

УДК 564;56.074.2:551.732

## КЕМБРИЙСКИЕ МОЛЛЮСКИ АВСТРАЛИИ: ОБЗОР ТАКСОНОМИИ, БИОСТРАТИГРАФИИ И ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИИ

© 2019 г. П. Ю. Пархаев

*Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва*

*e-mail: pparkh@paleo.ru*

Поступила в редакцию 22.01.2018 г.  
Получена после доработки 15.02.2018 г.  
Принята к публикации 12.04.2018 г.

Кембрийская малакофауна Австралии относится к числу наиболее таксономически разнообразных среди аналогов этого времени: по количеству валидных видов моллюсков кембрий Австралии сопоставим с одновозрастными отложениями Сибири и Китая. На сегодняшний день из нижне-среднекембрийских толщ Австралии описано 80 валидных видов моллюсков и 12 форм в открытой номенклатуре, представляющих собой новые неописанные таксоны. Кроме того, 6 видовых названий следует рассматривать как младшие синонимы. Анализ стратиграфического распространения видов позволяет установить четыре основных эволюционных комплекса моллюсков в интервале томмота (нижний кембрий)–ундиллия (средний кембрий). В палеогеографическом аспекте кембрийская малакофауна Австралии насчитывает 29 видов, общих с кембрийскими фаунами Сибирской платформ, Казахстана, Алтае-Саянской складчатой области, Забайкалья, Монголии, Южного и Северного Китая, Марокко, Антарктиды, Европы, Гренландии, Северной Америки и Новой Зеландии, обеспечивая важные корреляционные связи между стратиграфическими схемами этих регионов.

**Ключевые слова:** кембрий, Австралия, моллюски, таксономия, систематика, биостратиграфия, палеобиогеография.

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S0869-592X27252-79>

### ВВЕДЕНИЕ

Первые остатки моллюсков<sup>1</sup> из кембрийских толщ Австралии были описаны еще в конце XIX в. (Tate, 1892): это раковины *Ophileta subangulata* Tate, 1892, позднее отнесенные к роду *Pelagiella* (синонимика вида до 2000 г. – см. Gravestock et al., 2001). Однако вплоть до 1970-х гг. сколь-нибудь значимые работы по кембрийской малакофауне Австралии отсутствуют. С массовым внедрением химического препарирования образцов карбонатных пород в практику изучения кембрийских ископаемых (Розанов, Миссаржевский, 1966; Розанов и др., 1969) были открыты богатейшие комплексы так называемых мелкораковинных ис-

копаемых (SSF, small shelly fossils) в различных регионах мира. Раковины “микромоллюсков” составили заметную часть этих комплексов (Matthews, Missarzhevsky, 1975). Следуя этой методике, Б. Раннегар, Дж. Пожета и П. Джелл открыли и описали около двух десятков новых видов моллюсков из среднего кембрия востока Австралии (Runnegar, Pojeta, 1974; Runnegar, Jell, 1976, 1980). Уникальные по сохранности (окремненные раковины) и морфологическому разнообразию находки послужили основой для построений в области функциональной морфологии и ранней эволюции типа Mollusca (Runnegar, Pojeta, 1974, 1985; Runnegar, Jell, 1976, 1980; Runnegar, 1981, 1983, 1985, 1996; Pojeta, Runnegar, 1976).

Значительный вклад в изучение разнообразия кембрийских моллюсков Австралии внесли монографические работы по нижнему кембрию Южной Австралии (Bengtson et al., 1990; Gravestock et al., 2001). В результате были описаны более 40 видов моллюсков из раннекембрийских седиментационных бассейнов Стэнсбери и Эрроуи. Анализ стратиграфического распро-

<sup>1</sup> В данной работе мы ограничиваемся анализом таксонов “одностворчатых” моллюсков (гастроподы и моноплакофоры) и двустворок и не рассматриваем халкиерид, сифогонухитид и иные группы склеритомных ископаемых, которые в последнее время стали относить к полиплакофорам (Vinther, Nielsen, 2005; Vinther, 2015; Parkhaev, Demidenko, 2010; Пархаев, 2017б) или к близким группам базальных лофотрохозой (Conway Morris, Caron, 2007; Zhao et al., 2017).

странения видов моллюсков послужил основой первой стратиграфической схемы региона по данной группе фауны (Gravestock et al., 2001).

Отдельные публикации с описаниями кембрийских моллюсков Австралии принадлежат палеонтологам из различных стран мира: В. Берг-Мадсен (Дания), М. Вендраско (США), П. Крузу (Австралия), П.Ю. Пархаеву (Россия), Дж. Пилу (Швеция), И. Хинц-Шалрёйтер (Германия) (Berg-Madsen, Peel, 1978; Kruse, 1990, 1991, 1998; Kruse et al., 2004; Hinz-Schallreuter, 1997; Пархаев, 1998, 2001, 2004а, 2006, 2013, 2017а; Vendrasco et al., 2010, 2011).

В последние годы изучение кембрийских моллюсков Австралии активно продолжают австралийские коллеги — Г. Брок, С. Жаке и другие специалисты (Brock, Cooper, 1993; Brock, 1998; Brock, Paterson, 2004; Topper et al., 2009; Jacquet et al., 2014, 2016, 2017; Jacquet, Brock, 2016).

В настоящее время кембрийская малакофауна Австралии относится к числу наиболее таксономически разнообразных среди аналогичных фаунистических комплексов мира. По количеству валидных видов моллюсков кембрий Австралии сопоставим с одновозрастными отложениями Сибири и Китая (см. Розанов и др., 2008, рис. 7). Ниже приводится таксономический список моллюсков из кембрия Австралии (систематика по Пархаев, 2002, 2017б; Bouchet et al., 2017), для всех видов даны библиографические ссылки на находки в кембрии Австралии, валидные виды выделены жирным шрифтом.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СПИСОК  
КЕМБРИЙСКИХ МОЛЛЮСКОВ АВСТРАЛИИ

ТИП MOLLUCA CUVIER, 1797

КЛАСС GASTROPODA CUVIER, 1797

ПОДКЛАСС ARCHAEOBRANCHIA  
PARKHAEV IN GRAVESTOCK ET AL., 2001

ОТРЯД HELCIONELLIFORMES  
GOLIKOV ET STAROBOGATOV, 1975

НАДСЕМЕЙСТВО SCENELLOIDEA  
MILLER, 1889

СЕМЕЙСТВО SCENELLIDAE MILLER, 1889  
[=HELIONELLIDAE WENZ, 1938]

ПОДСЕМЕЙСТВО SCENELLINAE MILLER, 1889

**Род Calypetroconus Parkhaev in Gravestock et al., 2001**

**1. Calypetroconus radiatus Parkhaev in Gravestock et al., 2001:** Gravestock et al., 2001.

**Род Aequiconus Parkhaev in Gravestock et al., 2001**

**2. Aequiconus zigzac Parkhaev in Gravestock et al., 2001:** Gravestock et al., 2001.

**Род Galeacalvus Jacquet et Brock, 2016**

**3. Galeacalvus coronarius Jacquet et Brock, 2016:** Jacquet, Brock, 2016.

**Род Helcionella Grabau et Shimer, 1909**

**4. Helcionella histosia Jacquet et Brock, 2016:** Jacquet, Brock, 2016.

**5. Helcionella kumpu Kruse, 1998:** Kruse, 1998.

6. Helcionella sp.: Runnegar, Jell, 1976 (Vallototheca sp.).

**Род Bemella Missarzhevsky in Rozanov et al., 1969**

**7. Bemella communis Parkhaev in Gravestock et al., 2001:** Gravestock et al., 2001; Пархаев, 2014а; Topper et al., 2009.

**8. Bemella incomparabilis Parkhaev in Gravestock et al., 2001:** Gravestock et al., 2001.

**9. Bemella poulsenii (Berg-Madsen et Peel, 1978):** Runnegar, Jell, 1976 (Helcionopsis sp.); Berg-Madsen, Peel, 1978.

**10. Bemella wiri Kruse, 1998:** Kruse, 1998.

11. Bemella sp. 1: Bengtson et al., 1990 (Proplina? sp.).

12. Bemella sp. 2: Bengtson et al., 1990 (?Kalbyella sp. — в тексте, Eocytoutous? sp. — в подписях к рис.).

13. Bemella sp. 3: Runnegar, Jell, 1976 (Anabarella sp.).

**Род Wakayella Kruse, 1998**

**14. Wakayella kandiingi Kruse, 1998:** Kruse, 1998.

**Род Hampilina Kobayashi, 1958**

**15. Hampilina pintiyi Kruse, Laurie et Webby, 2004:** Kruse et al., 2004.

**Род Ilsanella Missarzhevsky, 1981**

**16. Ilsanella yorkensis Parkhaev in Gravestock et al., 2001:** Gravestock et al., 2001.

**17. Ilsanella applanata Parkhaev in Gravestock et al., 2001:** Gravestock et al., 2001.

**18. Ilsanella enallaxa Jacquet et Brock, 2016:** Jacquet, Brock, 2016.

**19. Ilsanella mawu Kruse, 1998:** Kruse, 1998.

20. Ilsanella sp.: Brock, Cooper, 1993 (Bemella cf. B. pauper).

**Род Minastirithella Jacquet et Brock, 2016**

**21. Minastirithella silivreni Jacquet et Brock, 2016:** Jacquet, Brock, 2016.

**Род Tannuella Missarzhevsky in Rozanov et al., 1969**

**22. Tannuella elinorae Brock et Paterson, 2004:** Brock, Paterson, 2004.

23. Tannuella? sp.: Runnegar, Jell, 1976.

**Род Marocella Geyer, 1986**

**24. Marocella mira Geyer, 1986:** ?Runnegar, Jell, 1976 (Vallatotheca? sp.); Gravestock et al., 2001 (M. australica); Topper et al., 2009; Jacquet, Brock, 2016; Betts et al., 2017а.

**Род Fenqiaronia Parkhaev in Gravestock et al., 2001**

25. *Fenqiaronia proboscis* (Feng et al., 1994): Gravestock et al., 2001.

ПОДСЕМЕЙСТВО YANGTZECONINAE YU, 1979

**Род Obtusoconus Yu, 1979**

26. *Obtusoconus brevis* Zhegallo, 1996: Gravestock et al., 2001.

**Род Miroconulus Parkhaev in Gravestock et al., 2001**

27. *Miroconulus parvulus* Parkhaev in Gravestock et al., 2001: Gravestock et al., 2001; Betts et al., 2017a (indeterminate helcionellid).

**Род Anuliconus Parkhaev in Gravestock et al., 2001**

28. *Anuliconus magnificus* Parkhaev in Gravestock et al., 2001: Gravestock et al., 2001; Topper et al., 2009 (*Obtusoconus* sp.).

29. *Anuliconus campanula* Parkhaev in Gravestock et al., 2001: Gravestock et al., 2001.

30. *Anuliconus truncatus* Parkhaev in Gravestock et al., 2001: Gravestock et al., 2001.

31. *Anuliconus tepee* (Runnegar et Jell, 1976): Runnegar, Jell, 1976 (*Stenotheca*).

32. *Annuliconus* sp.: Bengtson et al., 1990 (*Stenotheca*).

**Род Pararaconus Runnegar in Bengtson et al., 1990**

33. *Pararaconus paradoxus* Parkhaev in Gravestock et al., 2001: Gravestock et al., 2001.

34. *Pararaconus staitorum* Runnegar in Bengtson et al., 1990: Bengtson et al., 1990; Gravestock et al., 2001.

**Род Daedalia Parkhaev in Gravestock et al., 2001**

35. *Daedalia daedala* Parkhaev in Gravestock et al., 2001: Gravestock et al., 2001.

**СЕМЕЙСТВО CARINOPELTIDAE PARKHAEV, 2013**

**Род Carinopelta Parkhaev, 2013**

36. *Carinopelta carinata* (Parkhaev in Gravestock et al., 2001): Gravestock et al., 2001 (*Igarkiella*); Пархаев, 2013.

**СЕМЕЙСТВО COREOSPIRIDAE KNIGHT, 1947**

**Род Anhuiconus Zhou et Xiao, 1984**

37. *Anhuiconus microtuberus* Zhou et Xiao, 1984: Gravestock et al., 2001.

38. *Anhuiconus agrenon* Vendrasco, Porter, Kouchinsky, Li et Fernandez, 2010: Runnegar, Jell, 1976 (Gen. et sp. indet.); Vendrasco et al., 2010 (*Anhuiconus?*).

**Род Humilispira Parkhaev in Gravestock et al., 2001**

39. *Humilispira adelocosma* (Zhou et Xiao, 1984): Gravestock et al., 2001.

**Род Kutanjia Kruse, 1991**

40. *Kutanjia ngalbala* Kruse, 1991: Kruse, 1991.

**НАДСЕМЕЙСТВО YOCHELCIONELLOIDEA RUNNEGAR ET JELL, 1976**

**СЕМЕЙСТВО SECURICONIDAE MISSARZHEVSKY, 1989**

**Род Securiconus Jiang, 1980**

41. *Securiconus durara* (Kruse, 1991): Kruse, 1991 (*Igorella*); Kruse, 1998 (*Igorella*).

**Род Figurina Parkhaev in Gravestock et al., 2001**

42. *Figurina figurina* Parkhaev in Gravestock et al., 2001: Gravestock et al., 2001.

43. *Figurina nana* (Zhou et Xiao, 1984): Gravestock et al., 2001.

44. *Figurina capitata* Parkhaev in Gravestock et al., 2001: Gravestock et al., 2001.

**Род Xianfengella He et Yang, 1982**

45. *Xianfengella yatesi* Parkhaev in Gravestock et al., 2001: Gravestock et al., 2001; Topper et al., 2009.

**Род Olenellina Vassiljeva, 1990**

46. *Olenellina granulosa* (Parkhaev, 2006): Пархаев, 2006 (*Auricullina*).

**Род Corystos Vendrasco, Porter, Kouchinsky, Li et Fernandez, 2010**

47. *Corystos thorntoniensis* Vendrasco, Porter, Kouchinsky, Li et Fernandez, 2010: Vendrasco et al., 2010.

**Род Parailsanella Zhegallo in Voronina et al., 1987**

48. *Parailsanella lata* Parkhaev in Gravestock et al., 2001: Gravestock et al., 2001.

49. *Parailsanella murenica* Zhegallo, 1996: Gravestock et al., 2001.

50. *Parailsanella* sp.: Jacquet et al., 2016; Jacquet et al., 2016 (*Bemella* sp.).

**Род Davidonia Parkhaev, 2017**

51. *Davidonia rostrata* (Zhou et Xiao, 1984): Bengtson et al., 1990 (*Mackinnonia davidi*); Gravestock et al., 2001 (*Mackinnonia*); Betts et al., 2016 (*Mackinnonia*); Пархаев, 2017a.

52. *Davidonia plicata* (Missarzhevsky, 1989): Bengtson et al., 1990 (*Leptostega? corrugata*); Gravestock et al., 2001 (*Mackinnonia*); Topper et al., 2009 (*Mackinnonia corrugata*); Betts et al., 2016 (*Mackinnonia rostrata*, part.).

53. *Davidonia* sp.: Runnegar, Jell, 1976 (*Mellopegma?*).

**Род Trenella Parkhaev in Gravestock et al., 2001**

54. *Trenella bifrons* Parkhaev, 2001: Пархаев, 2001; Gravestock et al., 2001.

**Род *Horsegullia* Parkhaev, 2004**

55. *Horsegullia horsegulliensis* (Parkhaev in Gravestock et al., 2001): Gravestock et al., 2001 (Yorkiella); Пархаев, 2004a.

**Род *Dorispira* Parkhaev in Parkhaev et Demidenko, 2010**

56. *Dorispira merino* (Runnegar et Jell, 1976): Runnegar, Jell, 1976 (Latouchella).

57. *Dorispira penesyrano* (Runnegar et Jell, 1976): Runnegar, Jell, 1976 (Latouchella).

58. *Dorispira terraustralis* (Runnegar et Jell, 1976): Runnegar, Jell, 1976 (Latouchella).

59. *Dorispira accordionata* (Runnegar et Jell, 1976): Runnegar, Jell, 1976 (Latouchella); Kruse, 1990 (Latouchella cf. *L. accordionata*), 1991 (Latouchella cf. *L. accordionata*), 1998; Brock, 1998 (Latouchella); Kruse et al., 2004 (Latouchella).

60. *Dorispira aliciae* (Brock, 1998): Runnegar, Jell, 1976 (Latouchella *accordionata*, part.); Brock, 1998 (Latouchella).

**Род *Acanthotheca* Vendrasco, Porter, Kouchinsky et Fernandez, 2011**

61. *Acanthotheca junior* (Runnegar, 1996): Runnegar, 1996 (Ribeiria); Vendrasco et al., 2010 (Ribeiria); Vendrasco et al., 2011.

**СЕМЕЙСТВО STENOTHECIDAE RUNNEGAR ET JELL, 1980****ПОДСЕМЕЙСТВО STENOTHECINAE RUNNEGAR ET JELL, 1980****Род *Anabarella* Vostokova, 1962**

62. *Anabarella australis* Runnegar in Bengtson et al., 1990: Bengtson et al., 1990; Bengtson et al., 1990 (*Anabarella argus*); Gravestock et al., 2001; Topper et al., 2009; Betts et al., 2016.

63. *Anabarella simesi* MacKinnon, 1985: Brock, 1998; Vendrasco et al., 2010.

64. *Anabarella* sp.: Kruse, 1998 ("Anabarella").

**Род *Mellopegma* Runnegar et Jell, 1976**

65. *Mellopegma georginense* Runnegar et Jell, 1976: Runnegar, Jell, 1976; Vendrasco et al., 2011.

66. *Mellopegma schizocheras* Vendrasco, Porter, Kouchinsky et Fernandez, 2011: Vendrasco et al., 2011.

**Род *Stenotheca* Salter in Hicks, 1872**

67. *Stenotheca drepanoida* (He, 1984): Bengtson et al., 1990 (*Stenotheca* cf. *drepanoida*); Gravestock et al., 2001; Topper et al., 2009; Vendrasco et al., 2011; Betts et al., 2017a.

68. "*Stenotheca*" *pojetai* Runnegar et Jell, 1976: Runnegar, Jell, 1976

**ПОДСЕМЕЙСТВО WATSONELLINAE PARKHAEV IN GRAVESTOCK ET AL., 2001****Род *Watsonella* Grabau, 1900**

69. *Watsonella crosbyi* Grabau, 1900: Gravestock et al., 2001; Jacquet et al., 2016, 2017.

**СЕМЕЙСТВО YOCHELCIONELLIDAE RUNNEGAR ET JELL, 1976****Род *Eotebenna* Runnegar et Jell, 1976**

70. *Eotebenna papilio* Runnegar et Jell, 1976: Runnegar, Jell, 1976.

