

УДК 563.125.6(551.735.2)

## ЭВОЛЮЦИЯ ПОЗДНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ ФОРАМИНИФЕР РОДА FUSIELLA LEE ET CHEN (FUSULINIDA)

© 2013 г. Т. Н. Исакова

Геологический институт РАН

e-mail: isakova@ginras.ru

Поступила в редакцию 04.04.2011 г.

Принята к печати 18.06.2012 г.

Изучено эволюционное развитие рода *Fusiella* Lee et Chen, 1930. Виды сгруппированы в две эволюционные ветви. Первая, *F. praecursor* Rauser – *F. asera* M.-Maclay, образует линию веретеновидных форм с прямыми септами и аксиальными заполнениями вдоль оси раковины. Во второй, *F. praecursor* Rauser – *F. excelsa* Suleimanov, происходит образование цилиндрической формы раковины, осевые заполнения редуцируются, появляется скрученность септ в аксиальных концах и слабая складчатость на боковых сторонах раковины. В стратотипических и опорных разрезах московского и касимовского ярусов Московской синеклизы присутствуют виды первой филогенетической линии. Описан новый вид *Fusiella pseudorawi* sp. nov.

DOI: 10.7868/S0031031X13020062

### ВВЕДЕНИЕ

Стратиграфический потенциал каменноугольных фораминифер успешно использовался при создании зональных шкал, расчленении и корреляции отложений морского карбона как в стратотипической местности ярусов, так и за ее пределами. Начиная с 90-х годов прошлого столетия, исследования фораминифер во многом определяются задачами разработки Международной стратиграфической шкалы (МСШ) каменноугольной системы и направлены на обновление существующих зональных схем, обоснование границ стратиграфических подразделений на основе выявления филогенетических последовательностей, содержащих фораминиферовые биостратиграфические маркеры. В настоящее время остается актуальным выбор маркера для нижней границы касимовского яруса МСШ.

На заседании международной рабочей группы по границам касимовского и гжельского ярусов, состоявшемся в г. Овьедо (Испания) летом 2008 г., Х. Форке (Германия) предложил (устное сообщение) использовать в качестве маркера нижней границы касимовского яруса вид *Fusiella rawi* (Lee, 1927). В системе надотряда Fusulinoida этот вид включен (Справочник..., 1996) в состав рода *Fusiella* Lee et Chen, 1930, относящегося к семейству Schubertellidae Skinner, 1931 (отряд Schubertellida). Однако в Московской синеклизе, являющейся типовой местностью касимовского яруса, вид *Fusiella rawi* до сих пор не указывался. Изучение имеющихся коллекций шлифов, а также литературных данных, подтвердило отсутствие

*Fusiella rawi* в разрезах Московской синеклизы и позволило выявить новый вид этого рода.

Задача настоящего исследования — анализ эволюционного развития рода *Fusiella* на рубеже среднего и позднего карбона с целью выявления значимых эволюционных изменений, которые в дальнейшем могут быть использованы для определения потенциального фузулинидового маркера нижней границы касимовского яруса МСШ.

### МАТЕРИАЛ

В основу описания нового вида и филогенетических построений положены материалы из детально изученных разрезов пограничных отложений московского яруса среднего карбона и касимовского яруса верхнего карбона южной части Московской синеклизы и Окско-Цнинского вала. Учтены также литературные данные. В материалы входили собственные коллекции шлифов из неостратотипа московского яруса (карьер Домодедово), неостратотипа касимовского яруса (Афанасьево), а также разреза котлована центрального ядра Москва-Сити в Москве и скважины 1832, пробуренной на проспекте Сахарова. Также были использованы шлифы по опорным скважинам 5к и 6к, пробуренным к VIII Международному конгрессу по стратиграфии и геологии карбона (Москва, 1975). Кроме того, изучены коллекции шлифов из разрезов Окско-Цнинского вала: собственные сборы (Щербатовка) и рабочие коллекции Д.М. Раузер-Черноусовой к публикации “Некоторые вопросы касимовского яруса в свете изучения фузулинид” (Раузер-Черноусова,

Шербович, 1974), хранящиеся в Микрорепалеонтологической лаборатории Геологического института РАН (Аникино, Гиблицы, Василево, Селизово). Ориентированные и косые сечения раковин фузиелл определены в 95 шлифах.

*Opode Fusiella Lee et Chen, in Lee et al., 1930*

Род *Fusiella* впервые описан Дж. Ли и С. Чень (Lee et al., 1930) из пенсильванского (среднекаменноугольного) известняка Хуанлун Китая с типовым видом *Fusiella typica* Lee et Chen, 1930. По мнению С.Е. Розовской (1975), род *Fusiella* берет начало от рода *Schubertella* в раннемосковское время. Эволюция от шубертелл к фузиеллам шла по пути дифференциации стенки, увеличения размеров раковины и появления слабой складчатости септ.

