

УДК 551.263.2+551.761(235.47)

ТРИАСОВАЯ КРЕМНЕВАЯ ФОРМАЦИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ХОР (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ СИХОТЭ-АЛИНЬ)

© 1999 г. Ю. Г. Волохин, Е. В. Михайлик, Г. И. Бурий

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН,
690022 Владивосток, проспект 100-летия Владивостока, 159, Россия

Поступила в редакцию 12.02.97 г., получена после доработки 04.08.97 г.

В среднем течении р. Хор отложения триасовой кремневой формации представляют трансгрессивно-регрессивный карбонатно-кремневый макроциклит, мощностью около 430 м, и включают отложения, датированные конодонтами от среднего анизия до позднего нория (рэта?). Сокращенные мощности верхнего ладина (24 м) и карния (27 м) коррелируются со скрытыми внутриформационными перерывами, установленными в разрезах (руч. Лямфана) кремневых толщ, наиболее близких к Ханкайскому массиву, и размывами в терригенных шельфовых отложениях Южно-Приморской, Арсеньевской и Алчанской зон. Смена толщ в разрезе карбонатно-кремневого макроциклита коррелируется с циклами глобальных эвстатических изменений уровня моря в триасе. Накопление мощной толщи карбонатов в Сихотэ-Алинском бассейне происходило в эпоху (карний-средний норий) максимального повышения уровня моря и его трансгрессии на Ханкайскую сушу. Абсолютные массы кремненакопления ($\text{г/см}^2/1000$ лет) в анизии (2.8–3.0) и ладине (2.7–3.1) были близки к скоростям современного биогенного кремненакопления в дальневосточных окраинных морях, некоторых внутренних морях (Азовском) и зонах прибрежных апвеллингов (Перуанско-Чилийском). Они были на порядок выше скоростей пелагического кремненакопления в Тихом океане, в северном и экваториальном поясах. Уменьшение кремненакопления в карнии (0.33) и нории (0.62–0.63) компенсировалось усилением карбонакопления и, по-видимому, было обусловлено смещением границы ареалов кремневого и карбонатного планктона в эпоху эвстатических изменений уровня моря и трансгрессий.

Ключевые слова. Сихотэ-Алинь, триас, кремни, карбонаты, конодонты, колебания уровня моря, скорости седиментации.

ВВЕДЕНИЕ

Реконструкция доаккреционного строения разрезов и естественная периодизация седиментации – это прямой путь к пониманию геологической истории складчатых областей. Нарушение принципа естественной периодизации и недостаточная детальность лито- и биостратиграфических исследований сложнодеформированных толщ привели к тому, что выполненные при средне- и крупномасштабном геологическом картировании карты Сихотэ-Алиня фактически оказались картами “тектоно-стратиграфических” комплексов. Эти карты мало пригодны для восстановления доаккреционной геологической истории складчатых областей и реконструкции палеобассейнов. Границы “тектоно-стратиграфических” комплексов, как правило, не совпадающие с естественными границами геологических формаций, являются либо тектоническими, либо границами подводно-оползневых тел, и обязаны более поздним тектоническим движениям. Планктоногенные кремневые толщ, фациально выдержанные и богатые микрофауной, являются идеальными стратиграфическими реперами при расшифровке строения аккреционных призм складчатых поясов.

В Сихотэ-Алине радиоляриевые силициты известны в верхнем палеозое, юре, мелу, но наиболее широко распространены в триасе. Отложения триасовой кремневой формации регионально распространены и представлены по крайней мере двумя фациями: кремневой и карбонатно-кремневой (Волохин, 1985; Волохин и др., 1987). В современной структуре складчатой области карбонатно-кремневые отложения триаса известны в Центральной Сихотэ-Алинской и Амуро-Уссурийской (Наданьхада-Хабаровской) зонах, на некотором удалении от окраин древних континентальных массивов (Ханкайского, Кентэйского, Буреинского). Ближе к массивам развиты отложения кремневой фации триаса.

