

Г.Х. ЕРГАЛИЕВ, В.Г. ЖЕМЧУЖНИКОВ, С.В. ДУБИНИНА,

Л.Е. ПОПОВ, П. АЛЬБЕРГ, Б.Л. ПОКРОВСКИЙ

(Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, ТОО «Аскер Мунай», г. Алматы; Геологический институт Российской академии наук г. Москва;

Национальный Музей Уэльса, CathaysPark6 CardiffCF10 3NP, UnitedKingdom, Wales,

Департамент геологии Университета Люнд, Solvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden, )

## **ОБНАРУЖЕНИЕ *LOTAGNOSTUS AMERICANUS* BILLINGS, 1860 ПОЗВОЛЯЕТ УСТАНОВИТЬ ГРАНИЦУ 10-ГО КЕМБРИЙСКОГО ЯРУСА В ГОРАХ КАРАТАУ (КАЗАХСТАН)**

### **Аннотация**

В разрезе Батырбай в горах Малый Каратау обнаружен агностоид *Lotagnostus americanus*, который позволяет в непрерывном разрезе среднего и верхнего кембрия выделить 10-й терминальный ярус фурунского отдела верхнего кембрия. Данная находка свидетельствует о широком распространении в Центральном и Южном Казахстане верхнекембрийских отложений, перекрываемых отложениями нижнего ордовика. Казахстанские разрезы одни из лучших в Мире стратиграфических разрезов хорошо изученных разнообразной ископаемой фауной.

**Ключевые слова:** стратиграфия, кембрий, разрезы, агностоиды, ярусы.

**Тірек сөздер:** стратиграфия, кембрий, қималар, агностоидтер, ярустар.

**Keywords:** stratigraphy, Cambrian, cross-section, agnostoid, stage.

Работа над глобальным стратиграфическим стандартом кембрийской системы и установление точек глобальных стратотипов и границ (ТГСГ) для его серий (отделов) и ярусов является основной задачей деятельности Международной подкомиссии по Кембрийской системе (IUGS) [1, 2, 3]. К настоящему времени вверху кембрия нижняя граница друмского яруса, определенная по FAD *Ptychagnostus atavus* [4];, гужангского яруса по FAD *Lejopyge laevigata* третьего отдела кембрия, фурунгской серии (верхний кембрий) и пайбийского яруса по основанию биозоны *Glyptagnostus reticulatus* (3), а также джианшанского яруса по FAD *Agnostotes orientalis* международно признанные стратиграфические границы в пределах кембрийской системы. Сейчас ведется работа по выбору международных стратотипов нижнего и низов среднего кембрия, а также верхнего терминального 10-го кембрийского яруса, граница которого, сначала единогласно была

поддержана по FAD агностоида *Lotagnostus americanus* [6], но впоследствии было высказано мнение, чтобы принять границу этого яруса по FAD конодонта *Eoconodontus notshpeakensis* [7, 8]. Главная причина разногласий среди членов рабочей группы в том, что диагноз этого *Lotagnostus americanus* не является однозначно признанным [9], например, одни исследователи предложили рассматривать агностиды, такие как *Lotagnostus trisectus*, *Lotagnostus asiaticus* и некоторые другие ранее установленные формы как младшие синонимы *Lotagnostus americanus*, признавая, что этот вид помимо узкого стратиграфического диапазона имеет широкое палеогеографическое распространение, что позволяет проводить межконтинентальную корреляцию. Они утверждают, этот агностоид является наиболее подходящим для установления FAD 10-го терминального яруса [5], в отличие от конодонта *Eoconodontus notshpeakensis*, распространенного не только в верхнем кембрии, но и в нижнем ордовике.

В разрезе Батырбай в Малом Каратау обнаружены оба этих палеонтологических вида. Новая находка Г.Х.Ергалиевым агностоида *Lotagnostus americanus* в 2010 году, и ранее, С.В.Дубининой конодонта *Eoconodontus notshpeakensis* [10], позволяют на юге Казахстана выделить 10-й терминальный ярус кембрийской системы, при любом исходе голосования Рабочей группы по 10-му ярусу кембрийской системы Международной подкомиссии по кембрийской системе. Эти виды присутствуют в едином разрезе и на одной линии. Более того из этого разреза со 109 (МКА) метра известны конодонты *Cordylodus proavus*, который долгое время рассматривался как FAD основания тремадока или ордовикской системы [12, 13] и здесь же на отметке 198 метров МКА Дж.Миллером обнаружен конодонт *Iapetognathus fluctivagus* (10), который в настоящее время принят в качестве FAD основания ордовикской системы

В хребте Малый Каратау в Южном Казахстане имеются одни из лучших в мире обнажений средне- и верхнекембрийских отложений, выходящих на дневную поверхность в долине реки Кыршабакты и сухому логу Батырбай. Эти разрезы уникальны по обилию различных групп древнейшей скелетной фауны [11, 12].

В Кыршабактинском разрезе в Малом Каратау присутствуют и хорошо изучены все выше отмеченные границы новых принятых ярусов среднего и верхнего кембрия, находящихся в единой последовательности, почти на одной линии и этот разрез представлялся для Международной подкомиссии по кембрийской стратиграфии, как кандидат в международные стратотипы 7-го (гужанского) и 9-го (джианшанского) ярусов кембрийской системы. В 2012 году Кыршабактинский разрез был принят в качестве вспомогательного международного стратотипа (ASSP) для джианшанского яруса кембрия.

Разрезы Кыршабакты и Батырбай долгое время рассматривались как стратотипы для ярусного расчленения верхнего кембрия, а предложенные аюсокканский, сакский, аксайский и батырбайский ярусы верхнего кембрия с конца 70-х годов прошлого столетия и до начала 2000-х гг. использовались в общей стратиграфической шкале для всей территории бывшего СССР.