Генетические связи между среднекаменноугольными видами рода *Fusiella* были намечены еще Раузер-Черноусовой с соавторами (1951). Позднекаменноугольные и раннепермские фузиеллы объединены в группы близкородственных видов И.С. Сулеймановым (1949). Синтез литературных данных позволяет наметить определенные тенденции в развитии рассматриваемого рода. На Восточно-Европейской платформе первые фузиеллы – группа *F. praecursor* – указываются в отложениях каширского и подольского горизонтов московского яруса. Группа *F. praecursor*, представленная видами *F. praecursor* Rauser, 1951 и *F. praeturica* Safonova, 1951, является предковой для другой группы – *F. turica*, поскольку “близка к ней по внешней форме и к тому же соединена с ней переходами” (Раузер-Черноусова и др., 1951, с. 89). Вид *F. typica* Lee et Chen, 1930 особенно широко распространен в мячковском, реже встречается в подольском горизонте московского яруса. Для него характерна вздуто-веретеновидная, часто укороченная форма раковины (табл. I, фиг. 1, см. вклейку). Морфологически близким виду *F. typica* Lee et Chen, 1930 является *F. pulchella* Safonova, 1951, имеющий коротко-веретеновидную форму раковины и характерный как для подольского, так и мячковского горизонтов. Очевидно, что к этой группе относится также *F. praelancetiformis* Safonova, 1951 из верхней части мячковского горизонта, имеющий веретеновидную раковину и прерывистые осевые заполнения (табл. I, фиг. 2, 3). По мнению Раузер-Черноусовой, именно *F. praelancetiformis* является предковой формой для позднекаменноугольных видов. Дальнейшие эволюционные изменения формы раковины и характера осевых заполнений привели к появлению двух ветвей, связанных с *F. praelancetiformis* (рис. 1). Первую образуют позднекаменноугольные *F. lancetiformis* Putrja, 1939, *F. elongatissima* Putrja, 1940 и, вероятно, *F. asera* М.-Масклай, 1949, возникший уже в ассельском веке ранней перми. Отличительными

морфологическими признаками этой группы являются сильно вытянутая раковина удлинено-веретеновидной формы и наличие прерывистых осевых заполнений. Вторую группу составляют *F. pseudorawi* sp. nov., *F. segyrdashtiensis* Davydov in Leven et Davydov, 2001 и, предположительно, *F. rawi* (Lee, 1927). В этой ветви изменение морфологических особенностей приводит к образованию вздуто-веретеновидной или удлинено-ромбической раковины и развитию относительно массивных осевых заполнений.

Вид *F. lancetiformis* Putrja был описан из верхней части свиты N верхнего карбона Восточного Донбасса (Путря, 1939). Для него характерна удлинено-веретенообразная форма раковины и присутствие осевых заполнений, вытянутых узкой полосой в сторону аксиальных концов раковины (табл. I, фиг. 4). Перечисленные отличительные признаки резко выражены у другого вида этой группы, а именно *F. elongatissima* Putrja, 1940, также описанного из Восточного Донбасса, но распространенного стратиграфически выше (известняки O<sub>3</sub> и O<sub>4</sub>). По мнению автора вида (Путря, 1940), *F. elongatissima* имеет сходство как с *F. lancetiformis*, так и *F. rawi* (Lee, 1927), от которых отличается значительно большими размерами. Крайним членом в ряду известных удлинено-веретеновидных форм, очевидно, является *F. asera* М.-Масклай, 1949, описанный из “швагеринского горизонта” или ассельского яруса Ферганы в Средней Азии (Миклухо-Маклай, 1949).

Во второй группе позднекаменноугольных видов, также связанных с *F. praelancetiformis*, происходило удлинение оси навивания, увеличение числа оборотов и формирование раковины удлинено-ромбической формы. При этом увеличились и общие размеры, менялся и характер осевых заполнений от узких и прерывистых, не достигающих до последнего оборота, к массивным, заполняющим осевые концы во всех оборотах. Одновременно появляется слабая волнистость септ в осевых концах, а затем и фрагментарная складчатость в виде отдельных арочек на боковых сторонах последних оборотов. Отличительными признаками *F. pseudorawi* sp. nov. являются массивные осевые заполнения, заходящие на бока раковины, и слабая волнистость септ вдоль длины оборотов раковины у отдельных экземпляров. Последний признак носит непостоянный характер, что свидетельствует о его неустойчивости на начальной стадии становления. Морфологически сходным с *F. pseudorawi* sp. nov. является *F. segyrdashtiensis* Davydov из касимовского яруса Дарваза (Leven, Davydov, 2001) с удлинено-ромбической формой раковины, но прямыми септами.