В северном Сихотэ-Алине, в Центральной Сихотэ-Алинской зоне, карбонатно-кремневые триасовые отложения закартированы в верхнем и среднем течении р. Анюй, в верховьях р. Джаур и в среднем течении р. Гур, в составе джаурской свиты, считавшейся позднетриасово-позднеюрской (Решения третьего..., 1982), а ныне – ранне-триасово-позднеюрской (Решения четвертого..., 1994). В центральном (среднем) Сихотэ-Алине выходы карбонатно-кремневой фации триаса известны на левобережье (в бассейне р. Кабули и в

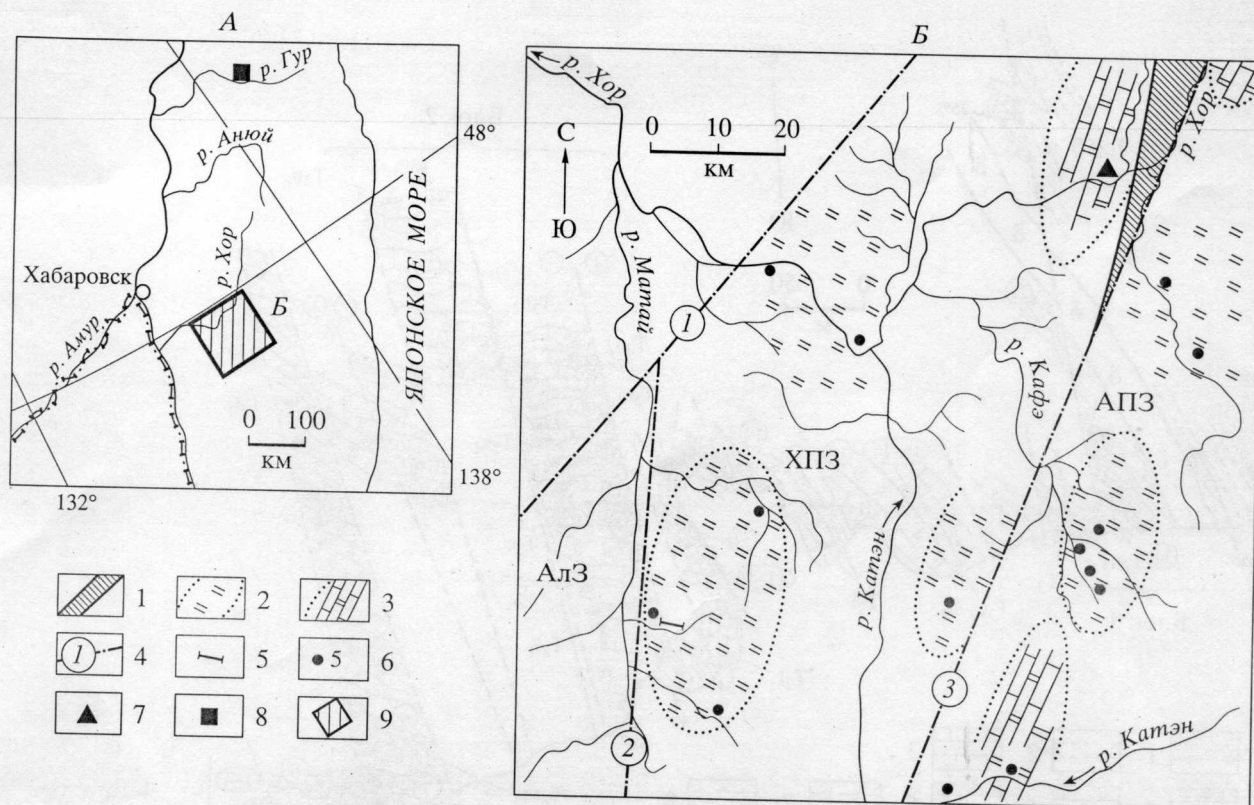


Рис. 1. Район работ (А) и положение изученного разреза в бас. р. Хор на схеме фаций триасовой кремневой формации (Б). Схема фаций составлена с использованием данных Е.К. Шевелева (1988), Т.В. Клец (1995), Г.И. Бурий и др., (1990). 1 – метаморфический комплекс Хорского выступа; 2,3 – фации триасовой кремневой формации: 2 – кремневая, 3 – карбонатно-кремневая; 4 – основные разломы обозначены цифрами в кружках: 1 – Алчанский, 2 – Арсеньевский, 3 – Центральный Сихотэ-Алинский; 5 – разрез по руч. Лямфана (Бурий и др., 1990); 6 – выходы кремневого и карбонатно-кремневого триаса по Т.В. Клец (1995); 7 – разрез, представленный в данной работе; 8 – разрез р. Гур; 9 – врезка Б на схеме А.

Структурно-формационные зоны: АлЗ – Алчанская зона; Центральная зона, подзоны: ХПЗ – Хорская, АПЗ – Анойская.