71. *Eotebenna pontifex* Runnegar et Jell, 1976: Runnegar, Jell, 1976; Vendrasco et al., 2010.

**Род *Yochelcionella* Runnegar et Pojeta, 1974**

72. *Yochelcionella chinensis* Pei, 1985: Bengtson et al., 1990; Betts et al., 2017a (*Yochelcionella* sp.).

73. *Yochelcionella cyrano* Runnegar et Pojeta, 1974: Runnegar, Pojeta, 1974.

74. *Yochelcionella ostentata* Runnegar et Jell, 1976: Runnegar, Jell, 1976.

75. *Yochelcionella angustiplicata* Hinz-Schallreuter, 1997: Brock, 1998 (*Y. daleki*).

76. *Yochelcionella daleki* Runnegar et Jell, 1976: Runnegar, Jell, 1976; Brock, 1998.

77. *Yochelcionella fissurata* Hinz-Schallreuter, 1997: Hinz-Schallreuter, 1997.

78. *Yochelcionella trompetica* Hinz-Schallreuter, 1997: Hinz-Schallreuter, 1997.

79. *Yochelcionella snorkorum* Vendrasco, Porter, Kouchinsky, Li et Fernandez, 2010: Vendrasco et al., 2010.

80. *Yochelcionella saginata* Vendrasco, Porter, Kouchinsky, Li et Fernandez, 2010: Vendrasco et al., 2010.

**ОТРЯД PELAGIELLIFORMES MACKINNON, 1985****СЕМЕЙСТВО PELAGIELLIDAE KNIGHT, 1956****Род *Pelagiella* Matthew, 1895**

81. *Pelagiella subangulata* (Tate, 1892): Tate, 1892 (*Ophileta*); Laurie, 1986 (*Pelagiella* sp.); Bengtson et al., 1990; Gravestock et al., 2001; Betts et al., 2016.

82. *Pelagiella madianensis* (Zhou et Xiao, 1984): Bengtson et al., 1990 (*P. adunca*); Brock, Cooper, 1993 (*Pelagiella* cf. *P. adunca*); Gravestock et al., 2001; Topper et al., 2009; Betts et al., 2017a (*Pelagiella* cf. *madianensis*).

83. *Pelagiella corinthiana* Runnegar et Jell, 1976: Runnegar, Jell, 1976; Runnegar, Jell, 1976 (*P. deltooides*); Vendrasco et al., 2010 (*P. deltooides*).

84. *Pelagiella* sp.: Brock, 1998 (*Pelagiella* cf. *P. deltooides*).

**Род *Costipelagiella* Horný, 1964**

85. *Costipelagiella* sp.: Bischoff, 1990; MacKinnon, 1985 (*Costipelagiella* sp. cf. *C. zazvorkai*).

**СЕМЕЙСТВО ALDANELLIDAE LINSLEY ET KIER, 1984****Род *Aldanella* Vostokova, 1962**

86. *Aldanella golubevi* Parkhaev, 2007: Jacquet et al., 2016 (*Aldanella* cf. *A. golubevi*).

ПОДКЛАСС DIVASIBRANCHIA  
MINICHEV ET STAROBOGATOV, 1979

ОТРЯД KHAIRKHANIIFORMES  
PARKHAEV IN GRAVESTOCK ET AL.,  
2001

СЕМЕЙСТВО KHAIRKHANIIDAE  
MISSARZHEVSKY, 1989

Род *Protowenella* Runnegar et Jell, 1976

87. *Protowenella flemingi* Runnegar et Jell, 1976: Runnegar, Jell, 1976; Berg-Madsen, Peel, 1978; Brock, 1998 (*Protowenella* sp.); Kruse, 1998; Vendrasco et al., 2010.

Род *Ardrossania* Runnegar in Bengtson et al., 1990

88. *Ardrossania pavei* Runnegar in Bengtson et al., 1990: Bengtson et al., 1990; Gravestock et al., 2001.

Род *Barskovia* Golubev, 1976

89. *Barskovia australiensis* (Parkhaev in Gravestock et al., 2001): Gravestock et al., 2001 (*Nomgoliella*).

ПОДКЛАСС DEXTROBRANCHIA  
MINICHEV ET STAROBOGATOV, 1975

ОТРЯД ONYCHOSCHILIFORMES  
MINICHEV ET STAROBOGATOV, 1979

СЕМЕЙСТВО ONYCHOSCHILIDAE KOKEN,  
1925

Род *Beshtashella* Missarzhevsky in  
Missarzhevsky et Mambetov, 1981

90. *Beshtashella tortilis* Missarzhevsky, 1981: Runnegar, 1981 (*Yuwenia bentleyi*); Bengtson et al., 1990 (*Yuwenia bentleyi*); Gravestock et al., 2001; Topper et al., 2009; Topper et al., 2009 (*Yuwenia bentleyi*); Betts et al., 2017a; Betts et al., 2017a (*Yuwenia bentleyi*).

КЛАСС BIVALVIA LINNAEUS, 1758

ОТРЯД НЕИЗВЕСТЕН

СЕМЕЙСТВО FORDILLIDAE РОЈЕТА, 1975

Род *Pojetaia* Jell, 1980

91. *Pojetaia runnegari* Jell, 1980: Jell, 1980; Runnegar, Bentley, 1983; Bengtson et al., 1990; Gravestock et al., 2001.

СЕМЕЙСТВО НЕИЗВЕСТНО

Род *Pseudomyona* Runnegar et Jell, 1976

92. *Pseudomyona queenslandica* (Runnegar et Jell, 1976): Runnegar, Jell, 1976 (*Myona?*); Pojeta, Runnegar, 1976; Hinz-Schallreuter, 1995, 2000; Vendrasco et al., 2010.

Список синонимов:

*Anabarella argus* Runnegar in Bengtson et al., 1990 – младший субъективный синоним вида *Anabarella australis* Runnegar in Bengtson et al., 1990 (см. Gravestock et al., 2001).

*Leptostega?* *corrugata* Runnegar in Bengtson et al., 1990 – младший субъективный синоним вида *Davidonia plicata* (Missarzhevsky, 1989) (см. Gravestock et al., 2001; Пархаев, 2017a).

*Mackinnonia davidi* Runnegar in Bengtson et al., 1990 – младший субъективный синоним вида *Davidonia rostrata* (Zhou et Xiao, 1984) (см. Gravestock et al., 2001; Пархаев, 2017a).

*Marocella australica* Parkhaev in Gravestock et al., 2001 – младший субъективный синоним вида *Marocella mira* Geyer, 1986 (см. Topper et al., 2009).

*Pelagiella deltoides* Runnegar et Jell, 1976 – младший субъективный синоним вида *Pelagiella corinthiana* Runnegar et Jell, 1976 (см. Gravestock et al., 2001).

*Yuwenia bentleyi* Runnegar, 1981 – младший субъективный синоним вида *Beshtashella tortilis* Missarzhevsky, 1981 (см. Gravestock et al., 2001).

Таким образом, кембрийская малакофауна Австралии включает 80 валидных видов и 12 форм в открытой номенклатуре, представляющих собой еще неописанные таксоны; 6 видовых названий следует рассматривать как младшие субъективные синонимы. Описанные виды относятся к 47 родам, 11 семействам, 4 отрядам, 3 подклассам и 2 классам (рис. 1).

БИОСТРАТИГРАФИЯ

Интервалы распространения всех вышеупомянутых видов моллюсков были нанесены на стратиграфическую схему кембрия Австралии (рис. 2).

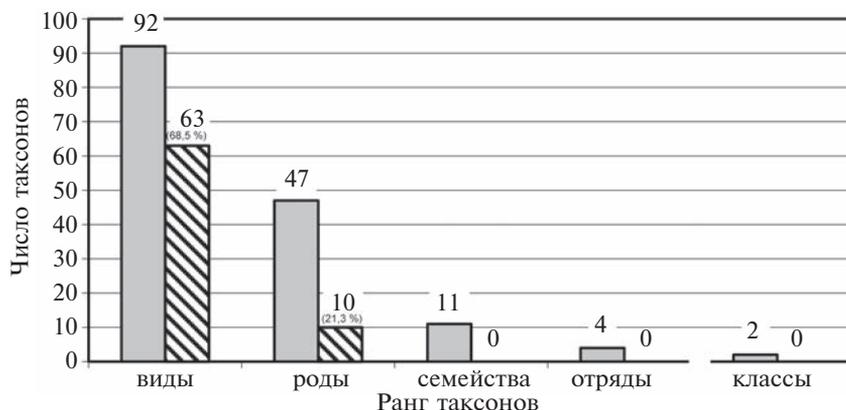


Рис. 1. Таксономическое разнообразие кембрийской малакофауны Австралии.

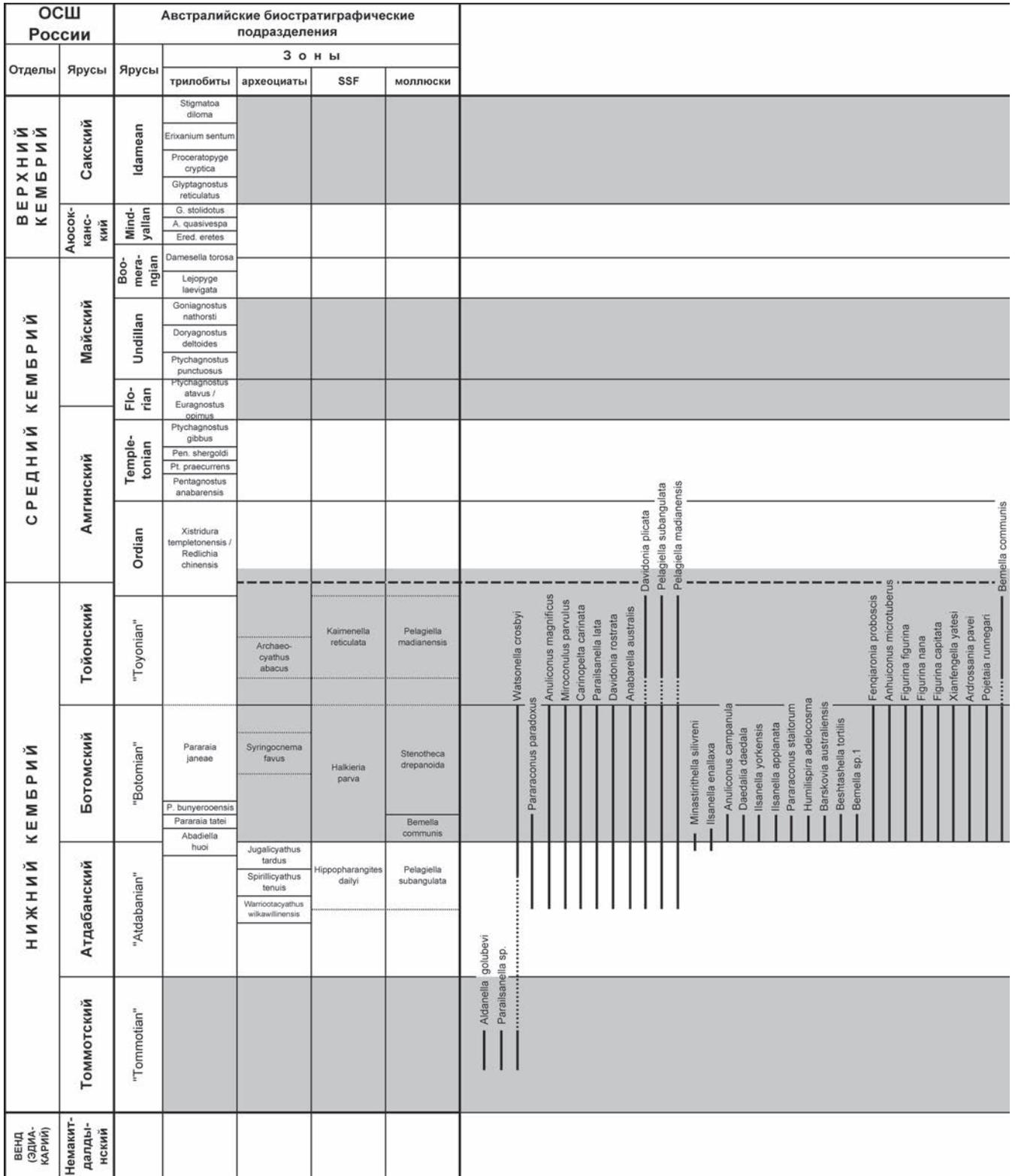
В качестве ярусных подразделений использована региональная ярусная шкала среднего–верхнего кембрия Австралии (Shergold, 1995; Peng et al., 2012), для нижнего кембрия использован сибирский ярусный стандарт (Стратиграфический..., 2006; Пегель и др., 2016). Зональная шкала по археоциатам дана по работам Д. Грейвстока и А.Ю. Журавлева (Gravestock, 1984; Zhuravlev, Gravestock, 1994), трилобитовая шкала – по работам Дж. Джелла и Дж. Джаго с соавторами (Jell in Bengtson et al., 1990; Jago et al., 2006; Paterson, Brock, 2007; Peng et al., 2012), биостратиграфические подразделения по мелкоракочной фауне приведены по работе (Gravestock et al., 2001).

Подразделения международной хроностратиграфической шкалы приведены по последней сводке Международной стратиграфической комиссии (Ogg et al., 2016). Ярусы 2–4 пока не имеют утвержденных границ, и рабочие группы по этим подразделениям Международной подкомиссии по стратиграфии кембрийской системы еще работают над выбором инструмента и определением разреза для установления GSSP данных ярусов. В настоящее время условно допускается (Peng et al., 2012), что нижняя граница яруса 2 может соответствовать первому появлению моллюсков *Aldanella attleborensis* и *Watsonella crosbyi* (~основание томмота), нижняя граница яруса 3 может соответствовать появлению первых трилобитов в разрезах Сибирской платформы и, возможно, Лаврентии (Zhang et al., 2017) (~основание атдабана). Для нижней границы яруса 4 предлагаются уровни первого появления различных таксонов трилобитов (Vabcock et al., 2011; Peng et al., 2012), и здесь мы традиционно для отечественной кембрийской стратиграфии совмещаем основание следующего за атдабаном яруса 4 с подошвой ботомского яруса.

Анализ стратиграфического распространения моллюсков (рис. 2) позволяет выделить четыре основных эволюционных малакокомплекса, I–IV, в интервале томмота (нижний кембрий)–ундиллия (средний кембрий) Австралии (Parkhaev, 2016).

**I. Нижний кембрий, томмотский ярус.** Самый древний комплекс описан недавно из верхней части формации Маунт-Террибл (Mount Terrible Fm, Normanville Group) полуострова Флери (Южная Австралия). Первое упоминание о моллюсках из этих толщ сделано Б. Дэйли (1976): это “левозавитая” *Vemella* и пелагиеллиды, однако изображений этих форм приведено не было, и долгое время систематическая принадлежность моллюсков из формации Маунт-Террибл оставалась неясной. Только в последние годы был опубликован новый материал из этого местонахождения (Betts et al., 2016; Jacquet et al., 2017). Он включает три вида моллюсков: *Watsonella crosbyi*, *Aldanella golubevi* и *Parailsanella* sp. и *Parailsanella* cf. *P. murenica* по Jacquet et al., 2017). Похоже, что именно к виду *Aldanella golubevi*, который обладает как раз синистральной раковиной, и относятся находки Б. Дейли. Этот вид встречается на севере Сибирской платформы, в Западном и Восточном Прианабарье, совместно с *Aldanella crassa* и *Aldanella attleborensis* в нижней части томмотского яруса (Пархаев, 2007; Parkhaev, Karlova, 2011), в отложениях зоны *Nochoroicyathus sunnaginicus*. Возраст надежно контролируется сопутствующими и разнообразными ископаемыми комплексами данной зоны.

Вид *Watsonella crosbyi* рассматривается как возможный претендент на вид-индекс нижней границы яруса 2 МСШ (Li et al., 2011), что в сибирской ярусной терминологии соответствует основанию томмотского яруса (Parkhaev et al., 2012; Parkhaev, 2014; Demidenko, Parkhaev, 2014). *Watsonella crosbyi* широко распространена в ряде регионов мира в отложениях, эквивалентных томмотскому ярусу Сибирской платформы: Китай (пров. Сычуань, Хубэй, Юньнань; Steiner et al., 2007; Li et al., 2011), США (Массачусетс) и авалонская часть Ньюфаундленда (Landing, 1988; Landing et al., 1989, 2013), Франция (Черные горы; Kerber, 1988; Devaere et al., 2013), Западная Монголия (Есакова, Жегалло, 1996), Сибирская платформа (Лено-Алданский, Учуро-Майский, Игарский районы, Западное и Восточное Прианабарье, Оленёкское поднятие; Розанов и др., 2010). Однако не исключено, что распространение вида в ряде регионов не ограничивается нижним томмотом, и он заходит в верхний томмот–атдабан (Монголия) и даже в ботомский ярус (Австралия). Такое распространение в разрезах Западной Монголии подтверждается находками ватсонелл выше первых *Lapworthella tortuosa* (Есакова, Жегалло, 1996; Demidenko, Parkhaev, 2014, fig. 2), которые в Сибири характеризуют среднюю зону томмотского яруса *Dokidocyathus regularis*. До недавних находок в формации Маунт-Террибл, *Watsonella crosbyi* в Австралии была известна из вышележащей формации Селлик-Хилл (Sellick Hill Fm) (Gravestock et al., 2001). Возраст этих толщ был определен как позднеатдабанский–ботомский на основании находок археоциат в верхах формации Селлик-Хилл (Debrenne, Gravestock, 1990; Zhuravlev, Gravestock, 1994). Отсутствие трилобитов в отложениях формации Селлик-Хилл затрудняет ее корреляцию, но сопутствующая фауна моллюсков (*Stenotheca drepanoida*, *Xianfengella yatesi*, *Figurina nana*, *Obtusoconus brevis*, *Vemella communis*) позволяет уверенно сопоставить формацию Селлик-Хилл (восток бассейна Стэнсбери) с низами и серединой формации Известняк Парара (Parara Lst, запад бассейна Стэнсбери) и, соответственно, с низами





и серединой формации Мернмерна (Mermerna Fm, бассейн Эрроуи) (рис. 3). Можно допустить, что находки *Watsonella crosbyi* в атдабан-ботомских слоях формации Селлик-Хилл являются переотложенными из более древних толщ.