Кыршабактинский и Батырбайский разрезы расположены на государственной земле, они легко доступны для исследований с апреля по октябрь включительно. Оба разреза не однократно посещались ведущими специалистами по кембрийской геологии, палеонтологами и стратиграфами, включая членов Международной Подкомиссии по кембрийской и ордовикской системам, которые были на полевой геологической экскурсии 27-ого Международного Геологического Конгресса в Москве в 1984 [13], Третьем

Международном Симпозиуме по кембрийской системе в Новосибирске в 1990 [14], а также 14-й Международной полевой конференции Рабочей группы по ярусному расчленению кембрия в 2009 году [15].

Кыршабактинский и Батырбайский разрезы, где нет несогласий, являются естественными скальными выходами древних пород и расположены, приблизительно в 10-30 км к востоку и восток-северо-востоку от города Жанатаса (рис.1). Географические координаты для основания Кыршабактинского разреза: 43°32'02" север и 69°51'28" восток, высота 527м. Географические координаты верхов разреза: 43°32'27.8" севера и 69°57'24.8" востока, высота 557м. Линия Батырбайского разреза ломанная, от его нижней части, которая биостратиграфически изучалась Г.Х.Ергалиевым [16] и верхней части разреза, изучавшейся коллективом с участием М.К.Аполлоновым, М.Н.Чугаевой (трилобиты) [17], С.В.Дубининой (конодонты) [10] и В.Г.Жемчужниковым (геологическое моделирование карбонатного бассейна) [18]. Географические координаты для основания Батырбайского разреза, который изучался Г.Х.Ергалиевым от точки 100м 43°35'37,7" север и 69°52'39,6" восток, высота 515м, и до верхов разреза на отметке 250м: 43°44'00" севера и 69°52'52,8" востока, высота 525м. Эти две части разреза по простиранию могут быть сопряжены от точки 250 метров нижней части разреза и, приблизительно до точки -35 метра, имеющей координаты 43°35'53,7" север и 69°52'39,1" восток, высота 510м по одному и тому же пласту массивных дебрисных брекчий. Та часть разреза, которая изучалась под руководством М.К.Аполлонова располагается в интервале от точки -50м 43°35'51,9" север и 69°51'39,6" восток, высота 494м, и до верхов разреза на отметке 600м: 43°36'16" севера и 69°52'51" востока, высота 455м.

Разрезы, расположены в одном и том же тектонической блоке, снизу и сверху ограниченном разломами называемым Аксайским блоком и сложены крутопадающими на северо-восток моноклинальными кембрийско-ордовикскими пластами с углами 80-90°. Индексы изменения цвета конодонтов низкие и не превышает значений 2. Обнаженные скальные выходы в любой изученной части разреза обнажены непрерывно на расстоянии более 10 км.

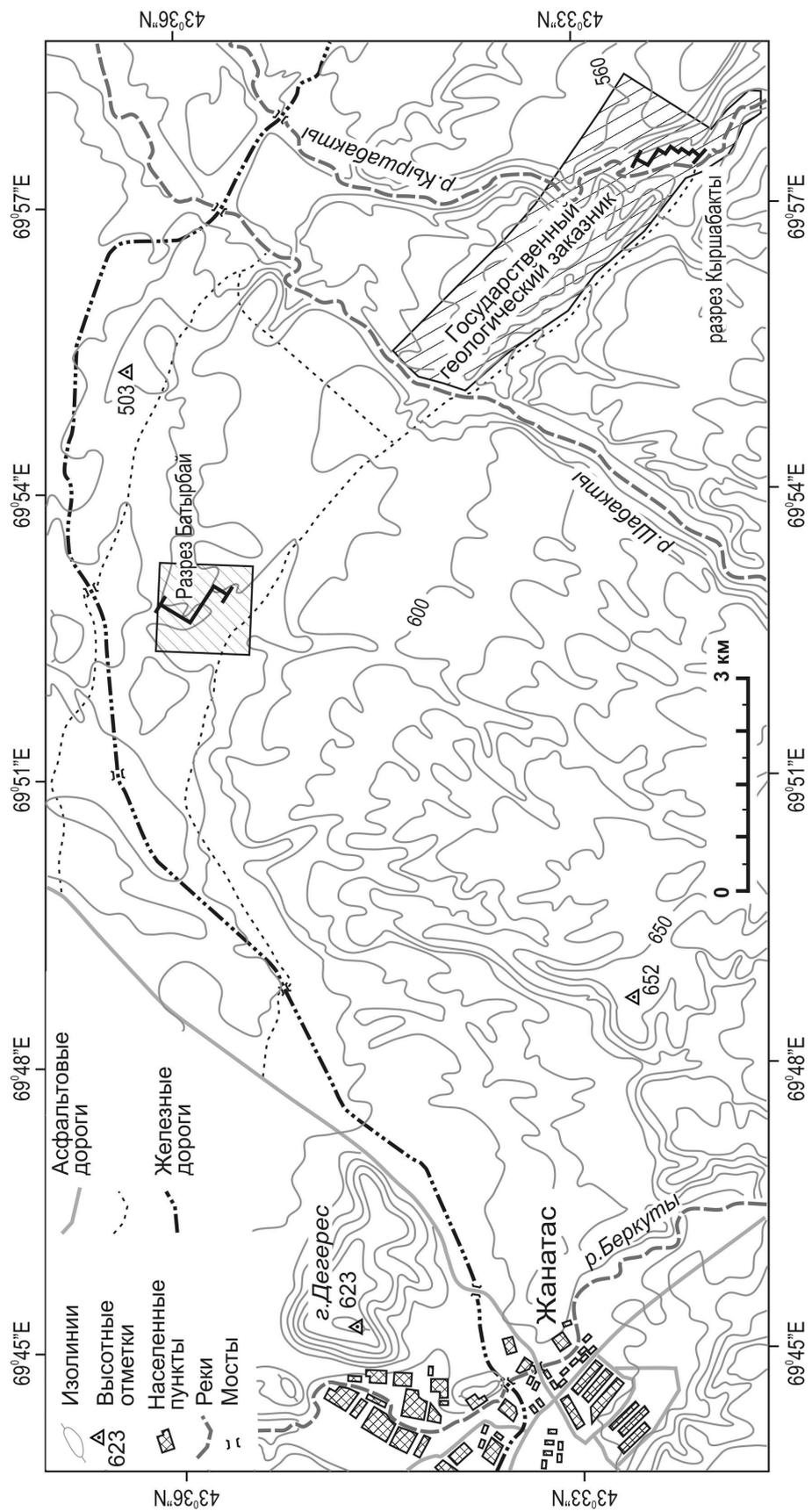


Рисунок 1 – Топографическая карта района к востоку от г. Жанатас в горах Малый Каратау.