Вид *F. rawi* (Lee, 1927), характеризующийся веретеновидной формой раковины с числом оборотов равным девяти, массивными осевыми запол-

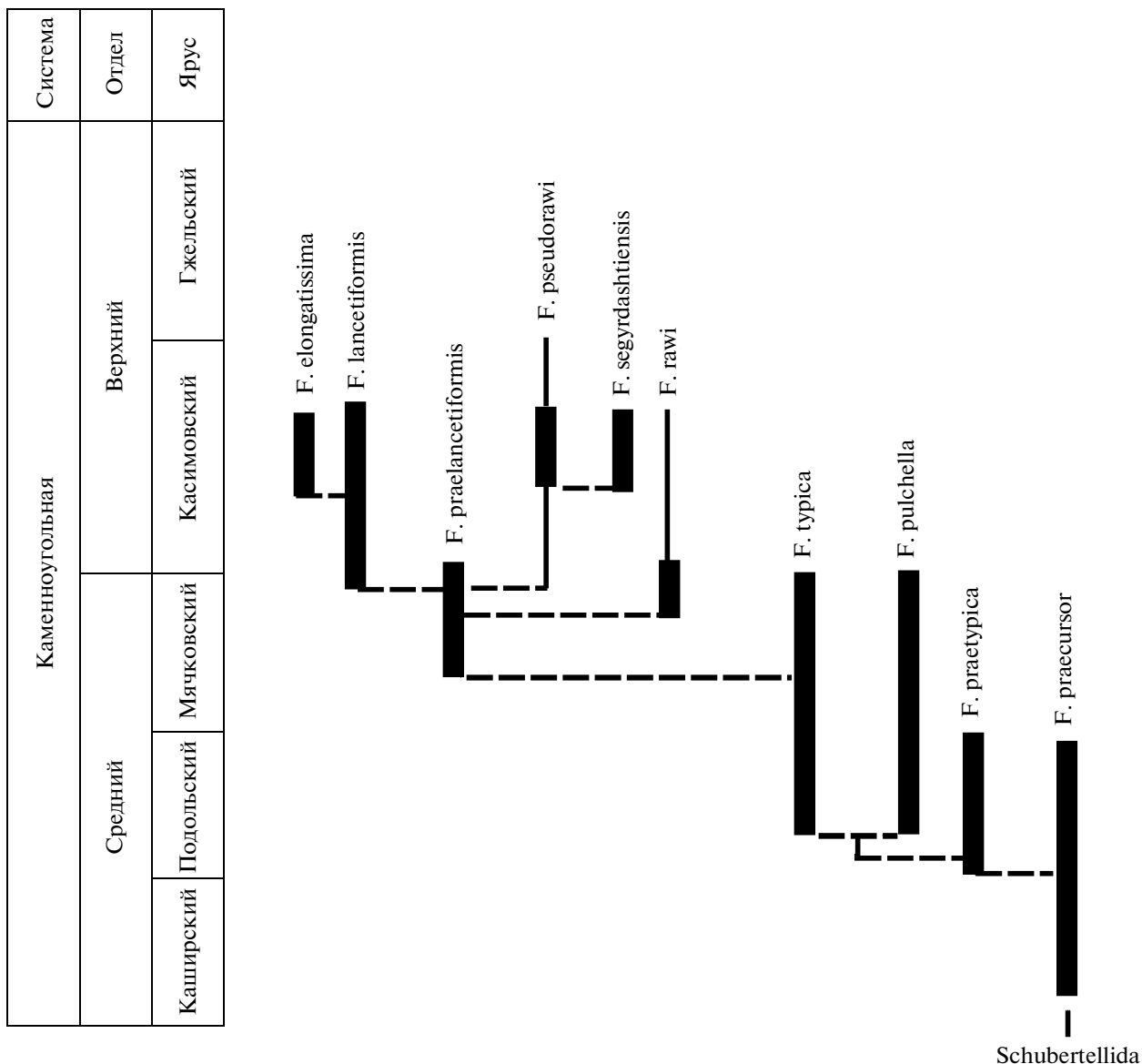


Рис. 1. Схема эволюционного развития рода *Fusiella* Lee et Chen, 1930 в пограничных отложениях московского и касимовского ярусов.

нениями в аксиальных концах всех оборотов и слабоволнистыми септами, очевидно, также может быть включен в рассматриваемую группу. Следует подчеркнуть, что имеется очень мало сведений как о географическом распространении этого вида, так и о его возможных эволюционных связях; даже на родовую принадлежность *F. rawi* существуют различные точки зрения. Впервые вид был описан Ли (Lee, 1927) из верхней части среднего карбона юга Северного Китая как *Boultonia rawi* Lee. Единственный изображенный экземпляр отличает отсутствие характерной для рода *Boultonia* правильной складчатости септ в виде отдельных арочек, расположенных по всей длине оборотов. Возможность включения рассматрива-

емого вида в род *Fusiella* предположили уже Ли и Чень (Lee et al., 1930). Поскольку некоторые признаки вида – массивные осевые заполнения и плотно навитая спираль раковины – соответствуют таковым рода *Wedekindellina*, Дж. Шен (Sheng, 1958) посчитал возможным отнести его к вышеупомянутому роду под вопросом. Однако у обсуждаемого вида строение стенки, имеющей слабо дифференцированный характер, существенно отличается от четырехслойной стенки с четкой диафанотеккой типичных ведекинделлин. На вероятную эволюционную связь родов *Fusiella* и *Wedekindellina* указывал М. Томпсон (Thompson, 1948), считавший род *Fusiella* предком рода *Wedekindellina*.