Учитывая доминирование *Watsonella crosbyi* в отложениях, коррелируемых с томмотом, и распространение *Aldanella golubevi* исключительно в томмоте Сибирской платформы, возраст самого древнего комплекса моллюсков Австралии из формации Маунт-Террибл можно определить где-то в пределах томмотского века, как это и делают коллеги (Betts et al., 2016; Jacquet et al., 2017). К сожалению, сопутствующие виды мелкораконных ископаемых (халкиерииды, сахитиды и ханцеллориды: Jacquet et al., 2017, fig. 4) не позволяют датировать комплекс более точно.

**II. Нижний кембрий, атдабанский—ботомский, ?тойонский ярусы.** Второй комплекс является наиболее разнообразным таксономически (50 видов) и составляет более половины всей кембрийской малакофауны Австралии. Комплекс описан также из нижнего кембрия Южной Австралии, но охватывает интервал от верхне-атдабанского подъяруса до ботомского яруса и, возможно, тойонского яруса включительно (рис. 2). Здесь на основании изучения 9 скважин и 3 естественных обнажений в пределах бассейна Стэнсбери и 2 скважин бассейна Эрроуи по фауне моллюсков выделены четыре биостратиграфических подразделения (Gravestock et al., 2001) снизу вверх: слои с *Pelagiella subangulata*, зона *Bemella communis*, зона *Stenotheca drepanoidea*, слои с *Pelagiella madianensis*. Данная зональная шкала по микромоллюскам стала существенным дополнением к уже существующим шкалам по макрофауне — трилобитам (Jell in Bengtson et al., 1990) и археоциатам (Zhuravlev, Gravestock, 1994).

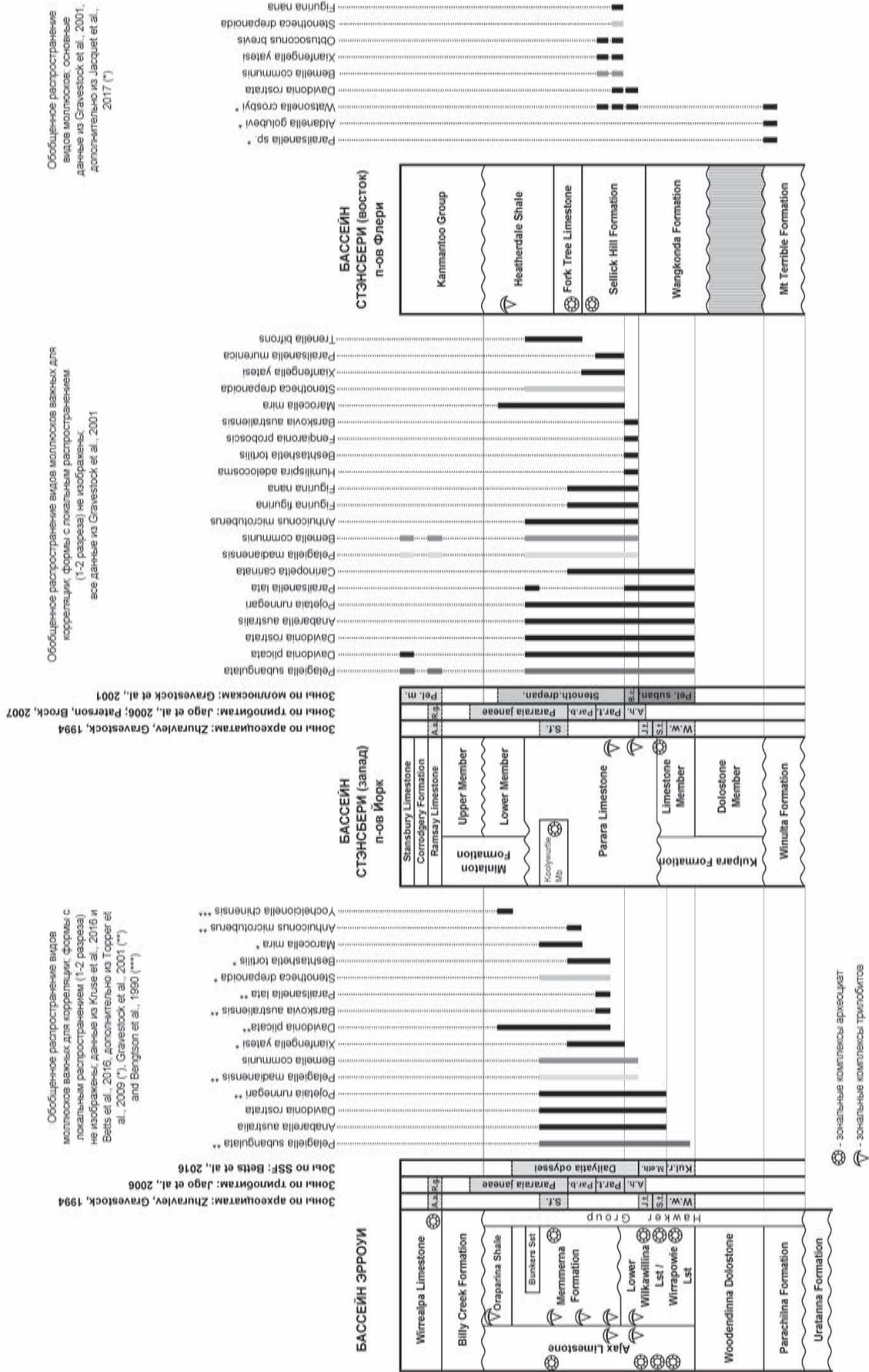
Три нижних биостратиграфических подразделения по сути представляют собой интервал-зоны, их нижняя граница определена по первому появлению вида-индекса (рис. 3). Таксономическое разнообразие малакокомплексов возрастает вверх от слоев с *Pelagiella subangulata* до зоны *Stenotheca drepanoidea*, при этом характерные виды нижележащей зоны встречаются и выше в перекрывающих толщах. Названия подразделений даны по наиболее типичному, т.е. широко распространенному и массовому, виду моллюсков. Самые молодые слои с *Pelagiella madianensis* — это комплексное подразделение, характеризующееся сильно обедненным таксономическим составом.

Подобный характер распространения видов в изученных разрезах может стать проблемой для распознавания выделенных биостратигра-

фических подразделений за пределами стратотипического района при условии слабой палеонтологической характеристики сопоставляемых разрезов. Однако выделенные зоны и слои с фауной были уверенно установлены в большинстве изученных разрезов и определили важные корреляционные связи между западной (п-ов Йорк) и восточной (п-ов Флери) фаунальными зонами бассейна Стэнсбери (рис. 3). В пределах бассейна Эрроуи три нижних подразделения были установлены в разрезе скважины Mulyungaire-2, а зона *Stenotheca drepanoidea* — в разрезе скважины Yalkalpo-2.

Недавно данная биостратиграфическая схема была подвергнута резкой критике (Betts et al., 2016, p. 189): зоны определены неадекватно, на основе ограниченного массива данных и, зачастую, на основе материала плохой сохранности (внутренние ядра). В дополнение было отмечено, что кембрийские микромоллюски не могут считаться надежным биостратиграфическим инструментом, так как их распространение в существенной степени контролируется фаунальными и тафономическими особенностями (Jacquet et al., 2016). Для замены “дефектной” схемы была предложена новая биостратиграфическая основа нижнего кембрия Южной Австралии (Betts et al., 2016). Она разработана на 10 разрезах, расположенных в бассейне Эрроуи, и состоит из трех зон, охватывающих практически тот же самый интервал, что и “старая” схема 2001 г. Зоны основаны на распространении видов томмотиид, снизу вверх: *Kulparina rostrata*, *Micrina etheridgei* и *Dailyatia odyssei*. Оригинальные описания зон и зональных комплексов, а также иллюстрации соответствующих стратиграфических разрезов содержат крайне скудную информацию по моллюскам и их распространению: всего лишь несколько форм определены до родового уровня. Однако более ранние публикации, посвященные тем же самым толщам в бассейне Эрроуи (Bengtson et al., 1990; Gravestock et al., 2001; Topper et al., 2009; Kruse, Jago, 2016), позволяют охарактеризовать выделенные зоны и малакофауной (рис. 3).

Сопоставление “новой” зональной схемы (Betts et al., 2016) и “старой” схемы (Gravestock et al., 2001) представлено на рис. 3. Корреляция формаций между бассейнами Эрроуи и Стэнсбери основана на комплексных биостратиграфических данных, полученных по фауне археоциат и трилобитов (Zhuravlev, Gravestock, 1994; Jago et al., 2006; Paterson, Brock, 2007). Можно заметить, что между характером распространения моллюсков в двух бассейнах много общего, а подразделения, установленные в бассейне Стэнсбери, легко распознаваемы и в бассейне Эрроуи. В действительности, какая-либо принципиальная разница между двумя схемами отсутствует, а последова-



**Рис. 3.** Корреляция кембрийских отложений бассейна Стэнсбери и Эрроуи по малакофауне, трилобитам и архециатам и сопоставление зональных шкал по моллюскам (Gravesstock et al., 2001) и мелкораковинным ископаемым (Betts et al., 2016, 2017a).  
 Обозначения зон: A. a. – *Archaeocyathus abacus*; A. h. – *Abadiella huoi*; B. c. – *Bemella communis*; J. t. – *Jugaliocyathus tardus*; Kul. r. – *Kulparina rostrata*; M. eth. – *Micrina etheridgei*; Par. b. – *Pararaia bunyeroensis*; Par. t. – *Pararaia tatei*; Pel. suban. – *Pelagiella subangulata*; Pel. m. – *Pelagiella madaniensis*; R. g. – *Redlichia guizhouensis*; S. f. – *Syringonema favus*; S. t. – *Spirillicyathus tenuis*; Stenoth. drepan. – *Stenotheca drepanoida*; W. w. – *Warrtoocyathus wilkawilliniensis*; градиациями серого показаны зональные виды-индексы и соответствующие зоны.

тельность появления ключевых видов моллюсков абсолютно идентична в обоих регионах: зональные комплексы *Pelagiella subangulata*, *Bemella communis* и *Stenotheca drepanoidea* сменяют друг друга снизу вверх. Из анализа рис. 3 очевидно, что зона *Dailyatia odyssey* довольно точно коррелируется с зоной *Stenotheca drepanoidea*, тогда как зоны *Kulparina rostrata* и *Micrina etheridgei* охватывают тот же возрастной интервал, что и *Pelagiella subangulata* вместе с *Bemella communis*. Разница лишь в том, что граница зон *Kulparina rostrata*/*Micrina etheridgei* располагается ниже, чем граница стратонев *Pelagiella subangulata*/*Bemella communis*. Таким образом, “новая” схема может использоваться в качестве дополнительного инструмента к уже существующей схеме зонального расчленения нижнего кембрия Южной Австралии.

Возвращаясь к вопросу корреляции между западной и восточной фаціальными зонами бассейна Стэнсбери, уже затронутому выше при обсуждении находок *Watsonella crosbyi*, отметим, что фауна моллюсков, обнаруженная на нескольких уровнях в разрезе формации Селлик-Хилл (Gravestock et al., 2001), является наиболее надежным инструментом для сопоставления фаунистически бедных отложений карбонатного рампа (п-ов Флери) и фаунистически богатых отложений карбонатного шельфа (п-ов Йорк), так как данные по распространению трилобитов и археоциат на востоке бассейна очень ограничены и не позволяют проводить уверенную корреляцию. Находки видов *Stenotheca drepanoidea*, *Figurina nana*, *Xianfengella yatesi* и *Bemella communis* в средней части формации Селлик-Хилл предполагают ее одновозрастность с нижней–средней частями формации Известняк Парара.

Однако М. Бэттс с соавторами (Betts et al., 2016) игнорируют эти данные по распространению моллюсков и для обоснования возраста осадочных толщ восточной фаціальной зоны бассейна предпочитают использовать виды томмотиид – *Dailyatia ajax*, *D. macroptera* и *Kulparina rostrata*. Они полагают, что верхи формации Селлик-Хилл и перекрывающая ее формация Форк-Три (Fork Tree Fm) – эквиваленты самой нижней зоны “новой” схемы – *Kulparina rostrata*. Отметим, что оба вида *Dailyatia* имеют широкий интервал распространения и встречаются также и в вышележащей зоне *Micrina etheridgei*, тогда как *Kulparina rostrata* отмечена (Gravestock et al., 2001) в нижней части Известняков Парара в скважинах SYC-101 (как *Kulparina cf. K. rostrata*), CD-2 и в разрезе Horse Gully (как *Eccentrotheca guano*, синоним *K. rostrata* по Skovsted et al., 2015), а также в средней части Известняков Парара (в пределах зоны *Stenotheca drepanoidea*)

в скважине Minlaton-1 (как *Eccentrotheca guano*). Таким образом, распространение томмотиид несколько не противоречит варианту корреляции по моллюскам, а какая-либо “необходимость” опускать формацию Селлик-Хилл до основания Известняков Виррапоуи (Wirrappowie Lst) отсутствует.

**Межрегиональная корреляция.** Кембрийская малакофауна Австралии содержит ряд видов с широким географическим распространением, что позволяет проводить корреляцию австралийских формаций с удаленными регионами мира. В пределах нижнего кембрия таких видов 18: *Anabarella australis*, *Anhuiconus microtuberus*, *Beshdashella tortilis*, *Carinopelta carinata*, *Fenqiaronia proboscis*, *Figurina nana*, *Humilispira adelocosma*, *Davidonia plicata*, *Davidonia rostrata*, *Marocella mira*, *Obtusoconus brevis*, *Parailsanella murenica*, *Pelagiella madianensis*, *Pelagiella subangulata*, *Pojetaia runnegari*, *Stenotheca drepanoidea*, *Xianfengella yatesi* и *Yochelcionella chinensis*. Ниже приведем данные по распространению этих видов за пределами Австралии.

*Anabarella australis*. Вид известен из возрастных аналогов ботомского яруса в Северном Китае (провинция Хенань, формация Xinji; Feng et al., 1994, как *Stenotheca emeiensis*) и СВ Гренландии (верхи Bastion Fm; Skovsted, 2004; Gubanov et al., 2004b). Возраст вмещающих отложений в Китае контролируется находками трилобитов зоны *Estaingia* (Yun et al., 2016), в Гренландии – трилобитов зоны *Bonnia*–*Olenellus* (Skovsted, 2004).

*Anhuiconus microtuberus*. Вид известен из средней части нижнекембрийского яруса цанланпу (аналог ботомского яруса) в Северном Китае (пров. Аньхой, Yutaishan Fm; Zhou, Xiao, 1984; пров. Аньхой, Lengquanwang Fm; Zhang, Sun, 1991; пров. Хенань, Xinji Fm; He et al., 1984; Feng et al., 1994). Возраст вмещающих отложений контролируется находками трилобитов (Qian et al., 1999; Yun et al., 2016).

*Beshdashella tortilis*. Вид известен из верхов атдабанского яруса–низов ботомского яруса Средней Азии (Казахстан, хр. Малый Каратау, шабактинская свита, хр. Таласский Алатау, бешташская свита; Миссаржевский, Мамбетов, 1981), из верхов атдабана Сибирской платформы (хр. Хараулах, верхи тюссэрской свиты; Миссаржевский, 1989; Васильева, 1998), Южного Китая (пров. Хубэй, Xihaoping Fm; Qian, Zhang, 1983, как *Paraformichella orientalis*), нижнеботомского подъяруса Германии (синклинорий Гёрлиц, верхи пачки Людвигсдорф; Elicki, 1994) и Антарктики (о-в Короля Георга; Wrona, 2003). Датировки в Казахстане подтверждаются мелкокраковинными ископаемыми, встречающимися совместно: *Microdictyon effusum* Beng., Matth. et Miss., *Rhombocorniculum*

cancellatum (Cobbold), *Mongolitubulus squamifer* Miss. и *Pelagiella adunca* Miss., т.е. видами, типичными для верхнеатдабанского (зона *Judomia*) и нижнеботомского (зоны *B. micmaciformis*–*B. asiaticus*) подъярусов стратотипического региона (Демиденко, Пархаев, 2008). Позднеатдабанский возраст верхов туссэрской свиты контролируется трилобитами зоны *Judomia* (Коровников, Новожилова, 2012). Позднеатдабанский возраст в Китае подтверждается находками SSF зоны *Ninella tarimensis*–*Cambroclavus fangxianensis*, возрастным эквивалентом позднеатдабанской зоны *Pelagiella subangulata* (Steiner et al., 2007). Раннеботомский возраст в Восточной Германии контролируется находками трилобитов *Eodiscus* и *Calodiscus* (Elicki, 1994). Возраст в Антарктике определяется по корреляции со слоями, имеющими близкий комплекс SSF в Южной Австралии (Wrona, 2003), и по находкам позднеботомских археоциат (Wrona, Zhuravlev, 1996).

*Calypetroconus radiatus*, *Xianfengella yatesi*. Виды известны из ботомского яруса Сибирской платформы (Восточное Прианбарье, эмяксинская свита, слои с *Calodiscus*; Пегель и др., 2016). Возраст находок контролируется совместно встречающимися ботомскими трилобитами *Hebediscus vagus* Egor., *Triangulaspis annio* (Cobbold), *Delgadella porrecta* (Laz.) и *Calodiscus* sp. (Пегель и др., 2016).

*Fenqiaronia proboscis*, *Figurina nana*, *Humilispira adelocosma*. Виды известны из средней части нижнекембрийского яруса цанланпу (аналог ботомского яруса) в Северном Китае (пров. Хенань, Xinji Fm; He et al., 1984; Feng et al., 1994). Возраст вмещающих отложений контролируется находками трилобитов зоны *Estaingia* (Qian et al., 1999; Yun et al., 2016).

*Davidonia plicata*. Вид известен из ботомских отложений Горного Алтая (р. Иша; Миссаржевский, 1989), Монголии (местонахождение не указано; Миссаржевский, 1989), Сибирской платформы (местонахождение не указано; Миссаржевский, 1989), Северного Китая (пров. Аньхой, Yutaishan Fm; Zhou, Xiao, 1984) и США (Массачусетс, Weymouth Fm, зона *Callavia*; Landing, 1988, как *Helcionella abrupta*). Ботомский возраст в алтайских местонахождениях контролируется находками археоциат и трилобитов, типичных для санаштыкгольского горизонта (Репина, Романенко, 1978). Датировки находок в Северном Китае даны по трилобитам зоны *Estaingia* (Qian et al., 1999; Yun et al., 2016), в США – по трилобитам зоны *Callavia* (Landing, 1988).

