

## ОСАДОЧНЫЕ ФАЦИИ МААСТРИХТ-ДАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗЕЯ-БУРЕЙНСКОГО БАССЕЙНА, РОССИЙСКИЙ ДАЛЬНИЙ ВОСТОК

*Ш. Сузуки\**, *А. Р. Аишаф\*\**, *Х. Окада\*\*\**

*\*Департамент наук о Земле, Университет Окаяма, г. Окаяма, Япония*

*\*\*Институт геонаук, Университет Тюбинген, г. Тюбинген, Германия*

*\*\*\*Ишидзука, Наката-ку, г. Фукуока, Япония*

Дан анализ осадочных фаций цагайской свиты, распространенных в восточной части Зeya-Буреинского бассейна. Свита имеет маастрихт-датский возраст и характеризуется цикличной последовательностью с уменьшением размера зерен снизу вверх. Целью данной работы является анализ изменения обстановок на границе мела и палеогена. Установлено пять фаций: фация А – мощная, латерально протяженная толща грубо-среднезернистых песчаников, интерпретируемая как русловые отложения; фация Б – параллельно-слоистые и массивные аргиллиты, рассматриваемые как межканальные озерные и пойменные отложения; фация В – средне-мелкозернистые песчаники, рассматриваемые как отложения пойменного конуса выноса; фация Г – уголь и углистые аргиллиты, интерпретируемые как отложения торфяных болот; фация Д – очень плохо сортированные песчаные аргиллиты, рассматриваемые как дебризные отложения. Сделан вывод о существовании флювиальных обстановок в условиях слабо расчлененного рельефа. Русло транспортировало большие объемы кластического материала. Рядом существовал пойменный бассейн с межрусловыми озерами и торфяниками. Каких-либо заметных изменений осадочных обстановок в цагайской свите не отмечено (включая границу мела и палеогена). Тем не менее, были установлены два слоя дебритов. Первый – в самой верхней части нижнецагайской под-свиты – содержит ископаемые остатки динозавров. Второй слой наблюдался в верхнецагайской под-свите.

**Ключевые слова:** флювиальные отложения, осадочные фации, цагайская свита, Зeya-Буреинский бассейн, граница мела и палеогена, бассейн р. Амур.

### ВВЕДЕНИЕ

Хорошо обнаженные разрезы маастрихт-датских отложений в районе г. Цзяинь (правый берег р. Амур) широко развиты в бассейне р. Амур (Хэйлунцзян). В 2002 г. в Китае проводились работы в рамках Международного научно-исследовательского проекта “Меловая биота на границе мела и палеогена в бассейне р. Хэйлунцзян (Амур)” под руководством проф. Г. Сун из Цзилиньского Университета Китая при участии зарубежных ученых. До сих пор в этом районе не зафиксировано никаких катастрофических событий, таких как удары внеземных тел [12]. Требовался более детальный анализ палеообстановки в мел-палеогеновый период, чтобы понять причины массового вымирания на границе мела и палеогена.

Вторая международная полевая экспедиция по проекту была проведена в восточной части Зeya-Буре-

инского бассейна в августе 2003 г. с целью изучить осадочные фации маастрихт-датских отложений. Задачей данной статьи является реконструкция палеообстановок формирования этих отложений на границе мела и палеогена на левобережье р. Амур.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗЕЯ-БУРЕЙНСКОГО БАССЕЙНА

Изучаемый район расположен между поселками Райчихинск и Кундур. Расстояние от участка Байшаньтоу, Китай, составляет всего 50 км [12]. Геологическое строение Зeya-Буреинского бассейна изучалось ранее с целью разведки запасов угля, нефти и газа. Бассейн сложен верхнеюрскими–нижнепалеогеновыми отложениями [11].