среднем течении р. Катэн) и на правом берегу (ниже устья р. Коломи) р. Хор. В этом районе, восточнее Центрального Сихотэ-Алинского разлома (рис. 1) они относились к джаурской, а западнее – к краснореченской свите поздне триасово-раннеюрского возраста (Шевелев, 1988), в соответствии с имеющимися схемами тектонического районирования. Схема фаций триасовых отложений в бассейне р. Хор (рис. 1), однако, демонстрирует искусственность выделения “структурно-фациальных” и “структурно-формационных” зон, так как границы фаций не совпадают с основными структурными элементами (глубинными разломами).

РАЗРЕЗ НА ПРАВОБЕРЕЖЬЕ Р. ХОР

Наиболее полно карбонатно-кремневая фация триаса обнажается в скальных выходах, в 2-х км ниже устья р. Коломи (правого притока р. Хор). Толщи кремней и известняков слагают юго-восточное крыло крупной синклинали или синформы (?), с размахом крыльев (по подошве триасовых

кремней) около 2.5 км. Ядро синклинали сложено ниже-среднеюрской (?) терригенной толщей. На северо-западном и юго-восточном крыльях синклинали триасовые кремни подстилаются толщей алевроаргиллитовых сланцев, насыщенных силлами (80–200 м) базальтовых порфириров и диабазов, относившихся при геологическом картировании В.И. Анойкиным и др. условно к верхнему триасу.

В обнажении ниже устья р. Коломи кремни и известняки разбиты разломами северо-восточного простирания на узкие (50–70 м) блоки со смещениями небольшой амплитуды и смяты приразрывной складчатостью (рис. 2). Здесь, в ранее фаунистически “немом” разрезе, нами построена литологическая колонка и в 57 пробах выделены конодонты, позволяющие датировать слои от среднего анизия до позднего рэта включительно. В разрезе выделяются 25 пачек, сгруппированных в 7 толщ, мощностью 355–381 м, образующих единый карбонатно-кремневый макроциклит (рис. 3).