К этой же точке зрения присоединяются Э. Вилья и А. ван Гинкель (Villa, van Ginkel, 2000). По их мнению, связующим звеном между этими родами могут быть *Wedekindellina? grandis* Remizova, *W.? thompsoni* Remizova, *W.? dutkevichi* sera Remizova из зоны *Praeobsoletes burkemensis* среднего карбона московского яруса (сульский горизонт) Северного Тимана, отнесенные предположительно к роду *Wedekindellina* (Ремизова, 1995). Они имеют строение стенки, отличное от такового типичных ведекинделлин и сходное со строением стенки фузиелл, а именно *F. rawi* из Испании.

Таким образом, в развитии рода *Fusiella*, предковой формой которого выступает *F. praecursor* Rauser, 1951, намечается филогенетическая последовательность ряда видов (рис. 1). Общая тенденция эволюционного развития в этой последовательности проявляется в изменении формы раковины от коротко-веретеновидной до значительно вытянутой, удлинненно-веретеновидной и удлинненно-ромбовидной, а также в усилении осевых заполнений от слабых и прерывистых до массивных.

Другое направление в развитии фузиелл представляет группа видов, характеризующихся субцилиндрической формой раковины и отсутствием осевых заполнений. Фузиеллы с цилиндрической формой раковины начали свое развитие от *F. paradoxa* Lee et Chen, описанной из среднекаменноугольного известняка Хуанлун Китая (Lee et al., 1930). Для *F. paradoxa* характерна почти цилиндрическая, слегка вздутая в срединной части раковина и слабые прерывистые осевые заполнения. Близким видом является *F. granumoryzae* Dutkevich, 1934 из верхнего карбона Среднего Урала (Дуткевич, 1934) с сильно вытянутой по оси навивания раковины, имеющей субцилиндрическую уплощенную срединную часть и септы, слабоскладчатые у полюсов. Осевые заполнения не развиты. Дальнейшее развитие форм с цилиндрической раковиной, слабо складчатыми у полюсов септами и без осевых заполнений происходило в ранней перми. В верхней части холодноложского и в шиханском горизонтах ассельского яруса распространены *F. cylindrica* Suleimanov, 1949, резко отличающийся от остальных видов этого рода цилиндрической формой раковины. Продолжил линию форм с вытянутой раковиной и без аксиальных уплотнений вид *F. schubertellinoides* Suleimanov, 1949, распространенный от верхней фузулинидовой зоны ассельского яруса и до верхней части сакмарского. В этом же интервале встречается вид *F. excelsa* Suleimanov, 1949, имеющий максимальное среди фузиелл соотношение  $L$  к  $D$ , равное 5.4. Из вышеизложенного следует, что общая направленность развития этой группы видов рода *Fusiella* выражается в увеличении размеров раковины, изменении формы от коротко-веретеновидной до удлинненно-веретеновидной и цилиндрической, появлению слабой складчатости септ и редукции осевых заполнений.

Итак, в эволюции рода *Fusiella* на рубеже среднего и позднего карбона можно выделить две филогенетические линии, а виды сгруппировать в две эволюционирующие ветви. Первая образует линию веретеновидных форм с прямыми септами и осевыми заполнениями вдоль оси раковины. Здесь заметными эволюционными преобразованиями в морфологии *Fusiella*, очевидно, являются изменение формы раковины на вытянуто-веретеновидную и появление постоянных довольно массивных осевых заполнений. Вторую ветвь представляют цилиндрические формы, со слабо-складчатыми вдоль оборотов раковины септами и без осевых заполнений, вспышка которых наблюдается в ранней перми.

#### РАСПРОСТРАНЕНИЕ ХАРАКТЕРНЫХ ВИДОВ РОДА FUSIELLA В ОПОРНЫХ РАЗРЕЗАХ ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МОСКОВСКОГО И КАСИМОВСКОГО ЯРУСОВ МОСКОВСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