Нами были проанализированы 4 детально изученных разреза: Кундурский разрез, разрез горы Плоской, Архара-Богучанский карьер и Пионерский

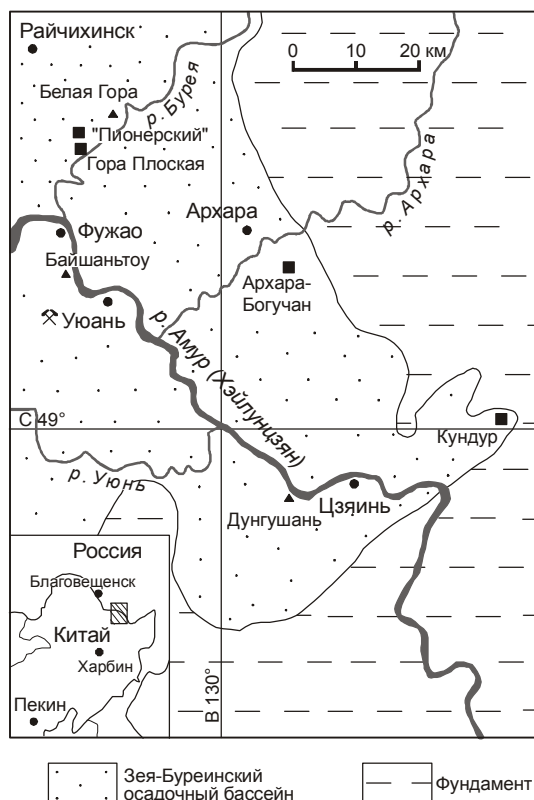


Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов.

разрез (рис. 1). За исключением нижней части кундурского разреза (кундурская свита кампанского возраста), изученные разрезы представлены цагайанской свитой. Свита сложена песчаниками, аргиллитами, углем и незначительным количеством кислых туфов. Цагайанская свита подразделяется на нижнюю, среднюю и верхнюю подсвиты (рис. 2). Граница мела и палеогена соответствует границе между верхней и средней подсвитами цагайанской свиты [5, 6]. В нижней подсвите цагайанской свиты обнаружены кости динозавров, а во многих горизонтах свиты собраны ископаемые остатки растений [5, 6, 8, 9].

#### ОСАДОЧНЫЕ ФАЦИИ ЦАГАЯНСКОЙ СВИТЫ

Цагайанская свита характеризуется циклами, в пределах которых гранулометрический состав уменьшается снизу вверх. Они начинаются с грубо-среднезернистых песчаников и заканчиваются аргиллитами с прослоями песчаников, аргиллитами и углями. Подобные циклы характерны для флювиальных отложений [1, 7, 13]. Наличие флювиальной обстановки подтверждается ископаемыми остатками динозавров и характером ископаемых растений. Выделены следующие 5 литофаций (А–Д).