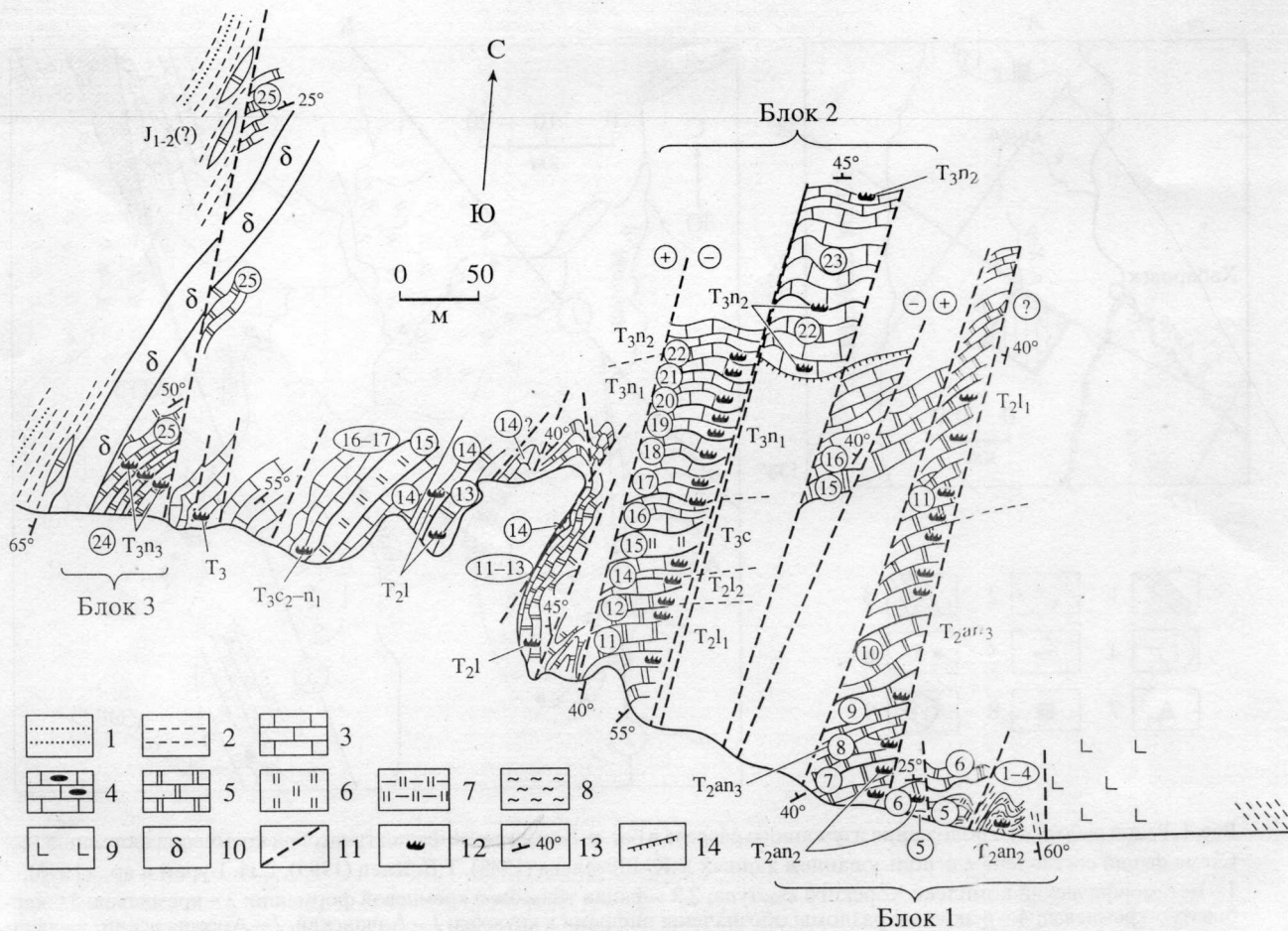


Рис. 2. Геологический план обнажения триасовой кремневой формации на правом берегу р. Хор, в 2 км ниже устья р. Коломи.

1 – песчаники; 2 – алевролиты и аргиллиты; 3 – известняки; 4 – известняки с желваками и линзами кремней (показаны только на рис. 3); 5 и 6 – кремни (5 – на рис. 2, 6 – на рис. 3); 7 – глинистые кремни; 8 – кремнистые аргиллиты; 9 – диабазы и базальтовые порфириты; 10 – калиевые лампроиты; 11 – разрывные нарушения; 12 – фауна конодонтов; 13 – элементы залегания; 14 – крутые обрывы. Цифры в кружках на плане – номера пачек.

Снизу вверх выделяются:

I. Толща кремневых аргиллитов и алевроаргиллитов (мощность более 13 м).

1) Кремневые аргиллиты серые и зеленовато-серые, линзовидно-слоистые, средне-тонкоплитчатые (мощность элементарных циклитов (Мэц) = 2–6 см), с подчиненными прослоями глинистых кремней и черных алевроаргиллитов (10–15%) и конодонтами *Paragondolella bulgarica* Budurov et Stephanov, *Neogondolella constricta* (Mosher et Clark) в нижней части пачки. Мощность 3 м.

2) Кремневые аргиллиты серые тонкоплитчатые (Мэц = 1–3 см) с подчиненными (1 : 5–1 : 10) прослоями черных аргиллитов. Вверху прослой (0,3 м) тонкослоистых черных кремнистых аргиллитов. Мощность 1,4 м.

3) Глинистые кремни серые субгоризонтально-слоистые тонкосреднеплитчатые (Мэц = 1–6,

в среднем 3–4 см), переслаивающиеся с черными аргиллитами. Мощность 2 м.

4) Аргиллиты черные, с редкими линзами глинистых кремней и кремневых аргиллитов. Мощность более 6 м.

Далее, по ходу, 10–12 м задреновано. Разрывное нарушение. Глыбы черных кремнистых аргиллитов. За разрывом обнажается:

II. Толща глинистых кремней (мощность 25–30 м)

5) Глинистые кремни серые и темно-серые, грубоплитчатые (Мэц = 10–25 см, обычно 15–25 см) субгоризонтально-слоистые, с прослоями черных алевроаргиллитов (1–40 см) и, реже, глинистых фтанитов. В нижней части пачки – *Neogondolella* sp. indet., *Paragondolella* sp. indet., в средней – *Neogondolella* sp. indet. и стержневидные конодонты, в верхней – *Paragondolella* cf. *bulgarica* Budurov et Stephanov. Мощность 25–30 м.

