



## Биохронологическая шкала тоара–нижнего аалена Восточной Сибири и Северо-Востока России по двустворчатым моллюскам (семейство *Oxytomidae* Ichikawa, 1958)

Лутиков О.А.

Геологический институт РАН, г. Москва, Россия; e-mail: [niipss@mail.ru](mailto:niipss@mail.ru)

В качестве методологической основы для разработки зональной шкалы тоара–нижнего аалена по окситомидам был применен биохронологический подход. На основании установленной в тоарских отложениях Северо-Востока России, Восточной Сибири и Германии хронологической последовательности видов двустворчатых моллюсков семейства *Oxytomidae* Ichikawa, 1958 ранее были разработаны биохронологические шкалы для нижнего тоара (Лутиков, Арп, 2023) и верхнего тоара–нижнего аалена (Лутиков, 2021). Модернизированная зональная шкала тоара и нижнего аалена состоит из шести окситозон. Шкала основана на филогенетической последовательности видов, относящихся к родам *Meleagrinella* и *Arctotis*, связанных между собой единой хроноклиной эволюционных изменений лигаментного блока.

**Методология построения зональной биохронологической шкалы.** Разработка биохронологических шкал относится к группе ретроспективных геологических исследований, которые могут характеризоваться только на уровне конструкторов – теоретических построений и понятий, недоступных непосредственному наблюдению, но гипотетически выводимых логическим путем (Косыгин, 1970). При моделировании историко-генетических процессов используются три основные концепции времени: субстанциальная, реляционная и реляционно-генетическая. В зависимости от использования каждой из них могут быть получены разные трактовки как существующих стратиграфических подразделений, так и их временных эквивалентов (Гладенков, 2004).

Б.С. Соколов рассматривал метод относительной биохронологии в широком смысле, не отделяя его от биостратиграфического и хроностратиграфического методов (Соколов, 1971). Теоретические основы метода зональной биохронологии, как самостоятельного

направления в стратиграфии, в последние десятилетия наиболее активно развивает В.В. Черных, при этом некоторые понятия, использованные им в ранних работах, претерпели изменения. К биохронологическим шкалам (БХШ) относились шкалы, построенные на эволюционной основе с точным определением границ подразделений по событию «возникновение таксона» в эволюционной последовательности родственных форм (Черных, 2005). С этим понятием связывались и другие концепты: биохронологическая шкала – это шкала исторического, событийного, качественного времени (Черных, 2014); биохронологическая шкала – есть модельное представление хронологического времени в виде последовательности наименьших хронологических подразделений – зон (Черных, 2016). Таким же многозначным представлялось и назначение биохронологических шкал: с одной стороны утверждалось, что «единственное назначение зональных БХШ – расчленение разрезов и корреляция стратиграфических границ стратиграфических подразделений» (Черных, 2016, с. 104), с другой стороны предполагалось, что «зональный метод дает возможность «померить геологическое время» вполне объективными событиями из жизни органического населения Земли» (Черных, 2016, с. 230); и наконец – шкала, наследующая от разреза временную последовательность ископаемых некоторой группы организмов, выбранную в качестве базиса шкалы, «является моделью биохронологического исчисления геологического времени, запечатленного в разрезе в виде следов определенных событий в развитии данной группы организмов» (Черных, 2020, с. 15).

При конструировании биохронологической шкалы по окситомидам использовалась реляционно-генетическая концепция времени. Согласно этой концепции, единое время-

пространство связано с последовательным возникновением различных по составу и структуре тел в одном и том же месте и со сменой состояний определенного тела. Геологическое время обладает континуально-дискретной структурой, а не порядком последовательности вещей (Симаков, 1995). Поскольку в понятие «биохронологическая шкала» вкладывалось много разных смыслов, здесь предлагается авторское определение данного термина: «Биохронологическая шкала — это модель времени-пространства, сконструированная на основе эволюционной закономерности организмов, сохранившихся в виде биофоссилий. Построение зональной биохронологической шкалы основано на законе необратимости эволюции и на признании планетарных событий, определяющих последовательность моментов геологического времени, т.е. классов сосуществующих событий».

