

6. Kozoderov V.V., Dmitriev E.V., Kamentsev V.P. Cognitive technologies of optical imagery processing of high spatial and spectral resolution. *Optika atmosfery i okeana*. 27 (7). 593–600 (2014) (in Russian).
7. Kozoderov V.V., Kondranin T.V., Dmitriev E.V., Kamentsev V.P. Validation of information products of air-borne hyper-spectral imagery processing. *Issledovanie Zemli iz Kosmosa*. 1. 32–43 (2015) (in Russian).
8. Sadovnichii V.A., Kozoderov V.V. Updated methods of remote sensing Earth sciences. *Zhizn' Zemli*. 35/36. 5–18 (2014) (in Russian).
9. Sadovnichii V.A., Kozoderov V.V., Nikitin E.D., Vanchurov I.A., Makeeva V.M., Lyubchenko O.V., Komarova N.G., Lvova E.V., Romina L.V., Sabodina E.P., Liverovskaya T.Yu., Myakokina O.V. Remote sensing Earth sciences as focused on physical-geographical and natural zoning research. *Zhizn' Zemli*. 37. 53–62 (2015) (in Russian).
10. Kozoderov V.V., Kondranin T.V., Dmitriev E.V., Sokolov A.A. Retrieval of forest attributes using optical airborne remote sensing data. *Optics Express*. 22 (13). 15410–15423 (2014).
11. Kozoderov V.V., Kondranin T.V., Dmitriev E.V., Kamentsev V.P. A system for processing hyperspectral imagery: application to detecting forest species. *International Journal of Remote Sensing*. 35 (15). 5926–5945 (2014).
12. Kozoderov V.V., Dmitriev E.V., Sokolov A.A. Improved technique for retrieval of forest parameters from hyperspectral remote sensing data. *Optics Express*. 23 (24). A1342–A1353 (2015).
13. Kozoderov V.V., Kondranin T.V., Dmitriev E.V., Kamentsev V.P. Bayesian classifier applications of airborne hyperspectral imagery processing for forested areas. *Advances in Space Research*. 55 (11). 2657–2667 (2015).
14. Kozoderov V.V., Dmitriev E.V., Sokolov A.A. Cognitive technologies in optical remote sensing data processing. *Climate and Nature*. 1 (2). 5–45 (2015).
15. Kozoderov V.V., Dmitriev E.V. Testing different classification methods in airborne hyperspectral imagery processing. *Optics Express*. 24 (10). A956–A965 (2016).

УДК 565.33/551.762.22

## САРАТОВСКОЕ ПОВОЛЖЬЕ В ПОЗДНЕМ БАЙОСЕ (СРЕДНЯЯ ЮРА): ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, РЕКОНСТРУИРОВАННАЯ ПО ОСТРАКОДАМ

**Я.А. Шурупова, Е.М. Тесакова, Н.Н. Колпенская,  
В.Б. Сельцер, А.В. Иванов<sup>1</sup>**

*В результате анализа систематического распределения остракод в верхнем байосе (средняя юра) разреза Сокурской скважины (северо-западная окраина Саратова), анализа соотношения кривых разнообразия и численности, а также анализа распространения по разрезу остракод с разными температурными предпочтениями, установлено точное время первого контакта Среднерусского и Печоро-Гренландского морей – низы зоны *richalskii*, слои с *Camptocythere* sp. 1. Показано, что связь с северными акваториями была эпизодической и имела разную интенсивность. Выделены интервалы, отвечающие открытию коридоров с*

<sup>1</sup> Яна Андреевна Шурупова – магистр Московского государственного гуманитарного университета им. М.А. Шолохова, [shurupkina@yandex.ru](mailto:shurupkina@yandex.ru); Екатерина Михайловна Тесакова – д.г.-м.н., в.н.с. геологического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова, [ostracon@rambler.ru](mailto:ostracon@rambler.ru); Наталья Николаевна Колпенская – к.г.-м.н., зам. зав. отделом отделения нефтяной геологии ФГУНПП «Геологоразведка», [natkolp@mail.ru](mailto:natkolp@mail.ru); Владимир Борухович Сельцер – к.г.-м.н., доц. геологического ф-та Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, [selstervb@mail.ru](mailto:selstervb@mail.ru); Алексей Викторович Иванов – к.г.-м.н., декан ф-та экологии и сервиса Саратовского государственного технического университета им. Ю.А. Гагарина, [yashkovia@mail.ru](mailto:yashkovia@mail.ru).

арктическими течениями: 1) слои с *Camptocythere* sp. 1 (инт. 24,4–50,7 м), с максимумом арктического влияния, 2) слои с *C. sp. 2* (инт. 19,0–9,0 м), со смешанной водной массой и 3) подзона *Fuhrbergiella* (*Praefuhrbergiella*) *kizilkaspakensis* (инт. 2,1–9,0 м), наиболее теплая, с единичной инвазией северных вод. Без арктического влияния формировались слои с *Procytheridea concinna* (инт. 52,8–56,3 м), слои с *P. ljubimovae* (инт. 50,7–52,8 м) и слои с *Pseudohutsonia* sp. 1 (инт. 19,0–24,4 м).

**Ключевые слова:** остракоды, средняя юра, поздний байос, Саратовское Поволжье, биостратиграфия, палеоэкология, палеогеография.

## SARATOV VOLGA REGION IN THE LATE BAJOCIAN (MIDDLE JURASSIC): PALEO GEOGRAPHY RECONSTRUCTED BY THE OSTRACODS

J.A. Shurupova, E.M. Tesakova, N.N. Kolpenskaya, V.B. Seltser, A.V. Ivanov

Sholokhov Moscow State University for the Humanities (Moscow), Lomonosov Moscow State University (Department of Geology), Geologorazvedka (St. Petersburg), National Research Saratov State University, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

The analysis of the systematic distribution of ostracods in the Upper Bajocian (Middle Jurassic) of the section of Sokurskaya borehole (NW suburb of Saratov), analysis of ratio of diversity and abundance, as well as the analysis of the distribution in the section of ostracods with different temperature preferences, showed the exact time of the first contact between the Middle Russian and Pechora Greenland seas – lower part of Michalskii Zone, beds with *Camptocythere* sp. 1. It is shown that the connection with the northern waters was episodic and had a different intensity. The intervals, corresponding to the opening of corridors with Arctic streams was allocated: 1) beds with *Camptocythere* sp. 1 (int. 24,4–50,7 m), with a maximum of Arctic influence, 2) beds with *C. sp. 2* (int. 19,0–9,0 m), with mixed water mass and 3) subzone *Fuhrbergiella* (*Praefuhrbergiella*) *kizilkaspakensis* (int. 2,1–9,0 m), the most warm, with a single invasion of northern waters. Beds with *Procytheridea concinna* (int. 52,8–56,3 m), beds with *P. ljubimovae* (int. 50,7–52,8 m) and beds with *Pseudohutsonia* sp. 1 (int. 19,0–24,4 m) were formed without Arctic influence.

**Keywords:** ostracods, Middle Jurassic, Late Bajocian, Saratov Volga region, biostratigraphy, paleoecology, paleogeography.

**Введение.** В мезозойскую эру море пришло на Восточно-Европейскую платформу (ВЕП) в среднеюрскую эпоху, в конце байосского века, в результате чего постепенно уменьшились размеры и высоты горных хребтов и расширились низменности и соседние морские бассейны. На ВЕП образовался мелководный морской бассейн, соединяющийся через Польско-Литовскую синеклизу и Печорский пролив с северным Печоро-Гренландским морем, а через Прикаспийскую впадину – с теплым Крымско-Кавказским морем. Наиболее углубленная часть имела меридиональное направление и располагалась перед Уралом, в Волго-Уральском прогибе [3, 4, 7].

В Саратовском Поволжье естественные обнажения верхнего байоса редки и фрагментарны, поэтому здесь эти отложения известны в основном по разрезам скважин. В настоящее время наиболее полным и хорошо изученным является разрез скважины, пробуренной в 2003 г. в Сокурском карьере на северо-западной окраине г. Саратова (рис. 1) по настоянию и при непосредственном участии А.В. Иванова. Отбор и описание керн сделал В.Б. Сельцер. Этот разрез глин и алевролитов, обладающий большой мощностью (57 м), хорошо охарактеризован фаунистически. По аммонитам в нем установлена терминальная зона верхнего байоса *michalskii* [2, 13], и по всему разрезу распространена микрофауна – фораминиферы и остракоды.