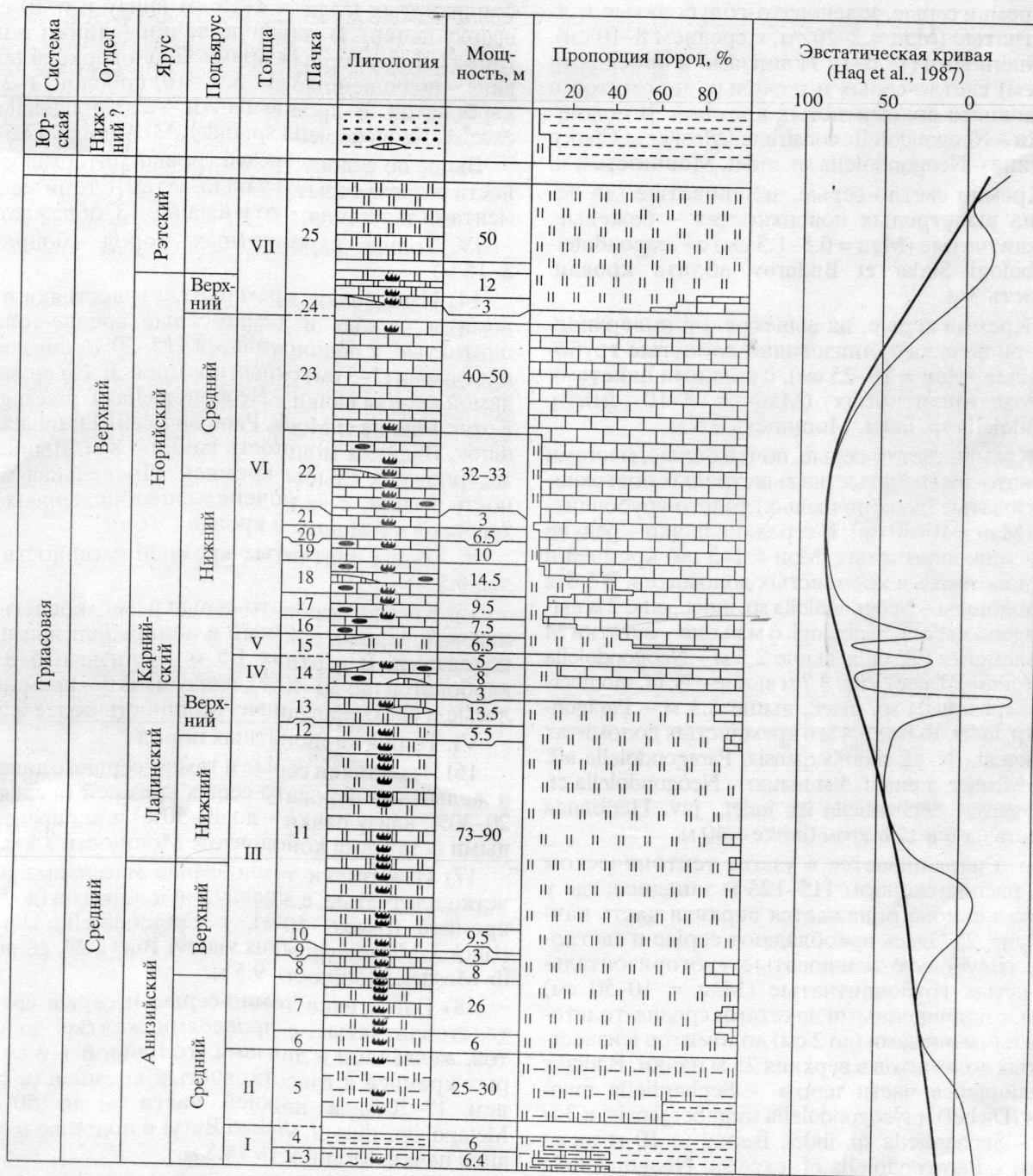


Рис. 3. Стратиграфическая колонка и соотношение пород в разрезе на правом берегу р. Хор. Усл. обозначения см. на рис. 2.

Выше – задерновано 1 м мощности. Контакт толщ II и III.

III. Толща плитчатых кремней (мощность 145–165 м)

6) Кремни серые крупноплитчатые (Мэц = 12–30 см, обычно от 15 до 25 см) субгоризонтально-слоистые, с редкими пакетами (до 1 м) среднеплитчатых (Мэц = 3–6 см) кремней, с *Paragondolella bulgarica* в подошве пачки. Мощность 6 м.

7) Кремни серые, голубовато-зеленоватые от субгоризонтально-слоистых до линзовидно-слоистых, преимущественно толстоплитчатые (Мэц = 8–12 см), содержащие до 5–10% линз и прослоев доломитов и кремнистых доломитов, с неопределимыми до вида представителями среднетриасовых родов *Neogondolella*, *Paragondolella*, *Gladigondolella* в низах и середине пачки. В 4-х м ниже кровли – *Neogondolella cf. constricta* (Mosher et Clark), *Neospathodus cf. kockeli* (Tatge). Мощность 26 м.