Измерением обозначают процедуру, с помощью которой измеряемый объект сравнивается с некоторым эталоном и получает числовое выражение в определенном масштабе или шкале (Ядов, 1987). Измерение времени образования отложений с помощью биохронологической шкалы — это процедура, с помощью которой эволюционная последовательность организмов определяет, каким образом каждому изучаемому геологическому объекту ставится в соответствие некоторое подразделение собственного времени-пространства шкалы. Стандартная шкала, основанная на стратиграфической последовательности таксонов ортохронологической группы, выступает в роли стратиграфической теории полноты геологической истории. Подразделения параллельных шкал можно соотносить только какому-либо событию, зафиксированному в стандартной шкале, но нельзя с их помощью определять длительность подразделений стандартной шкалы. Как подчеркивал академик Б.С. Соколов, «при всем значении палеонтологического комплекса для характеристики как региональных, так и хроностратиграфических подразделений границы последних должны устанавливаться по данным изучения только одной какой-либо группы, иначе возникнет несколько границ, что совершенно недопустимо» (Соколов, 1971, с. 174). Собственное время-пространство шкалы по парахронологическим группам может соотноситься к собственному времени-пространству стандартной шкалы с точностью до единицы стандартной шкалы — зоны (=фазы), а на инфразональном уровне — с точностью до подзоны или биогоризонта. Соответственно, события в развитии всех парахронологических групп внутри страти-

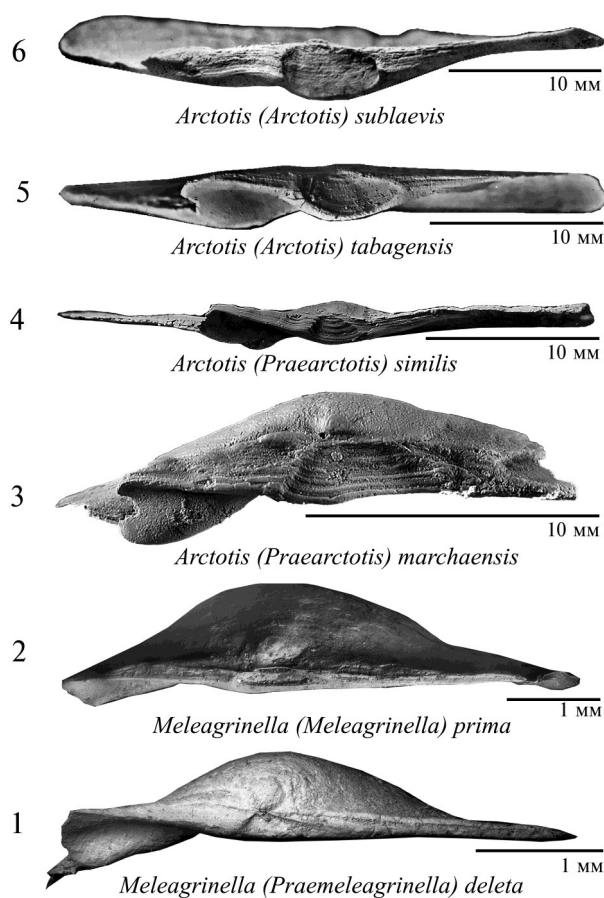
графического интервала, соответствующего событию в последовательности ортохронологической группы, одновременны друг с другом.