В разрезе Домодедово (неостратотип московского яруса) пограничный интервал, включающий верхнюю часть мячковского горизонта московского яруса (песковская свита, средняя и верхняя подсвиты) и нижнюю часть кривякинского горизонта касимовского яруса (суворовская свита), охарактеризован разнообразным комплексом фузулинид. Род *Fusiella* в этом комплексе представлен видами *F. lancetiformis* Putrja, *F. typica* Lee et Chen с подвидами *F. typica typica* Lee et Chen и *F. typica ventricosa* Rauser, а также видом *F. praelancetiformis* Safonova. Анализ видовых признаков — длины раковины ( $L$ ) и характера осевых заполнений — на выборке из 20 сечений раковин *Fusiella*, показал следующее. Четыре сечения принадлежат группе *F. typica* с  $L < 0.7$  мм, шесть сечений — *F. praelancetiformis* с  $L > 0.7$  мм, два сечения — *F. lancetiformis* с  $L > 1.7$  мм. У остальных сечений удлинненность раковины ( $L$  от 0.7 до 1.7 мм) и массивность осевых заполнений носят переходный характер между *F. praelancetiformis* и *F. lancetiformis*. Таким образом, в выборке доминируют (около 40%) формы с признаками переходного характера между *F. praelancetiformis* и *F. lancetiformis*. Представители вида *F. lancetiformis* имеют относительно крупные размеры ( $L > 1.7$  мм), постоянные по всем оборотам осевые заполнения и составляют всего 10% от всей выборки, а на виды групп *F. typica* и *F. praelancetiformis* приходится соответственно 20 и 30%. Очевидно, наиболее заметным эволюционным преобразованием является смена коротко-веретеновидной формы раковины на вытянуто-веретеновидную и появление постоянных относительно массивных осевых

заполнений. Эти признаки закрепляются впервые у *F. lancetiformis*. В разрезе Домодедово первые типичные *F. lancetiformis* фиксируются несколько выше уровня появления протритицитов (Махлина и др., 2001; Goreva et al., 2009).

В разрезе Афанасьево (неостратотип касимовского яруса) из его нижней части (воскресенская свита) изучалась выборка из 18 сечений. Проведенный анализ показал результаты, близкие к таковым по разрезу Домодедово. Доминируют формы с признаками переходного характера между *F. praelancetiformis* и *F. lancetiformis* (около 30% от подсчитанного числа экземпляров). Подвид *F. typica ventricosa* составил около 35%, *F. praelancetiformis* – около 23%, а *F. lancetiformis* – всего 12%. Наличие переходных форм между *F. praelancetiformis* и *F. lancetiformis* и редкая встречаемость *F. lancetiformis* в нижней части кревьякинского горизонта подтверждают, что первое появление последнего вида произошло не ранее кревьякинского времени касимовского века.

Распространение фузиелл в более высокой части касимовского яруса (хамовнический и дорогомилловский горизонты) изучено по разрезу котлована Москва-Сити и скважины 1832. Из котлована Москва-Сити проанализирована выборка из 15 сечений рода *Fusiella*, характеризующих отложения неверовской свиты хамовнического горизонта. В составе сообщества определены: единичные (1 экз.) *F. typica*, редкие (3 экз.) *F. praelancetiformis*, редкие (3 экз.) *F. lancetiformis*. Остальные экземпляры, составляющие больше половины всего сообщества, наиболее близки виду *F. lancetiformis*, но отличаются характером осевых заполнений – часто относительно массивных, заходящих на бока раковины. Очевидно, что признак массивных осевых заполнений становится постоянным у фузиелл из более высокой части хамовнического горизонта и может рассматриваться в качестве видового. Так, в скважине бк, в верхней части касимовского яруса (дорогомилловский горизонт, мешеринская свита) сообщество фузиелл представлено только формами, имеющими постоянные по всем оборотам относительно массивные осевые заполнения. Такие формы выделяются как новый вид *Fusiella pseudorawi* sp. nov.

Аналогичное распространение род *Fusiella* имеет в пограничных отложениях среднего и верхнего карбона на Окско-Цнинском валу в Касимовском районе. Результаты изучения шлифов с фузиеллами из коллекции Раузер-Черноусовой и Щербович (1974) по разрезам Василево, Аниково, Гиблицы показали, что в нижней части касимовского яруса чаще распространены *F. typica*, *F. praelancetiformis* и переходные формы между *F. praelancetiformis* и *F. lancetiformis*. Типичные *F. lancetiformis* представлены единичными и редкими экземплярами. Вверх по разрезу, в отложе-

ниях верхней части кревьякинского горизонта (Бабино, Селизово) и в хамовническом горизонте (Щербатовка) доминируют формы с удлинено-веретеновидной раковиной и относительно массивными осевыми заполнениями по всем оборотам – *F. lancetiformis* и *F. pseudorawi* sp. nov.

Анализ последовательного изменения морфологии раковин фузиелл и обобщение данных по распространению этого рода в пограничных отложениях среднего и верхнего карбона показывают, что в Московской синеклизе присутствуют виды первой филогенетической линии. В этой линии заметными эволюционными преобразованиями морфологии *Fusiella* являются изменение формы раковины на удлинено-веретеновидную ( $L > 1.7$  мм) и постоянные довольно массивные осевые заполнения. Оба признака проявляются впервые у *F. lancetiformis*, а окончательно закрепляются у *Fusiella pseudorawi* sp. nov. Ниже приводится описание нового вида. Коллекция № 4795 хранится в ГИН РАН.