8) Кремни серые, зеленовато-голубоватые толсто-плитчатые (Мэц = 2–16 см, в среднем 8–10 см), с подчиненными (1 : 6–1 : 7) линзами и прослоями (0.5–7 см) светло-серых и бежевых доломитов и известковисто-доломитистых кремней. В подошве пачки – *Neogondolella constricta* (Mosher et Clark), в середине – *Neogondolella* sp. indet. Мощность 8 м.

9) Кремни светло-серые, зеленоватые (до белых), на выветрелых поверхностях – бежевые, тонкоплитчатые (Мэц = 0.5–1.5 см) с *Paragondolella hanbulogi* Sudar et Budurov вблизи кровли. Мощность 3 м.

10) Кремни серые, на выветрелой поверхности – коричневатые, линзовидно-слоистые грубоплитчатые (Мэц = 20–25 см), с редкими пакетами тонко-толстоплитчатых (Мэц = 3–10 см), с *Neogondolella* sp. indet. Мощность 9.5 м.

11) Кремни светло-серые, почти белые, местами голубовато-зеленоватые, на выветрелых поверхностях розоватые (до коричневых) толсто-грубоплитчатые (Мэц = 10–40 см). В середине пачки – редкие пакеты тонкоплитчатых (Мэц = 1–3 см) кремней и линзы доломитов и кремнистых доломитов. В 5.8 м выше подошвы – *Neogondolella* sp. indet., еще 2 м выше *Paragondolella* cf. *hanbulogi*, 6 м выше – остатки *M* или *S* элемента *Ellisonia*, выше 2.5 м – *Neogondolella mombergensis* (Tatge), еще 3.7 м выше – *N.* cf. *mombergensis*, *Sephardiella* sp. indet., выше 3.3 м – *Paragondolella* sp. indet. Выше 5.4 м в кремнистых доломитах установлены *N.* cf. *mombergensis*, *Paragondolella* aff. *excelsa* Mosher, а еще 6.5 м выше – *Neogondolella* cf. *mombergensis*, *Sephardiella* sp. indet., juv. Неполная мощность пачки 11 в этом блоке – 40 м.

Разрез наращивается в узком тектоническом блоке, расположенном 115–125 м западнее, где у подошвы склона обнажается верхняя часть пачки 11 (рис. 2). Здесь преобладают серые и светло-серые, голубовато-зеленоватые субгоризонтально-слоистые грубоплитчатые (Мэц = 10–50 см) кремни, с подчиненными пакетами средне-толсто-плитчатых и линзами (до 2 см) доломитов и известковистых доломитов в верхних 25 м пачки. В низах обнажающейся части пачки – *Sephardiella mungoensis* (Diebel) и *Neogondolella mombergensis*; в 3 м выше – *Sephardiella* sp. indet. Вверху (в 10 м ниже кровли) – *Paragondolella* cf. *excelsa*, *Neogondolella* cf. *mombergensis*, *N.* sp. juv. aff. *excentrica* Budurov et Stephanov, *Sephardiella* sp. indet. juv., а в 6.7 м ниже кровли – *Neogondolella* sp. Мощность верхней части пачки – 33–52 м. Полная мощность пачки 11 – 73–90 м.

12) Кремни серые и светло-серые тонко-толсто-плитчатые (Мэц = 2–10 см) от субгоризонтально- до линзовидно-слоистых, с линзами и прослоями (1–3 см) известняков, доломитов и известковых кремней. В кровле – *Gladigondolella tethydis* (Huck.), juv., *Paragondolella* cf. *tadpole* (Hayashi). Мощность 5.5 м.

13) Кремни темно-серые, на выветрелой поверхности буровато-желтые, от средне- до гру-

боплитчатых (Мэц = 8–15 см внизу и 6–10 см – вверху пачки). В середине пачки – линзы и прослой (1–3 см) черных кремней, а в верхней половине – подчиненные (1 : 5, 1 : 10) прослой (1–2 см) карбонатов. В кровле пачки – *Paragondolella* cf. *excelsa*, *Neogondolella* sp. indet. Мощность 13.5 м.