## Расположение разрезов Батырбай и Кыршабакты с населенными пунктами и транспортными путями

Средне- и верхнекембрийские карбонаты Кыршабактинского и Батырбайского разрезов были сформированы в морских обстановках на склоне карбонатной платформы [19], расположенной на изолированной подводноморской горе (подводная гора Айша-Биби по [20], [18]).

В Казахстане, начиная со времени второй половины XX века изучению кембрийских отложений уделялось большое внимание и уже предлагалась ярусная шкала верхнего кембрия, причем самый верхний терминальный ярус определялся именно по первому появлению агностоида *Lotagnostus trisectus* и этот ярус первоначально именовался как шидертинский [21, 22], а в глубоководных кембрийских районах Улытау и Большом Каратау по первому появлению агностоидов *Lotagnostus asiaticus* [23, 24]. Однако позднее, Г.Х.Ергалиев [13] по основанию комплексной зоны *Pseudagnostus pseudagnostolobus-Acrocephalaspis* выделил терминальный аксайский ярус, который вошел в Общую стратиграфическую для территории бывшего СССР. Над аксайским ярусом, стратиграфически выше М.К.Аполлонов и М.Н.Чугаева [17] по основанию трилобитовой зоны *Lophosaukia* выделили батырбайский ярус, посчитав его терминальным и он определялся до первого появления конодонтов *Cordylodus proavus*. Этот ярус также был принят в качестве официального в Общую стратиграфическую шкалу для территории СССР.

Терминальный ярус верхов кембрия имеет богатый и разнообразный фаунистический комплекс, состоящий из агностоидов и полимеридных трилобитов, а также конодонтов, по составу которых стратиграфически расчленяется разрез [17, 25, 26]. В Казахстане он располагается в самых разных структурно-формационных зонах и в разных геологических обстановках: глубоководных бассейновых, склоновых на пассивной окраине в Центральном Казахстане в Байконурском синклинии Улытау, на северной части Атасу-Моинтинского водораздела на Сарыкумах, Большом Каратау в разрезах вдоль рек Арпаозень и Кызыл-Ата и Малом Каратау в разрезе сухого лога Батырбай на юге и в аккреционно-островодужных обстановках активной континентальной окраины на северо-востоке Казахстана на Селетах.

Принадлежность и *Lotagnostus trisectus* и *Lotagnostus asiaticus*, как младших синонимов сложного, но имеющего узкий стратиграфический диапазон агностоидного вида *Lotagnostus americanus*, указывает на широкое распространение в Казахстане верхнекембрийских отложений в большей части разрезов они простираются в единой последовательности с нижнеордовикскими фаунистически хорошо охарактеризованными отложениями.

Глубокой осенью 2010 года Г.Х.Ергалиевым в разрезе Батырбай в нижней изученной части на 237 метре, заведомо ниже отметки 0 метров М.К.Аполлонова и М.Н.Чугаевой был обнаружен *Lotagnostus americanus*, в отложениях на несколько десятков метров ниже, чем ранее предложенная нижняя граница батырбайского яруса и в более благоприятных фациях подножия склона карбонатной платформы. В 2011-2012 гг. этот интервал детально

изучен и была собрана представительная коллекция трилобитов. Б.Л. Покровский изучил отсюда стабильные изотопы углерода и кислорода.

Разрез Батырбай обнажается вдоль правого берега сухого лога и сложен карбонатными породами (рис. 2). Изученная часть разреза составляет почти 1000 метров [27]. Начало разреза располагается вдоль субмеридональной долины, пересекающей кембрийско-нижнеордовикские отложения Аксайского блока. Разрез практически идеально обнажен, а имеющиеся редкие и небольшие перекрытые участки разреза можно вскрыть на небольшую глубину канавами. Пласты стоят вертикально, иногда они опрокинуты под углом 70°-90°. Последовательность отложений не нарушена разломами. Амплитуда смещений по небольшим разломам не превышает 5-7 метров.

Разрез характеризуется различными типами карбонатных пород известняково-доломитового ряда, явно преобладают известняки [18]. Наиболее распространены обломочные отложения, включая все гранулометрические классы – от глыбовых брекчий до карбонатных мадстоунов. Широкое распространение имеют пеллоидные и лититовые вакестоуны-пакстоуны. Хорошо представлены водорослевые баундстоуны. Подчиненное значение имеют пеллоидные, скелетные и оолитовые (ооидные) пакстоуны и грейнстоуны. Доломиты представлены пластами и пятнистыми образованиями, субсогласными с напластованием. Иногда они образуют цемент в мелких карбонатных брекчиях и детритивых грейнстоунах, по-видимому, свидетельствуя о процессах раннего диагенетического преобразования пород. Присутствие доломитов характерно для самых верхов кембрийской части разреза и низов тремадока. Карбонатные брекчии в разрезе представлены очень широко [19]. Они слагают около 45 линз и пластов, толщиной от десятков сантиметров до 10–15 метров. Суммарная мощность брекчий превышает 100 метров. Для нижней части разреза характерны так называемые плоскообломочные брекчии, сложенные небитурбированными плоскими фрагментами пластов эвксинских карбонатов, но в более высоких частях разреза они слагаются обломками пластов неправильной формы, то есть разламыванию и переотложению подвергались битурбированные карбонаты, накопившиеся вблизи базиса волн, там где вода обогащалась кислородом.