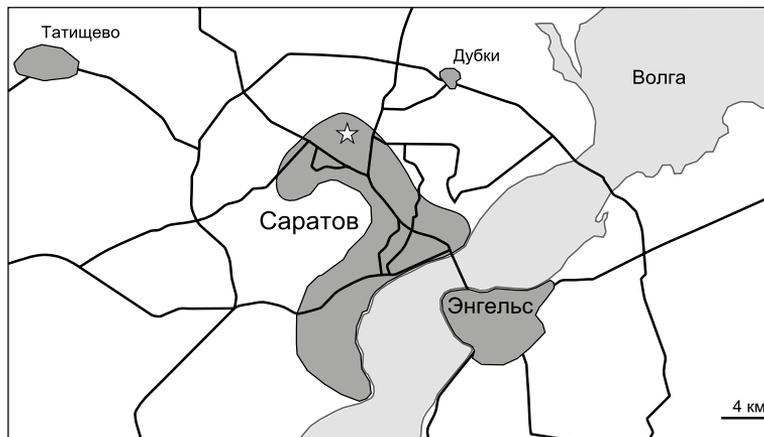


Рис. 1. Схема расположения карьера «Сокурский» (отмечен звездочкой).

Очевидно, что позднебайосский этап становления морского режима на ВЕП был довольно разнообразен и богат событиями, связанными с изменением уровня моря, направлением преобладающих течений, вариациями температуры, солёности и т. д. Однако детально реконструировать эти события в разрезе Сокурской скважины по аммонитам нельзя из-за их редкости и спорадической встречаемости. Поэтому для палеоэкологических и палеогеографических реконструкций была использована микрофауна.

По фораминиферам получены данные с 10 уровней разреза. На глубине 55,5 и 51,1 м установлен комплекс, характерный для фораминиферовой зоны (Ф-зона) верхнего байоса центральных и южных районов Русской платформы *Ammodiscus subjurassicus* – *Lenticulina saratovensis*. Выше (с гл. 46,8 м и до конца разреза) определена типичная для Поволжья Ф-зона *Lenticulina volganica* – *Vaginulina dainae*. А на глубине 8,0 м, в верхней части зоны *L. volganica* – *V. dainae*, отмечен нехарактерный для нее вид – *Ammodiscus arangastachiensis* Nik., являющийся зональным для северных районов Русской платформы и для севера Сибири. На глубине 4,4 м среди фораминифер преобладает вид *Globulina praecircumphylua* Ger., являющийся индексом одноимённой северо-сибирской зоны. На этом основании последние 8 м разреза Л.А. Глинских отнесла к Ф-зоне *Trochammina aff. praesquamata* северных районов Русской платформы [1, 13].

Остракоды из Сокурской скважины были ранее изучены с 42 уровней. Отбор образцов был произведён В.Б. Сельцером. Н.Н. Колпенская выделила остракоды и сделала определения, уточнённые позже Е.М. Тесаковой. Появление на двух уровнях разреза тетических остракоды из верхнего байоса Мангышлака (*Palaeocytheridea (P.) kalandadzei* Tes., начиная с гл. 42,6 м, и *Fuhrbergiella (Praefuhrbergiella) kizilkaspakensis* (Mand.) с гл. 4,4 м) было интерпретировано как свидетельство двух трансгрессий, имевших место в позднебайосское время. Тесакова установила 6 слоёв с остракодами, отвечающих различным глубинам трансгрессивной фазы этих трансгрессивно-регрессивных (Т/Р) циклов. По смене в слоях разных видов глиптоцитер она предложила виды-индексы, маркирующие глубины в пределах верхней сублиторали (до 50 м) [11].

Впоследствии Тесакова пересмотрела расчленение верхнего байоса ВЕП по остракодам и установила в нем (в зоне *michalskii*) снизу вверх: слои с *Procytheridea concinna*, замещающиеся в западном направлении слоями с *Soutchavea puncticulata*;

зону *Palaeocytheridea (P.) kalandadzei*, включающую слои с *Camptocythere* и подзоны *Glyptocythere regulariformis* и *Fuhrbergiella (Praefuhrb.) kizilkaspakensis*. При этом слои с *Camptocythere* связывались с открытием северного коридора в результате первой из двух позднебайосских трансгрессий, а обстановка подзоны *F. (P.) kizilkaspakensis*, отвечающей второй трансгрессии, считалась теплой [7, 10].

Однако комплекс Ф-зоны *Trochammina aff. praesquamata* показал проникновение арктических вод в Саратовское Поволжье не с первой, а со второй трансгрессией [1].

Таким образом, наличие двух трансгрессий на ВЕП в позднем байосе установлено как по остракодам, так и по фораминиферам, но открытие северного коридора по остракодам связывалось с первой из них, а по фораминиферам – со второй. Поэтому целью настоящей работы является высокопрецизионная реконструкция палеоэкологической и палеогеографической обстановок в позднем байосе Саратовского Поволжья средствами повторного, более детального изучения остракод Сокурской скважины.

В настоящей статье обобщены данные обоих исследований. По предварительным итогам были опубликованы тезисы [12].

**Материал и методы.** В 2011 г. Е.М. Тесакова и В.Б. Сельцер произвели дополнительный отбор 93 образцов из керна Сокурской скважины, которые впоследствии были переданы для изучения Я.А. Шуруповой. Подробное описание разреза неоднократно публиковалось в литературе [1, 2, 13]. Привязка образцов производилась непосредственно к глубине отбора (в м).

В общей сложности из Сокурской скважины изучено 135 проб глин и алевролитов (каждая массой около 0,5 кг), отобранных в среднем через 0,4 м. Предварительно замоченные и прокипяченные с содой образцы отмывались в холодной воде на сите с диаметром ячеей 0,1 мм. После просушивания остаток фракционировался на сите с ячейей 0,315 мм. Остракоды отбирались полностью из каждой фракции (>0,315 и 0,1–0,315 мм) отдельно. Они встречены на 105 уровнях и представлены 34 таксонами, из которых 13 определены до вида и 21 – в открытой номенклатуре. Сохранность материала от удовлетворительной до очень хорошей.

Анализ распределения остракод по разрезу производился следующим образом: 1) выявлялись систематические отличия между смежными комплексами, 2) производился анализ динамики разнообразия и численности, 3) производился анализ процентного соотношения тепловодных, холодноводных и эвритермных таксонов.

Выявление систематического состава комплексов остракод (на каждом изученном уровне разреза) основано на сравнительно-морфологическом методе с использованием всей доступной литературы по среднеюрским остракодам Европы и мира и подкреплено многочисленными РЭМ<sup>2</sup>-фотографиями как рабочей, так и ваучерной коллекций. Информация о распределении остракод по разрезу представлена на рис. 2.

Кроме того, в изученных образцах производился подсчет всех экземпляров каждого таксона, в т. ч. отдельно правых и левых створок, целых раковин, самок и самцов, а также остатков взрослых и ювенильных особей. При этом целая раковина считалась за 2 экземпляра (по числу створок). Изменение разнообразия и численности остракод по разрезу отражено в соответствующих кривых (рис. 3). Анализ соотношения этих кривых по разрезу позволяет получить дополнительную информацию о состоянии мелководно-морского (в нашем случае) палеосообщества. Так, одновременное сокращение разнообразия и численности может свидетельствовать о стрессовой (в целом неблагоприятной)

<sup>2</sup> РЭМ – растровый электронный микроскоп.