Выше по склону трехметровый интервал мощности разреза скрыт осыпью, затем, с теми же элементами залегания, что и в пачке 13, обнажается:

IV. Толща карбонатных пород (мощность 8–16 м)

14) Известняки, кремнистые известняки и доломиты черные и темно-серые средне-толсто-плитчатые, с подчиненными (15–20%) линзами и прослоями (1–3 см) серых кремней. В 1 м ниже видимой кровли пачки – *Neogondolella* cf. *praeangusta* Kozur, Mirauta et Mock, *Paragondolella* cf. *foliata* Budurov. Видимая мощность пачки – 8 м. Выше 5 м задерновано; глыбы кремней. Предельная мощность толщи, с включением необнаженных интервалов в подошве и кровле – 16 м.

V. Толща плитчатых кремней (мощность более 6.5 м)

15) Кремни буровато-серые известковистые, с линзами черных кремней и неопределимыми конодонтами. В верхних 1.5 м – линзы (0.5–3 см) карбонатов (до 30–40%); внизу пачки – кремни белесые и брекчированные. Мощность более 6.5 м.

VI. Толща карбонатных пород

16) Известняки серые и темно-серые, с линзами и желваками буровато-серых кремней (в среднем 20–30%, внизу пачки – до 40–50%) и неопределенными остатками конодонт. Мощность 7.5 м.

17) Известняки темно-серые массивные и нечетко плитчатые, с желваками и линзами (до 8 см) кремней (около 10%), с *Epigondolella abneptis* (Huck.), *Metapolygnathus vialovi* Buryi, *M.* cf. *primitia* Mosher. Мощность 9.5 м.

18) Известняки темно-серые и серые средне-толсто-плитчатые, с прослоями желтых доломитов, желваками и линзами (толщиной 1–8 см) серых кремней и известковистых кремней (в среднем 15–20%, в нижней части – до 50%) с *Metapolygnathus* cf. *vialovi* Buryi в подошве и середине пачки. Мощность 14.5 м.

19) Известняки серые и темно-серые грубо-плитчатые (Мэц = 10–35 см), отчетливо ритмичные, с пакетами (0.5–1 м) тонко-среднеплитчатых с редкими желваками кремней и *Metapolygnathus* cf. *linguiformis* Mosher, *M.* sp., juv. aff. *vialovi*. Мощность 10 м.

20) Известняки темно-серые грубоплитчатые, реже массивные (Мэц = 20–100 см), с редкими пакетами тонко-среднеплитчатых (Мэц = 2–6 см). Вблизи подошвы – *Metapolygnathus* sp., в 0.8 м ниже кровли – *Metapolygnathus* aff. *permicus* (Hayashi), *M.* *vialovi*. Мощность 6.5 м.

21) Известняки серые и темно-серые разно-плитчатые; переслаивание пакетов (до 40 см) тон-

коплитчатых (Мэц = 1–3 см), средне-толстоплитчатых и грубоплитчатых (Мэц = 15–20 см) известняков. Мощность 3 м.

22) Известняки темно-серые и серые толсто-грубоплитчатые (Мэц = 5–20 см) с редкими (2–3%) линзами и желваками кремней. Пачка более массивная, чем подстилающая и перекрывающая пачки. В подошве – *Epigondolella* cf. *abneptis*, *Metapolygnathus vialovi*, в 5 м выше подошвы – *Metapolygnathus* cf. *nodosus* (Hayashi), *M.* cf. *vialovi*, еще 3 м выше – *Epigondolella abneptis*, *Metapolygnathus primitia* Mosher, *Ancyrogondolella triangularis* Budurov, еще 2.5 м выше – *Metapolygnathus vialovi*, *M. spatulatus* (Hayashi), *Paragondolella steibergensis* (Mosher), *Epigondolella multidentata* Mosher, *E. abneptis*, *Ancyrogondolella triangularis*, в 3 м выше присутствуют *Metapolygnathus* sp. indet., *Epigondolella abneptis*. В 38 м восточнее, за сбросом (рис. 2) обнажены верхи пачки с *Epigondolella abneptis*, *E. multidentata*. Общая мощность пачки 32–33 м.

23) Известняки серые и темно-серые от тонко- до грубоплитчатых (Мэц = 1–25 см, чаще 10–15 см), с конодонтами *Metapolygnathus* cf. *spatulatus*, *Neogondolella* sp. в подошве пачки, и *Epigondolella* aff. *bidentata* Mosher, *Metapolygnathus spatulatus* вверху видимой части пачки мощностью 40–50 м.