#### О Т Р Я Д SCHUBERTELLIDA

##### СЕМЕЙСТВО SCHUBERTELLIDAE SKINNER, 1931

##### Род *Fusiella* Lee et Chen in Lee et al., 1930

Типовой вид – *Fusiella typica* Lee et Chen in Lee et al., 1930; среднекаменноугольный известняк Хуанлун; г. Шиманьшань, пров. Лунтань, юго-восточный Китай.

Диагноз. Раковина небольших размеров от укороченной вздуто-веретеновидной формы до удлиненной, близкой к субцилиндрической. Число компактно навитых оборотов от 4 до 9. Первые обороты часто повернуты на 90° по отношению к последующим. Стенка тонкая, однородная, при хорошей степени сохранности видны тектум и более светлый слой протекти. Осевые заполнения от слабых до сильных, но могут и отсутствовать. Септы от прямых до слабо волнистых. Устье единичное.

Видовой состав. *F. praecursor* Rauser, 1951, каширский и подольский горизонты московского яруса, Ржевское Поволжье; *F. praetypica* Safonova, 1951, подольский горизонт московского яруса, Кировская обл.; *F. typica* Lee et Chen, 1930, пенсильваний (известняки Huanglung) Китая; *F. pulchella* Safonova, 1951, подольский и мячковский горизонты московского яруса, Пермское Прикамье; *F. praelancetiformis* Safonova, 1951, верхняя часть мячковского горизонта, Пермское Прикамье; *F. rawi* (Lee, 1927), формация Пеньчи Северного Китая; *F. pseudorawi* sp. nov., касимовский ярус Московской синеклизы; *F. segyrdashiensis* Davydov in Leven et Davydov, 2001, зона *Montiparus umbonoplicatus* – *Triticites kurshabensis* касимовского ярус Дарваза; *F. lancetiformis* Putrja, 1939, верхняя часть свиты N (касимовский ярус)

Восточного Донбасса; *F. elongatissima* Putrja, 1940, свита О (известняки О<sub>3</sub> и О<sub>4</sub>) Восточного Донбасса; *F. asera* М.-Macklay, 1949, ассельский ярус Средней Азии; *F. paradoxa* Lee et Chen, 1930, пенсильваний (известняк Huanglung) Китая; *F. granumoryzae* Dutkevich, 1934, нижняя часть касимовского яруса, западный склон Среднего Урала; *F. cylindrica* Suleimanov, 1949, ассельский ярус Башкирского Приуралья; *F. schubertellinoides* Suleimanov, 1949, верхняя часть тастубского горизонта сакмарского яруса, Башкирское Приуралье; *F. excelsa* Suleimanov, 1949, тастубский горизонт сакмарского яруса, Башкирское Приуралье.

***Fusiella pseudorawi* Isakova, sp. nov.**

Табл. I, фиг. 7–13

*Fusiella* cf. *rawi*: van Ginkel, Villa, 1991, с. 340, фиг. 12, 14.

*Fusiella lancetiformis*: Ремизова, 1995, с. 47, табл. 7, фиг. 1.

*Fusiella* aff. *lancetiformis*: Davydov, 1997, табл. 2, фиг. 11, 14.

*Fusiella sagyrdashiensis* (nom. nud.): Davydov, 1997, с. 119, табл. 1, фиг. 5.

*Fusiella sagerdashtiensis* (nom. nud.): Baranova, Kabanov, 2003, с. 232, табл. 1, фиг. 4.

*Fusiella* cf. *F. lancetiformis lancetiformis*: Villa, van Ginkel, 2000, с. 234, табл. 4, фиг. 8.

*Fusiella* cf. *F. lancetiformis karlensis*: Villa, van Ginkel, 2000, с. 234, табл. 4, фиг. 9–13.

**Н а з в а н и е** вида от *pseudos греч.* — ложный, и названия вида *Fusiella rawi* (Lee).

**Г о л о т и п** — ГИН РАН, № 4795/1; обр. 1959; Московская обл., ст. Гжель, скв. 6к, сл. 17, гл. 50.3 м; верхняя часть мещеринской свиты дорогомилловского горизонта касимовского яруса.