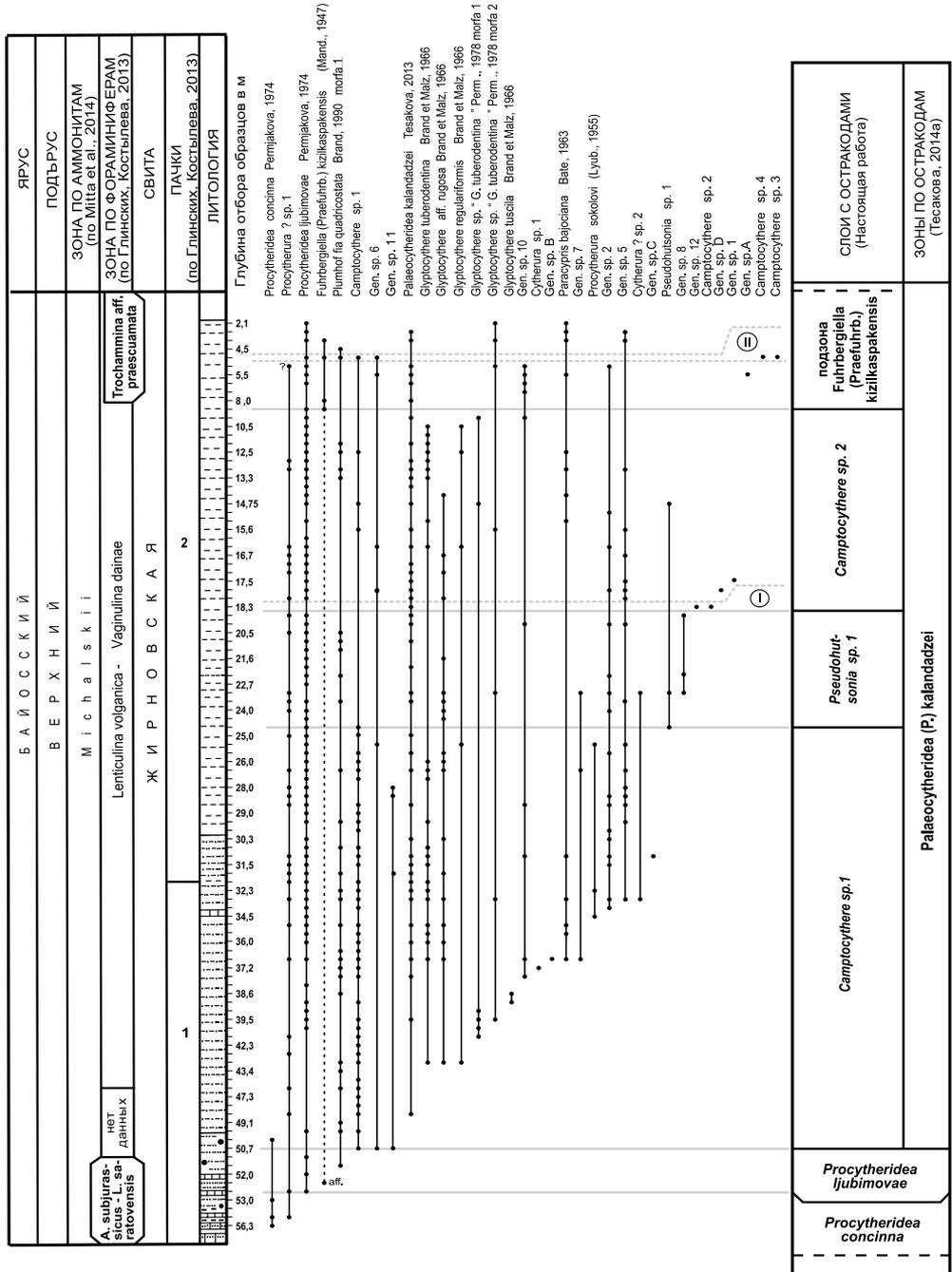


Рис. 2. Расчленение по остракодам разреза Сокурской скважины.

Обозначения: — достоверное распространение таксона в разрезе; ..... предполагаемое распространение таксона в разрезе; • – присутствие вида в образце; римские цифры в кружках – номера камптоцитеровых комплексов.

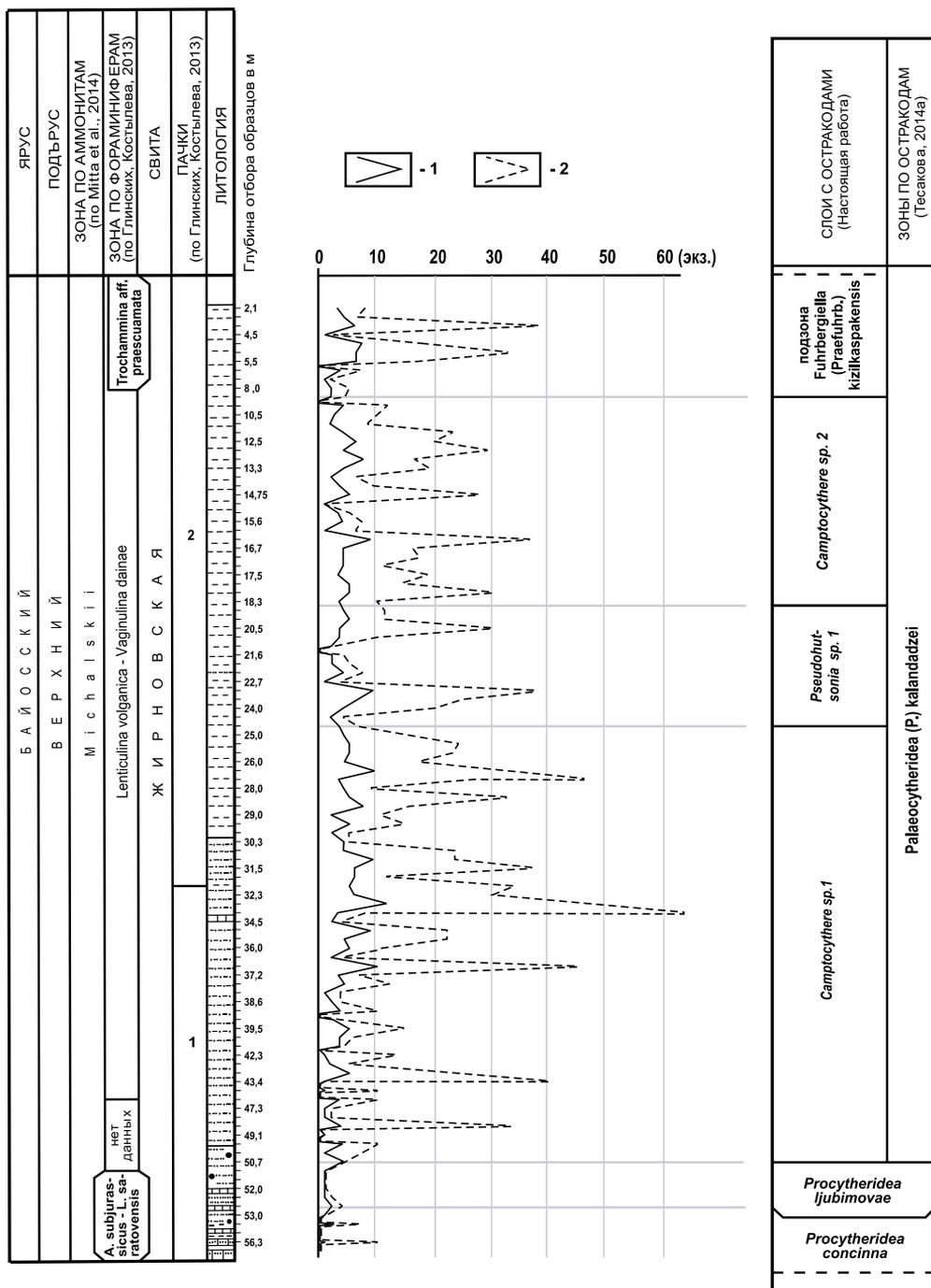


Рис. 3. Соотношение кривых разнообразия (1) и численности (2) остракод в разрезе Сокурской скважины.

гоприятной) ситуации побережья; малое разнообразие, сопровождающееся большой численностью (за счет доминантов), говорит о мелководной обстановке и приближении берега; усложнение таксономической структуры на фоне небольшого снижения численности, скорее всего, отвечает углублению и стабилизации среды и т. д. [14].