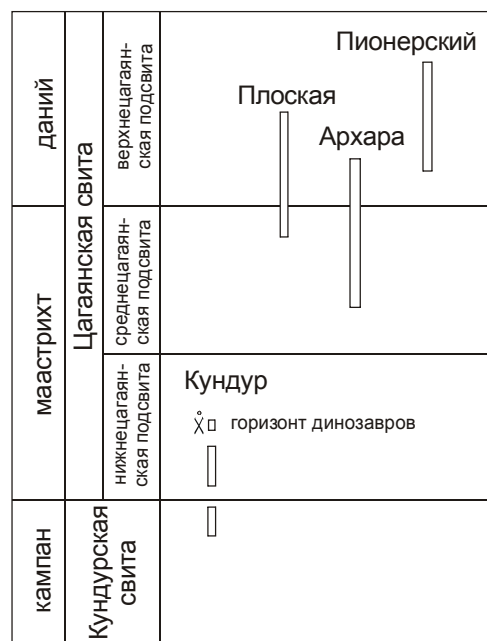


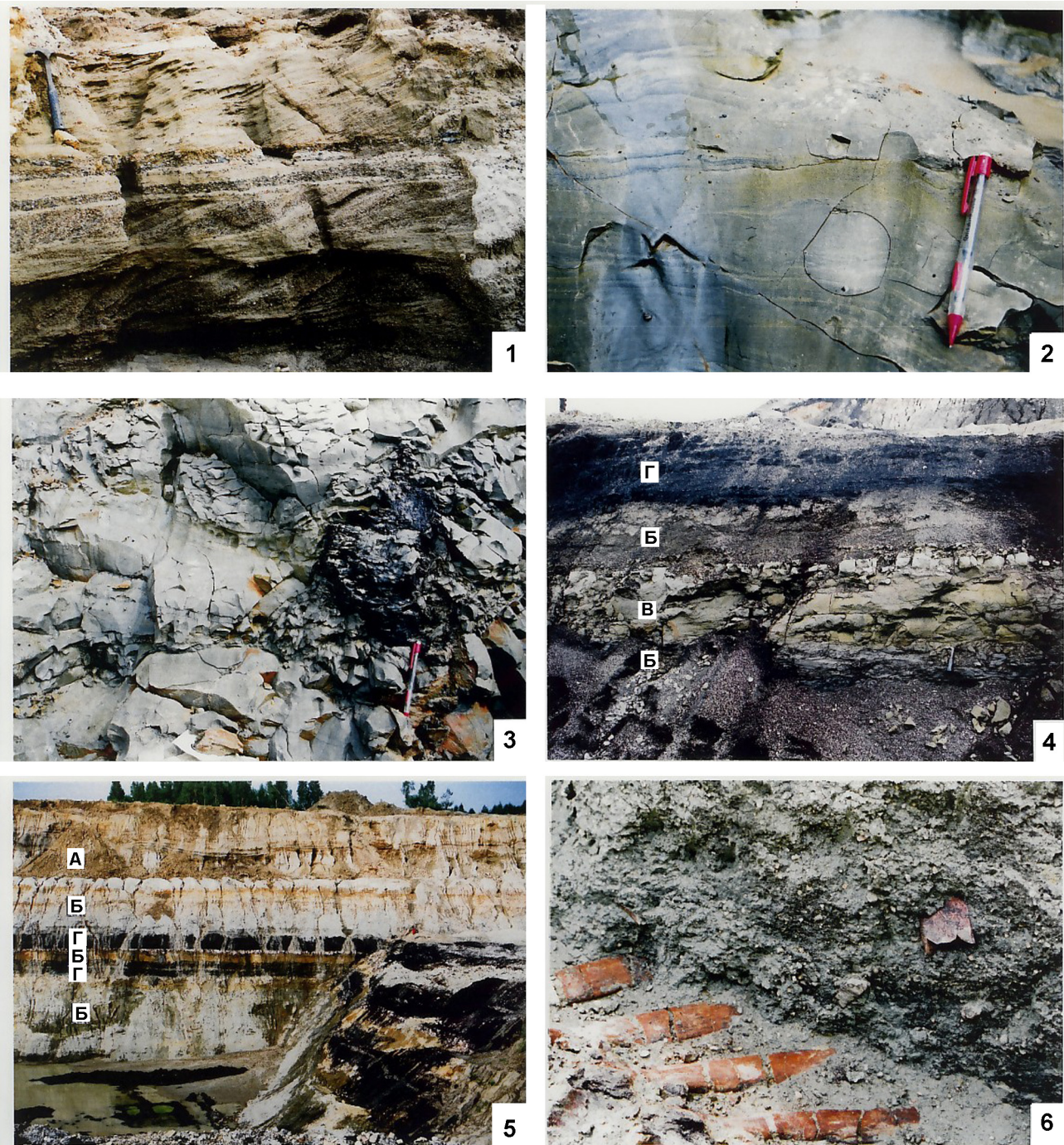
Рис. 2. Корреляция изученных разрезов

#### Фация А: “Грубо-среднезернистые песчаники”

Она включает слоистые и массивные грубо- и среднезернистые песчаники. Некоторые слои образованы гравийными и грубозернистыми песчаниками, хорошо сортированными. Обычно отмечается крупная и средняя косая слоистость табулярных, клинообразных и троговых серий (рис. 3-1). Типичны также планарные слои с параллельной слоистостью. Мощность этих пачек составляет от 4 до 8 м. Основание пачек имеет резкий (эрозионный) контакт. Иногда в основании слоев наблюдается гравий. Фация А представляет собой флювиальные русловые отложения. Грубозернистый характер, крупная и средняя косая слоистость указывают на то, что каналы транспортировали большие объемы обломочного материала.