#### **Зональная шкала по окситомидам.**

Наименьшим подразделением шкалы является оксито-зона. По палеонтологическому и стратиграфическому критериям оксито-зоны представляют собой филозоны — отложения, в которых распространены виды, представляющие собой отрезки филогенетической линии семейства *Oxytomidae*. Слои с окситомидами относятся к вспомогательным биостратиграфическим подразделениям и представляют собой отложения, содержащие остатки фоссилий, принадлежащих семейству *Oxytomidae*. В одном случае слои с окситомидами выделялись в отложениях, в которых таксономическая общность зональных видов-индексов с видами-индексами из подстилающих или перекрывающих отложений не была изучена (у вида-индекса слоев с *Meleagrinnella deleta* пока не ясны эволюционные дистанции с другими представителями рода *Meleagrinnella*, встречающимися в плинсбахских отложениях; у вида-индекса слоев с *Arctotis sublaevis* не четко определены эволюционные дистанции с другими среднеюрскими представителями рода *Arctotis*). В других случаях слои выделялись в отложениях, в которых зональные виды-индексы и комплексы оксито-зон не встречались, а виды-индексы, установленные для таких отложений, не образовывали коротких эволюционных дистанций с основной филогенетической группой, образующей хроноклину. Так, у вида-индекса *Oxytoma jaksoni* число признаков, определяющих таксономическую общность с видами-индексами параллельных оксито-зон сокращено.

Для установления стратиграфических объемов оксито-зон шкала соотносилась с аммонитовой шкалой бореального зонального стандарта (Захаров и др., 1997; Шурыгин и др., 2011). Нижняя граница оксито-зон в шкале по окситомидам определяется появлением вида-индекса. Одновременность образования отложений в системе отсчета времени-пространства, заданного шкалой по окситомидам, определяется принадлежностью этих отложений к одному из классов периодических событий в филогенетическом ряду *Meleagrinnella–Arctotis*, которые индексируются фазами морфогенеза. Направленность эволюции в сочетании с ее периодичностью обладает собственным (реляционным) временем, поэтому биохронологическая шкала является инструментом датировки геологических событий (Красилов, 1977).

**Направленность шкалы.** В основе зональной шкалы по окситомидам лежит филогенетический ряд таксонов, относящихся к родам *Meleagrinnella* и *Arctotis*. Эволюционные изменения признаков, установленные в результате изучения морфогенеза лигаментного блока у раковин окситомид, приняты за филогенетическую хроноклину при конструировании зональной шкалы. Направленность морфогенеза в ряду *Meleagrinnella*–*Arctotis* запечатлена в последовательности состояний признаков лигаментного блока (подтипов лигаментной ямки и форм основания лигаментной ямки), не повторяющих друг друга (рис. 1).



**Рис. 1.** Эволюционные изменения лигаментной ямки правой створки в интервале от позднего плинсбаха до позднего аалена. 1 - фаза *Amaltheus viligaensis*, 2 – фаза *Zugodactylites braunianus*, 3 – фаза *Pseudolioceras wuerttenbergeri*, 4 – фаза *Pseudolioceras falcodiscus*, 5 – фаза *Pseudolioceras maclintocki*,

**Периодизация шкалы.** Периодизация биохронологической шкалы опиралась на результаты таксономической ревизии родов *Meleagrinnella* и *Arctotis* на основе взвешивания признаков (Лутиков, 2021; Лутиков, Арп, 2023). Дистанциями относительно стабильно-

го состояния некоторых элементов биссусного блока и наружных признаков раковин, установленными при изучении морфогенеза в историческом развитии окситомид, производилась периодизация шкалы. Изменение типа заднего крыла левой створки у рода *Meleagrinnella* принято за основу периодизации шкалы в интервале поздний плинсбах–поздний тоар (Лутиков, Арп, 2023). Изменение типа переднего крыла левой створки в сочетании с изменением формы биссусного ушка у рода *Arctotis* принято за основу периодизации шкалы в интервале поздний тоар–аален (Лутиков, 2021) (рис. 2).