Анализ встречаемости таксонов выявил уровни крупных систематических перестроек, отвечающих неким палеоэкологическим событиям. Остракоды-индексы, выбранные для каждого из этих этапов, должны были удовлетворять следующим требованиям: 1) являться фоновыми, т.е. присутствовать во всех образцах интервала, 2) являться, по возможности, массовыми, представленными десятками экземпляров на образец, 3) иметь ярко выраженные морфологические отличия, позволяющие легко идентифицировать таксон-индекс. Появление или исчезновение видов-индексов на определённых уровнях разреза позволило выделить ряд стратонов по остракодам (О-стратонов) в ранге слоёв, зон и подзон, в т. ч. и новых, детализирующих шкалу Тесаковой [7, 10] (см. рис. 2). Нижняя граница каждого стратона определялась первым появлением индекса. В некоторых случаях верхняя граница стратона дополнительно подчёркивалась исчезновением тех или иных форм.

Процентное соотношение тепловодных, холодноводных и эвритермных таксонов рассчитывалось в программе Excel для каждого из 105 уровней с остракодами. В каждом образце сначала выявлялись теплолюбивые, холодолюбивые и эвритермные таксоны, которые потом объединялись в соответствующие температурные группы. В соответствии с температурными предпочтениями остракоид [8], к холодноводным относится род *Camptocythere* Triebel, к тепловодным – рода *Palaeocytheridea* Mandelstam, *Procytheridea* Peterson, *Plumhoffia* Brand и *Pseudohutsonia* Wienholz, а к эвритермным – рода *Cytherura* Sars, *Procytherura* Whatley, *Glyptocythere* Brand et Malz, *Paracypris* Sars и *Fuhrbergiella* Brand et Malz. В каждой из групп производился подсчёт общего числа створок всех экземпляров. По этим данным в программе Excel была построена диаграмма изменения по разрезу процентного соотношения остракоид с разными температурными предпочтениями (рис. 4). Это позволило выделить интервалы разреза, формировавшиеся под преимущественным влиянием тетической или бореальной водной массы и характеризовавшиеся разной температурой придонных вод.

Изображения изученных остракоид приведены на рис. 5 и 6. Коллекция остракоид хранится на Геологическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова под № 372.

**Распределение остракоид по разрезу Сокурской скважины.** Интервал разреза 53,0–56,3 м характеризуется практически моновидовой ассоциацией вида *Procytheridea concinna* Perm.j., по появлению и преобладанию которого выделены одноимённые слои (нижняя часть слоев с *P. concinna* [по 7, 10]. В слоях редко встречаются единичные створки *Procytherura?* sp. 1.

Выше (с уровня 52,8 м) начинает встречаться *Procytheridea ljubimovae* Perm.j. – фоновый вид, теплолюбивый, присутствующий в разрезе практически во всех образцах, за исключением интервала 41,1–49,1 м, отвечающего наиболее сильному похолоданию (см. ниже). По его первому появлению в интервале 51,1–52,8 м выделяются одноимённые слои (верхняя часть слоёв с *P. concinna* [по 7, 10]. Сопутствующими таксонами являются *Procytherura?* sp. 1, *Plumhoffia quadricostata* Brand и *Fuhrbergiella* (*Praefuhrb.*) aff. *kizilkaspakensis* (Mand.). Эти виды встречаются редко, единично и на разных уровнях разреза. Вид *F. (P.)* aff. *kizilkaspakensis* больше в разрезе не зафиксирован.

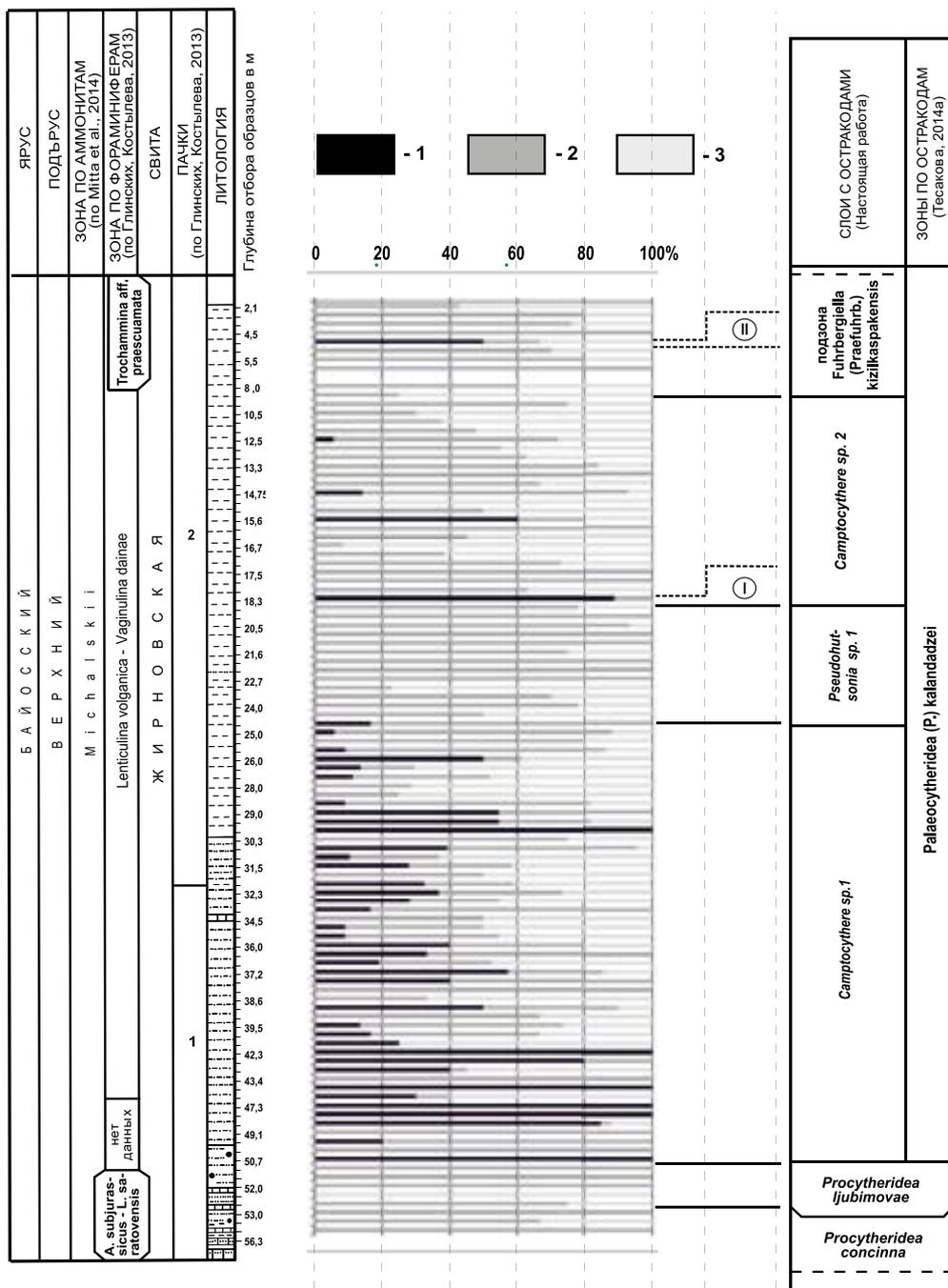
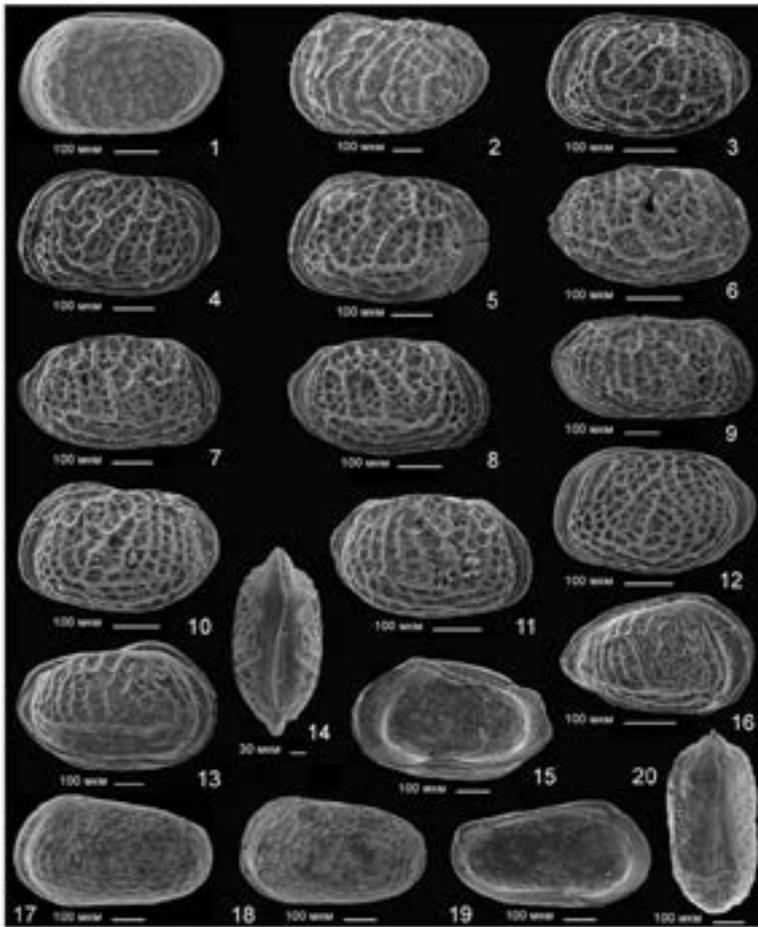
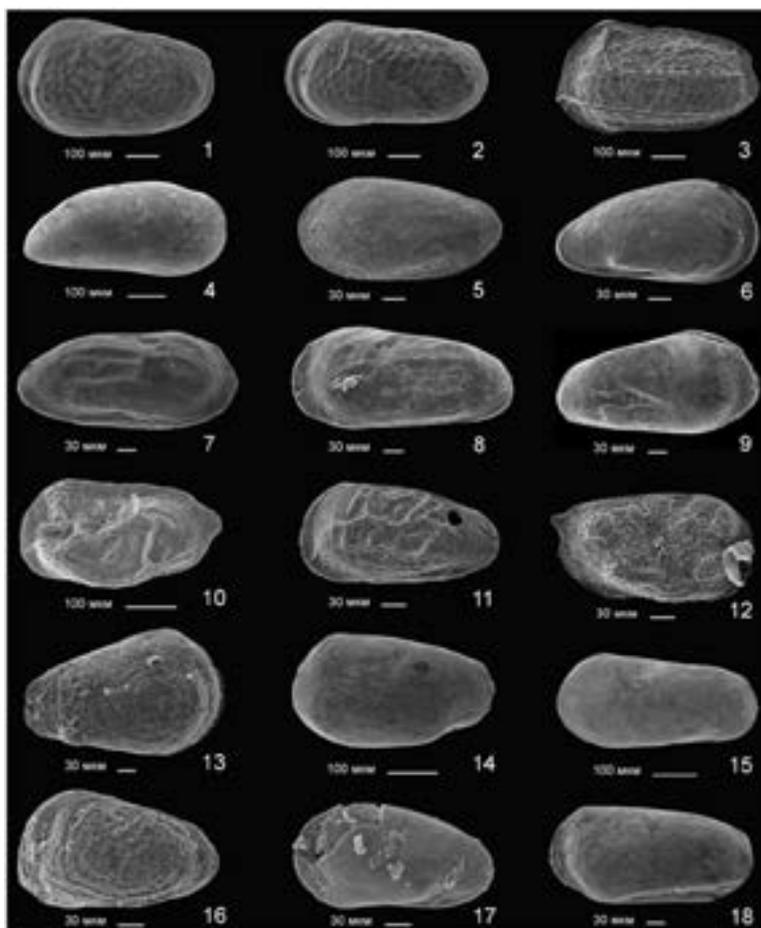