*Davidonia rostrata*. Вид известен из средней части нижнекембрийского яруса цанланпу (аналог ботомского яруса) в Северном Китае (пров. Аньхой, Yutaishan Fm; Zhou, Xiao, 1984;

пров. Хенань, Xinji Fm; He et al., 1984; Feng et al., 1994), в верхах нижнего кембрия США (шт. Нью-Йорк, верхи *Browns Pond Fm*; Landing, Bartowski, 1996, как *Mackinnonia obliqua*), Канады (Квебек, *Anse Maranda Fm*; Landing et al., 2002, как *Mackinnonia obliqua*; Лабрадор и Западный Ньюфаундленд, *Forteau Fm*; Skovsted, 2006) и СВ Гренландии (*Bastion Fm*; Skovsted, 2004). Возраст вмещающих отложений в Северном Китае контролируется находками трилобитов зоны *Estaingia* (Qian et al., 1999; Yun et al., 2016). Ботомский возраст находок в США и СВ Гренландии подтверждается трилобитами зоны *Bonnina*–*Olenellus* (Landing, Bartowski, 1996; Skovsted, 2004). Канадские находки имеют также ботомский возраст, определяемый по ископаемому ярусу *Olenellus* (Landing, Bartowski, 1996; Landing et al., 2002; Skovsted, Peel, 2007).

*Marocella mira*. Вид известен из возрастных аналогов тойонского яруса Марокко (хр. Высокий Атлас, верхи *Tatelt Fm*–*Jbel Wawrmast Fm*, пачка *Brèche à Micmassa*; Geyer, 1986), аналогов ботомского яруса Восточной Антарктики (горы Черчилля, Известняк Шэклетон; Rowell et al., 1988; Evans, 1992) и Северного Китая (пров. Шэньси, Xinji Fm; Yun et al., 2016, как *Marocella* sp.). Тойонский возраст марокканских находок подтверждается трилобитами зон *Hupeolenus* и *Cephalopyge notabilis* (Zhuravlev, 1995; Geyer, Landing 2006), ботомский возраст находок в Антарктиде подтвержден фауной археоциат (Debrenne, Kruse, 1986) и трилобитов (Palmer, Rowell, 1995), в Китае – трилобитами зоны *Estaingia* (Qian et al., 1999; Yun et al., 2016). Имеются указания (Torper et al., 2009, p. 233) на находки данного вида на территории Сибирской платформы (как *Scenella reticulata* в работе (Востокова, 1962)), но они нуждаются в подтверждении.

*Obtusoconus brevis*. Вид известен из ботомского яруса Западной Монголии (слои с *Parailsanella dzhargalantica*; Есакова, Жегалло, 1996). Возраст подтвержден находками археоциат, типичных для стратотипа ботомского яруса Сибирской платформы и санаштыкгольского горизонта Алтае-Саянской складчатой области (Есакова, Жегалло, 1996).

*Parailsanella murenica*. Вид известен из верхнеатдабанского–нижнеботомского подъярусов Северной Монголии и ботомского яруса Западной Монголии (Есакова, Жегалло, 1996). Ботомский возраст вмещающих отложений в Западной Монголии подтвержден находками археоциат, типичных для стратотипа ботомского яруса Сибирской платформы и санаштыкгольского горизонта Алтае-Саянской складчатой области (Есакова, Жегалло, 1996). Позднеатдабанский–раннеботомский возраст вмещающих отложе-

ний в Северной Монголии подтвержден находками трилобитов и SSF (*Rhombocorniculum cancellatum* (Cobbold), *Mongolitubulus squamifer* Miss.) в местонахождении Буренхан (Есакова, Жегалло, 1996).

*Pelagiella madianensis*. Вид известен из средней части нижнекембрийского яруса цанланпу (аналог ботомского яруса) в Северном Китае (пров. Аньхой, Yutaishan Fm; Zhou, Xiao, 1984, как *Auriculaspira adunca*; пров. Хенань, Xinji Fm; He et al., 1984, как *Auriculaspira adunca*; Feng et al., 1994, как *Auriculaspira adunca*; Yu, Rong, 1991, как *Auriculaspira adunca*) и аналогов ботомского яруса Антарктиды (о-в Короля Георга; Wrona, 2003). Возраст китайских находок контролируется фауной трилобитов (Qian et al., 1999; Yun et al., 2016), возраст антарктических находок определен по корреляции со слоями, содержащими сходный комплекс видов SSF в Южной Австралии (Wrona, 2003), и по находкам позднеботомских археоциат (Wrona, Zhuravlev, 1996).

*Pelagiella subangulata*. Вид известен из нижнекембрийского яруса чунчуси (~середина атдабанского яруса—низы ботомского яруса) Южного Китая (пров. Сычуань, верхняя пачка Jiulaodong Fm; Xing et al., 1984, как *Pelagiella emeishanensis*; пров. Юньнань, Yuanshan Fm; Steiner et al., 2007), из нижнеботомского подъяруса Сибирской платформы (Жегалло, 1983, как *Pelagiella lorenzi*), Германии (синклинорий Гёрлиц, верхи пачки Людвигсдорф; Elicki, 1994) и Северо-Восточной Гренландии (Bastion Fm; Skovsted, 2004). Возраст китайских находок подтвержден мелкораквинными ископаемыми зоны *Pelagiella subangulata* (Steiner et al., 2007), включающими *Microdictyon effusum* Beng., Matth. et Miss. Раннеботомский возраст данного вида в Восточной Германии контролируется находками трилобитов *Eodiscus* и *Calodiscus* (Elicki, 1994). На территории Сибирской платформы находки вида происходят из базальных слоев ботомского яруса стратотипического региона (Жегалло, 1983). Среднедиерский (=ботомский) возраст вмещающих толщ Северо-Восточной Гренландии подтвержден трилобитами зоны *Bonnia–Olenellus* (Skovsted, 2004). Кроме того, *P. subangulata* указывают (Peng et al., 2012) для Антарктиды, Ирана, Индии, Сардинии, Великобритании, Канады (Нова-Скотия) и Казахстана без ссылок на оригинальные публикации. Нам не удалось подтвердить достоверность этих данных по имеющейся литературе. Не исключено, что включение данных регионов в ареал распространения основан на неоправданно широкой концепции вида *P. subangulata*, когда в его синонимы помещаются, на наш взгляд, самостоятельные виды *P. madianensis* Zhou et Xiao, 1984, *P. primaeva* (Billings, 1872) и *P. adunca* (Missarzhevsky, 1966).

*Pojetaia runnegari*. Вид известен из возрастных аналогов позднего атдабана—тойона Северного Китая, пров. Аньхой, Хенань, Шэньси (Chen, Wang, 1985, как *P. ovata*; He, Pei, 1985, как *Oryzoconcha prisca*; Li, Zhou, 1986, как *Jellia elliptica*, *J. ovata*; Li, Zhou, 1986, как *P. elliptica*), нижнеботомского подъяруса Германии (синклинорий Гёрлиц, верхи пачки Людвигсдорф; Elicki, 1994), Монголии (Есакова, Жегалло, 1986), Забайкалья (Пархаев, 2004б), Гренландии (Skovsted, 2004) и Турции (Elicki, Gürsu, 2009) (детальный обзор, данные по местонахождениям и библиографию см. Elicki, Gürsu, 2009).

*Stenotheca drepanoida*. Вид известен из средней части нижнекембрийского яруса цанланпу (аналог ботомского яруса) в Северном Китае (пров. Хенань, Xinji Fm; He et al., 1984, как *Anabarella drepanoida*; Feng et al., 1994; пров. Аньхой, Yutaishan Fm; Zhou, Xiao, 1984) и Южном Китае (ЮВ Шаньси, Shuijingtou Fm; Li, Ding, 1996, как *Mellopegma? absida*). Возраст находок контролируется трилобитами зоны *Estaingia* (Qian et al., 1999; Yun et al., 2016) и SSF зоны *Rhombocorniculum cancellatum* (Steiner et al., 2007).

*Yochelcionella chinensis*. Вид известен из средней части нижнекембрийского яруса цанланпу (аналог ботомского яруса) в Северном Китае (пров. Хенань, Xinji Fm; Pei, 1985), из ботомского яруса Сибирской платформы (Восточное Прианбарье, эмяксинская свита, слои с *Calodiscus*; Пегель и др., 2016), из возрастных аналогов ботомского яруса Восточной Антарктиды (Горы Черчилля, Известняк Шэклетон; Bassett-Butt, 2015), США (Нью-Йорк, верхи Browns Pond Fm; Landing, Bartowski, 1996; Пенсильвания, Kinzers Fm; Atkins, Peel, 2008) и Канады (Северо-Западный Ньюфаундленд, Forteau Fm; Atkins, Peel, 2008). Возраст в Северном Китае подтвержден трилобитами зоны *Estaingia* (Qian et al., 1999; Yun et al., 2016), ботомский возраст североамериканских находок устанавливается по трилобитам зоны *Bonnia–Olenellus*, определенным из соответствующих формаций (Palmer, James, 1980; Knight, Boyce, 1987; Landing, Bartowski, 1996). Возраст находок на Сибирской платформе контролируется совместно встречающимися ботомскими трилобитами *Hebediscus vagus* Egor., *Triangulaspis annio* (Cobbold), *Delgadella porrecta* (Laz.) и *Calodiscus* sp. (Пегель и др., 2016). Ботомский возраст находок в Антарктиде подтвержден фауной археоциат (*Debrenne*, Kruse, 1986) и трилобитов (Palmer, Rowell, 1995).

Анализируя комплекс данных по распространению этих видов за пределами Австралии, можно предложить следующую датировку австралийских нижнекембрийских комплексов моллюсков.

(1) Комплекс моллюсков из слоев с *Pelagiella subangulata* (верхи формации Кулпара–низы Известняков Парара, низы Известняка Вилкавиллина/Виррапоуи), включающий виды *Pelagiella subangulata*, *Davidonia rostrata*, *Davidonia plicata*, *Pojetaia runnegari* и другие, имеет позднеаттабанский и, возможно, раннеботомский возраст.

(2) Комплекс моллюсков из зоны *Vemella communis* (низы Известняков Парара, верхи Известняков Вилкавиллина/Виррапоуи), включающий виды *Pelagiella subangulata*, *Davidonia rostrata*, *Davidonia plicata*, *Pojetaia runnegari*, *Vemella communis*, *Pelagiella madianensis*, *Anhuiconus microtuberus*, *Beshtashetla tortilis*, *Fenqiaronia proboscis*, *Figurina nana*, *Humilispira adelocosma*, вероятнее всего раннеботомский.

(3) Комплекс моллюсков из зоны *Stenotheca drepanoidea* (средняя и верхняя части Известняков Парара, низы формации Минлатон (Minlaton Fm), формация Мернмерна, сланцы Орапарина (Oraparina Shale)), включающий виды *Pelagiella subangulata*, *Davidonia rostrata*, *Davidonia plicata*, *Pojetaia runnegari*, *Vemella communis*, *Pelagiella madianensis*, *Anhuiconus microtuberus*, *Figurina nana*, *Marocella mira*, *Stenotheca drepanoidea*, *Obtusoconus brevis*, *Parailsanella murenica* и *Yochelcionella chinensis*, имеет ботомский возраст. Необходимо отметить присутствие в комплексе и некоторых представителей, характерных для тойонского века.

(4) Обедненный комплекс моллюсков из слоев с *Pelagiella madianensis* (Известняки Рэмсей, Известняки Стэнсбери), включающий только *Pelagiella subangulata*, *Davidonia plicata*, *Pelagiella madianensis*, *Vemella communis* и *Ilsanella* sp., сложно датировать, однако, судя по его положению над комплексом зоны *Stenotheca drepanoidea*, его возраст может быть оценен как позднеботомский–раннетойонский.

Создатели “новой” биостратиграфической основы проигнорировали весь комплекс данных по распространению моллюсков, равно как и других ископаемых – археоциат, брахиопод и членистоногих (брадорииды, трилобиты), и коррелируют вновь установленные зональные подразделения с ярусами МСШ и региональными шкалами иначе (Betts et al., 2016, fig. 22; Betts et al., 2017a, fig. 21). В результате получается неоправданное удревнение возраста большинства южноавстралийских формаций как минимум на век! На такую грубую ошибку в сопоставлении нижнего кембрия Австралии с Международной стратиграфической шкалой обратил внимание международный коллектив авторов (Kruze et al., 2017), в качестве аргументов использовав весь комплекс данных, накопленных по палеонтологии и стратиграфии кембрия как Австралии,

так и всего мира в целом. Ответ оппонентов был опубликован в том же номере *Gondwana Research* (Betts et al., 2017b).

Резюмируя ответную публикацию коллег (Betts et al., 2017b), отметим их следующие утверждения: (1) использование археоциат для биостратиграфии проблематично в связи с высоким эндемизмом группы; (2) для обоснования корреляции необходимо использовать большое число таксонов, а не сравнительную морфологическую эволюцию одной группы – археоциат; (3) ранние работы по SSF (Bengtson et al., 1990; Gravestock et al., 2001) хотя и важны исторически, но не учитывают всех достижений последних лет по морфологии и эволюции ископаемых, поэтому схемы, предложенные в этих работах, несовершенны и их следует заменить; (4) распространение брахиопод, брадориид и лобопод в определенном интервале по всему миру не означает того, что в Австралии эти группы не могут встречаться в отложениях иного возраста; (5) моллюски крайне ненадежны для биостратиграфических построений, так как они обычно сохраняются в виде ядер, а их очень сложно определять; (6) все имеющиеся определения видов моллюсков, на которые ссылаются наши оппоненты, скорее всего, недооценивают реального разнообразия и поэтому бесполезны для биостратиграфии; (7) нет никаких веских аргументов для того, чтобы использовать сибирийский стандарт кембрия как эталонную линейку для остального мира; (8) П. Круз и его соавторы “намертво вцепились” в устаревший Сибиро-центричный взгляд на кембрийскую стратиграфию, что останавливает прогресс в области разработки идеальной стратиграфической шкалы кембрия.

Приведенные ответы в лучшем случае спорны, в худшем – абсолютно неверны. Рассмотрим их по порядку. (1) Широко известно, что археоциаты на протяжении десятилетий с успехом используются для ярусной и зональной стратиграфии кембрийских отложений по всему миру (например, Debrenne et al., 1990; Zhuravlev, 1995; Peng et al., 2012; Yang et al., 2016), где распространены карбонатные отложения, и Австралия – не исключение (Gravestock, 1984; Zhuravlev, Gravestock, 1994). (2) Использование комплекса видов для обоснования зональных подразделений – обычная практика, широко применяемая стратиграфами на протяжении десятилетий. Она использовалась и авторами “старых” схем (Gravestock et al., 2001); и в данном контексте работы М. Беттс с соавторами (Betts et al., 2016, 2017a) отнюдь не новаторские ни в плане подхода, ни даже в смысле выбора группы, так как томмотииды используются для зональной стратиграфии нижнего кембрия Сибири, Китая

и других регионов уже более 40–50 лет. С другой стороны, сравнительная морфологическая эволюция отдельно взятой группы может быть использована и для стратиграфических целей; это показано на примере археоциат (Розанов, 1973; Debrenne et al., 1990), аммоноидей и других групп. К сожалению, среди коллектива авторов “новой” схемы нет специалистов по археоциатам, и они не в состоянии полноценно использовать их как инструмент для расчленения и корреляции отложений. (3) Прирост знаний в любой из областей постоянен, и в связи с этим бессмысленно полностью “выбрасывать” предыдущие наработки, разумнее их корректировать и “надстраивать”. Как показал наш анализ выше, “новая” схема не есть развитие и улучшение “старой”, а заново созданный альтернативный вариант, аналогичный по своей сути. (4) Конечно, возможно, что в каком-то регионе какая-то группа появилась раньше, чем где-либо еще, но для обоснования такого противоречия необходимы убедительные доказательства, коих авторы не приводят. (5, 6) Обилие определений моллюсков в открытой номенклатуре в публикациях авторов “новой” стратиграфической схемы действительно показывает, как им сложно определять представителей этой группы ископаемых. Но это не означает, что другие специалисты не в состоянии работать с кембрийскими малакофаунами. Кроме того, разнообразие любых групп ископаемых фаун всегда искажено в силу неполноты геологической летописи, и познать “реальное” разнообразие практически невозможно. (7, 8) Преимущества кембрийских разрезов Сибирской платформы перед другими регионами мира, обусловленные объективными причинами, обсуждались многократно (например, Розанов и др., 2008, 2010): это карбонатный платформенный тип разреза без сколь-нибудь значимых тектонических нарушений, с субгоризонтальным залеганием и ясной последовательностью отложений, сформировавшихся в низких широтах и, как следствие, богатых фаунистическими остатками. Современные природные условия также благоприятствуют изучению: в условиях субарктики слабо выражено выветривание и развитие растительности, а в глубоких врезках крупных рек наблюдается прекрасная обнаженность слоев. Большое число пробуренных скважин во “внутренних” районах платформы дополняют характеристику. В связи с этим кембрийские разрезы Сибирской платформы – уникальный полигон для разработки и детализации стратиграфических схем этого интервала геологического времени. Ссылки на сколько-нибудь значимые перерывы в осадконакоплении на Сибирской платформе в кембрийское время являются ошибочными и вызваны неправильной корреляцией комплек-

сов разнофациальных отложений и неверным использованием биостратиграфических данных, что уже было продемонстрировано в ряде работ (например, Хоментовский, Карлова, 2002, 2005).

В связи со всем вышесказанным использовать “новую” биостратиграфическую схему кембрия Южной Австралии (Betts et al., 2016, 2017a) нужно с большой оглядкой, особенно в части ее корреляции, как межбассейновой, так и при межрегиональных сопоставлениях.

**III. Средний кембрий, ордий.** Третий комплекс имеет ордийский возраст (низы среднего кембрия) и включает 20 видов моллюсков из серии местонахождений в штатах Квинсленд, Новый Южный Уэльс и Северные Территории. Местонахождение с наиболее представительным комплексом ордийских моллюсков – формация Куниган (Coonigan Fm), Новый Южный Уэльс. Отсюда описаны (Runnegar, Jell, 1976; Berg-Madsen, Peel, 1978): *Anuliconus tepee*, *Bemella poulsenii*, *Helcionella* sp., *Davidonia* sp., *Dorispira accordionata*, *D. merino*, *D. penecyrano*, *D. terraustralis*, *Eotebenna papilio*, *Protowenella flemingi*, *Yochelcionella cyrano*, *Y. daleki*, *Y. ostentata* и “*Stenotheca*” *pojetai* (заслуживает выделения в отдельный род). Возраст отложений определен по трилобитам зоны *Redlichia*–*Xystridura* (Runnegar, Jell, 1976). Возрастные аналоги этой зоны широко распространены в седиментационных бассейнах штата Северные Территории. В бассейне Орд (Kruse, Munson, 2013c) – это формация Пантон (Panton Fm) с моллюсками *D. accordionata* и *Hampilina pintiyi* (Kruse et al., 2004), в бассейне Висо (Kruse, Munson, 2013b) – это известняки Монтеджинни (Montejinni Lst) с моллюсками *Bemella wiri*, *D. accordionata*, *Protowenella flemingi* и “*Anabarella*” sp. (Kruse, 1998), в бассейне Дэли (Kruse, Munson, 2013a) – это формация Джиндукин (Jinduckin Fm) с *D. accordionata* (Kruse, 1998) и Известняк Тиндалл (Tindall Lst) с *D. accordionata* и *Protowenella flemingi* (Kruse, 1990, 1998). Также на территории штата расположена часть бассейна Джорджина. В северной части этого бассейна (Kruse et al., 2013) ордийские отложения представлены Известняками Топ-Спрингс (Top Springs Lst) с моллюсками *D. accordionata*, *Securiconus durara* и *Kutanjia ngalbala* (Kruse, 1991), в западной части бассейна – формацией Гам-Ридж (Gum Ridge Fm) с моллюсками *D. accordionata*, *Helcionella kumpu*, *Bemella wiri*, “*Anabarella*” sp., *Securiconus durara*, *Protowenella flemingi* (Kruse, 1998). Восточная часть бассейна Джорджина заходит на территорию штата Квинсленд, где ордийские отложения представлены Известняком Торнтония (Thorntonia Lst) с *D. accordionata* (Kruse, 1990).