**Выводы.** В соответствии с установленной в плинсбах-байосских отложениях Восточной Сибири, Северо-Востока России и Германии хронологической последовательностью двустворчатых моллюсков, принадлежащих семейству Охитомиде разработана зональная шкала, которая в тоаре-нижнем аалене включает шесть оксито-зон. Пограничные интервалы верхнего плинсбаха и верхнего аалена-нижнего байоса включают два биостратона в ранге слоев с окситомидами. Восемь зональных подразделений по окситомидам, установленных на основе филогенетической последовательности таксонов, относящихся к родам *Meleagrinnella* и *Arctotis*, соответствуют стратиграфической последовательности из одиннадцати аммонитовых зон бореального зонального стандарта:

- 1) слой с *Meleagrinnella deleta* (= зона *Amaltheus viligaensis*)
- 2) оксито-зона *Meleagrinnella golberti* (= зоны *Tiltoniceras antiquum*, *Harpoceras falciferum*)
- 3) оксито-зона *Meleagrinnella substriata* (= зона *Dactylioceras commune*)
- 4) оксито-зона *Meleagrinnella prima* (= зоны *Zugodactylites braunianus*, *Pseudolioceras compactile*)
- 5) оксито-зона *Arctotis marchaensis* (= зона *Pseudolioceras wuerttenbergeri*)
- 6) оксито-зона *Arctotis similis* (=зона *Pseudolioceras falcodiscus*)
- 7) оксито-зона *Arctotis tabagensis* (=зона *Pseudolioceras maclintocki*)
- 8) слой с *Arctotis sublaevis* (=зоны *Pseudolioceras waiteavesi*, *Pseudolioceras fastigatus*).

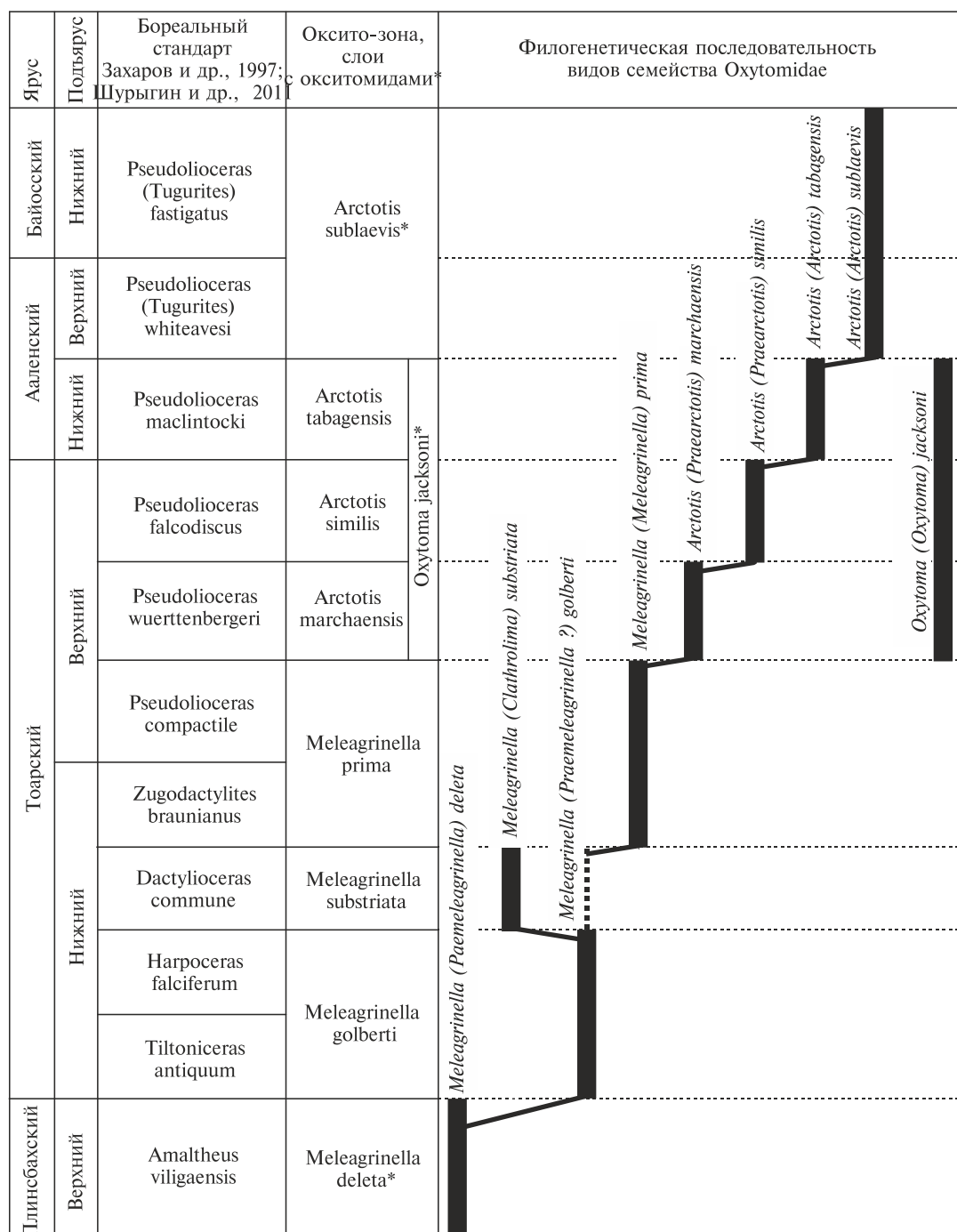
Для верхнетоарских - нижнеааленских отложений углубленного шельфа Восточной Сибири и Северо-Востока России, характеризующихся своеобразным комплексом двустворчатых моллюсков, установлены параллельные слои с *Oxytoma jacksoni* (= зоны *Pseudolioceras wuerttenbergeri*, *Pseudolioceras falcodiscus*, *Pseudolioceras maclintocki*) (рис. 3).