Рис. 4. Диаграмма соотношения холодноводных (1), тепловодных (2) и эвритермных (3) комплексов в разрезе Сокурской скважины.



**Рис. 5.** Изображения изученных остракод из Сокурской скважины: 1) *Camptocythere* sp. 1: экз. № Sokur-2, целая раковина самки слева; гл. 56,3 м; 2) *Fuhrbergiella* (*Praefuhrbergiella*) *kizilkaspakensis* (Mandelstam, 1947): экз. № Sokur-160, левая створка самки снаружи; гл. 4,4 м; 3, 6) *Glyptocythere* aff. *rugosa* Brand et Malz, 1966: 3 – экз. № Sokur-130, левая створка самки снаружи; гл. 16,4 м; 6 – экз. № Sokur-122, правая створка самки снаружи; гл. 18,2 м; 4, 7) *Glyptocythere* sp. “*G. tuberodentina*” Permjakova, 1978 morfa 1: 4 – экз. № Sokur-31, левая створка самки снаружи; гл. 39,3 м; 7 – экз. № Sokur-30, правая створка самки снаружи; гл. 39,3 м; 5, 8–9) *Glyptocythere* sp. “*G. tuberodentina*” Permjakova, 1978 morfa 2: 5 – экз. № Sokur-169, левая створка самки снаружи; гл. 2,1 м; 8 – экз. № Sokur-170, правая створка самки снаружи; гл. 2,1 м; 9 – экз. № Sokur-164, целая раковина самки справа; гл. 4,4 м; 10–11) *Glyptocythere regulariformis* Brand et Malz: 10 – экз. № Sokur-144, левая створка самки снаружи; гл. 10,0 м; 11 – экз. № Sokur-143, правая створка самки снаружи; гл. 10,0 м; 12) *Glyptocythere tuscila* Brand et Malz: экз. № Sokur-43, левая створка самки снаружи; гл. 38,8 м; 13–16) *Glyptocythere tuberodentina* Brand et Malz: 13 – экз. № Sokur-50, целая раковина самки сбоку; гл. 34,5 м; 14 – экз. № Sokur-70, целая раковина самки со спинной стороны; гл. 32,0 м; 15 – экз. № Sokur-51, правая створка самки изнутри; гл. 34,5 м; 16 – экз. № Sokur-68, целая раковина личинки справа; гл. 32,0 м; 17–20) *Procytheridea concinna* Permjakova, 1974: 17 – экз. № Sokur-2, левая створка самца снаружи; гл. 56,3 м; 18 – экз. № Sokur-4, левая створка самки снаружи; гл. 56,3 м; 19 – экз. № Sokur-5, левая створка самца изнутри; гл. 56,3 м; 20 – экз. № Sokur-1, целая раковина самки со спинной стороны; гл. 56,3 м.



**Рис. 6.** Изображения изученных остракод из Сокурской скважины: 1–2) *Procytheridea ljubimovae* Permjakova, 1974: 1 – экз. № Sokur-41, левая створка самки снаружи; гл. 38,8 м; 2 – экз. № Sokur-37, левая створка самца снаружи; гл. 39,3 м; 3) *Palaeocytheridea* (P.) *kalandadzei* Tesakova, 2013: экз. № Sokur-119, левая створка самки снаружи; гл. 18,2 м; 4) *Paracypris bajociana* Bate, 1963: экз. № Sokur-171, правая створка снаружи; гл. 2,1 м; 5) *Procytherura sokolovi* (Ljubimova, 1955): экз. № Sokur-88, целая раковина слева; гл. 25,5 м; 6) *Procytherura?* sp. 1: экз. № Sokur-10, целая раковина справа; гл. 47,6 м; 7–8) *Plumhoffia quadricostata* Brand, 1990: 7 – экз. № Sokur-46, целая раковина справа; гл. 37,0 м; 8 – экз. № Sokur-58, левая створка снаружи; гл. 34,5 м; 9) *Plumhoffia ex gr. quadricostata* Brand, 1990: экз. № Sokur-117, целая раковина справа; гл. 20,5 м; 10) *Cytherura* sp. 1: экз. № Sokur-47, левая створка снаружи; гл. 37,0 м; 11) *Cytherura?* sp. 2: экз. № Sokur-108, левая створка снаружи; гл. 22,7 м; 12) *Pseudohutsonia* sp. 1: экз. № Sokur-99, правая створка снаружи; гл. 22,7 м; 13) Gen. sp. 2: экз. № Sokur-63, правая створка личинки снаружи; гл. 33,6 м; 14) Gen. sp. 5: экз. № Sokur-132, левая створка снаружи; гл. 16,4 м; 15) Gen. sp. 6: экз. № Sokur-89, левая створка снаружи; гл. 25,5 м; 16) Gen. sp. 7: экз. № Sokur-110, целая раковина слева; гл. 22,7 м; 17) Gen. sp. 8: экз. № Sokur-111, целая раковина слева; гл. 22,7 м; 18) Gen. sp. 10: экз. № Sokur-147, целая раковина слева; гл. 5,3 м.