**О п и с а н и е.** Раковина удлинненно-веретеновидная с приостренно-закругленными аксиальными концами. Боковые стороны прямые, реже — с незначительным прогибом. Срединная область уплощенная, либо с угловатым перегибом. Юве-

нариум состоит из маленькой диаметром до 0.02 мм сферической начальной камеры и одного эндотироидного оборота, повернутого на 90° по отношению к последующим оборотам. Второй внутренний оборот коротко-веретеновидный. Начиная с третьего оборота раковина удлиняется и приобретает характерную удлинненно-веретеновидную форму. Спираль навита компактно. Во внутренних трех оборотах спираль навита теснее по сравнению с последующими. Постепенное и равномерное увеличение высоты оборотов происходит без заметных резких скачков. Отношение длины к диаметру обычно менее 4.0. У единичных сильно вытянутых экземпляров это отношение доходит до 5.0 (табл. I, фиг. 13), у укороченных экземпляров оно составляет около 3.0. Стенка тонкая, темная, относительно однородная. Септы прямые по всей длине раковины и скрученные в аксиальных концах. В двух наружных оборотах скрученные септы образуют мелкоячеистые сплетения, заполняющие аксиальные полюса раковины. Очень редко в осевых сечениях последних оборотов раковины наблюдается слабая складчатость септ в виде отдельных единичных арочек (табл. I, фиг. 10). В скошенных и параксиальных сечениях слабая складчатость септ проявляется в виде размытых теней (табл. I, фиг. 12, 13). Апертура узкая и относительно высокая во внутренних оборотах, к наружным постепенно расширяется и приобретает щелевидную форму. Хоматы бугорковидной формы, занимают 1/3 или половину высоты соответствующего оборота. Осевые уплотнения постоянные, присутствуют, начиная с третьего оборота, относительно массивные, заполняющие осевые концы и часто заходящие на боковые стороны раковины.

**Размеры в мм:**

Экз. №	Длина раковины (L)	Диаметр начальной камеры (D н.к.)	Диаметр четвертого оборота (D <sub>4</sub> )	Диаметр наружного оборота (D)	Отношение L : D	Число оборотов
Голотип № 4795/7	1.82	0.02	0.31	0.49	3.7	7
экз. № 4795/8	1.20	0.02	0.31	0.41	3.0	6
экз. № 4795/6	2.17	0.02	0.25	0.49	4.4	6
Пределы изменений	1.18–2.17	~0.02	0.25–0.31	0.39–0.59	2.9–4.4	6–7

**И з м е н ч и в о с т ь** проявляется в степени приостренности аксиальных концов в наружном обороте раковины: аксиальные концы могут быть значительно приостренные (табл. I, фиг. 11), округленно-приостренные (табл. I, фиг. 7–10, 13) и широко округленные (табл. I, фиг. 12).

**С р а в н е н и е.** От *F. rawi* (Lee) с количественными характеристиками L = 2.66 мм, D = 0.63 мм

и числом оборотов 9, новый вид отличается меньшими размерами раковины с меньшим числом оборотов, относительно менее сильным развитием осевых заполнений между вторым и четвертым внутренними оборотами и непостоянной складчатостью септ. От *F. lancetiformis* Putrja отличается менее удлиненной формой раковины при равном (6) числе оборотов, меньшим отношением L : D

(в среднем не более 4.4 против 4.37–4.87 у *F. lancetiformis*), наличием более четко выраженных массивных осевых заполнений, заходящих на боковые стороны раковины в двух наружных оборотах, и присутствием слабой складчатости септ в виде отдельных единичных арочек в осевых сечениях последних оборотов. Новый вид имеет сходство с описанным из Дарваза *F. segyrdashtiensis* Davydov (Leven, Davydov, 2001, табл. 1, фиг. 19, 20), от которого отличается удлинненно-веретеновидной формой раковины, имеющей другие количественные характеристики (диаметр 0.39–0.59 мм против 0.55–0.9 мм; число оборотов 6–7 против 7–8 у *F. segyrdashtiensis*). Кроме этого, осевые заполнения у нового вида постоянные и относительно массивные до последнего оборота раковины, тогда как у *F. segyrdashtiensis* осевые заполнения в аксиальных концах наружных оборотов могут отсутствовать (Leven, Davydov, 2001, табл. 1, фиг. 19).

**З а м е ч а н и я.** Обзор литературных данных по роду *Fusiella* показывает, что в объем нового вида могут быть включены *F. cf. rawi* (van Ginkel, Villa, 1991, с. 340, фиг. 12, 14), *F. cf. F. lancetiformis lancetiformis* (Villa, van Ginkel, 2000, с. 234, табл. 4, фиг. 8), *F. cf. rawi* (Forke et al., 2006, с. 34), распространенные в нижнекасимовском интервале разреза, и *F. lancetiformis* (Ремизова, 1995, с. 47, табл. 7, фиг. 1), *F. aff. lancetiformis* (Davydov, 1997, табл. 2, фиг. 11, 14), *F. cf. F. lancetiformis karlensis* (Villa, van Ginkel, 2000, с. 234, табл. 4, фиг. 9–13), *F. lancetiformis* (Davydov, Khodjanyazova, 2009, с. 194), приуроченные к более молодым отложениям средней части касимовского яруса.