#### Фация Б: “Аргиллиты”

Цвет пород фации варьирует от желтовато-кремового, голубовато- и темно-серого до бурого. Обычны также белесые слои туфогенных пород. Желтовато-кремовые аргиллиты бесструктурные. Хорошо развита параллельная сланцеватость или параллельная слоистость. Параллельная слоистость образована чередованием различно окрашенных илистых слоек или чередованием слоев алеврита и глины (рис. 3-2). Иногда в аргиллитах отмечаются маломощные слои мелкозернистого песча-



**Рис. 3.** Характерные черты осадконакопления цагайанской свиты.

Фото 1. Грубозернистый песчаник. Косо- и параллельнослоистые серии. Видны прослои гравия и мелкой гальки. Разрез Пионерский. Фото 2. Параллельнослоистый аргиллит. Архара-Богучанский разрез. Фото 3. Параллельнослоистый аргиллит с углефицированным стволом дерева. Архара-Богучанский разрез. Фото 4. Слой средне-мелкозернистого песчаника (В) среди аргиллитов (Б). Слой песчаника сортирован с обратной градацией зерен, имеет резкую верхнюю границу. Отпечатки корня продолжают в угольном слое (Г). Разрез Пионерский. Фото 5. Общий вид Архара-Богучанского карьера. Буквы А, Б и Г означают коды фаций. Глубина карьера около 25 м. Фото 6. Очень плохо сортированный песчаный аргиллит. Скелеты динозавров откопаны. Площадь обследования составляет 30 см × 50 см. Кундурский разрез.

ника (около 1 см). Параллельнослоистые бурые аргиллиты содержат большое количество растительных остатков. В некоторых слоях сохраняются обугленные корни.

Предполагается, что фация Б отложилась в пойменной, паводковой и озерной обстановке. Параллельная слоистость указывает на озерную обстановку. Остатки корней, присутствие бесструктурных желтовато-кремовых выветрелых образований (предполагается, что это палеопочва) подтверждают, что породы формировались в субаэральной обстановке.

### Фация В: “Средне-мелкозернистые песчаники”

Фация В обычно ассоциирует с фацией Б, образуя параллельнослоистые прослои песчаников мощностью от 20 см до 1 м (рис. 3–4) среди слоев фации Б. В некоторых слоях наблюдается тонкая косая и параллельная слоистость. Степень сортированности средняя. Отдельные слои песчаников имеют алевритовую примесь и плохую сортированность. Часто наблюдаются слои, в которых отмечается погрубение кластического материала снизу вверх, они имеют резко выраженную верхнюю границу.

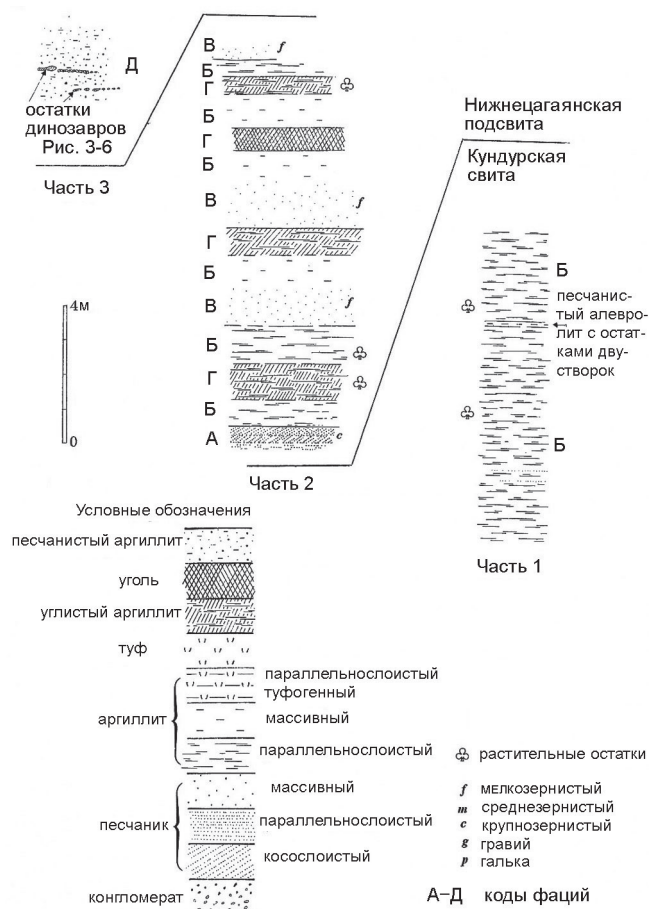


Рис. 4. Кундурский разрез.

Предполагается, что слои фации В являются отложениями пойменного конуса выноса.