Век	Фаза аммонитовая	Фаза окситомидовая	Стадии направленных изменений признаков		Периоды стабилизации взвешенных признаков		
			Ложечковидный подтип лигаментной ямки	Ложечковидное основание лигаментной ямки	Дугообразный тип заднего крыла	Ложечковидное биссуальное ушко	S-образный тип переднего крыла
Ааленский	<i>Pseudolioceras</i> ( <i>Tugurites</i> ) <i>whiteavesi</i>	<i>Arctotis</i> <i>sublaevis</i>	Ложечковидный подтип лигаментной ямки	Ложечковидное основание лигаментной ямки			
	<i>Pseudolioceras</i> <i>maclintocki</i>	<i>Arctotis</i> <i>tabagensis</i>					
Тоарский	<i>Pseudolioceras</i> <i>falcodiscus</i>	<i>Praearctotis</i> <i>similis</i>	Угловатый подтип лигаментной ямки	Основание лигаментной ямки с углублением	Дугообразный тип заднего крыла	Каплевидное биссуальное ушко	Гранцевидный тип переднего крыла
	<i>Pseudolioceras</i> <i>wuerttenbergeri</i>	<i>Praearctotis</i> <i>marchaensis</i>					
	<i>Pseudolioceras</i> <i>compactile</i>	<i>Meleagrinea</i> <i>prima</i>	Прямой подтип лигаментной ямки	Уплощенное основание лигаментной ямки		Трапецевидное биссуальное ушко	Параболический тип переднего крыла
	<i>Zugodactylites</i> <i>braunianus</i>						
	<i>Dactylioceras</i> <i>commune</i>	<i>Meleagrinea</i> <i>substriata</i>					
	<i>Harpoceras</i> <i>falciferum</i>	<i>Meleagrinea</i> <i>golberti</i>					
	<i>Tiltoniceras</i> <i>antiquum</i>						
	Плинсбахский	<i>Amaltheus</i> <i>viligaensis</i>				<i>Meleagrinea</i> <i>deleta</i>	
Коромысло- образный тип заднего крыла							