Совокупность разнообразных структурно-текстурных признаков и состава пород позволили выделить в разрезе следующие литостратиграфические подразделения

*Жумабайская свита.* Толща 1, интервал 80-162 метра. Представлена монотонным переслаиванием черных и темно-серых тонких ламинационных известняковых мадстоунов. В самых верхах свиты иногда присутствуют среднеслоистые обломочные карбонатные турбидиты. Эта свита накапливалась в глубоководных обстановках обрамления фэна. Здесь на отметке 107 метров (ГХА) по разметке Г.Х. Ергалиева был найден *Agnostotes orientalis*, что свидетельствует об основании джианшанского яруса.

*Бестогайская свита.* Бестогайская свита согласно перекрывает жумабайскую свиту. Нижняя граница свиты определяется по первому пласту дебрисовых брекчий, а ее кровля – ограничивается первым непереотложенным водорослевым биогермом, исчезновением брекчий и появлением доломитовых грейнстоунов.

Толща 2, интервал 162-245 метров. Здесь присутствуют отложения гравитационных потоков представленные средне- и толсто плитчатыми слоями дебрисовых карбонатных брекчий, зерновых потоков и турбидитов, которые переслаиваются с известняковыми мадстоунами. Характерной чертой этой пачки является присутствие черепитчато наложенных брекчий, которые свидетельствуют о небольшом расстоянии переотложения карбонатного материала, так они сложены обломками почти тех же тонких карбонатных турбидитов, что и вмещающие породы. Именно в этой толще и был обнаружен агностоид *Lotagnostus americanus*, совместно с другими формами (рис. 3).

Толща 3, интервал от 245 м разметки Г.Х. Ергалиева (ГХА) до 6,5 метров разметки М.К.Аполлонова и М.Н.Чугаевой. Она сложена темными, тонкозернистыми тонко- и среднеплитчатыми известняковыми турбидитами, которые переслаиваются с очень толстыми до 10-15 метров, часто амальгамированными, брекчиями.

Толща 4, интервал 6,5-102 метра разметки М.К.Аполлонова и М.Н.Чугаевой состоит из темно-серых мелко- и тонкозернистых тонко- и среднеплитчатых биотурбированных (волнистослоистых) с пластами грубообломочных карбонатных брекчий дебрисовых потоков, с переотложенными фрагментами этих же волнистослоистых известняков. В середине обнажается крупный до 7м в поперечнике водорослевый биогерм, по-видимому, так же переотложенный. В этом интервале разреза с отметки 64 метра (МКА) появляется конодонт *Eoconodontus notchpeakensis*.

Толща 5, интервал 102-150 метров. Темные и относительно светлые мелко- и тонкозернистые известняки, преимущественно волнисто-слоистые с редкими маломощными (1-1,5 м) прослоями глыбовых брекчий и пластами пакстоунов. В низах (103,8-107м) характерный пакет темных тонкоплитчатых известняков с градиционной слоистостью. В этом интервале разреза, с 102 метра (МКА) появляются *Lotagnostus hedini* и конодонт *Cordylodus proavus* с отметки 109 метров (МКА).

Толща 6, интервал 150-260 метров. Волнистослоистые известняки с пакетами пакстоунов и грейнстоунгов, местами доломитизированных и брекчий, образующих несколько ритмов мощностью 8-12 до 20 метров. Подошва толщи выделяется по появлению в разрезе доломитов. С отметки 198 метров (МКА) с появлением *Iapetognatus fluctivagus* устанавливается граница основания тремадокского яруса нижнего ордовика.

В разрезах Кыршабакты и Батырбай в горах Малый Каратау изучены средне-верхнекембрийские отложения, богато охарактеризованные разнообразной древней фауной. В этих разрезах присутствуют все основные стратиграфические ярусы верхов кембрия, которые в единой последовательности с нижнеордовикскими отложениями накапливались в различных геологических обстановках пассивной и активной континентальных окраинах единой континентальной структуры Казахстана, что значительно повышает их роль и значение в Международных стратиграфических исследованиях.





отдельных трилобитов и конодонтов (Ergaliev *et al.*, 2008; Ергалиев Г.Х., Ергалиев Ф.Г., 2008; Дубинина, 2000), стабильных изотопов углерода и сиквенсную стратиграфическую интерпретацию. Литологическая легенда: 1-тонкослоистые карбонатные мадстоуны, 2-разнозернистые карбонатные турбидиты, 3-неразделенные карбонатные вакестоуны, 3-биотурбированные карбонаты (вакестоуны и пакстоуны), 5-черепитчатые карбонатные плоскообломочные брекчии, 6-дебрисные брекчии со смешанными мелководными и мелководными обломками. SB1 и SB2 типы сиквенсных границ

