферических частях впадин, а центральных частей прогибов Зейско-Буреинского осадочного бассейна достигала лишь водная масса, с заключенной в ней тонким илистым материалом. Расшифровка тафономических особенностей захоронений динозавров привела за последние годы к открытию новых местонахождений этих крупных позвоночных.

Проведенные полевые исследования, с обработкой разнообразного палеонтологического материала, не позволяют говорить о каком-либо влиянии на состав биоты в Приамурье импактных событий, которые произошли на рубеже мела и палеогена.

* * *

Рассмотренные выше результаты исследований 2005 г. (в совокупности с проведенными ранее) позволяют дать оценку биосферным событиям на рубеже мела и палеогена с позиций палеоботаники. Подходя к оценке этого рубежа с более общих

позиций, необходимо принять во внимание целый ряд других факторов, противоречащих импактной парадигме. Прежде всего, пограничный интервал характеризовался не внезапным, а постепенным похолоданием, которое продолжалось несколько миллионов лет. Тем не менее в геологическом летоисчислении это был кратковременный эпизод существования криогенной биосферы в недрах “парниковой”, и пик похолодания занимал по времени лишь часть периода биосферных перестроек во второй половине позднего мела, продолжавшихся не менее 10–15 млн лет (возможно, с момента окончания длительного безинверсионного палеомагнитного суперхрона мелового периода). События импактной природы, по нашему мнению, хорошо маркируют границу мела и палеогена, что же касается биоты, то ее поражение на этом рубеже было избирательным и коснулось, в первую очередь, карбонатного микропланктона фотического слоя Мирового океана. Импактное событие лишь наложило на продолжительный “ступенчатый” процесс вымирания морской биоты, усилив его. Это привело к окончательному исчезновению организмов, лучше адаптированных к теплой биосфере и не выдержавших быстрого изменения природной обстановки из-за начавшегося похолодания.

Утверждение о вымирании многих групп биоты, непосредственно на границе мела и палеогена, часто носит декларативный характер. Это обусловлено желанием подчеркнуть особую роль этого рубежа в биотических перестройках. В действительности, элиминация большинства групп организмов не синхронна. Рудисты, иноцерамы, беннеттитовые вымирают еще в маастрихте. Напротив, некоторые аммоноидеи, цикадовые (*Nilssonia*), а также, по-видимому, цератопсы переходят в даний.

Импактной парадигме вымирания противоречит не только “ступенчатый” характер элиминации многих биотических групп при подходе к этому рубежу. С ее позиций нельзя объяснить избирательность поражения одних групп при прохождении этого рубежа и отсутствие существенных потерь в других группах, а также “дрейф” вымирания одних и тех же групп во времени, начинающийся с высоких широт и заканчивающийся в более низких. Последнее, может быть, связано только с влиянием климата на биотические события, с неравномерным ростом температурного градиента в системе “полюс–экватор” в разных широтах. Отмеченные некоторыми специалистами несколько аномалий, зафиксированных в переходных слоях мела и палеогена, также противоречит импактной парадигме, если ее только не рассматривать как мультиимпактную.

Суммируя же причины особенностей биосферной перестройки в поздне меловую эпоху и на рубеже мела и палеогена, которые отражены в многочисленных публикациях палеонтологов и биостратиграфов, отметим следующие:

– Регрессия уровня моря с амплитудой до 100–130 м [Наг et al., 1987], которая сопровождалась похолоданием. По палеоботаническим данным авторов проекта, падение среднегодовых температур в начале дания было не ниже 5–7°C в высоких широтах и не менее 4°C – в средних. Эффект похолодания усиливался осушением средне- и высокоширотных меридиональных проливов в Азии и Северной Америке: Западно-Уральского, Тургайско-Западно-Сибирского, Орского, а также пролива, соединявшего Арктический океан с Мексиканским заливом к востоку от Скалистых гор, что привело к кардинальному нарушению баланса всех видов тепло- и влагопереноса из низких в высокие широты.

– Постепенное сокращение биоразнообразия затронуло в разной степени практически всю биоту. Процесс вымирания и появления новых таксонов было неадекватным в низких и средних широтах, протекая одновременно. Он начался с сокращения ареалов в бореальном поясе с последующим их уходом за его пределы. Так же происходила элиминация и в растительном мире, начавшись с приполярных широт. Что касается динозавров, особенно травоядных, то в маастрихте, по мере развития регрессии, усиления эрозивной активности на континентах и похолодания, были уничтожены все основные зоны их обитания с кормовыми ресурсами “прибрежные пастбища”. Из-за похолодания состав растительных сообществ, к которым они были адаптированы, позже уже никогда не возобновлялся. На Дальнем Востоке России и в Северо-Восточном Китае в гибели динозавров были “повинны” и мощные сели, которые периодически возникали в условиях сезонного климата.

– Роль “тепловой машины” Земли в эволюции биосферы на рубеже мезозоя и кайнозоя, ее влия-

ние на биотические события, вероятно, также была значительной и связана с мощным эксплозивным вулканизмом на этом этапе практически в пределах всего тихоокеанского кольца.

– Нельзя исключать влияние на эволюцию биосферы на рубеже мезозоя и кайнозоя и приливных сил в системе “Земля–Луна–Солнце”, разрабатываемой Ю.Н. Авсюком [1996]. Одной из возможных причин начавшегося похолодания явилось сокращение к концу мелового периода расстояния между Землей и Луной с редукцией скорости вращения первой. Это сопровождалось уменьшением угла наклона экватора вращения Земли к эклиптике, что вызвало похолодание, особенно сильно проявившееся в высоких широтах.

Литература

Авсюк Ю.Н. Приливные силы и природные процессы. М.: ОИФЗ РАН, 1996. 188 с.

Криштофович А.Н., Байковская Т.Н. Верхнемеловая флора Цагаяна в Амурской области. В кн.: А.Н. Криштофович. Избранные труды. Т. 3. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1966. С. 184–320.

Флора и динозавры на границе мела и палеогена Зейско-Буреинского бассейна. Владивосток: Дальнаука, 2001. 162 с.

Godefroit P., Bolotsky Y.L., Alifanov V.R. A remarkable hollow-crested hadrosaurs from Russia: an Asian origin for lambeosaurines // *Comptes Rendus Palevol*. 2003. № 2. P. 143–151.

Godefroit P., Zan S., Jin L. Charonosaurus jiajinensis n. g., n. sp. a lambeosaurinae dinosaur from the Late Maastrichtian of northeastern China // *Comptes Rendus del Academie des sciences de Paris, Sciences de la Terre et des Planetes*. 2000. V. 330. P. 875–882.

Haq B.U., Hardenbol J., Vail P.R. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic // *Science*. 1987. V. 235. P. 1156–1167.

Sun Ge, Akhmetiev M.A., Ashraf A.R. et al. Recent advance on the research of Cretaceous-Tertiary boundary in Jiajin of Heilongjiang, China // *Proceedings of the 3rd Symposium on Cretaceous Biota and K/T Boundary in Heilongjiang River Area*. Aug. 31–Sept. 9, 2004, Changchun, China. P. 1–6.