Таблица 1. Распространение кембрийских моллюсков Австралии за пределами региона

Комплекс в Австралии	ВИД	Австралия	Сибирская платформа	Северный Китай	Гренландия	Антарктида	Монголия	США	Лабрадор и Зап. Ньюфаундленд	Южный Китай	Германия	Новая Зеландия	Канада (Квебек)	Дания	Казахстан	Индия	Алтае-Саянская СО	ЮВ Ньюфаундленд	Франция	Сардиния	Марокко	Турция	Число регионов, где встречен вид
I	<i>Aldanella golubevi</i>		1																				2
I,II	<i>Watsonella crosbyi</i>		2				3	4		5								6	7				7
II	<i>Bemella communis</i>				8																		2
II	<i>Fenqiaronia proboscis</i>			9																			2
II	<i>Obtusocoelus brevis</i>						3																2
II	<i>Pararaconus staitorum</i>					10																	2
II	<i>Calyptroconus radiatus</i>		11																				2
II	<i>Anhuiconus microtuberus</i>			9																			2
II	<i>Humilispira adelocosma</i>			9																			2
II	<i>Figurina nana</i>			9																			2
II	<i>Paraisanella murenica</i>						3																2
II	<i>Davidonia rostrata</i>			9	12			13	14				15										6
II	<i>Davidonia plicata</i>		16				16	17									16						5
II	<i>Xianfengella yatesi</i>		11																				2
II	<i>Anabarella australis</i>			18	19																		3
II	<i>Stenotheca drepanoidea</i>			9						44													3
II	<i>Yochelcionella chinensis</i>		11	9		20		21	21														6
II	<i>Pelagiella subangulata</i>		22		12	23?			14	25	24				23?	23?				23?			10
II	<i>Pelagiella madianensis</i>			9		26										27							4
II	<i>Beshtashella tortilis</i>		28			26				29	30				31								6
II	<i>Pojetaia runnegari</i>		32	9	12		3		14		30											33	8
II,IV?	<i>Marocella mira</i>			34		35															36		4
III	<i>Yochelcionella ostentata</i>		37																				2
III,IV	<i>Protowenella flemingi</i>		37		38									39									4
IV	<i>Anabarella simesi</i>											40											2
IV	<i>Mellopegma georginense</i>				41								41										3
IV	<i>Yochelcionella angustiplicata</i>		37											42									3
IV	<i>Costipelagiella sp.</i>		43									40											3
IV	<i>Pseudomyona queenslandica</i>		37																				2
	Число видов, общих между Австралией и другими регионами	29	14	11	7	6	5	4	4	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	

Примечание. I–IV – комплексы: I – томмотский, II – позднеатдабанский–ботомский, III – ордийский, IV – флорско-ундильский. Присутствие вида в регионе отмечено серой заливкой соответствующей ячейки, цифры в ячейках – литературный источник: 1 – Пархаев, 2007; Parkhaev, Karlova, 2011; 2 – Parkhaev et al., 2012; Demidenko, Parkhaev, 2014; 3 – Есакова, Жегалло, 1996; 4 – Landing, 1988; 5 – Li et al., 2011; 6 – Landing et al., 1989; 7 – Devaere et al., 2013; 8 – Skovsted, 2004 (*Figurina groenlandica*); 9 – Parkhaev, Demidenko, 2010; 10 – Wrona, 2003 (?*Pararaconus cf. P. staitorum*); 11 – Пегель и др., 2016; 12 – Skovsted, 2004; 13 – Landing, Bartowski, 1996 (*Mackinnonia obliqua*); 14 – Skovsted, 2006; 15 – Landing et al., 2002 (*Mackinnonia obliqua*); 16 – Миссаржевский, 1989 (*Isitella plicata*); 17 – Landing, 1988 (*Helcionella abrupta*); 18 – Feng et al., 1994 (*Stenotheca emeiensis*); 19 – Skovsted, 2004; Gubanov et al., 2004b; 20 – Bassett-Butt, 2015; 21 – Atkins, Peel, 2008; 22 – Жегалло, 1983 (*P. lorenzi*); 23 – Peng et al., 2012; 24 – Elicki, 1994 (*P. lorenzi*, *P. emeishanensis*); 25 – Steiner et al., 2007; 26 – Wrona, 2003; 27 – Hughes, 2016 (*Auriculatospira*); 28 – Миссаржевский, 1989 (*Kistasella spiralis*); Васильева, 1998; 29 – Qian, Zhang, 1983 (*Paraformichella orientalis*); 30 – Elicki, 1994; 31 – Миссаржевский, Мамбетов, 1981; 32 – Пархаев, 2004b; 33 – Elicki, Gursu, 2009; 34 – Yun et al., 2016 (*Marocella sp.*); 35 – Rowell et al., 1988; Evans, 1992; 36 – Geyer, 1986; 37 – Gubanov et al., 2004a; Kouchinsky et al., 2011 (*Protowenella sp.*); 38 – Peel, 1979 (*Protowenella sp.*); 39 – Berg-Madsen, Peel, 1978; 40 – Mackinnon, 1985; 41 – Vendrasco et al., 2011; 42 – Hinz-Schallreuter, 1997; 43 – Kouchinsky et al., 2011.

#### IV. Средний кембрий, флорий—ундиллий.

Самый молодой, четвертый, комплекс кембрийских моллюсков Австралии происходит из середины среднего кембрия (флорий—ундиллий) и включает более 20 видов с транзитными формами из нижележащих отложений — *Protowenella flemingi* и, возможно, *Marocella mira* (Runnegar, Jell, 1976, как *Vallatothesa?* sp.). Местонахождение с таксономически наиболее разнообразным комплексом флорийских моллюсков — формация Гауерс (Gowers Fm) в восточной части бассейна Джорджина, Квинсленд (в публикации (Runnegar, Jell, 1976) эта толща именовалась *Basal Currant Bush Lst*). Флорийский возраст определен по трилобитам зоны *P. atavus*—*E. opimus* (Runnegar, Jell, 1976; Vendrasco et al., 2010). Отсюда описаны *Acanthotheca junior*, *Anabarella simesi*, *Anhuiconus agrenon*, *Bemella* sp., *Tannuella?* sp., *Corystos thorntoniensis*, *Eotebenna pontifex*, *Mellopegma georginense*, *M. schizocheras*, *Pelagiella corinthiana*, *Protowenella flemingi*, *Pseudomyona queenslandica*, *Yochelcionella saginata*, *Y. snorkorum* (Runnegar, Jell, 1976; Vendrasco et al., 2010, 2011). Здесь же из аналогичной по возрасту формации Инка (*Inca*

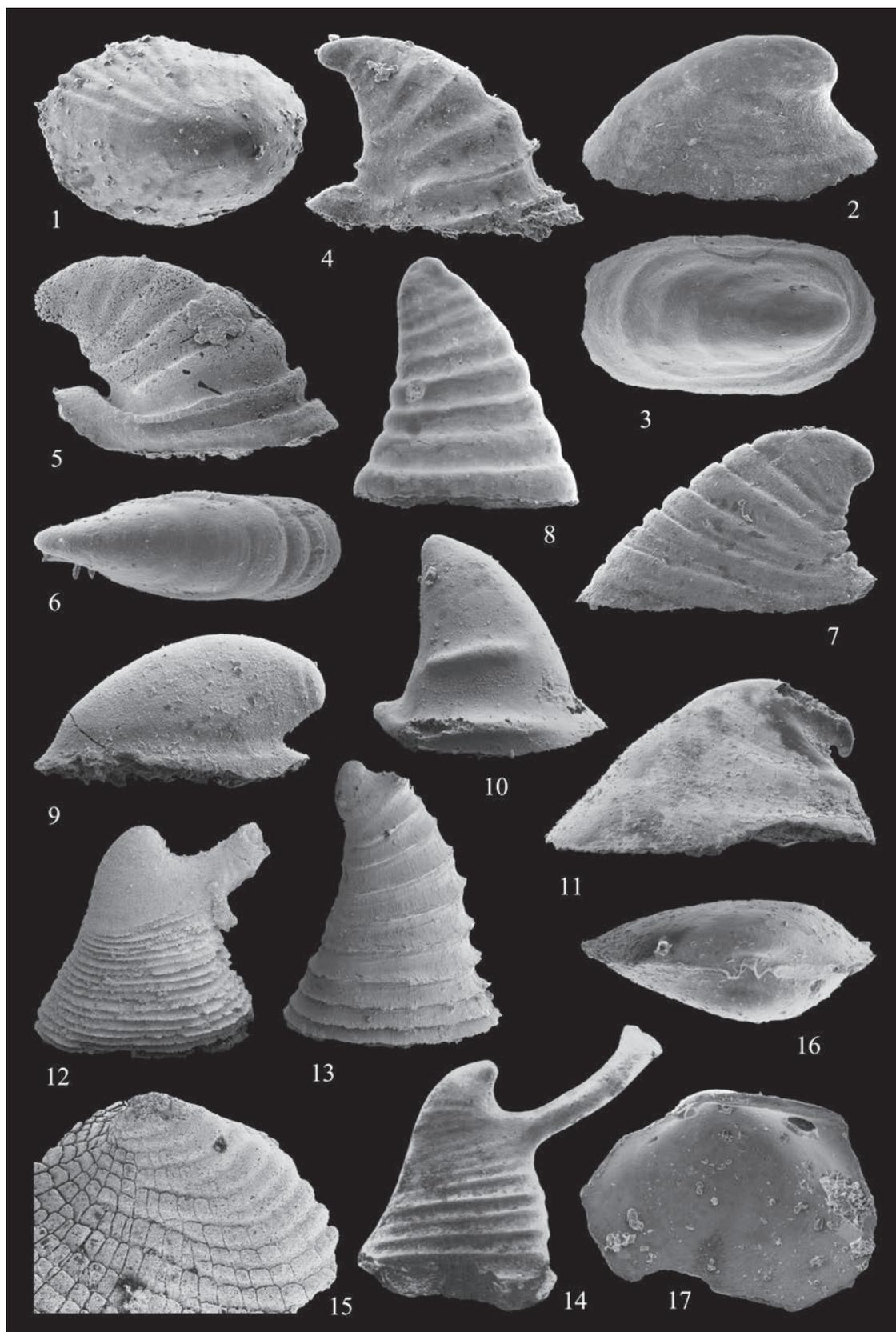
*Fm*) определены трилобиты зоны *Ptychagnostus atavus* и описаны моллюски *Yochelcionella fissurata* и *Y. trompetica* (Hinz-Schallreuter, 1997). В центральной части бассейна Джорджина (штат Северные Территории) из флорийских известняков Ранкен (*Ranken Lst*) описаны моллюски *Ilsanella mawu* и *Wakayella kandiingi* (Kruse, 1998; Kruse et al., 2013). На территории штата Новый Южный Уэльс из отложений формации Мурравонг-Крик (*Murrarong Creek Fm*) определены моллюски *Anabarella simesi*, *Dorispira aliciae*, *Pelagiella corinthiana*, *Pelagiella* sp., *Protowenella flemingi* (Brock, 1998) и *Yochelcionella angustiplicata* (Brock, 1998, как *Y. daleki*). По фауне трилобитов зон *P. atavus*—*P. punctuosus* возраст формации оценивается как флорийский—ундиллийский (Brock, 1998).

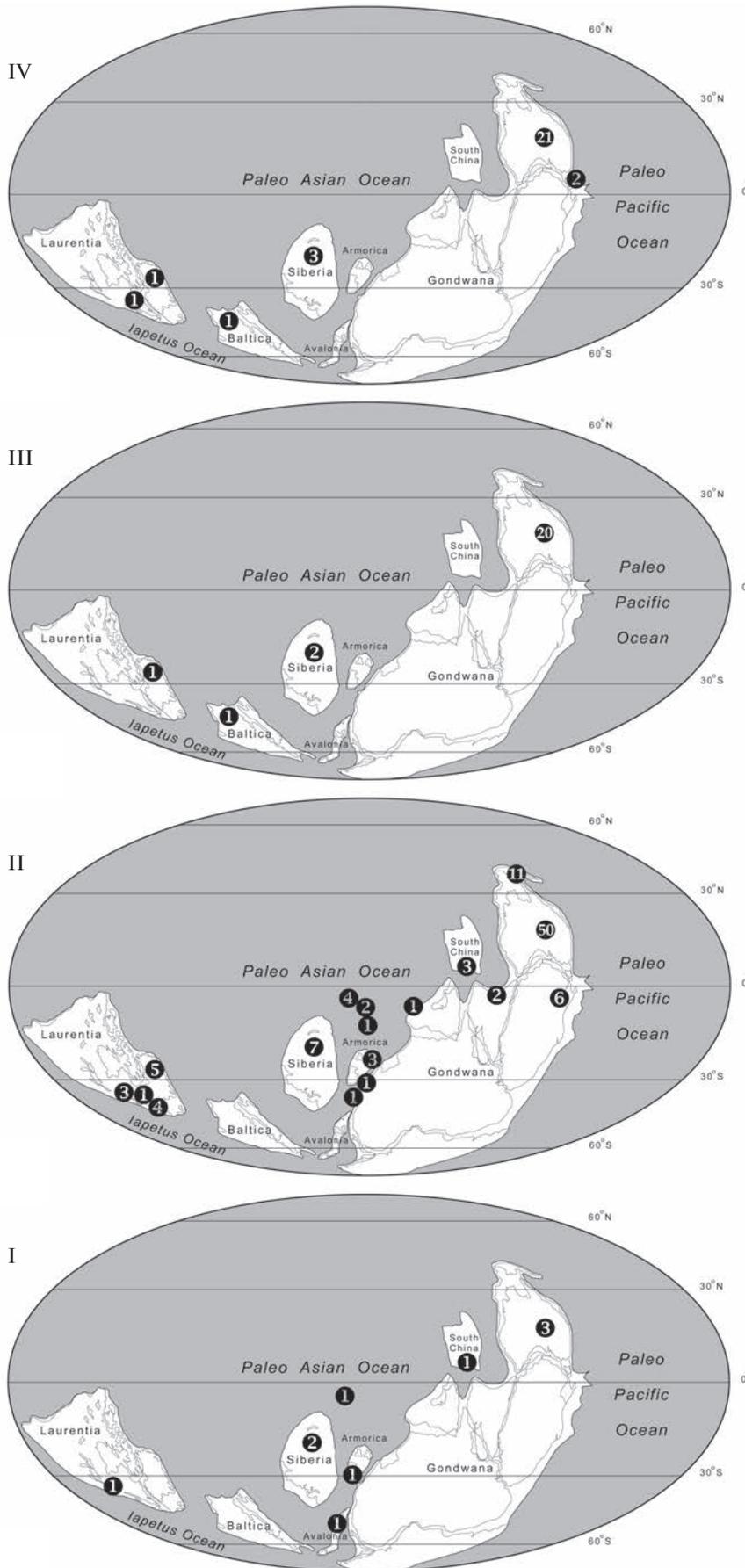
#### ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЯ

Палеобиогеография кембрия Австралии неоднократно обсуждалась в литературе (Evans, Rowell, 1990; Wrona, Zhuravlev, 1996; Brock et al., 2000; Wrona, 2004; Skovsted, 2006; Steiner et al., 2007), в том числе посвященной и фауне моллюсков

**Таблица 1.** Кембрийские моллюски Австралии, распространенные за пределами региона. Коллекция ПИН № 4664 хранится в Палеонтологическом институте им. А.А. Борисяка РАН, г. Москва; коллекция SMNH Mo 161 хранится в Шведском музее естественной истории, г. Стокгольм. L — длина раковины, H — высота раковины. 1 — *Calyptriconus radiatus* Parkhaev in Gravestock et al., 2001; голотип ПИН, № 4664/1510; L = 0.90 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoidea*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 24, figs. 1, 2); 2, 3 — *Bemella communis* Parkhaev in Gravestock et al., 2001, экз. ПИН, № 4664/1271; L = 1.11 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Bemella communis*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Пархаев, 2014, табл. III, фиг. 2); 4 — *Parailsanella murenica* Zhegallo in Esakova et Zhegallo, 1996; экз. ПИН, № 4664/1656; L = 1.15 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoidea*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 38, fig. 1); 5, 6 — *Davidonia rostrata* (Zhou et Xiao, 1984); 5 — экз. ПИН, № 4664/339; L = 1.57 мм; 6 — экз. ПИН, № 4664/227; L = 1.06 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoidea*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 40, figs. 2, 7); 7 — *Davidonia plicata* (Missarzhevsky, 1989); экз. ПИН, № 4664/1577; L = 1.67 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoidea*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 39, fig. 6); 8 — *Obtusiconus brevis* Zhegallo in Esakova et Zhegallo, 1996; экз. ПИН, № 4664/1337; H = 1.54 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoidea*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, формация Селлик-Хилл (Gravestock et al., 2001, pl. 26, fig. 12); 9 — *Figurina nana* (Zhou et Xiao, 1984); экз. ПИН, № 4664/336; L = 1.30 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoidea*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 35, fig. 4); 10 — *Pararaconus staitorum* Runnegar in Bengtson et al., 1990; экз. ПИН, № 4664/1942; L = 1.10 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Bemella communis*; Южная Австралия, бассейн Эрроуи, формация Мернмерна (Gravestock et al., 2001, pl. 31, fig. 1); 11 — *Fenqiaronia proboscis* (Feng et al., 1994); экз. ПИН, № 4664/1730; L = 2.94 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoidea*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 35, fig. 1); 12 — *Yochelcionella angustiplicata* Hinz-Schallreuter, 1997; экз. SMNH, № Mo 161 153; H = 1.57 мм; средний кембрий, амгинский ярус, зона *Tomagnostus fissus*; Сибирская платформа, Восточное Прианбарье, р. Большая Куонамка, куонамская свита (Kouchinsky et al., 2011, fig. 5); 13 — *Yochelcionella ostentata* Runnegar et Jell, 1976; экз. SMNH, № Mo 161 150; H = 2.67 мм; средний кембрий, амгинский ярус, зона *Kuonamkites*; Сибирская платформа, Восточное Прианбарье, р. Большая Куонамка, куонамская свита (Kouchinsky et al., 2011, fig. 4a); 14 — *Yochelcionella chinensis* Pei, 1985; H = 1.50 мм; нижний кембрий, ярус цанланпу; Китай, пров. Хенань, формация Xinji (Pei, 1985, pl. 1, fig. 1); 15 — *Marocella mira* Geyer, 1986; экз. ПИН, № 4664/583 (голотип *Marocella australica*); L = 3.39 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoidea*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 28, fig. 1); 16, 17 — *Rojetaia runnegari* Jell, 1980; 16 — экз. ПИН, № 4664/396; L = 0.94 мм; 17 — экз. ПИН, № 4664/1613; L = 1.17 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoidea*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 49, fig. 13).