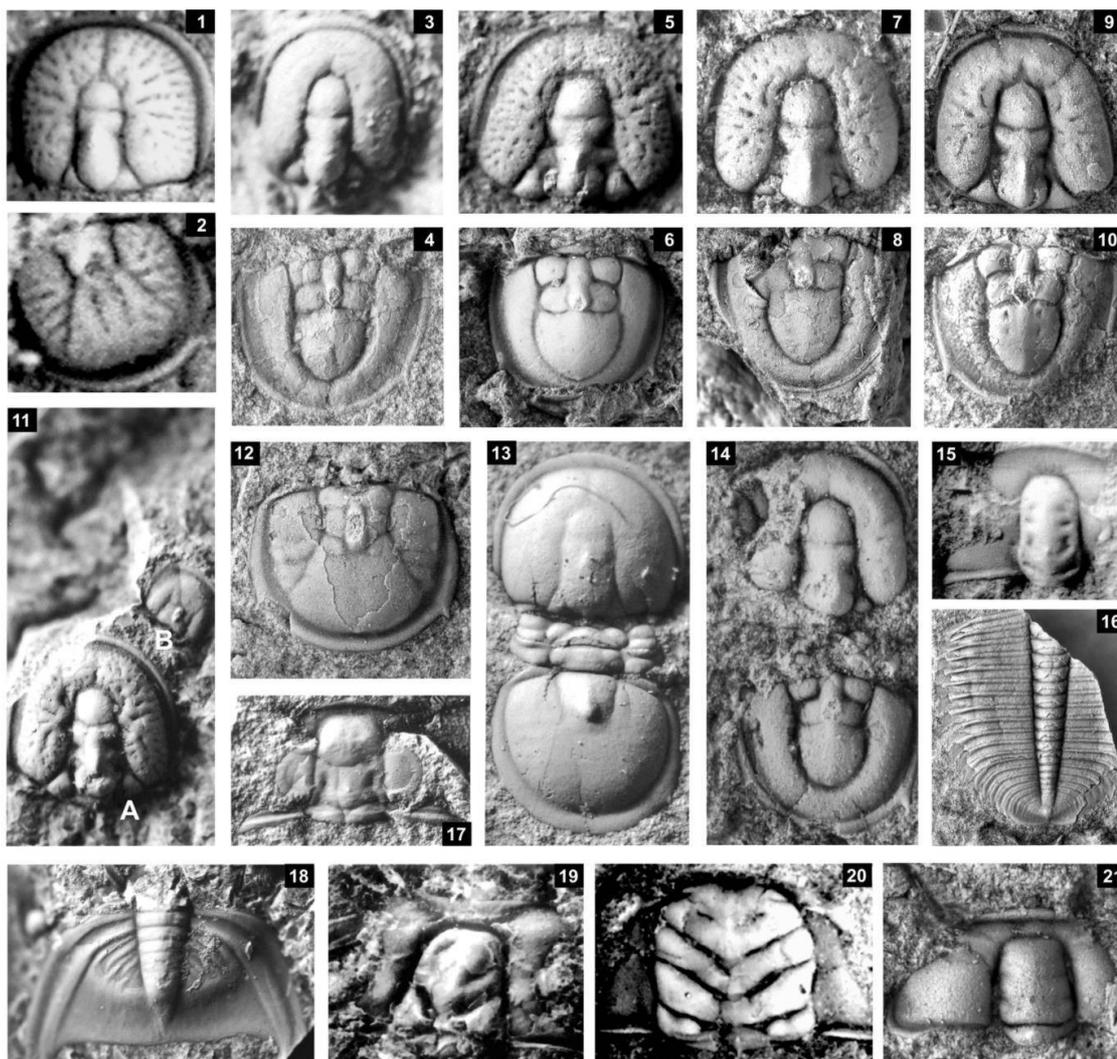


Рисунок 3 – 1-2, *Agnostotes tianshanicus* из комплексной зоны *Neoagnostus quadratiformis*–*Taenicephalops*, цефалон, обр. No. 3011-1, x9, 223,8м (Bat-Er), пиgidий, обр. No,3011-2, x9,2, 223,8м (Bat-Er); 3-14 из комплексной зоны *Lotagnostus (Eolotagnostus) scrobicularis* – *Jegorovaia*; 3- *Lotagnostus (Eolotagnostus) scrobicularis*, цефалон, обр. No. 3011-3, x7, 236м; 4- *Lotagnostus agnostiformis*, пиgidий, обр. No,3011-4, x5,4, 236м (Bat-Er); 5- *Lotagnostus* sp.nov, цефалон, обр. No. 3011-5, x6, 237,5м; 6- *Lotagnostus* sp.nov, пиgidий, обр. No. 3011-6, x5, 237,5м;

7-11А, *Lotagnostus americanus*, 7- цефалон, обр. No. 3011-7, х7, 237,5м; 8- пигидий, обр. No. 3011-8, х6, 237,5м; 9- цефалон, обр. No. 3011-9, х6,3, 237,8м; 10- пигидий, обр. No. 3011-10, х6, 239,6м; 11-А цефалон, обр. No. 3011-11, х7, 239,4м; 11-В, *Pseudagnostus rugosus*, пигидий, обр. No. 3011-12, х7, 237,5м; 12-*Pseudagnostus rugosus*, пигидий, обр. No. 3011-13, х7,2, 239,4м; 13- *Rhaptagnostus bifax*, внешний скелет, обр. No. 3011-14, х8,5, 239,4м; 14- *Trilobagnostus* ex gr. *rudis*, внешний скелет, обр. No. 3011-15, х10,3, 237,5м; 15- *Asiocephalus sulcatus*, цефалон, обр. No. 3011-16, х4, 236м; 16- *Asiocephalus sulcatus*, торак, обр. No. 3011-17, х3, 239,4м; 17- *Macropyge (Promacropyge) ciliensis*, цефалон, обр. No. 3011-18, х2,5, 239,4м; 18- *Proceratopyge (Lopnorites) posterolateralis*, из комплексной зоны *Neagnostus quadratiformis-Taenicephalops*, пигидий, обр. No. 3011-19, х2,8, 225,2м; 19-21 из комплексной зоны *Lotagnostus (Eolotagnostus) scrobicularis – Jegorovaia*, 19- *Chekiangaspis chekiangensis*, цефалон, обр. No. 3011-20, х6,7, 236м; 20- *Westergaardadites pelturaeformis*, цефалон, обр. No. 3011-21, х4,5, 237,5м; 21- *Cyclognatina* sp., цефалон, обр. No. 3011-22, х9, 239,4 м.

Обнаружение всех возможных вариантов проведения основания 10-го терминального яруса кембрийской системы в геологических разрезах Малого Каратау позволяет участвовать в соревновании по выбору Международной границы и разреза (GSSP) либо по FAD агностоида *Lotagnostus americanus* или конодонту *Eoconodontus notchpeakensis* и Международный коллектив казахстанских, российских, британских и шведских геологов приступил к подготовке Пропосала для 10-го терминального яруса кембрия в Международную подкомиссию по кембрийской стратиграфии.

## ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Babcock, L.E., Peng, S.C., Geyer, G. and Shergold, J.H. Changing perspectives on Cambrian chronostratigraphy and progress toward subdivision of the Cambrian System. *Geosciences Journal*, 2005, 9, 101-106.
- 2 Peng, S.C., Babcock, L.E., Robison, R.A., Lin, H.L., Rees, M.N. and Saltzman, M.R. 2004, Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) of the Furongian Series and Paibian Stage (Cambrian). *Lethaia*, 2004, №37. 365-379 pp.
- 3 Peng S., Babcock L.E. Continuing progress on chronostratigraphic subdivision of the Cambrian System. *Bulletin of Geosciences*, 2011 № 86(3).
- 4 Babcock, L.E., Robison, R.A., Rees, M.N., Peng, S.C., and Saltzman, M.R., 2007: The Global boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Drumian Stage (Cambrian) in the Drum Mountains, Utah, USA. *Episodes*, Vol. 30, no. 2. Pp. 84-94.
- 5 Peng S., Babcock L.E., Zhu X. Morphologic variation and taphonomic alteration of *Lotagnostus americanus*, showing new and existed collection, *in press*.
- 6 Peng, S. and Babcock, L. E. Two Cambrian agnostoid trilobites, *Agnostotes orientalis* (Kobayashi, 1935) and *Lotagnostus americanus* (Billings, 1860): Key species for defining global stages of the Cambrian System. *Geosciences Journal*, 2005, №9, 107–115.
- 7 Landing E., Westrop S.R., Adrian J.M. The Lowsonian Stage – the *Eoconodontus notchpeakensis* (Miller, 1969) FAD and HERB carbone isotope excursion define a globally correlatable terminal Cambrian stage *Bulletin of Geosciences* 2011, 86(3), 621–640.

8 Miller, J.F., Evans, K.R., Freeman, R.L., Ripperdan, R.L. & Taylor, J.F. 2011. Proposed stratotype for the base of the Lawsonian Stage (Cambrian Stage 10) at the First Appearance Datum of *Eoconodontus notchpeakensis* (Miller) in the House Range, Utah, USA. *Bulletin of Geosciences* 2011, 86(3), 595–620.

9 Westrop, S.R., Adrian, J.M. & Landing, E. The Cambrian (Sunwaptan, Furongian) agnostoid arthropod *Lotagnostus* Whitehouse, 1936, in Laurentian and Avalonian North America: systematics and biostratigraphic significance. *Bulletin of Geosciences*, 2011, 86(3), 569–594.

10 Дубинина С.В. Конодонты и зональная стратиграфия пограничных отложений кембрия и ордовика. Труды Геологического Института РАН, т.517, 2000, 239 с.

11 Ергалиев Г.Х. Непрерывный разрез среднего, верхнего кембрия и тремадока Малого Каратау. Изв.АН КазССР, 1979, №4-5, с.41-52.

12 Apollonov, M. K., Dubinina, S. V. and Zhemchuzhnikov, V. G. Batyrbai section, South Kazakhstan, U.S.S.R. – potential stratotype of the Cambrian–Ordovician Boundary. *Geological Magazine*, v.125, 1988, pp. 445-449.

13 Абдулин А.А., Чакабаев С.Е., Зайцев Ю.А. и др. Сводный путеводитель экскурсий 045А и 101А, Международный геологический конгресс, XXVII сессия, Алма-Ата, Казахстан, 1984, 86 с.

14 Абдулин А.А., Аполлонов М.К., Ергалиев Г.Х. Путеводитель Третьего Международного симпозиума по кембрийской системе, экскурсия 2, Алмв-Ата, 1990, 63 с.

15 Ergaliev, G.Kh., Zhemchuzhnikov, V.G., Popov, L.E., Bassett, M.G., Nikitina O.I., Dubinina S.V., Ergaliev, F.G., Fazylov E.M. 2009. Field excursion guide 14th International field conference of the Cambrian Stage Subdivision Working Group. Almaty, 70.

16 Ергалиев Г.Х. Трилобиты среднего и верхнего кембрия Малого Каратау. 1980, Алма-Ата, Наука, 208 с.

17 Chugaeva, M.N., Apollonov, M.K. 1982. The Cambrian-Ordovician boundary in the Batyrbai section, Malyi Karatau Range. Kazakhstan, USSR. *In*: Bassett, M. G. and Dean, W. T. (eds). The Cambrian-Ordovician boundary: sections, fossil distributions, and correlations. National Museum of Wales, Geological Series, no. 3, Cardiff, pp.77-85.

18 Жемчужников В.Г. Литостратиграфия и эволюция бассейнов позднего кембрия и раннего ордовика Малого Каратау и Северо-Западного Прибалхашья. Автореферат канд. дисс. Алма-Ата, 1990, 24 с.

19 Жемчужников В.Г. Карбонатные брекчии в разрезе верхнекембрийских и нижнеордовикских отложений по логу Батырбай в Малом Каратау. Литология и полезные ископаемые, 1986, № 6, С. 76-87.

20 Cook H. E., Taylor M. E., Zhemchuzhnikov V. G., Apollonov M. K., Ergaliev G. Kh. *et al.*, 1991. Comparison of Two Early Paleozoic Carbonate Submarine Fans. Western United States and Southern Kazakhstan, Soviet Union: Paleozoic Paleogeography of the Western United States –II, Pacific Section SEPM, Vol. 67, 847-872.

21 Ившин Н.К. Верхнекембрийские трилобиты Казахстана, часть 1, труды Академии Наук КазССР, 1956, 98 с.

22 Борукаев Р.А., Ившин Н.К. Верхний кембрий и нижний ордовик северо-востока и востока Центрального Казахстана. Тр. Совещания по унификации стратиграфических схем допалеозоя, и палеозоя Восточного Казахстана, т.1, Алма-Ата, 1960, с.117-143.