Вышележащие слои наблюдаются на западном крыле обнажения (рис. 2) в небольшом тектоническом блоке 3, между верхнетриасовыми известняками и дайкой калиевых лампроитов, отделяющей их от алевролитов вышележащей терригенной толщи. Здесь обнажается:

VII. Толща плитчатых кремней (мощность более 15 м)

24) Кремни светло-серые, зеленоватые, тонко-среднеплитчатые линзовидно-слоистые с линзами (2–10 см) известняков и известковых кремней (15–25%, в середине пачки – до 50%). В основании пачки – *Epigondolella* aff. *mostleri* (Kozur et Mostler). Мощность 3 м.

25) Кремни серые и светло-серые, зеленоватые среднеплитчатые (Мэц = 2.5–15 см, в среднем 3–4 см) линзовидно-слоистые в нижней части и субгоризонтально-слоистые в середине пачки. Вблизи дайки, в верхних 6 м пачки, кремни брекчированы и пропитаны кварцевыми прожилками. В низах пачки – *Parvigondolella* sp. indet., *Misikella* cf. *posthernsteini* Kozur et Mock, *Epigondolella* cf. *slovakensis* Kozur. Видимая мощность 12 м.

Плитчатые кремни пачки 25 обнажаются также в блоке, расположенном в 400 м севернее (рис. 2), где они по сбросу контактируют с черными алевролитами вышележащей терригенной толщи. Полная мощность толщи VII в районе около 65 м.

На интервале между вторым и третьим блоками карбонатно-кремневого разреза обнажаются кремни и известняки, литологически сходные с пачками 13, 14, 15, 16 и 17 (рис. 2) и содержащие

Neogondolella sp., *Sephardiella* sp., *Metapolygnathus vialovi*, *Epigondolella* sp.

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗРАСТА ТОЛЩ И ПАЧЕК

В данном разрезе пачки 1–7 отнесены к среднему анизию на основании встреченного в них комплекса конодонтов с *Paragondolella bulgarica*, *Neospathodus* cf. *kockeli*, *Neogondolella constricta*. Вид *Paragondolella bulgarica* характерен для самых верхов нижнего анизия (битина) и для среднего анизия (пельсона) Болгарии, Италии (Budurov, 1980; Pisa et al., 1980). Вид *Neogondolella constricta* распространен в стратиграфическом интервале от среднего анизия по нижний ладин включительно в Неваде, Болгарии, Италии (Mosher et Clark, 1965). Вид *Neospathodus kockeli* распространен в среднеанизийских слоях Германии, Болгарии и др. (Tatge, 1956).

Пачки 8–10 и нижняя часть пачки 11 отнесены к верхнему анизю по исчезновению характерных среднеанизийских видов *Paragondolella bulgarica* и *Neospathodus kockeli* и присутствию типичного для верхнего анизия конодонта *Paragondolella hanbulogi* (Sudar, Budurov, 1979). Верхняя граница анизия проводится по исчезновению *P. hanbulogi* и появлению в вышележащих слоях *Neogondolella mombergensis* и представителей рода *Sephardiella*, свидетельствующих о латинском возрасте содержащих их отложений (Tatge, 1956; March et al., 1990).

Нижнеладинские слои выделяются по совместному распространению *Neogondolella mombergensis* и *Paragondolella* aff. *excelsa*. В пробах, взятых в середине пачки 11, вместе с *N. mombergensis* впервые появляются *Sephardiella mungoensis*, встречающиеся в верхах нижнего и в верхнем ладине, и устанавливающие, таким образом, слои нижнего ладина, пограничные с верхнеладинскими.

К верхнему ладину отнесены пачки 12 и 13 по присутствию комплекса *Gladigondolella tethydis*, *Paragondolella* cf. *tadpole*, *P.* cf. *excelsa* (по Kovacs, Kozur, 1980).

Вышележащую пачку 14 с *Neogondolella* cf. *praeangusta*, *Paragondolella* cf. *foliata* можно с уверенностью отнести к нижнему карнию, так как первый вид характеризует нижний карний Румынии (Kovacs, Kozur, 1980), а второй – верхний ладин–нижний карний Югославии, Болгарии, Сихотэ-Алиня (Budurov, 1975; Бурый, 1989). В Японии зона *P. foliata* характеризует пограничные слои ладина–карния выше ладинских *Sephardiella* (*Carinella*) *mungoensis* и ниже карнийской зоны *Neogondolella polygnathiformis* (Igo, Koike, 1983).

Пачки 15 и 16 с неопределимыми остатками конодонтов мы условно относим к верхнему подъярису карнийского яруса.

Пачка 17 с позднекарнийско-ранненорийскими *Metapolygnathus* cf. *primitia*, *M. vialovi* и нижне-