### Фация Г: “Уголь и углистые аргиллиты”

Фация Г включает бесструктурный твердый черный уголь и параллельнослоистые темно-бурые углистые аргиллиты. Мощность фации не превышает 1,5 м, залегает она обычно выше фации Б (рис. 3-4 и 3-5). Иногда среди угольных слоев отмечаются протяженные слои мелкозернистых песчаников мощностью до 1 см.

Фация Г формировалась в маршевой или болотной обстановке окраинной части озера.

### Фация Д: “Песчанистые аргиллиты”

Фация Д имеет весьма ограниченное распространение и представлена только в двух слоях изученных разрезов. Из этой фации очень плохо сортированных песчанистых аргиллитов собраны остатки динозавров (рис. 3–6). Песчаные обломки сложены гранитами и риолитами, также встречаются грубозернистые гравийные обломки угловатой формы. Основная масса породы состоит из зеленовато-серого алевритистого ила.

Фация Д интерпретируется как отложения дебризных потоков, о чем свидетельствует плохая сортированность осадков.

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИЗУЧЕННЫХ РАЗРЕЗОВ

### Кундурский разрез

Этот разрез охватывает кундурскую свиту и нижнецагаянскую подсвиту и состоит из трех частей (1, 2 и 3 на рис. 4). Часть 1 (рис. 4) – верхи кундурской свиты – включает мощные отложения фации Б. В слое песчанистого алевролита отмечаются остатки небольших двустворок. Отмечается также маломощный слой (1 см) мелкозернистого песчаника. Аргиллиты с хорошо развитой параллельной слоистостью мощностью более 9 м свидетельствуют о том, что эта толща отложилась в озере.

Часть 2 на рис. 4 представляет нижнецагаянскую подсвиту и состоит из фаций А, Б, В и Г. В ней установлен один сложный цикл седиментации с общей тенденцией уменьшения размера зерен снизу вверх. Фация А интерпретируется как грубозернистые русловые отложения, которые занимают нижнюю часть последовательности с уменьшением размера зерен снизу вверх. Чередующиеся слои фаций Б, В и Г указывают на чередование осадочных обстановок флювиальной равнины, марша и маршевого озера. Мощность фации В достигает 1 м. Предполагается, что этот слой представляет собой пойменный конус выноса.

Часть 3 на рис. 4 также относится к нижнецагаганской подсвете и состоит из отложений дебризных потоков мощностью более 2 м. Обломки состоят из угловатых фрагментов гранитов и риолитов. В этих слоях сохранился почти полный скелет позвоночника динозавра из семейства гадрозавров, что свидетельствует об очень высокой скорости седиментации.

**Разрез горы Плоской**

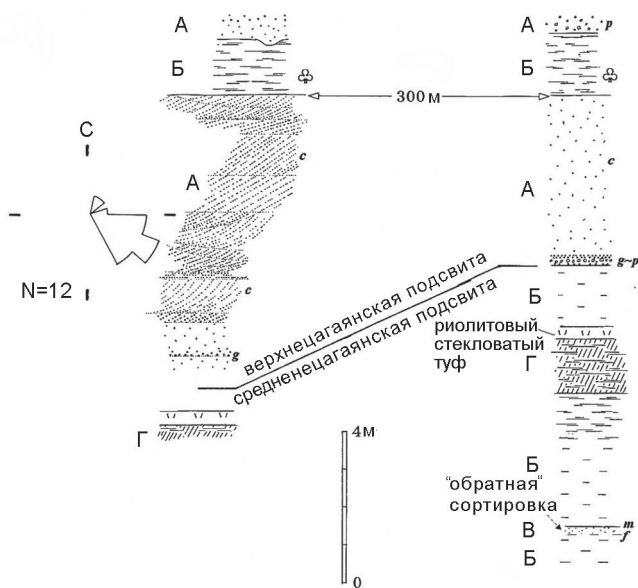
В этом разрезе наблюдается один полный цикл с уменьшением размера зерен снизу вверх. Основание цикла служит границей между верхне- и среднецагаганской подсветами – предполагаемой границы мела и палеогена (рис. 5). В основании цикла залегает гравийно-галечный слой. Отложения русловой фации А имеют массивную и косослоистую структуру. Троговая косая слоистость также характерна. Мощность слоя русловых отложений варьирует от 4 до 8 м. Направление падения слоев косослоистой серии восточно-юго-восточное. Перекрывает этот слой пойменный алевритистый аргиллит с большим количеством растительных остатков.