23 Ергалиев Г.Х. Схема стратиграфии кембрийских отложений южного и западной части центрального Казахстана. В сб.: Допалеозой и палеозой Казахстана, т.1, Алма-Ата, Наука, с.112-115.

24 Ергалиев Г.Х. Граница кембрия и ордовика в южном Казахстане и Улутуау. В сб.: Стратиграфия и палеонтология нижнего палеозоя Казахстана., Алма-Ата, Наука, с.6-16.

25 Ергалиев Г.Х., Ергалиев Ф.Г. Агностиды среднего и верхнего кембрия Аксайского Государственного геологического заказника Южного Казахстана (река Кыршабакты, хребет Малый Каратау), часть 1, Алматы, Гылым, 376с.

26 Ergaliev, G.Kh. and Ergaliev, F.G. 2001. Middle Cambrian trilobites and stages of the Malyi Karatau Range (southern Kazakhstan). In Peng, S.C., Babcock, L.E. and Zhu, M.Y. (eds.), Cambrian System of South China. University of Science and Technology Press of China, Hefei, p.256.

27 Аполлонов М.К., Жемчужников В.Г. Литостратиграфия Батырбайского разреза пограничных отложений кембрия и ордовика в Малом Каратау. Известия АН КазССР, Сер.геол., 1988, № 1, стр. 22-36.

## REFERENCES

1 Babcock, L.E., Peng, S.C., Geyer, G. and Shergold, J.H. Changing perspectives on Cambrian chronostratigraphy and progress toward subdivision of the Cambrian System. *Geosciences Journal*, 2005, 9, 101-106.

2 Peng, S.C., Babcock, L.E., Robison, R.A., Lin, H.L., Rees, M.N. and Saltzman, M.R. 2004, Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) of the Furongian Series and Paibian Stage (Cambrian). *Lethaia*, 2004, №37. 365-379 pp.

3 Peng S., Babcock L.E. Continuing progress on chronostratigraphic subdivision of the Cambrian System. *Bulletin of Geosciences*, 2011 № 86(3).

4 Babcock, L.E., Robison, R.A., Rees, M.N., Peng, S.C., and Saltzman, M.R., 2007: The Global boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Drumian Stage (Cambrian) in the Drum Mountains, Utah, USA. *Episodes*, Vol. 30, no. 2. Pp. 84-94.

5 Peng S., Babcock L.E., Zhu X. Morphologic variation and taphonomic alteration of *Lotagnostus americanus*, showing new and existed collection, in press.

6 Peng, S. and Babcock, L. E. Two Cambrian agnostoid trilobites, *Agnostotes orientalis* (Kobayashi, 1935) and *Lotagnostus americanus* (Billings, 1860): Key species for defining global stages of the Cambrian System. *Geosciences Journal*, 2005, №9, 107–115.

7 Landing E., Westrop S.R., Adrian J.M. The Lawsonian Stage – the *Eoconodontus notchpeakensis* (Miller, 1969) FAD and HERB carbone isotope excursion define a globally correlatable terminal Cambrian stage *Bulletin of Geosciences* 2011, 86(3), 621–640.

8 Miller, J.F., Evans, K.R., Freeman, R.L., Ripperdan, R.L. & Taylor, J.F. 2011. Proposed stratotype for the base of the Lawsonian Stage (Cambrian Stage 10) at the First Appearance Datum of *Eoconodontus notchpeakensis* (Miller) in the House Range, Utah, USA. *Bulletin of Geosciences* 2011, 86(3), 595–620.

9 Westrop, S.R., Adrian, J.M. & Landing, E. The Cambrian (Sunwaptan, Furongian) agnostoid arthropod *Lotagnostus* Whitehouse, 1936, in Laurentian and Avalonian North America: systematics and biostratigraphic significance. *Bulletin of Geosciences*, 2011, 86(3), 569–594.

10 Dubinina S.V. Konodonty i zonal'naja stratigrafija pogranych otlozhenij kembrija i ordovika. *Trudy Geologicheskogo Instituta RAN*, t.517, 2000, 239 s.

11 Ergaliev G.H. Nepreryvnyj razrez srednego, verhnego kembrija i tremadoka Malogo Karatau. Izv.AN KazSSR, 1979, №4-5, s.41-52.

12 Apollonov, M. K., Dubinina, S. V. and Zhemchuzhnikov, V. G. Batyrbai section, South Kazakhstan, U.S.S.R. – potential stratotype of the Cambrian–Ordovician Boundary. Geological Magazine, v.125, 1988, pp. 445-449.

13 Abdulin A.A., Chakabaev S.E., Zajcev Ju.A. i dr. Svodnyj putevoditel' jekskursij 045A i 101A, Mezhdunarodnyj geologicheskij kongress, XXVII sessija, Alma-Ata, Kazahstan, 1984, 86 s.

14 Abdulin A.A., Apollonov M.K., Ergaliev G.H. Putevoditel' Tret'ego Mezhdunarodnogo simpoziuma po kembrijskoj sisteme, jekskursija 2, Alm-Ata, 1990, 63s.

15 Ergaliev, G.Kh., Zhemchuzhnikov, V.G., Popov, L.E., Bassett, M.G., Nikitina O.I., Dubinina S.V., Ergaliev, F.G., Fazylov E.M. 2009. Field excursion guide 14th International field conference of the Cambrian Stage Subdivision Working Group. Almaty, 70.

16 Ergaliev G.H. Trilobity srednego i verhnego kembria Malogo Karatau. 1980, Alma-Ata, Nauka, 208s.

17 Chugaeva, M.N., Apollonov, M.K. 1982. The Cambrian-Ordovician boundary in the Batyrbai section, Malyi Karatau Range. Kazakhstan, USSR. In: Bassett, M. G. and Dean, W. T. (eds). The Cambrian-Ordovician boundary: sections, fossil distributions, and correlations. National Museum of Wales, Geological Series, no. 3, Cardiff, pp.77-85.