Оба слоя отвечают единой Ф-зоне *A. subjurassicus* – *L. saratovensis*. Всем нижеописанным стратонам по остракодам, входящим в зону *Palaeocytheridea* (*P.*) *kalandadzei*, соответствует одна Ф-зона *L. volganica* – *V. dainae*. Подзоне *Fuhrbergiella* (*Praefuhrb.*) *kizilkaspakensis* дополнительно отвечает Ф-зона *Trochammina* aff. *praescuamata* [1].

#### Зона *Palaeocytheridea* (*P.*) *kalandadzei*.

Интервал разреза 24,4–50,7 м выделен в слои с *Camptocythere* sp. 1 (немного превышающие по объему слои с *Camptocythere*) [по 7, 10]. На нижней границе появляется вид-индекс, представленный сравнительно обильно почти в каждом образце интервала. Практически одновременно с ним начинает встречаться зональная форма верхнего байоса Русской платформы *Palaeocytheridea* (*P.*) *kalandadzei* – вид, широко распространенный по всему разрезу верхнебайосской зоны *michalskii* и в нижней части нижнебатской зоны *besnosovi*. В Сокурском разрезе он является фоновым и присутствует в каждом из выделенных стратонов (кроме двух нижних слоёв).

Комплекс остракод слоёв с *Camptocythere* sp. 1 существенно разнообразнее и богаче ассоциаций нижележащих слоёв. Но его таксономическое обилие возрастает вверх по разрезу постепенно. Если вблизи подошвы, кроме зонального индекса и индекса слоёв, встречались *P. ljubimovae*, *Procytherura?* sp. 1, *Pl. quadricostata*, Gen. sp. 6 и Gen. sp. 11, то в верхней половине слоёв, кроме перечисленных таксонов, присутствуют: *Glyptocythere tuberodentina* Brand et Malz, G. aff. *rugosa* Brand et Malz, *G. regulariformis* Brand et Malz, *G. tuscila* Brand et Malz, G. sp. “*G. tuberodentina*” Permj., морфа 1, G. sp. “*G. tuberodentina*” Permj., морфа 2, *Cytherura* sp. 1, *Cytherura?* sp. 2, *Paracypris bajociana* Bate, *Procytherura sokolovi* (Lyub.), Gen. sp. 2, Gen. sp. 5, Gen. sp. 7, Gen. sp. 10, Gen. sp. B, Gen. sp. C. Ещё раз подчеркнём, что разнообразие увеличивается вверх по разрезу постепенно, в соответствии с нарастанием трансгрессии. Характерно, что вблизи подошвы слоёв с *Camptocythere* sp. 1 последний раз встречается вид *P. concinna*. А их верхняя граница подчеркнута временным исчезновением *Camptocythere* sp. 1 и первым появлением индекса вышележащих слоёв.

Выше, в интервале 19,2–24,4 м, выделены слои с *Pseudohutsonia* sp. 1 (отвечающие нижней половине слоёв с *Glyptocythere regulariformis*) [по 7, 10]. Они наследуют систематический состав нижних слоёв, но менее разнообразны и – что важно – характеризуются отсутствием рода *Camptocythere*. Нижняя граница, кроме исчезновения камптоцитер, подчеркнута появлением вида-индекса. Несколькo выше неё, на уровне 23 м, последний раз в разрезе встречены виды *Cytherura?* sp. 2 и Gen. sp. 7 и впервые появляется таксон Gen. sp. 8, исчезновение которого маркирует верхнюю границу слоёв.

Выше в разрезе вновь фиксируются различные представители холодолюбивого рода *Camptocythere*, свидетельствующие о новом открытии северного коридора и поступлении вод из арктического бассейна. Их находки единичны и встречены на отдельных уровнях, в отличие от слоёв с *Camptocythere* sp. 1, в которых вид-индекс являлся фоновым. Либо в это время связь с северными акваториями была существенно слабее, либо носила спорадический характер. Тем не менее, интервал разреза 10,0–18,3 м объединяется нами в слои с *Camptocythere* sp. 2 (отвечающие верхней половине слоёв с *Glyptocythere regulariformis*) [по 7, 10]. Вид *C. sp. 1* также присутствует в этих слоях, являясь наиболее часто встречаемым, но подошва слоёв устанавливается по появлению вида *C. sp. 2* (уровень с его представителями выделен в комплекс I).

Важно отметить, что камптоцитеры продолжают встречаться в разрезе и выше, но с уровня 8,5 м появляется вид *Fuhrbergiella* (*Praefuhrb.*) *kizilkaspakensis*, представлен-

ный в верхах байоса и низах бата в Саратовской и Пензенской обл., по которому установлена одноимённая подзона [7, 10]. Эта подзона выделяется в интервале 2,1–8,5 м. В верхней части подзоны (на уровне 5,15 м) присутствует еще один комплекс с камптоцитерами (комплекс II), где наряду с *C. sp. 1* отмечаются новые представители рода – *Camptocythere sp. 3* и *C. sp. 4*.

**Палеоэкологический и палеогеографический аспекты формирования отложенных разрезов Сокурской скважины.** Сопоставление О-стратонов с диаграммой соотношения остракод с различными температурными предпочтениями (см. рис. 4) выявило их полное совпадение и палеогеографическую природу стратонов, связанную с вариациями температуры в результате изменений направления и силы трансгрессий. О направлениях трансгрессий мы судили также по систематическому сходству изученных комплексов с остракодами сопредельных территорий (литературные данные и личные коллекции Е.М. Тесаковой). Анализ соотношения кривых разнообразия и численности позволил сделать предположения об изменении глубины в период накопления разреза и охарактеризовать батиметрические особенности О-стратонов. Равномерное увеличение разнообразия остракод в нижней половине разреза (см. рис. 2) демонстрирует нарастание глубины, т.е. трансгрессивную фазу первого Т/Р цикла. Этот же интервал отвечает пачке I [1], имеющей трансгрессивный характер строения (по литологическим данным).

Ниже описаны последовательные изменения палеоэкологической и палеогеографической ситуации, имевшей место в позднем байосе Саратовского Поволжья, в соответствии с выделенными О-стратонами.

Слои с *P. concinna* (инт. 52,9–56,3 м) практически моновидовые, а их индекс известен также из верхнего байоса Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ), отвечают условиям морского мелководного залива с нестабильной солёностью. Вид-индекс считается показателем тепловодности [8], а этот интервал, тепловодный, формировался при полном отсутствии арктического влияния. Он отвечает началу трансгрессии на ВЕП с юго-запада через ДДВ, о чем свидетельствует общий с ней таксон.

В слоях с *P. ljubimovae* (51,0–52,8 м) разнообразие остракод возрастает до 4 форм, что может означать некоторое углубление морского мелководья. Присутствие в комплексе этих слоев *Fuhrbergiella* (*P.*) aff. *kizilkaspakensis* из позднего байоса Мангышлака и *Plumhoffia quadricostata* из позднего байоса Германии говорит о трансгрессии с юго-восточного и юго-западного направлений и расширении связей как с Крымско-Кавказским, так и Западноевропейским палеобассейнами. Представители родов *Fuhrbergiella* и *Plumhoffia* известны из водных масс с нормальной солёностью. Мангышлакский вид *F. (P.)* aff. *kizilkaspakensis* характеризует теплую водную массу, как и род *Plumhoffia*. Слоям с *P. ljubimovae* соответствует второй палеоэкологический интервал разреза, также мелководный и тёплый, без холодноводных таксонов, формировавшийся под влиянием тетических вод, попадавших на ВЕП через ДДВ и Прикаспийскую низменность.