Пойменные отложения (фация Б) среднецагаганской подсветы характеризуются большим разнообразием параллельнослоистых и массивных слоев с характерными оранжевыми включениями, представляющими собой выветрелые отпечатки корней. Пойменная обстановка менялась на субаквальную. Иногда происходило полное осушение. Туфовый слой на

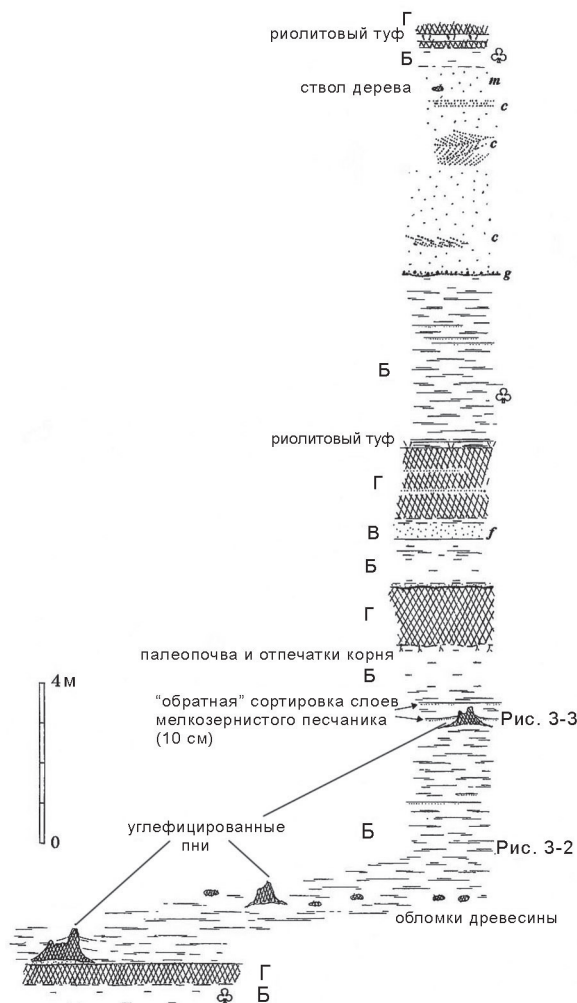
границе фаций Б и Г (рис. 5) представлен риолитовым стекловатым туфом.

**Архара-Богучанский разрез**

Этот разрез наблюдался в Архара-Богучанском угольном карьере (рис. 3-5, 6) и представлен среднецагаганской подсветой. Верхняя часть разреза в основном относится к верхнецагаганской подсвете. Предполагается, что граница мела и палеогена проходит в этом разрезе. Резкая эрозионная поверхность в основании фации А разделяет разрез на два осадочных цикла с уменьшением размера зерен снизу вверх. Песчаные отложения канала (фация А) характеризуются косой и параллельной слоистостью и образуют латерально выдержанные тела (более 100 м). Большая часть фации Б имеет хорошо развитую параллельную слоистость (рис. 3-2). Отмечаются углефицированные стволы деревьев, окруженные параллельнослоистыми аргиллитами (рис. 3-3). Для этой фации предполагается обстановка мелкого озера и



**Рис. 5.** Разрез горы Плоской. Роза – диаграмма направления палеопотока (N – число измерений).



**Рис. 6.** Архара-Богучанский разрез.

поймы, поросшей лесом. Палеопочва с корешками, залегающая непосредственно ниже угольного слоя, указывает на поверхностную обстановку. Фация В и ее маломощные слои мелкозернистого песчаника с прямой градацией характеризуют пойменные отложения. В целом реконструирована флювиальная обстановка с дренированной поймой и озерами.

### РАЗРЕЗ ПИОНЕРСКИЙ

Последовательности разреза Пионерский коррелируются с нижней частью верхнецагаганской подсвиты. Отмечается характерный цикл с прямой градацией. Цикл состоит (снизу вверх) из слоев грубозернистого песчаника, слоев среднезернистого песчаника, чередования слоев песчаника и аргиллита и угольного слоя (рис. 7). Алевролитистый мелкозернистый песчаник образует вложенную структуру шириной от 1 до нескольких метров и глубиной 0.2–0.3 м в верхней части грубозернистой толщи песчаника. Предполагается, что эта структура прорезает косу в пониженной части. Очень плохо сортированный слой песчаного аргиллита (фация Д) перекрывает толщу крупнозернистого песчаника. Передовые косые слои толщи указывают на восток-северо-восточное направление потока. Характерна обратная градация слоев фации В. Окада (1968) описал, что обрат-

ная градация является обычной для флювиальных отложений и вызвана паводком.