Таблица I





**Рис. 4.** Число общих видов кембрийских моллюсков Австралии с малакофаунами других регионов мира (палеогеографическая основа из Meert, Lieberman, 2008). I–IV – комплексы: I – *томмотский*; число видов: 3 – Австралия (всего), 2 – Сибирская платформа, по 1 – Южный Китай, Монголия, Франция, ЮВ Ньюфаундленд, США; II – *позднеатдабанский–ботомский*; число видов: 50 видов – Австралия (всего), 11 видов – Северный Китай, 7 – Сибирская платформа, 6 – Антарктида, 5 – Гренландия, по 4 – Лабрадор и Западный Ньюфаундленд, Монголия, по 3 – Южный Китай, Германия, США, по 2 – Индия, Казахстан, по 1 – Канада (Квебек), Алтае-Саянская СО, Сардиния, Марокко, Турция; III – *ордийский*; число видов: 20 видов – Австралия (всего), 2 – Сибирская платформа, по 1 – Гренландия, Дания (Борнхольм); IV – *флорско-ундиллский*; число видов: 21 вид – Австралия (всего), 3 – Сибирская платформа, 2 – Новая Зеландия, по 1 – Гренландия, Канада (Квебек), Дания (Борнхольм).

(Gubanov, 2002; Gubanov et al., 2004a; Kouchinsky et al., 2011). Однако детальных исследований по биогеографии кембрийских моллюсков пока еще нет, в отличие, например, от ордовикских—силурийских гастропод и моноплакофор (Ebbestad et al., 2013) или раннепалеозойских двустворок (Cope, Kříž, 2013).

Согласно палеотектоническим реконструкциям (Meert, Lieberman, 2008; Peng et al., 2012), в кембрийское время Австралия являлась частью Восточной Гондваны (рис. 4), и ближайшие регионы, из которых известны кембрийские моллюски, — это Северный Китай, располагавшийся к северу от территории современной Австралии (см. Torsvik, Cocks, 2013), и Антарктика, располагавшаяся к югу от нее. Вполне ожидаемо, что именно эти регионы и обладают наибольшим числом общих видов с Австралией (11 и 6 соответственно, см. табл. 1). Все эти виды относятся к позднеатдабанскому—ботомскому комплексу II. Сходство раннекембрийской австралийской фауны с фаунами Антарктиды и Северного Китая отмечалось ранее для археоциат (Debrenne, Kruse, 1986; Wrona, Zhuravlev, 1996), для таксонов мелкораквинной фауны (Bengtson et al., 1990; Evans, Rowell, 1990; Gravestock et al., 2001; Wrona, 2003, 2004) и трилобитов (Bengtson et al., 1990; Palmer, Rowell, 1995). Учитывая высокое сходство малакофаун на видовом уровне и реконструируемое близкое расположение Австралии, Северного Китая и Антарктиды, можно предположить, что в середине раннего кембрия эти регионы были частями единого бассейна.

Другим регионом со значительным числом общих видов кембрийских моллюсков с австралийской малакофауной является Сибирская платформа, здесь известны 14 общих видов (2 для томмота, 7 для атдабанского—ботомского ярусов, 2 для ордия, 3 для флория—ундиллия; см. табл. 1). Согласно тектоническим реконструкциям (Meert, Lieberman, 2008; Torsvik, Cocks, 2013), палеоконтинент Сибирия располагался на значительном удалении от Восточной Гондваны (рис. 4). Однако значительная общность раннекембрийских малакофаун, подчеркнутая А.П. Губановым, позволила выдвинуть гипотезу о существенно более “тесном” расположении материков в позднем докембрии—раннем кембрии (Gubanov, 2002).

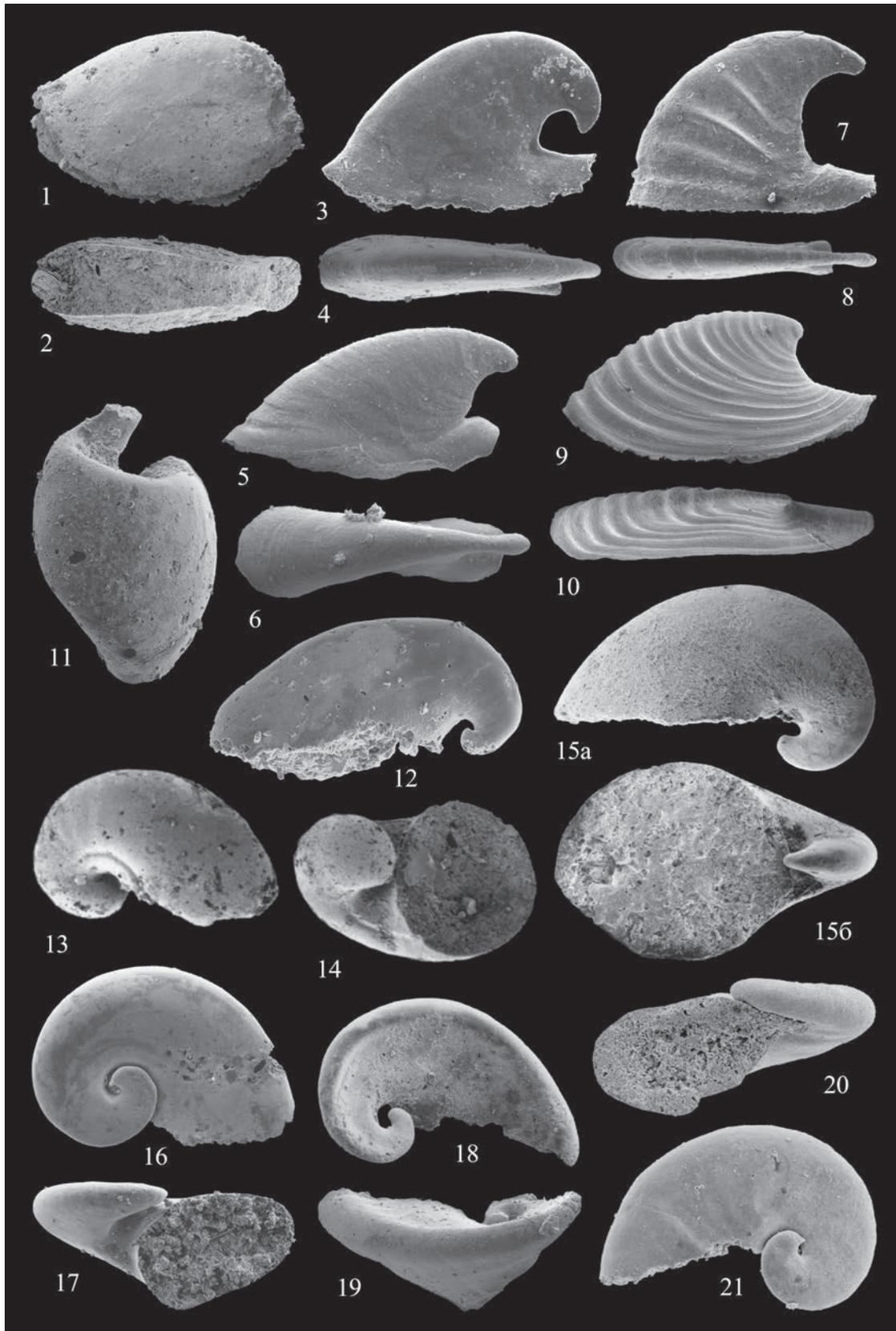
Проанализируем общие виды кембрийских моллюсков между Сибирской платформой и Австралией. Для томмотского века известны только две общие формы — *Watsonella crosbyi* и *Aldanella golubevi*. Первый вид имеет очень широкое распространение по миру (см. выше), второй характерен только для Сибири и Австралии. К сожалению, материалы по томмотской фауне

Австралии ограничиваются лишь этими двумя видами и *Parailsanella* sp., тогда как в томмоте только Лено-Алданского района Сибирской платформы известны 29 видов моллюсков (Розанов и др., 2010). Поэтому фауны этих двух регионов не сопоставимы, и сделать какие-либо выводы о палеобиогеографических связях между регионами в начале раннего кембрия затруднительно. К середине раннего кембрия малакофауна Австралии становится существенно разнообразнее, и появляется семь видов моллюсков, общих с комплексами Сибирской платформы. Важно отметить, что пять из них — виды с почти космополитным распространением (в скобках — число регионов, в которых отмечены виды): *Pelagiella subangulata* (10), *Pojetaia runnegari* (8), *Yochelcionella chinensis* (6), *Beshtashella tortilis* (6), *Davidonia plicata* (5). Это может свидетельствовать не о тесных фаунистических связях обсуждаемых регионов, а лишь о крайне широком, “субглобальном” распространении указанных видов. В то же время видов, распространенных исключительно только в Австралии и Сибири, насчитывается только два, что составляет лишь 4% от общего числа видов, известных для середины раннего кембрия Австралии. В таком случае реконструируемая близость бассейнов Сибирской платформы и Австралии (Gubanov et al., 2002) теряет обоснование. Широкое распространение некоторых видов кембрийских моллюсков может объясняться наличием у них планктонной личинки, разноразмерной океаническими течениями. В пользу существования планктонных (но не планктотрофных) личинок у некоторых древнейших моллюсков может свидетельствовать их достаточно крупный протоконх (Пархаев, 2014б).

Вероятно, обмен видами между регионами не ослабел и в среднем кембрии. Фаунистические связи среднекембрийских бассейнов Сибирской платформы и Австралии уже подчеркивались ранее (Gubanov et al., 2004a; Kouchinsky et al., 2011). Общими видами между регионами являются (табл. 1): *Yochelcionella ostentata* и *Protowenella flemingi* для ордия (?конец тойонского—начало амгинского века), *Yochelcionella angustiplicata*, *Costipelagiella* sp. и *Pseudomyona queenslandica* для флория—ундиллия (?конец амгинского—начало майского века). Очевидно, что миграция видов *Yochelcionella* шла из Австралии, так как, несомненно, именно этот регион был центром диверсификации рода в среднем кембрии — здесь известны восемь видов *Yochelcionella*.

Другим палеоконтинентом, с которым у Австралии существовал заметный обмен видами моллюсков, является Лаврентия (табл. 1: Гренландия (7), США (4), Лабрадор и Западный Ньюфаундленд (4)). Однако, как и в случае

Таблица II



**Таблица II.** Кембрийские моллюски Австралии, распространенные за пределами региона. Коллекции ПИН № 4664 и № 4386 хранятся в Палеонтологическом институте им. А.А. Борисяка РАН, г. Москва; коллекция P97 хранится в Музее искусств и наук Северных Территорий, г. Дарвин; коллекция СРС хранится в Палеонтологических коллекциях Содружества, Австралийская геологическая служба, г. Канберра. L – длина раковины, H – высота раковины, D – диаметр раковины.

1, 2 – *Watsonella crosbyi* Grabau, 1900: 1 – экз. ПИН, № 4664/1525; L = 3.50 мм; 2 – экз. ПИН, № 4664/1524; L = 2.11 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoida*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, формация Селлик-Хилл (Gravestock et al., 2001, pl. 42, figs. 15, 16); 3, 4 – *Anabarella australis* Runnegar in Bengtson et al., 1990: 3 – экз. ПИН, № 4664/1296; L = 1.28 мм; 4 – экз. ПИН, № 4664/168; L = 0.80 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Vemella communis*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара; 5, 6 – *Anabarella simesi* MacKinnon, 1985: 5 – экз. СРС 40492; L = 0.98 мм; 6 – экз. СРС 40502; L = 0.98 мм; средний кембрий, флорский ярус, зоны P. atavus–E. orimus; Австралия, Квинсленд, формация Гауерс (Vendrasco et al., 2011, figs. 10.9, 10.20); 7, 8 – *Stenotheca drepanoida* (He, 1984): 7 – экз. ПИН, № 4664/1734; L = 1.02 мм; 8 – экз. ПИН, № 4664/608; L = 0.87 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoida*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 43, figs. 1, 8); 9, 10 – *Mellopegma georginense* Runnegar et Jell, 1976: 9 – экз. СРС 40431; L = 3.40 мм; 10 – экз. СРС 40443; L = 1.28 мм; средний кембрий, флорский ярус, зоны P. atavus–E. orimus; Австралия, Квинсленд, формация Гауерс (Vendrasco et al., 2011, figs. 5.1, 5.21); 11 – *Beshtashella tortilis* Missarzhevsky, 1981; экз. ПИН, № 4664/1008; H = 0.93 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Vemella communis*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 43, fig. 13); 12 – *Humilispira adelocosma* (Zhou et Xiao, 1984); экз. ПИН, № 4664/1530; L = 1.11 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Vemella communis*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 32, fig. 7); 13, 14 – *Protowenella flemingi* Runnegar et Jell, 1976: 13 – экз. P97/782; L = 0.50 мм; 14 – экз. P97/783; L = 0.55 мм; средний кембрий, верхи ордийского яруса; Австралия, Северные Территории, бассейн Дели, Известняк Тиндалл (Kruse, 1998, figs. 47C, 47E); 15a, 15b – *Anhuiconus microtuberus* Zhou et Xiao, 1984; экз. ПИН, № 4664/1867; D = 3.68 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Vemella communis*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 30, fig. 7); 16, 17 – *Pelagiella subangulata* (Tate, 1892): 16 – экз. ПИН, № 4664/1708; D = 1.18 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoida*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 44, fig. 2); 17 – экз. ПИН, № 4664/1556; D = 1.76 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Vemella communis*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 45, fig. 3); 18, 19 – *Pelagiella madianensis* (Zhou et Xiao, 1984): 18 – экз. ПИН, № 4664/1253; D = 1.62 мм; 19 – экз. ПИН, № 4664/906; D = 1.38 мм; нижний кембрий, ботомский ярус, зона *Stenotheca drepanoida*; Южная Австралия, бассейн Стэнсбери, Известняк Парара (Gravestock et al., 2001, pl. 46, figs. 1, 12); 20, 21 – *Aldanella golubevi* Parkhaev, 2007: 20 – экз. ПИН, № 4386/1520; D = 1.75 мм; 21 – голотип ПИН, № 4386/1523; D = 1.53 мм; нижний кембрий, томмотский ярус, зона *N. sunnaginicus*; Сибирская платформа, Западное Прианбарье, р. Котуй, медвежинская свита (Пархаев, 2007, табл. II, фиг. 11, 7).

с Сибирской платформой, основную роль тут играют практически те же виды-космополиты середины раннего кембрия: *Pelagiella subangulata* (10), *Pojetaia runnegari* (8), *Yochelcionella chinensis* (6), *Davidonia rostrata* (6), *Davidonia plicata* (5). И лишь по два вида являются общими только для Австралии и Гренландии: *Vemella communis*, *Anabarella australis* в атдабан-ботомское время и *Protowenella flemingi* и *Mellopegma georginense* в среднем кембрии.

Те же раннекембрийские виды-космополиты сближают Австралию с Монголией, Южным Китаем, Германией и Казахстаном: *Pelagiella subangulata*, *Pojetaia runnegari* и *Beshtashella tortilis*. Кроме них между Австралией и Монголией есть еще две общие формы – это *Obtusoconus brevis* и *Parailsanella murenica*.

С остальными регионами мира в кембрийское время связи австралийской малакофауны незначительны: Новая Зеландия (2), Канада, Квебек (2), Дания, о-в Борнхольм (2), Индия (2). По одно-

му общему виду с Австралией отмечены в Алтае-Саянской складчатой области, ЮВ Ньюфаундленде и отдельных районах Западной Гондваны (Франция, Сардиния, Марокко, Турция) (табл. 1).

Анализируя фаунистические связи во временном контексте, можно заметить два выраженных эпизода с интенсивным обменом фауны – это середина раннего кембрия (~конец атдабанского века–ботомский век) и середина среднего кембрия (~первая половина майского века). Это совпадает с глобальными трансгрессивными пиками (Brasier, Lindsay, 2001, fig. 4.1), обусловленными эвстатическим повышением уровня Мирового океана (Peng et al., 2012, fig. 19.3), что, вероятно, благоприятствовало широкому расселению планктонных организмов и личинок.

В заключение отметим, что степеней видового эндемизма кембрийских моллюсков Австралии относительно высока – из 92 таксонов видового ранга за пределами региона встречаются лишь 29, а 63 вида отмечены только для Австралии.

Таким образом, доля видовых эндемиков составляет 68.5%. Доля родовых эндемиков также значительна — 21.3%, так как из 47 родов для Австралии эндемичны 10. Такой характер эндемизма свидетельствует об обособленном развитии малакофауны Австралии в кембрийское время, причем причины такого развития могут быть как внешние — относительная географическая изоляция бассейна, так и внутренние — интенсивная диверсификация региональной фауны с активным видо- и родообразованием (Наймарк, 2001).

Для создания более детальной палеобиогеографической картины кембрийской малакофауны необходимо провести полную таксономическую ревизию моллюсков в других регионах и анализировать не только число общих видов между регионами, но и полный видовой состав каждого региона в отдельности.

Виды кембрийских моллюсков Австралии, имеющие важное значение для корреляции местных стратиграфических подразделений с отложениями других регионов мира, приведены на фототаблицах (табл. I, II).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ таксономии и систематики кембрийских моллюсков Австралии показал, что малакофауна региона относится к числу наиболее таксономически разнообразных среди аналогов этого времени: по количеству валидных видов моллюсков кембрий Австралии сопоставим с одновозрастными отложениями Сибири и Китая. На сегодняшний день из ниже-среднекембрийских толщ Австралии описано 80 валидных видов моллюсков и 12 форм в открытой номенклатуре, представляющих собой новые неописанные таксоны. Кроме того, шесть видовых названий следует рассматривать как младшие синонимы.