Характерно, что слоям с *P. concinna* и *P. ljubimovae* соответствует единый комплекс фораминифер с *Ammodiscus subjurassicus* Sarytsch. et Chab., *Saccamina compacta* Gerke и *Hyperammina* sp., относящийся к зоне *Ammodiscus subjurassicus*–*Lenticulina saratovens*. По данным литологии, вся эта часть разреза накапливалась в относительно мелководной зоне шельфа с интенсивной гидродинамикой [1, 13].

Дальнейшее углубление со стабилизацией условий прослеживается в слоях с *Camptocythere sp. 1* (24,4–50,7 м) по непрерывному увеличению разнообразия остракод

вплоть до гл. 33,0 м. Кроме того, об усилении трансгрессии свидетельствует появление на нижней границе слоев представителя холодных арктических вод рода *Camptocythere* и чуть выше (48,0 м) – тетического таксона *Palaeocytheridea*. Таким образом, с уровня 50,7 м остракоды фиксируют открытие третьего – северного – направления морской трансгрессии из Печоро-Гренландского моря.

До интервала 33,0 м (кровля пачки I [по 1]) таксономическое разнообразие в слоях с *Camptocythere sp. 1* продолжает возрастать, а выше (в пачке II, по данным тех же авторов) новые виды практически не появляются. Более того, их количество вверх по разрезу начинает медленно сокращаться. Одновременно с этим численность остракод более или менее стабильна. Это свидетельствует об относительно глубоководных, стабильных, тиховодных условиях, что хорошо согласуется и с литологическими данными.

Таким образом, нижняя половина слоёв с *Camptocythere sp. 1* (инт. 56,0–32,0 м), соответствующая пачке I – это трансгрессивная часть разреза. А верхняя (инт. 32,0–4,0 м), отвечающая пачке II и имеющая самые большие глубины (в пределах 50 м) – максимум трансгрессии.

Слои с *Camptocythere sp. 1* отвечают третьему палеоэкологическому интервалу, связанному с открытием северного коридора и началом притока на РП арктических вод.

При этом в комплексе остракод из инт. 39,9–50,7 м явно преобладали арктические элементы, с незначительным содержанием эвритермных и, изредка, теплолюбивых родов на отдельных уровнях разреза (см. рис. 4). Это определило холодный фон водной массы, в которой, тем не менее, изредка встречались иммигранты из Западной Европы, т. е. западный приток хоть и ослаб, но продолжал функционировать. Позднее (инт. 24,4–39,9 м) влияние тёплого западного течения периодически возрастало, при сохранении сообщения с северным бассейном. Т. е. имела место смешанная водная масса, в которой одновременно присутствовали тетические и арктические компоненты, с периодическим преобладанием тех или других.

Характерно, что верхняя граница слоёв с *Camptocythere sp. 1* подчёркнута не только появлением индекса вышележащих слоёв, но и исчезновением холодолюбивых камптоцитер. В результате комплекс слоёв с *Pseudohutsonia sp. 1* имеет тепловодный облик и состоит в основном из тетических форм, с некоторой долей эвритермных. Это четвёртый палеоэкологический интервал разреза, который отвечает временному прекращению работы северного миграционного коридора и приостановке притока вод из Печоро-Гренландского бассейна.

Слои с *Camptocythere sp. 2* (инт. 10,0–18,3 м) с единичными уровнями присутствия арктических элементов среди теплолюбивых и эвритермных таксонов формировались в период преимущественной трансгрессии с юго-восточного и юго-западного направлений. При этом Печоро-Гренландский коридор, скорее всего, открывался эпизодически на короткое время, о чем свидетельствуют 3 маломощных прослоя с камптоцитерами (уровни 18,3, 14,75–15,6 и 12,5 м), разделенные существенно более широкими интервалами с тепловодной и эвритермной биотой. В пользу этой интерпретации свидетельствует и то, что в камптоцитеровом комплексе I и выше в этих слоях встречаются разные представители камптоцитер. Менее вероятна интерпретация, при которой слои с *Camptocythere sp. 2* образовались под влиянием непрекращавшегося притока вод как с северного, так и с ЮВ и с ЮЗ направлений, но при существенном преобладании последних (из-за чего температура их водной массы была более высокая, чем таковая слоев с *Camptocythere sp. 1*).

Выше, в подзоне *Fuhrbergiella* (*Praefuhrb.*), *kizilkaspakensis* (инт. 2,1–8,5 м) комплекс остракод почти полностью тепловодный, состоящий из теплолюбивых и эвритермных таксонов, причем доля первых вверх по разрезу подзоны неуклонно возрастает. Однако на уровне 5,15 м встречен камптоцитеровый комплекс II, говорящий о том, что описанная для слоев с *Camptocythere sp. 2* палеогеографическая ситуация (с периодическими вторжениями северных вод в тепловодный бассейн РП), скорее всего, осталась без изменений.

**Заключение.** Таким образом, настоящее исследование подтвердило наличие в разрезе Сокурской скважины отложений двух Т/Р циклов, каждый из которых вначале характеризовался тёплой водной массой из-за изоляции Среднерусского моря от Печоро-Гренландского бассейна. Но по мере нарастания трансгрессии открывался северный коридор и поступала холодная вода. Наиболее мощный ее приток фиксируется в раннем из циклов, второй цикл отличался более тепловодными условиями.

Изменения позднебайосской остракодовой биоты РП происходили в результате изменения палеогеографической обстановки в небольшом по площади мелководном палеобассейне. Наступление моря, начавшееся на РП с ЮЗ и ЮВ направлений, продолжилось расширением связей с северными акваториями и открытием бореально-арктического коридора. На протяжении позднего байоса все три направления функционировали с различной интенсивностью. Вначале работало только ЮЗ (слои с *P. concinna*), позже к нему присоединилось ЮВ направление (слои с *I. ljubimovae*). Далее, во время нарастания и развития трансгрессии, преобладал северный приток (нижняя половина слоев с *Camptocythere sp. 1*), впоследствии уравновесившийся тетическими массами (верхняя половина слоев с *Camptocythere sp. 1*) во время максимума трансгрессии. Начало следующего трансгрессивного цикла вновь характеризуется тепловодным периодом (слои с *Pseudohutsonia sp. 1*), сменяющимся по мере увеличения глубины смешанными водными массами с преобладанием тетической и отдельными эпизодами проникновения бореально-арктических вод (слои с *Camptocythere sp. 2* и подзона *Fuhrbergiella* (*Praefuhrb.*) *kizilkaspakensis*).

Добавим, что филогенетическая эволюция остракод в позднем байосе не претерпела существенных изменений. Как правило, виды, появившись на этой территории с установлением подходящих для них условий, продолжали свое существование в течение всего рассмотренного времени. В случае с остракодами – микробентосом, жестко связанным с местными условиями – такая ситуация типична. Видообразование у организмов, имеющих небольшие ареалы, достаточно медленное. Это отражается в большом вертикальном распространении стратонов, выделенных на основе любых бентосных филогений, например, по эволюции остракод рода *Palaeocytheridea* [5, 6, 9]. Поэтому для уточнения и детализации стратиграфических шкал по бентосу (в т. ч. и остракодам) для расчленения и корреляции разрезов предпочтительнее использовать стратоны, выделенные на миграционной основе (в соответствии с изменением палеогеографической ситуации, которая приводит к смене палеоэкологии и миграции комплексов бентоса). Вышесказанное верно только для мелководных бассейнов (в пределах глубины до 50 м), где изменения температуры, солёности и проч. факторов среды быстро сказываются во всём объёме, включая придонные слои. В бассейнах с глубинами больше 50 м придонные условия достаточно стабильны и бентосные сообщества, соответственно, тоже. В этом случае расчленение отложений по бентосу можно проводить только на основе филогенетических изменений.

Поскольку основные изменения Среднерусского моря в позднем байосе были связаны с температурой водной массы, стенотермные камптоцитеры появлялись и исчезали в разрезе в соответствии с функционированием северного коридора. Хотя вверх по разрезу наблюдается смена видов камптоцитер (*Camptocythere* sp. 1 → C. sp. 2 → C. sp. 3 и 4), скорее всего, они отмечают миграционные уровни, а не филогенетические изменения в этой линии. Для окончательного решения этого вопроса не хватает материала по камптоцитерам подзоны F. (P.) *kizilkaspakensis*.