18 Zhemchuzhnikov V.G. Litostratigrafija i jevoljucija bassejnov pozdnego kembrija i rannego ordovika Malogo Karatau i Severo-Zapadnogo Pribalhash'ja. Avtoreferat kand. diss. Alma-Ata, 1990, 24s.

19 Zhemchuzhnikov V.G. Karbonatnye brekchii v razreze verhnekembrijskih i nizhneordovikskih otlozhenij po logu Batyrbaj v Malom Karatau. Litologija i poleznye iskopaemye, 1986, № 6, S. 76-87.

20 Cook H. E., Taylor M. E., Zhemchuzhnikov V. G., Apollonov M. K., Ergaliev G. Kh. et al., 1991. Comparison of Two Early Paleozoic Carbonate Submarine Fans. Western United States and Southern Kazakhstan, Soviet Union: Paleozoic Paleogeography of the Western United States –II, Pacific Section SEPM, Vol. 67, 847-872.

21 Ivshin N.K. Verhnekembrijskie trilobity Kazahstana, chast' 1, trudy Akademii Nauk KazSSR, 1956, 98s

22 Borukaev R.A., Ivshin N.K. Verhnij kembrij i nizhnij ordovik severo-vostoka i vostoka Central'nogo Kazahstana. Tr. Soveshhanija po unifikacii stratigraficheskikh shem dopaleozoja, i paleozoja Vostochnogo Kazahstana, t.1, Alma-Ata, 1960, s.117-143.

23 Ergaliev G.H. Shema stratigrafii kembrijskih otlozhenij juzhnogo i zapadnoj chasti central'nogo Kazahstana. V sb.: Dopaleozoj i paleozoj Kazahstana, t.1, Alma-Ata, Nauka, s.112-115.

24 Ergaliev G.H. Granica kembrija i ordovika v juzhnom Kazahstane i Ulutau. V sb.: Stratigrafija i paleontologija nizhnego paleozoja Kazahstana., Alma-Ata, Nauka, s.6-16.

25 Ergaliev G.H., Ergaliev F.G. Agnostidy srednego i verhnego kembrija Aksajskogo Gosudarstvennogo geologicheskogo zakaznika Juzhnogo Kazahstana (reka Kyrshabakty, hrebet Malyj Karatau), chast' 1, Almaty, Gylym, 376s.

26 Ergaliev, G.Kh. and Ergaliev, F.G. 2001. Middle Cambrian trilobites and stages of the Malyi Karatau Range (southern Kazakhstan). In Peng, S.C., Babcock, L.E. and Zhu, M.Y. (eds.), Cambrian System of South China. University of Science and Technology Press of China, Hefei, p.256.

27 Apollonov M.K., Zhemchuzhnikov V.G. Litostratigrafija Batyrbajskogo razreza pogranichnyh otlozhenij kembrija i ordovika v Malom Karatau. Izvestija AN KazSSR, Ser.geol., 1988, № 1, str. 22-36.

## Резюме

*Ергалиев Г.Х., Жемчужников В.Г., Дубинина С.В., Попов Л.Е., Альберг П., Покровский Б.Л.*

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институты, Алматы қ., «Әскер Мұнай» ЖШС,

Алматы қ.; Ресей ғылым академиясының Геологиялық институты, Мәскеу қ.;

Уэльс Ұлттық Музейі, CathaysPark, CardiffCF10 3NP, UnitedKingdom, Wales,

Люнд Университетінің геология департаменті, Solvegatan 12 , SE- 223 62 Lund, Sweden)

*LOTAGNOSTUS AMERICANUS* BILLINGS 1860 ТАБУ ҚАРАТАУ

ТАУЫНДА (ҚАЗАҚСТАН) 10-ШЫ КЕМБРИЙЛІК ЯРУСТЫҢ

ШЕКАРАСЫН ОРНАТУҒА МҮМКІНДІК БЕРЕДІ

Кіші Қаратау тауындағы Батырбай кимасында *Lotagnostus americanus* агностоиді табылды, ол орта және жоғарғы кембрийдің үздіксіз қимасында жоғарғы кембрийдің фурон бөлігінің 10-шы терминалды ярусын белгілеуге мүмкіндік береді. Бұл табылған олжа Орталық және Оңтүстік Қазақстандағы төменгі ордовик шөгінділерімен көмкерілген жоғарғы кембрий шөгінділерінің кеңінен таралғандығын айғақтайды. Қазақстандық кималар әлемдегі ең кереметтердің бірі, стратиграфиялық кималар түрлі қазбалы фаунада жақсы зерттелген.

**Тірек сөздер:** стратиграфия, кембрий, қималар, агностидтер, ярустар.

## Summary

*Yergaliev G. Kh., Zhemchuzhnikov V.G., Dubinin S.V., Popov L.E., Ahlberg P., Pokrovsky B.L.*

(Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev, Almaty, "Asker Munay" LLP,  
Almaty;

the Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow;

National Museum of Wales, Cathays Park, Cardiff CF10 3NP, United Kingdom, Wales,

Department of Geology, Lund University, Solvegatan 12, SE- 223 62 Lund, Sweden,)

### DETECTION OF *LOTAGNOSTUS AMERICANUS* BILLINGS 1860 ALLOWS TO ESTABLISH THE BORDER OF THE 10th CAMBRIAN STAGE IN THE KARATAU MOUNTAINS ( KAZAKHSTAN )

In Batyrbai cross-section in the Malyi Karatau mountains was found *Lotagnostus americanus* agnostoid, which allows to mark out the 10th terminal stage of Eurongian series of the Upper Cambrian in a continuous cross-section of Middle and Upper Cambrian. This finding suggests a widespread of Upper Cambrian deposits in central and southern Kazakhstan, overlapping by deposits of the Lower Ordovician. Kazakh cross-sections are one of the best stratigraphic cross-sections in the world well-studied diverse fossil fauna.

**Keywords:** stratigraphy, Cambrian, cross-section, agnostoid, stage.

*Поступила 21.10.2013 г.*