Интервалы стратиграфического распространения видов, нанесенные на стратиграфическую схему кембрия Австралии, позволяют выделить четыре основных эволюционных комплекса моллюсков, существенно различающихся по таксономическому составу, в интервале томмота (нижний кембрий)—ундиллия (средний кембрий): (1) томмотский из нижнего кембрия полуострова Флери, Южная Австралия, (2) атдабан-ботомский, возможно тойонский, из нижнего кембрия Южной Австралии, (3) ордийский и (4) флоро-ундиллский из серии среднекембрийских местонахождений в центральной части Австралии (штаты Квинсленд, Новый Южный Уэльс и Северные Территории).

В палеогеографическом аспекте кембрийская малакофауна Австралии насчитывает 29 видов, общих с кембрийскими фаунами Сибирской

платформы, Казахстана, Алтае-Саянской складчатой области, Забайкалья, Монголии, Южного и Северного Китая, Марокко, Антарктиды, Европы, Гренландии, Северной Америки и Новой Зеландии, обеспечивая важные корреляционные связи между стратиграфическими схемами этих регионов.

**Благодарности.** Автор благодарен А.В. Кучинскому за предоставленные оригинальные фотографии *Yochelcionella ostentata* и *Y. angustiplicata*, М.Дж. Вендраско за предоставленные оригинальные фотографии *Mellopegma georginense* и *Anabarella simesi*, П.Д. Крузу и Геологической службе Северных Территорий (Австралия) за разрешение использовать изображение *Protowenella flemingi* из публикации Northern Territory Geological Survey Report 9 (ISBN 0-7245-3407-5, ISSN 0814-7477).

**Источник финансирования.** Работа поддержана грантом РФФИ (проект № 16-05-00651).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Васильева Н.И.* Мелкая раковинная фауна и биостратиграфия нижнего кембрия Сибирской платформы. СПб.: ВНИГРИ, 1998. С. 1–139.
- Востокова В.А.* Кембрийские гастроподы Сибирской платформы и Таймыра // Сб. статей по палеонтологии и стратиграфии. Вып. 28. Л.: Недра, 1962. С. 51–74.
- Демиденко Ю.Е., Пархаев П.Ю.* Фаунистические комплексы зоопроблематик и моллюсков нижнего кембрия Ленно-Алданского района Сибири // XIII Международная полевая конференция Рабочей группы по ярусному расчленению кембрия. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2008. С. 12–17.
- Дэйли Б.* Новые данные об основании кембрия в Южной Австралии // Изв. Акад. наук СССР. Сер. геол. 1976. № 3. С. 45–52.
- Есакова Н.В., Жегалло Е.А.* Фауна и биостратиграфия нижнего кембрия Монголии. М.: Наука, 1996. 216 с. (Тр. СРМПЭ. Вып. 46).
- Жегалло Е.А.* Класс *Gastropoda* // Ярусное расчленение нижнего кембрия. Атлас окаменелостей. Ред. Соколов Б.С., Журавлева И.Т. М.: Наука, 1983. С. 96–100.
- Коровников И.В., Новожилова Н.В.* Новые данные по биостратиграфии нижнего и низов среднего кембрия Хараулахских гор (северо-восток Сибирской платформы, Чекуровская антиклиналь) // Геология и геофизика. 2012. Т. 53. № 8. С. 1014–1026.
- Миссаржевский В.В.* Древнейшие скелетные окаменелости и стратиграфия пограничных толщ докембрия и кембрия. М.: Наука, 1989. 237 с. (Тр. Геол. ин-та АН СССР. Вып. 443).
- Миссаржевский В.В., Мамбетов А.М.* Стратиграфия и фауна пограничных слоев кембрия и докембрия Малого Каратау. М.: Наука, 1981. 92 с. (Тр. Геол. ин-та АН СССР. Т. 326).
- Наймарк Е.Б.* Эволюционная биогеография ископаемых морских беспозвоночных: модель и примеры.

- Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М.: ПИН РАН, 2001. 64 с.
- Пархаев П.Ю.* Siphonosoncha – новый класс раннекембрийских двустворчатых организмов // Палеонтол. журн. 1998. № 1. С. 3–16.
- Пархаев П.Ю.* *Trenella bifrons* gen. et sp. nov. – новый гелльционеллоидный моллюск из нижнего кембрия Южной Австралии // Палеонтол. журн. 2001. № 6. С. 22–24.
- Пархаев П.Ю.* Филогенез и система кембрийских одностворчатых моллюсков // Палеонтол. журн. 2002. № 1. С. 27–39.
- Пархаев П.Ю.* *Horsegullia* nom. nov. – новое замещающее родовое название для кембрийских брюхоногих моллюсков // Палеонтол. журн. 2004а. № 5. С. 106.
- Пархаев П.Ю.* Малакофауна быстринской свиты Восточного Забайкалья // Палеонтол. журн. 2004б. № 6. С. 9–25.
- Пархаев П.Ю.* О роде *Auricullina* Vassiljeva, 1998 и раковинных порах кембрийских гелльционеллоидных моллюсков // Палеонтол. журн. 2006. № 1. С. 20–32.
- Пархаев П.Ю.* Хиральность раковин кембрийских брюхоногих и синистральные представители рода *Aldanella* Vostokova, 1962 // Палеонтол. журн. 2007. № 3. С. 3–9.
- Пархаев П.Ю.* *Carinopelta* nom. nov. и *Carinopeltidae* nom. nov. – новые замещающие названия для рода и семейства кембрийских брюхоногих моллюсков // Палеонтол. журн. 2013. № 4. С. 105.
- Пархаев П.Ю.* Строение раковинной мускулатуры кембрийских брюхоногих моллюсков рода *Vemella* (Gastropoda: Archaeobranchia: Helcionellidae) // Палеонтол. журн. 2014а. № 1. С. 20–27.
- Пархаев П.Ю.* Морфология протоконха и особенности раннего онтогенеза кембрийских гелльционеллоидных моллюсков // Палеонтол. журн. 2014б. № 4. С. 32–40.
- Пархаев П.Ю.* *Davidonia* nom. nov. – новое замещающее название для рода кембрийских брюхоногих моллюсков // Палеонтол. журн. 2017а. № 5. С. 115.
- Пархаев П.Ю.* Происхождение и ранняя эволюция типа Mollusca // Палеонтол. журн. 2017б. № 6. С. 91–112.
- Пегель Т.В., Егорова Л.И., Коровников И.В. и др.* Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири (в девяти книгах). Кембрий Сибирской платформы. Том 2. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2016. 311 с.
- Репина Л.Н., Романенко Е.В.* Трилобиты и стратиграфия нижнего кембрия Алтая. М.: Наука, 1978. 308 с.
- Розанов А.Ю.* Закономерности морфологической эволюции археоциат и вопросы ярусного расчленения нижнего кембрия. М.: Наука, 1973. 164 с.
- Розанов А.Ю., Миссаржевский В.В.* Биостратиграфия и фауна нижних горизонтов кембрия. М.: Наука, 1966. 126 с. (Тр. Геол. ин-та АН СССР. Вып. 148).
- Розанов А.Ю., Миссаржевский В.В., Волкова Н.А. и др.* Томмотский ярус и проблема нижней границы кембрия. М.: Наука, 1969. 380 с. (Тр. Геол. ин-та АН СССР. Вып. 206).
- Розанов А.Ю., Хоментовский В.В., Шабанов Ю.Я. и др.* К проблеме ярусного расчленения нижнего кембрия // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2008. Т. 16. № 1. С. 3–21.
- Розанов А.Ю., Пархаев П.Ю., Демиденко Ю.Е. и др.* Ископаемые из стратотипов ярусов нижнего кембрия. М.: ПИН РАН, 2010. 228 с.
- Стратиграфический кодекс России. Изд. 3-е. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.
- Хоментовский В.В., Карлова Г.А.* Граница между немакит-далдынским и томмотским ярусами (венд-кембрий) Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. Т. 10. № 3. С. 13–34.
- Хоментовский В.В., Карлова Г.А.* Основание томмотского яруса – нижняя граница кембрия Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2005. Т. 13. № 1. С. 26–40.
- Atkins Ch.J., Peel J.S.* *Yochelcionella* (Mollusca, Helcionelloida) from the lower Cambrian of North America // Bull. Geosciences. 2008. V. 83. № 1. P. 23–38.
- Babcock L.E., Robison R.A., Peng S.C.* Cambrian stage and series nomenclature of Laurentia and the developing global chronostratigraphic scale // Bull. Museum of Northern Arizona. 2011. V. 67. 12–26.
- Bassett-But L.* The Cambrian lophotrochozoans of the Transantarctic Mountains, Antarctica. Philis. licent. thes. Uppsala Univ., 2015 (manus.)
- Bengtson S., Conway Morris S., Cooper B.J. et al.* Early Cambrian fossils from South Australia // Mem. Assoc. Australas. Palaeontol. 1990. V. 9. P. 1–364.
- Berg-Madsen V., Peel J.S.* Middle Cambrian monoplacophorans from Bornholm and Australia and the systematic position of the bellerophonitiform molluscs // Lethaia. 1978. V. 11. № 2. P. 113–125.
- Betts M.J., Paterson J.R., Jago J.B. et al.* A new lower Cambrian shelly fossil biostratigraphy for South Australia // Gondwana Res. 2016. V. 36. P. 163–195.
- Betts M.J., Paterson J.R., Jago J.B. et al.* Global correlation of the early Cambrian of South Australia: shelly fauna of the Dailyatia odyssei Zone // Gondwana Res. 2017а. V. 46. P. 240–279.
- Betts M.J., Paterson J.R., Jago J.B. et al.* A new lower Cambrian shelly fossil biostratigraphy for South Australia: reply // Gondwana Res. 2017б. V. 44. P. 262–264.
- Bischoff G.C.O.* Phosphatised soft parts in *Costipelagiella* n. sp. A (Mollusca, Pelagiellidae) from the Cambrian of New South Wales, Australia // Senckenb. Lethaea. 1990. V. 70. P. 51–67.
- Bouchet P., Rocroi J.-P., Hausdorf P. et al.* Revised classification, nomenclator and typification of gastropod and monoplacophoran families // Malacology. 2017. V. 61. № 1–2. P. 1–526.
- Brasier M.D., Lindsay J.F.* Did supercontinental amalgamation trigger the “Cambrian Explosion”? // The ecology of the Cambrian radiation. Eds. Zhuravlev A.Yu., Riding R. New York: Columbia Univ. Press, 2001. P. 69–89.
- Brock G.A.* Middle Cambrian molluscs from the southern New England Fold Belt, New South Wales, Australia // Geobios. 1998. V. 31. № 5. P. 571–586.

- Brock G.A., Cooper B.J.* Shelly fossils from the Early Cambrian (Toyonian) Wirrealpa, Aroona Creek, and Ramsay Limestones of South Australia // *J. Paleontol.* 1993. V. 67. № 5. P. 758–787.
- Brock G.A., Paterson J.R.* A new species of Tannuella (Helcionellida, Mollusca) from the Early Cambrian of South Australia // *Mem. Assoc. Australas. Palaeontol.* 2004. V. 30. P. 133–143.
- Brock G.A., Engelbretsen M.J., Jago J.B. et al.* Palaeobiogeographic affinities of Australian Cambrian faunas // *Mem. Assoc. Australas. Palaeontol.* 2000. V. 23. P. 1–61.
- Chen Yiyuan, Wang Ziqiang.* A bivalve of the Lower Cambrian Xinji Formation in western Henan Province // *J. Wuhan College Geol. Earth Sci.* 1985. V. 10. № 2. P. 27–29 [in Chinese].
- Conway Morris S., Caron J.-B.* Halwaxiids and the early evolution of the Lophotrochozoans // *Science.* 2007. V. 315. P. 1255–1258.
- Cope J.C.W., Kříž J.* The Lower Palaeozoic palaeobiogeography of Bivalvia // *Early Paleozoic Biogeography and Paleogeography.* Eds. Harper D.A.T., Servais T. *Mem. Geol. Soc. London.* 2013. V. 38. P. 221–241.
- Debrenne F., Gravestock D.I.* Archaeocyatha from the Sellick Hill Formation and Forck Tree Limestone on Fleurieu Peninsula, South Australia // *The evolution of a Late Precambrian–Early Paleozoic rift complex: The Adelaide Geosyncline.* *Geol. Soc. Austral. Inc.,* 1990. P. 290–309.
- Debrenne F., Kruse P.D.* Shackleton Limestone archaeocyaths // *Alcheringa.* 1986. V. 10. P. 235–278.
- Debrenne F., Rozanov A., Zhuravlev A.* Regular archaeocyaths: morphology, systematic, biostratigraphy, palaeogeography, biological affinities. Paris: CNRS, 1990. 218 p.
- Demidenko Yu.E., Parkhaev P.Yu.* On the problem of recognition of the lower Tommotian boundary using the SSF // *Ext. Sum. IGCP Project 591 Field Workshop 2014.* Nanjing: Nanjing Univ. Press, 2014. P. 26–31.
- Devaere L., Clausen S., Steiner M. et al.* Chronostratigraphic and palaeogeographic significance of an early Cambrian microfauna from the Heraultia Limestone, northern Montagne Noire, France // *Palaeontologia Electronica.* 2013. V. 16. Iss. 2. № 17A. P. 1–91.
- Ebbestad J.O.R., Frýda J., Wagner P.J. et al.* Biogeography of Ordovician and Silurian gastropods, monoplacophorans and mimospirids // *Early Paleozoic Biogeography and Paleogeography.* Eds. Harper D.A.T., Servais T. *Mem. Geol. Soc. London.* 2013. V. 38. P. 199–220.
- Elicki O.* Lower Cambrian carbonates from the eastern Germany: palaeontology, stratigraphy and palaeogeography // *N. Jb. Geol. Palaeontol.* 1994. Abh. 191/1. S. 69–93.
- Elicki O., Gürsu S.* First record of *Pojetaia runnegari* Jell, 1980 and *Fordilla Barrande*, 1881 from the Middle East (Taurus Mountains, Turkey) and critical review of Cambrian bivalves // *Paläontol. Zeit.* 2009. V. 83. P. 267–291.
- Evans K.R.* Marocella: Antarctic specimen of an enigmatic Cambrian animal // *J. Paleontol.* 1992. V. 66. № 4. P. 558–562.
- Evans K.R., Rowell A.J.* Small shelly fossils from Antarctica: an Early Cambrian faunal connection with Australia // *J. Paleontol.* 1990. V. 64. № 5. P. 692–700.
- Feng Weimin, Qian Yi, Rong Zhiquan.* Study of Monoplacophora and Gastropoda from the Lower Cambrian Xinji Formation in Ye Xian, Henan // *Acta Micropalaeontol. Sin.* 1994. V. 11. № 1. P. 1–19 [in Chinese].
- Geyer G.* Mittelkambrische Mollusken aus Marokko und Spanien // *Shenckenberg. Lethaea.* 1986. V. 67. S. 55–118.
- Geyer G., Landing E.* (Eds.). Ediacaran–Cambrian depositional environments and stratigraphy of the western Atlas regions. Explanatory description and field excursion guide // *Beringeria.* 2006. Spec. Iss. 6. P. 1–120.
- Gravestock D.I.* Archaeocyatha from lower parts of the Lower Cambrian carbonate sequence in South Australia // *Mem. Assoc. Australasian Palaeontols.* 1984. V. 2. P. 1–139.
- Gravestock D.I., Alexander E.M., Demidenko Yu.E. et al.* The Cambrian biostratigraphy of the Stansbury Basin, South Australia. Moscow: Palaeontological Institute RAS, 2001. P. 1–344 (Trans. 282).
- Gubanov A.P.* Early Cambrian palaeogeography and the probable Iberia–Siberia connection // *Tectonophysics.* 2002. V. 352. P. 153–168.
- Gubanov A.P., Kouchinsky A.V., Peel J.S., Bengtson S.* Middle Cambrian molluscs of “Australian” aspect from northern Siberia // *Alcheringa.* 2004a. V. 28. № 1. P. 1–20.
- Gubanov A.P., Skovsted Ch., Peel J.S.* Anabarella australis (Mollusca, Helcionelloida) from the Lower Cambrian of Greenland // *Geobios.* 2004b. V. 37. P. 719–724.
- He Tinggui, Pei Fang.* The discovery of bivalves from the Lower Cambrian Xinji Formation in Fangcheng County, Hunan Province // *J. Chengdu Coll. Geol.* 1985. V. 34. № 1. P. 61–66 [in Chinese].
- He Tinggui, Pei Fang, Fu Guanghong.* Some small shelly fossils from the Lower Cambrian Xinji Formation in Fangcheng County, Henan Province // *Acta Palaeontol. Sin.* 1984. V. 23. № 3. P. 350–357.
- Hinz-Schallreuter I.* Muscheln (Pelecypoda) aus dem Mittelkambrium von Bornholm // *Geschiebek. akt.* 1995. V. 11. № 3. P. 71–84.
- Hinz-Schallreuter I.* Einsaugstutzen oder Auspuff? Das Rästel um *Yochelcionella* (Mollusca, Kambrium) // *Geschiebek. Akt.* 1997. Abh. 13. Bd 4. S. 105–140.
- Hinz-Schallreuter I.* Middle Cambrian Bivalvia from Bornholm and a review of Cambrian bivalved Mollusca // *Revista Española de Micropaleontología.* 2000. V. 32. № 2. P. 225–243.
- Hughes N.C.* The Cambrian palaeontological record of the Indian subcontinent // *Earth-Sci. Rev.* 2016. V. 159. P. 428–461.
- Jacquet S.M., Brock G.A.* Lower Cambrian helcionelloid macromolluscs from South Australia // *Gondwana Res.* 2016. V. 36. P. 333–358.
- Jacquet S.M., Brock G.A., Paterson J.R.* New Data on Oikozetetes (Mollusca, Halkieridae) from the Lower Cambrian of South Australia // *J. Paleontol.* 2014. V. 88. № 5. P. 1072–1084.