### ДИСКУССИЯ

Цагаганская свита характеризуется циклическими последовательностями с уменьшением размера зерен снизу вверх, что типично для флювиальных отложений [2]. Последовательности включают русловые (фация А) и пойменные отложения (фации Б, В, Г и Д).

Русловые песчаные слои со средней мощностью около 5 м образуют латерально протяженные тела. Уменьшение размеров зерен вверх по разрезу в вертикальной последовательности толщи слабо развито. Верхние границы толщ резкие. Русловый тип отложений считается русловыми донными отложениями по определению [4].

Пойменные отложения характеризуются переслаивающимися компонентами четырех фаций. Реконструирована горизонтальная поверхность с низким рельефом. Доминирующие параллельнослоистые аргиллиты свидетельствуют, что пойменные бассейны плоских и слабо дренированных низин (в основном межруслове озера) были широко распространены. Представляется, что дренированная пойма образовалась на поверхности пойменного песчаного конуса. В переходной зоне между русловыми и пойменными фациями были широко развиты торфяники. Как это имеет место в подобных хорошо изученных обстановках [3].

В переходный период от маастрихта к данию заметных изменений обстановок осадконакопления не наблюдалось. Циклы формирования последовательностей с уменьшением размера зерен снизу вверх не прерывались. Тем не менее, было отмечено два эпизода формирования отложений дебризных потоков. Первый слой залегает в самой верхней части нижнецагаганской подсвиты и содержит остатки динозавров. Другой слой встречен в верхнецагаганской подсвите. Для уточнения влияния этого грязекаменного потока на вымирание динозавров необходимы дальнейшие совместные исследования.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Мы сердечно благодарим проф. В.С. Маркевич и докт. Е.В. Бугдаеву за оказанную помощь в ходе полевых работ в России. Мы также благодарны NSFC Proj. 30220130698 за предоставленную возможность публикации данной статьи.

### ЛИТЕРАТУРА

- Allen J. R. L. Henry Clifton Sorby and the sedimentary structure of sands and sandstones in relation to flow conditions // Geol. Mijnbouw. 1963. V. 42. P. 223–228.

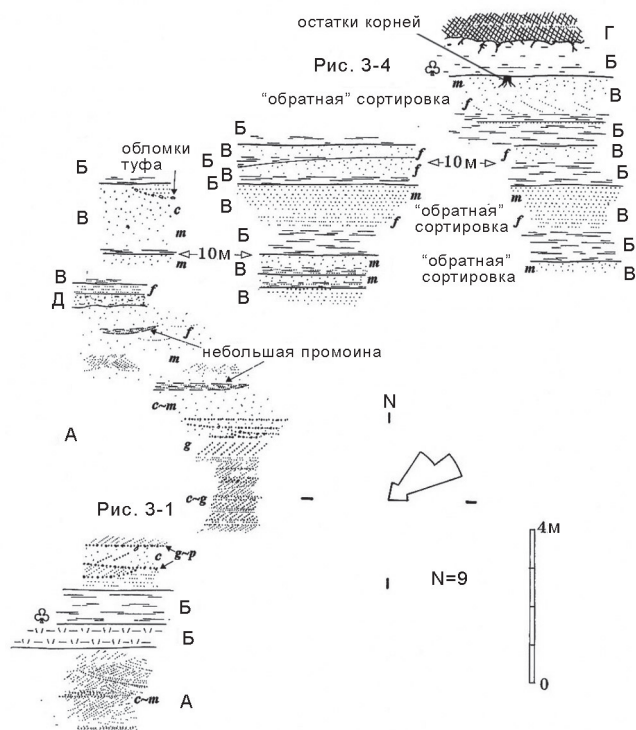


Рис. 7. Разрез площади "Пионерская", Роза – диаграмма направления палеопотока (N – число измерений).