Не вполне понятно, с чем связан переход от вида *Procytheridea concinna* к *P. ljubimovae*. Это, действительно, морфологически очень близкие виды, которые вполне могут представлять членов единой филемы, но для полной уверенности нужны дополнительные исследования их онтогенеза.

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках госзадания № 0135-2014-0070 (ГИН РАН) при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ 15-05-03149.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Глинских Л.А., Костылева В.А. Микропалеонтологические и седиментологические свидетельства бореальной трансгрессии в байосе-бате окрестностей Саратова // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии (материалы V Всерос. совещания) / Под ред. В.А. Захарова. Екатеринбург: ИздатНаукаСервис, 2013. С. 44–46.
2. Митта В.В., Захаров В.А., Барсков И.С. и др. Верхний байос и нижний бат окрестностей Саратова: малакологическая характеристика и биостратиграфия // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2011. Т. 19, № 5. С. 32–45.
3. Сазонова И.Г., Сазонов Н.Т. Палеогеография Русской платформы в юрское и меловое время. Л.: Недра, 1967. 260 с.
4. Тазихин Н.Н., Крымгольц Г.Я. Палеогеография // Стратиграфия СССР / Под ред. Д.В. Наливкина. Т. 8: Юрская система. М.: Недра, 1972. С. 451–471.
5. Тесакова Е.М. Остракоды рода *Palaeocytheridea* Mandelstam, 1947 в средней и верхней юре Европы. 1. Развитие представлений об объёме рода и результаты его ревизии // Палеонтологический журнал. 2013. № 3. С. 25–38.
6. Тесакова Е.М. Остракоды рода *Palaeocytheridea* Mandelstam, 1947 в средней и верхней юре Европы. 2. Описание таксонов // Палеонтологический журнал. 2013. № 5. С. 28–36.
7. Тесакова Е.М. Юрские остракоды Русской плиты: стратиграфическое значение, палеоэкология и палеогеография. Автореф. дис. д.г.-м.н. М.: МГУ им. Ломоносова, 2014. 48 с.
8. Тесакова Е.М. Реконструкция палеотемператур Среднерусского моря в средней и поздней юре по остракодам // Проблемы палеоэкологии и исторической геоэкологии: Сб. тр. Всерос. науч. конф., посвящённой памяти проф. В.Г. Очева / Под ред. А.В. Иванова. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2014. С. 133–147.
9. Тесакова Е.М. Остракоды рода *Palaeocytheridea* Mandelstam, 1947 в средней и верхней юре Европы. 3. Стратиграфия и палеобиогеография // Палеонтологический журнал. 2014. № 1. С. 55–59.
10. Тесакова Е.М. Корреляция средне-позднеюрских остракодовых шкал Западной и Восточной Европы // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии (материалы VI Всерос. совещания) / Под ред. В.А. Захарова. Махачкала, 2015. С. 272–276.
11. Тесакова Е.М., Сельцер В.Б. Верхнебайосские остракоды Саратовской области: стратиграфия и палеобиогеография // Палеострат-2012: Тез. научн. конф. М.: Палеонтологический ин-т им. А.А. Борисяка РАН, 2012. С. 69–70.
12. Шурупова Я.А., Тесакова Е.М. Остракоды позднего байоса Саратовской области как палеотемпературные индикаторы // Биология – наука XXI века: Сб. тез. Межд. Пущинской школы-конференции молодых ученых. Пущино, 2015. С. 452.
13. Mitta V., Kostyleva V., Dzyuba O. et al. Biostratigraphy and sedimentary setting of the Upper Bajocian – Lower Bathonian in the vicinity of Saratov (Central Russia) // Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. 2014. V. 271, № 1. S. 95–121.

14. Tesakova E. Late Callovian and Early Oxfordian ostracods from the Dubki section (Saratov area, Russia): implications for stratigraphy, paleoecology, eustatic cycles and palaeobiogeography // *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*. 2008. V. 249, № 1. S. 25–45.

#### REFERENCES

1. Glinskikh L.A., Kostyleva V.V. Micropaleontological and sedimentological evidences of Boreal transgression in the Bajocian-Bathonian near Saratov. *Jurassic System of Russia: Problems of stratigraphy and paleogeography*. P. 44–46. (Ed. by V.A. Zakharov, M.A. Rogov, B.N. Shurygin. Yekaterinburg: “ID “IzdatNaukaServis” LLC, 2013) (in Russian).
2. Mitta V., Zakharov V., Barskov I., Seltser V., Ivanov A. Upper Bajocian and Lower Bathonian in the vicinity of Saratov: malacological characteristics and biostratigraphy. *Stratigrafiya. Geologicheskaya correlyaziya*. **19** (5), 32–45 (2011) (in Russian).
3. Sazonova I., Sazonov N. *Paleogeography of Russian platform in the Jurassic and Cretaceous*. 260 p. (Leningrad: Nedra, 1967) (in Russian).
4. Tazihin N., Krymgolts G. Paleogeography. *Stratigraphy of the USSR*. V. 8: Jurassic System. P. 451–471 (Ed. by D.V. Nalivkin. Moscow: Nedra, 1972) (in Russian).
5. Tesakova E. M. Ostracods of the Genus Palaeocytheridea Mandelstam in the Middle and Upper Jurassic of Europe: 1. Development of Ideas on the Content of the Genus and the Results of Its Revision. *Paleontologicheskij zhurnal*. **47** (3). 256–271 (2013) (in Russian).
6. Tesakova E.M. Ostracods of the Genus Palaeocytheridea Mandelstam in the Middle and Upper Jurassic of Europe: 2. Description of Taxa. *Paleontologicheskij zhurnal*. **47** (5). 485–494 (2013) (in Russian).
7. Tesakova E.M. *Jurassic ostracodes of Russian Plates: stratigraphic significance, paleoecology and paleogeography*. Abstract of dissertation for Dr. Sci. (Geol.). 48 p. (Moscow State University, 2014) (in Russian).
8. Tesakova E.M. Paleotemperature reconstruction of the Middle Russian sea during the Middle and Late Jurassic by ostracods. *Problems of paleoecology and historical geo-ecology: Proc. of the Scientific Conference dedicated to the memory of prof. V.G. Ochev*. P. 133–147 (Ed. by A.V. Ivanov. Saratov, 2014) (in Russian).
9. Tesakova E.M. Ostracods of the genus Palaeocytheridea Mandelstam in the Middle and Upper Jurassic of Europe: 3. Stratigraphy and Paleobiogeography // *Paleontological Journal*, 2014, Vol. 48, No. 1, pp. 53–57.
10. Tesakova E.M. Correlation of the Middle- Late Jurassic ostracod Scales of Western and Eastern Europe. *Jurassic System of Russia: Problems of stratigraphy and paleogeography*. P. 268–272 (Ed. by V.A. Zakharov, M.A. Rogov, A.P. Ippolitov. Makhachkala: ALEF, 2015) (in Russian).
11. Tesakova E., Seltser V. Upper Bajocian ostracodes of the Saratov region: stratigraphy and paleobiogeography. *Paleostrat 2012*. Proc. of conf. P. 69–70 (Moscow, Paleontological Institute of RAS, 2012) (in Russian).
12. Shurupova J., Tesakova E. The late Bajocian ostracodes of Saratov region as a paleotemperature indicators. *Biology – Science of XXI Century: Proc. of Inter. School-Conference for Young Scientists*. 452 p. (Pushchino, 2015) (in Russian).
13. Mitta V., Kostyleva V., Dzyuba O., Glinskikh L., Shurygin B., Seltser V., Ivanov A., Urman O. Biostratigraphy and sedimentary setting of the Upper Bajocian – Lower Bathonian in the vicinity of Saratov (Central Russia). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*. **271** (1), 95–121 (2014).
14. Tesakova E. Late Callovian and Early Oxfordian ostracods from the Dubki section (Saratov area, Russia): implications for stratigraphy, paleoecology, eustatic cycles and palaeobiogeography. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*. **249** (1), 25–45 (2008).