- Jacquet S.M., Jago J.B., Brock G.A.* An enigmatic univalve macromollusc from the lower Cambrian (Series 2, Stage 3) Heatherdale Shale, South Australia // *Mem. Australasian Palaeontol.* 2016. V. 49. P. 21–30.
- Jacquet S.M., Brougham T., Skovsted Ch.B. et al.* *Watsonella crosbyi* from the lower Cambrian (Terreneuvian, Stage 2) Normanville Group in South Australia // *Geol. Mag.* 2017. V. 154. № 5. P. 1088–1104.
- Jago J.B., Zang W.-L., Sun X. et al.* A review of the Cambrian biostratigraphy of South Australia // *Palaeoworld.* 2006. V. 15. P. 406–423.
- Jell P.A.* Earliest known bivalve on Earth – A new Early Cambrian genus from South Australia // *Alcheringa.* 1980. V. 4. P. 233–239.
- Kerber M.* Mikrofossilien aus unterkambrischen Gesteinen der Montagne Noire, Frankreich // *Palaeontograph.* 1988. Abt. A. V. 202. P. 127–203.
- Knight I., Boyce W.D.* Lower to Middle Cambrian terrigenous-carbonate rocks of Chimney Arm, Canada Bay: Lithostratigraphy, preliminary biostratigraphy and regional significance // *Current Research.* 1987. Newfoundland Department of Mines and Energy, Mineral Development Division. Rep. 87–1. P. 359–365.
- Kouchinsky A., Bengtson S., Clausen S. et al.* A middle Cambrian fauna of skeletal fossils from the Kuonamka Formation, northern Siberia // *Alcheringa.* 2011. V. 35. № 1. P. 123–189.
- Kruse P.D.* Cambrian palaeontology of the Daly Basin // *North. Territory Geol. Surv.* 1990. Rep. 7. P. 1–58.
- Kruse P.D.* Cambrian fauna of the Top Springs Limestone, Georgina Basin // *Rec. North. Territory Mus. Arts and Sci.* 1991. V. 8. № 1. P. 169–188.
- Kruse P.D.* Cambrian palaeontology of the eastern Wiso and western Georgina basins // *North. Territory Geol. Surv.* 1998. Rep. 9. P. 1–68.
- Kruse P.D., Jago J.B.* (Eds.). *Palaeo Down Under 2.* Geological field excursion guide: Cryogenian–Ediacaran–Cambrian of the Adelaide Fold Belt. Adelaide: Department of State Development, South Australia, 2016. 78 p.
- Kruse P.D., Munson T.J.* Chapter 31: Daly Basin // *Geology and mineral resources of the Northern Territory.* Darwin: Northern Territory Geological Survey, 2013a. P. 31.1–31.13.
- Kruse P.D., Munson T.J.* Chapter 32: Wiso Basin // *Geology and mineral resources of the Northern Territory.* Darwin: Northern Territory Geological Survey, 2013b. P. 32.1–32.11.
- Kruse P.D., Munson T.J.* Chapter 33: Ord Basin // *Geology and mineral resources of the Northern Territory.* Darwin: Northern Territory Geological Survey, 2013c. P. 33.1–33.10.
- Kruse P.D., Laurie J.R., Webby B.D.* Cambrian geology and paleontology of Ord Basin // *Mem. Australasian Paleontol. Assoc.* 2004. V. 30. P. 1–58.
- Kruse P.D., Dunster J.N., Munson T.J.* Chapter 28: Georgina Basin // *Geology and mineral resources of the Northern Territory.* Darwin: Northern Territory Geological Survey, 2013. P. 28.1–28.56.
- Kruse P.D., Zhuravlev A.Yu., Parkhaev P.Yu., Zhu Maoyan.* Comment: A new lower Cambrian shelly fossil biostratigraphy for South Australia by Marissa J. Betts, John R. Paterson, James B. Jago, Sarah M. Jacquet, Christian B. Skovsted, Timothy P. Topper & Glenn A. Brock // *Gondwana Res.* 2017. V. 44 P. 258–261.
- Landing E.* Lower Cambrian of Eastern Massachusetts: stratigraphy and small shelly fossils // *J. Paleontol.* 1988. V. 62. № 5. P. 661–695.
- Landing E., Bartowski K.E.* Oldest shelly fossils from the Taconic allochthon and Late Early Cambrian sea-levels in Eastern Laurentia // *J. Paleontol.* 1996. V. 70. № 5. P. 741–761.
- Landing E., Myrow P., Benus A.P., Narbonne G.M.* The Placentian Series: appearance of the oldest skeletalized faunas in southeastern Newfoundland // *J. Paleontol.* 1989. V. 63. № 6. P. 739–769.
- Landing E., Geyer G., Bartowski K.E.* Latest Early Cambrian small shelly fossils, trilobites, and Hatch Hill dysaerobic interval on the Québec continental slope // *J. Paleontol.* 2002. V. 76. P. 287–305.
- Landing E., Geyer G., Brasier M.D., Bowring S.A.* Cambrian Evolutionary Radiation: context, correlation, and chronostratigraphy-overcoming deficiencies of the first appearance datum (FAD) concept // *Earth-Sci. Rev.* 2013. V. 123. P. 133–172.
- Laurie J.R.* Phosphatic fauna of the Early Cambrian Todd River Dolomite, central Australia // *Alcheringa.* 1986. V. 10. № 4. P. 431–454.
- Li Guoxiang, Zhao Xin, Gubanov A. et al.* Early Cambrian mollusc *Watsonella crosbyi*: a potential GSSP index fossil for the base of the Cambrian Stage 2 // *Acta Geol. Sin.* 2011. V. 85. № 2. P. 309–319.
- Li Yong, Ding Lianfang.* New small shelly fossils from the Lower Cambrian Shuijingtuo Formation of Zhenba, Shaanxi // *Acta Micropalaeontol. Sin.* 1996. V. 13. № 1. P. 57–64 [in Chinese].
- Li Yuwen, Zhou Benhe.* Discovery of old microfossil bivalves in China and its significance // *Sci. Geol. Sin.* 1986. № 1. P. 38–45 [in Chinese].
- MacKinnon D.I.* New Zealand late Middle Cambrian molluscs and the origin of *Rostroconchia* and *Bivalvia* // *Alcheringa.* 1985. V. 9. № 1–2. P. 65–81.
- Matthews S.C., Missarzhevsky V.V.* Small shelly fossils of late Precambrian and early Cambrian age: a review of recent work // *J. Geol. Soc.* 1975. V. 131. P. 289–304.
- Meert J.G., Lieberman B.S.* The Neoproterozoic assembly of Gondwana and its relationship to the Ediacaran–Cambrian radiation // *Gondwana Res.* 2008. № 14. P. 5–21.
- Ogg J.G., Ogg G., Gradstein F.M.* *A Concise Geologic TimeScale* 2016. Oxford: Elsevier, 2016. 240 p.
- Palmer A.R., James N.P.* The Hawke Bay event: a circum-Iapetus regression near the lower middle Cambrian boundary // *Mem. Virginia Polytechnic Institute & State University. Dep. Geol. Sci.* 1980. V. 2. P. 15–18.
- Palmer A.R., Rowell A.J.* Early Cambrian Trilobites from the Shackleton Limestone of the Central Transantarctic Mountains // *Mem. Paleontol. Soc.* 1995. № 45. P. 1–28 (Suppl. *J. Paleontol.* 1995. V. 69. № 6).

- Parkhaev P.Yu.* On the stratigraphy of *Aldanella attleborensis* – potential index species for defining the base of Cambrian Stage 2 // Ext. Sum. IGCP Project 591 Field Workshop 2014. Nanjing: Nanjing Univ. Press, 2014. P. 102–105.
- Parkhaev P.Yu.* The Cambrian Molluscs of Australia – overview of taxonomy, stratigraphy and paleogeography // Abstr. Int. Conf. “Paleo Down Under 2”, July 11–15, 2016, Adelaide, Australia. P. 77 (Geol. Soc. Austral. Abstr. № 117).
- Parkhaev P.Yu., Demidenko Yu.E.* Zooproblematica and Mollusca from the Lower Cambrian Meishucun Section (Yunnan, China), and taxonomy and systematics of the Cambrian small shelly fossils of China // *Paleontol. J.* 2010. V. 44. № 8. P. 883–1161.
- Parkhaev P.Yu., Karlova G.A.* Taxonomic revision and evolution of Cambrian mollusks of the genus *Aldanella* Vostokova, 1962 (Gastropoda, Archaeobranchia) // *Paleontol. J.* 2011. V. 45. № 10. P. 1145–1205.
- Parkhaev P.Yu., Karlova G.A., Rozanov A.Yu.* Stratigraphic distribution of two potential species for the GSSP of Cambrian Stage 2 – *Aldanella attleborensis* and *Watsonella crosbyi* // *J. Guizhou Univ.* 2012. V. 29. Suppl. 1. P. 179–180.
- Paterson J.R., Brock G.A.* Early Cambrian trilobites from Angorichina, Flinders Ranges, South Australia, with a new assemblage from the Pararaia bunyerooensis Zone // *J. Paleontol.* 2007. V. 81. P. 116–142.
- Peel J.S.* Protowenella (Mollusca) from the Cambrian of Peary Land, eastern North Greenland // *Rapport Granlands Geologiske Undersogelse.* 1979. V. 91. P. 92.
- Pei Fang.* First discovery of *Yochelcionella* from the Lower Cambrian of China and its significance // *Acta Micropaleontol. Sin.* 1985. V. 2. № 4. P. 395–400.
- Peng Sanchi, Babcock L.E., Cooper R.A.* Chapter 19: The Cambrian Period // *The Geologic Time Scale 2012.* Vol. 1. Amsterdam: Elsevier, 2012. P. 437–488.
- Pojeta J., Jr., Runnegar B.* The paleontology of rostroconch mollusks and the early history of the phylum Mollusca // *US Geol. Surv. Prof. Pap.* 1976. № 968. P. 1–88.
- Qian Yi, Zhang Shibei.* Small shelly fossils from the Xihaoping Member of the Tongying Formation in Fangxian County of Hubei Province and their stratigraphical significance // *Acta Palaeontol. Sin.* 1983. V. 22. № 1. P. 82–94 [in Chinese].
- Qian Yi, Chen Menge, Feng Weimin et al.* Taxonomy and biostratigraphy of small shelly fossils in China. Beijing: Science Press, 1999. 248 p.
- Rowell A.J., Evans K.R., Rees M.N.* Fauna of the Shackleton Limestone // *Antarctic J.* 1988. V. 23. № 5. P. 13–14.
- Runnegar B.* Muscle scars, shell form and torsion in Cambrian and Ordovician univalved molluscs // *Lethaia.* 1981. V. 14. № 4. P. 311–322.
- Runnegar B.* Molluscan phylogeny revised // *Mem. Assoc. Australas. Palaeontol.* 1983. V. 1. P. 121–144.
- Runnegar B.* Shell microstructure of Cambrian molluscs replicated by phosphate // *Alcheringa.* 1985. V. 9. P. 245–257.
- Runnegar B.* Early evolution of the Mollusca: the fossil record // *Origin and evolution of the Mollusca.* Ed. Taylor J. Oxford: Oxford Univ. Press, 1996. P. 77–87.
- Runnegar B., Bentley C.* Anatomy, ecology and affinities of the Australian Early Cambrian bivalve *Pojetaia runnegari* Jell // *J. Paleontol.* 1983. V. 57. № 1. P. 73–92.
- Runnegar B., Jell P.A.* Australian Middle Cambrian molluscs and their bearing on early molluscan evolution // *Alcheringa.* 1976. V. 1. № 2. P. 109–138.
- Runnegar B., Jell P.A.* Australian Middle Cambrian molluscs: corrections and additions // *Alcheringa.* 1980. V. 4. № 1–2. P. 111–113.
- Runnegar B., Pojeta J.* Molluscan phylogeny: the paleontological viewpoint // *Science.* 1974. V. 186. P. 311–317.
- Runnegar B., Pojeta J.* Origin and diversification of the Mollusca // *The Mollusca, 10: Evolution.* Eds. Treuman E.R., Clarke M.R. Orlando: Acad. Press, 1985. P. 1–57.
- Shergold J.H.* Timescales 1. Cambrian. Australian Phanerozoic timescales, biostratigraphic charts and explanatory notes. Second series. Canberra: Australian Geological Survey Organisation, 1995. P. 1–32.
- Skovsted C.B.* Mollusc fauna of the Early Cambrian Bastion Formation of North-East Greenland // *Bull. Geol. Soc. Denmark.* 2004. V. 51. P. 11–37.
- Skovsted C.B.* Small shelly fauna from the Upper Lower Cambrian Bastion and Ella Island formations, North-East Greenland // *J. Paleontol.* 2006. V. 80. № 6. P. 1087–1112.
- Skovsted C.B., Brock G.A., Holmer L.E., Topper T.P., Larsson C.M.* Revision of early Cambrian tommotiid *Kulparina rostrata* from South Australia // *J. Paleontol.* 2015. V. 89. P. 920–932.
- Skovsted C.B., Peel J.S.* Small shelly fossils from the argillaceous facies of the Lower Cambrian Forteau Formation of western Newfoundland // *Acta Palaeontol. Pol.* 2007. V. 52. № 4. P. 729–748.
- Steiner M., Li Guoxiang, Qian Yi et al.* Neoproterozoic to Early Cambrian small shelly fossil assemblages and a revised biostratigraphic correlation of the Yangtze Platform (China) // *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 2007. V. 254. № 1–2. P. 67–99.
- Tate R.* The Cambrian fossils of South Australia // *Trans. Roy. Soc. South Australia.* 1892. V. 15. P. 183–189.
- Topper T.P., Brock G.A., Skovsted C.B., Paterson J.R.* Shelly fossils from the lower Cambrian Pararaia bunyerooensis Zone, Flinders Ranges, South Australia // *Mem. Assoc. Australasian Palaeontol.* 2009. V. 37. P. 199–246.
- Torsvik T.H., Cocks L.R.M.* New global palaeogeographic reconstructions for the Early Paleozoic and their generation // *Early Paleozoic Biogeography and Paleogeography.* Eds. Harper D.A.T., Servais T. Mem. Geol. Soc. London. 2013. V. 38. P. 5–24.
- Vendrasco M.J., Porter S.M., Kouchinsky A. et al.* New data on mollusks and their shell microstructure from Middle Cambrian Gowers Formation, Australia // *Palaeontology.* 2010. V. 53. Pt 1. P. 97–135.

- Vendrasco M.J., Kouchinsky A., Porter S.M., Fernandez Ch.Z.* Phylogeny and escalation in Mellopegma and other Cambrian molluscs // *Palaeontol. Electron.* 2011. V. 14. № 2. P. 1–44.
- Vinther J.* The origins of molluscs // *Palaeontology.* 2015. V. 58. Pt 1. P. 19–34.
- Vinter J., Nielsen C.* The Early Cambrian *Halkieria* is a mollusk // *Zoologica Scripta.* 2005. V. 34. P. 81–89.
- Wrona R.* Early Cambrian molluscs from glacial erratics of King George Island, West Antarctica // *Polish Polar Res.* 2003. V. 24. № 3–4. P. 181–216.
- Wrona R.* Cambrian microfossils from glacial erratics of King George Island, Antarctica // *Acta Palaeontol. Polon.* 2004. V. 49. № 1. P. 13–56.
- Wrona R., Zhuravlev A. Yu.* Early Cambrian archaeocyaths from glacial erratics of King George Island (South Shetland Islands), Antarctica // *Palaeontol. Polon.* 1996. V. 55. P. 9–36.
- Xing Yusheng, Ding Qixiu, Luo Huilin et al.* The Sinian–Cambrian Boundary of China // *Bull. Inst. Geol. Chinese Acad. Geol. Sci.* 1984 [1983]. V. 10. P. 1–262 [in Chinese].
- Yang Aihya, Zhu Maoyan, Zhuravlev A. Yu. et al.* Archaeocyathan zonation of the Yangtze Platform: implications for regional and global correlation of lower Cambrian stages // *Geol. Mag.* 2016. V. 153. № 3. P. 388–409.
- Yu Wen, Rong Zhiquan.* Lower Cambrian gastropods from Fangcheng County, Henan // *Acta Micropalaeontol. Sin.* 1991. V. 8. № 3. P. 339–346.
- Yun Hao, Zhang Xingliang, Li Luoyang et al.* Skeletal fossils and microfacies analysis of the lowermost Cambrian in the southwestern margin of the North China Platform // *J. Asian Earth Sci.* 2016. V. 129. P. 54–66.
- Zhang Sengui, Sun Chengyun.* Early Cambrian small shelly fossils from Chaohu Area, Anhui // *Acta Micropalaeontol. Sin.* 1991. V. 8. № 1. P. 19–40 [in Chinese].
- Zhang Xingliang, Ahlberg P., Babcock L.E. et al.* Challenges in defining the base of Cambrian Series 2 and Stage 3 // *Earth-Sci. Rev.* 2017. V. 172. P. 124–139
- Zhao Fangchen, Smith M.R., Yin Zongjun et al.* *Orthrozanclus elongata* n. sp. and the significance of sclerite-covered taxa for early trochozoan evolution // *Sci. Rep.* 2017. V. 7. № 16232. DOI: 10.1038/s41598-017-16304-6.
- Zhou Benhe, Xiao Ligong.* Early Cambrian monoplacophorans and gastropods from Huainan and Huoqiu counties, Anhui Province // *Prof. Pap. Stratigr. Palaeontol.* 1984. V. 13. P. 125–140 [in Chinese].
- Zhuravlev A. Yu.* Preliminary suggestions on the global Early Cambrian zonation // *Beringeria.* 1995. Spec. Iss. 2. P. 147–160.
- Zhuravlev A. Yu., Gravestock D.I.* Archaeocyaths from Yorke Peninsula, South Australia and archaeocyathan Early Cambrian zonation // *Alcheringa.* 1994. V. 18. P. 1–54.

Рецензенты *Н.В. Новожилова, В.А. Захаров*

## THE CAMBRIAN MOLLUSCS OF AUSTRALIA: OVERVIEW OF TAXONOMY, BIOSTRATIGRAPHY AND PALEOBIOGEOGRAPHY

**P. Yu. Parkhaev**

*Borissiak Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*  
*e-mail: pparkh@paleo.ru*

Cambrian malacofauna of Australia is among the most taxonomically diverse among time equivalents. By a number of valid mollusc species Australian Cambrian competes with Siberian and Chinese formations. Up to date, 80 valid species and 12 forms in open nomenclature, apparently representing new undescribed taxa, have been recorded from the Lower–Middle Cambrian successions of Australia. In addition, 6 species names can be considered as junior synonyms. Distribution ranges of mollusc species plotted over the modern stratigraphic scheme reveal four major molluscan evolutionary assemblages in the interval of Tommotian–Undillan stages. In paleogeographic aspect, the Cambrian malacofauna of Australia has 29 species in common with Siberian Platform, Kazakhstan, Altai-Sayan, Transbaikalia, Mongolia, South and North China, Morocco, Antarctic, Europe (Denmark, Germany), Greenland, North America, and New Zealand, providing important correlation links between these regional stratigraphic schemes.

**Keywords:** Cambrian, Australia, molluscs, taxonomy, systematics, biostratigraphy, paleobiogeography.

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S0869-592X27252-79>