2. Allen J. R. L. Fining-upwards cycles in alluvial successions // *Liverpool Manchester Geol J.* 1965. 4. P. 229–246.
3. Diessel CFK. Coal-bearing depositional systems. New-York: Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1992. 721.
4. Galloway W. E. Catahoula Formation of the Texas coastal plain: depositional systems, composition, structural development, ground water flow, history and uranium distribution // *Bur Econ Austin: Texas University*, 1977. ( 87). P. 59.
5. Kamaeva A. M. Stratigraphy and flora of the Cretaceous-Paleogene transition Zeya-Bureya Basin. Khabarovsk: Amur KNII, 1990. 66. (in Russian)
6. Kamaeva A. M. New data on the Late Cretaceous-Paleogene stratigraphy, the Zeya-Bureinskaya Basin // *Precambrian-Phanerozoic Stratigraphy in Trans-Baikal Region and Southern Far East Khabarovsk, Russia.* 1990b. P. 254–255.
7. Miall A. D. Cyclicity and the facies model concept in geology // *Bull. Can. Petrol. Geol.* 1980. 28. P. 59–80.
8. Markevich V. S., Bugdaeva E. V. Flora and correlation of layers with dinosaur fossil remains in the Russian Far East // *Geol. Pacific Ocean.* 1999. 14: P. 777–990.
9. Markevich V. S., Bugdaeva E. V. The Maastrichtian flora and dinosaurs of the Russian Far East // *Goodman D K C larke R T. Proceedings of the DC International Palynological Congress, Houston, Texas, U.S.A., 1996. 2001.* P. 139–148.
10. Okada H. Inverted grading in gravels and conglomerates // *Jour. Geol. Soc. Japan*, 1968. 74. P. 589–595 (in Japanese with English abstract).
11. Sorokin A P, Khudyakov G. I. Specific features of Mesozoic and Cenozoic sedimentation in the Amuro-Zeyskaya-Basin // *Geomorphostructure of the Far East, Vladivostok, USSR.* 1978. P. 12–34 (in Russian).
12. Sun G, Akhmetiev M, Dong Z. M, Ashraf A. R, Sun Y. W, Bugdaeva E. V, Dilcher D. L, Golovneva L, Harding I, Johnson K, Kenzina T, Kodrul T, Lu J. S, Markevich V. S, Nishida H, Okada H., Park S. O, Sun C. L, Xiong X. Z, Xing Y. L, Zhou Z. L. In search of the Cretaceous-Tertiary Boundary in Heilongjiang River area of China // *J. Geosci. Res. NE Asia.* 2002. 5(2). P. 105–113.
13. Walker A. G. Facies models. Newfoundland Geological Association of Canada. New York: St. John's. 1979. P. 1–35.

Поступила в редакцию 10 ноября 2005 г.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

*Sh. Suzuki, A.R. Ashraf, H. Okada*

### **Sedimentary facies of Maastrichtian to Danian deposits in Amur River area, Russian Far East**

Sedimentary facies of the Tsagayan Formation distributed in the eastern Zeya-Bureya Basin has been analyzed. The formation of the Maastrichtian to Danian deposits is characterized by the cyclicity of the fining-upwards successions. Analysis of environmental changes during the K/T boundary is the focus of this study. Five facies have been identified: Facies A, thick and laterally extensive coarse-grained to medium-grained sandstone units, interpreted as channelfill deposits; Facies B, parallel-laminated to massive mudstone units interpreted as interchannel lakes and flood plain deposits; Facies C, sheet-like medium-grained to fine-grained sandstones interpreted as crevasse splay deposits; Facies D, coal to coaly mudstone beds interpreted as deposits of peatlands; Facies E, very poorly sorted sandy mudstone beds interpreted as debris flow deposits. Fluvial environments with the low-relief flat topography was inferred, A channel transported large volumes of clasts, and a flood basin with interchannel lakes and peatlands was deciphered. Any distinct change of sedimentary environments has not been identified throughout the Tsagayan Formation (including the K/T boundary). However, two beds of debris flow deposits were identified. The one occurs at the uppermost part of the lower Tsagayan Subformation and contains dinosaur fossils. The other is intercalated in the upper Tsagayan Subformation.

**Key words:** fluvial deposits, Tsagayan Formation, Zeya-Bureya Basin, K/T boundary, Amur River area.