Рис. 2. Направленность и периодизация зональной биохронологической шкалы

### Литература

- Гладенков Ю.Б. Биосферная стратиграфия (проблемы стратиграфии начала XXI века). Труды ГИН РАН. М.: ГЕОС, 2004. Вып. 551. 120 с.
- Захаров В.А., Богомолов Ю.И., Ильина В.И., Константинов А.Г., Курушин Н.И., Лебедева Н.К., Меледина С.В., Никитенко Б.Л., Соболев Е.С., Шурыгин Б.Н. Борейный зональный стандарт и биостратиграфия мезозоя Сибири // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 5. С. 927–956.
- Косыгин Ю.А. Методологические вопросы системных исследований в геологии // Геотектоника. 1970. №. 2. С. 20–29.
- Красилов В.А. Эволюция и биостратиграфия. М.: Наука, 1977. 256 с.
- Лутиков О.А. Биохронологическая шкала верхнего тоара–нижнего аалена Восточной Сибири по двустворчатым моллюскам рода *Arctotis* Bodylevsky, 1960 // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2021. Т. 29. № 6. С. 54–83.
- Лутиков О.А., Арп Г. Борейная биохронологическая шкала тоара по двустворчатым моллюскам рода *Meleagrinea* Whitfield, 1885 //



**Рис. 3.** Зональное расчленение тоарского яруса и пограничных с ним интервалов верхнего плинсбаха и аалена на основе филогенетической последовательности видов семейства Oxytomidae

Вертикальные широкие сплошные линии – биозоны видов-индексов оксито-зон и слоев с окситомидами. Наклонные тонкие сплошные линии – линии предполагаемой генеалогической связи. Вертикальные тонкие пунктирные линии – предполагаемые отрезки филолиний не установленных таксонов.

Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2023. Т. 31. № 2. С. 59–81.  
 Симаков К.В. Очерк истории «переоткрытия времени» // Вестн. РАН. 1995. Т. 65. № 6. С. 502–512.  
 Соколов Б.С. Биохронология и биостратиграфические границы // Проблемы общей и

региональной стратиграфии. Новосибирск, «Наука». 1971. С. 155–178.  
 Черных В.В. Зональный метод биостратиграфии. Зональная шкала нижней перми Урала по конодонтам. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2005. 217 с.  
 Черных В.В. Аксиоматика зонального метода в

- биостратиграфии //Труды Института геологии и геохимии им. академика АН Заварицкого. 2014. № 161. С. 43–46.
- Черных В.В. Основы зональной биохронологии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2016. 268 с.
- Черных В.В. Стратиграфическая шкала и геологический разрез //Литосфера. 2020. Т. 20. №. 1. С. 5–17.
- Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Меледина С.В., Дзюба О.С., Князев В.Г. Комплексные зональные шкалы юры Сибири и их значение для циркумарктических корреляций // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 8. С. 1051–1074.
- Ядов В.А. Социологическое исследование: методология, программа, методы. М.: Наука, 1972. 240 с.

## **Biochronological zonation of the Toarcian–lower Aalenian of Eastern Siberia and North-East of Russia based on bivalves (family Oxytomidae Ichikawa, 1958)**

Lutikov O.A.

Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e-mail: [niipss@mail.ru](mailto:niipss@mail.ru)

The biochronological approach was used as a methodological basis for the development of the Toarcian–lower Aalenian zonal scales using bivalve mollusks of the family Oxytomidae Ichikawa, 1958. Based on the chronological sequence of oxytomid species, established in the Toarcian deposits of Northeast Russia, Eastern Siberia, and Germany, biochronological scales were previously developed for the lower Toarcian (Lutikov, Arp, 2023) and the upper Toarcian–lower Aalenian (Lutikov, 2021). The integrated zonal scale for the Toarcian and lower Aalenian consists of six oxyto-zones. The scale is based on the phylogenetic sequence of species belonging to the genera *Meleagrinnella* and *Arctotis*, interconnected by a single chronocline of evolutionary changes in the ligament block.