Так, *F. cf. rawi* (Lee), описанный ван Гинкелем и Вильей (van Ginkel, Villa, 1991, с. 340, фиг. 12.12–12.14) из нижней части зоны *Protriticites* Кантабрийских гор Испании (местонахождение S1, Picos de Europa, Астурия), характеризуется прямыми септами, чем отличается от типичного *F. rawi* (Lee), имеющего волнистые септы по всей длине раковины. В более поздней публикации указанных авторов (Villa, van Ginkel, 2000, с. 235) *F. cf. rawi* предполагается как промежуточная форма между *F. lancetiformis* и *F. rawi*. По форме и размерам раковины, характеру относительно массивных осевых заполнений *F. cf. rawi* (van Ginkel, Villa, 1991, с. 340–341, фиг. 12.12–12.14) соответствует предлагаемому новому виду *F. pseudorawi*. Сходные с *F. cf. rawi* (Lee) и известные как *F. cf. F. lancetiformis lancetiformis* (Villa, van Ginkel, 2000, с. 234, табл. 4, фиг. 8) из зоны *Protriticites* Кантабрийских гор (разрез Лас Ласериас), *F. cf. rawi* (Forke et al., 2006, с. 34) из нижней части формации Ауерниг (Auernig Formation) Карнийских Альп (разрез озеро Цоллнер), коррелируемой с нижней частью кривякинского горизонта касимовского яруса и *F. aff. lancetiformis* (Davydov, 1997, табл. 2, фиг. 11) из зоны *Protriticites pseudomonti-*

*parus* – *Obsoletes obsoletus* касимовского яруса Московской синеклизы, также несут признаки *F. pseudorawi* sp. nov. Кроме того, морфологически сходными являются *F. lancetiformis* из Северного Тимана (Ремизова, 1995, с. 47, табл. 7, фиг. 1), *F. aff. lancetiformis* из Московской синеклизы (Davydov, 1997, табл. 2, фиг. 14), *F. cf. F. lancetiformis karlensis* из Кантабрийских гор Испании (Villa, van Ginkel, 2000, с. 234, табл. 4, фиг. 9, 11) и *F. lancetiformis* из Донбасса (Davydov, Khodjanyazova, 2009, с. 194), распространенные в средней части касимовского яруса – хамовническом горизонте или зоне *Montiparus montiparus*. Для всех вышеперечисленных экземпляров характерны удлинненно-веретеновидная форма раковины, компактное навивание спирали и наличие массивных осевых заполнений по всем оборотам, т.е. признаки вида *Fusiella pseudorawi* sp. nov.

Все формы, включенные в состав нового вида, приурочены к одному и тому же стратиграфическому интервалу. Они появляются в нижней части кривякинского горизонта касимовского яруса верхнего карбона совместно с протритицитами и обсолетами (van Ginkel, Villa, 1991; Davydov, 1997), наиболее широко развиты совместно с монтипарусами в хамовническом горизонте (Ремизова, 1995; Davydov, 1997; Villa, van Ginkel, 2000; Davydov, Khodjanyazova, 2009) и продолжают встречаться в дорогомилловском горизонте.

Следует отметить также, что некоторое сходство с *Fusiella pseudorawi* sp. nov. наблюдается у *F. lancetiformis* (Паузер-Черноусова и др., 1951, с. 92–93, табл. 5, фиг. 4) из касимовского яруса (“тегулиферинный горизонт”), *F. sagyrdashiensis* (Davydov, 1997, с. 119, табл. 1, фиг. 5) и *F. sagerdashiensis* (Baranova, Kabanov, 2003, табл. 1, фиг. 4) из песковской свиты мячковского горизонта московского яруса Подмосковья (карьер Домодедово). Вышеуказанные три экземпляра демонстрируют сходство таких характерных признаков, как веретенообразная форма раковины с вытянутыми приостренными аксиальными концами, плотное равномерное навивание спирали. Во внутренних трех оборотах спираль навита теснее по сравнению с последующими. Постепенное и равномерное увеличение высоты оборотов происходит без заметных резких скачков так же, как у *F. pseudorawi* sp. nov. Апертура узкая, постепенно расширяющаяся к наружным оборотам. Хоматы четкие. Основное отличие от *F. pseudorawi* sp. nov. прояв-

<sup>1</sup> Название *F. sagyrdashiensis* без описания этого вида было использовано В.И. Давыдовым (Davydov, 1997) применительно к экземпляру, изображенному на фототаблице, демонстрирующей комплекс фузулинид из разреза Домодедово (Московская синеклиза). Впоследствии Д.В. Баранова (Baranova, Kabanov, 2003) повторила это название с измененной орфографией (*F. sagerdashiensis*) для другого экземпляра из того же местонахождения, изображенного также на фототаблице без его описания.

ляется в характере осевых уплотнений. У обсуждаемых экземпляров осевые уплотнения слабые, в виде узкой прерывистой полосы занимают осевую область только внутренних оборотов, либо выделяются плотным пятном треугольной формы и отсутствуют в двух наружных оборотах. Можно предположить, что подобные формы являются переходными между *F. praelancetiformis* Safonova и *F. pseudorawi* sp. nov.

**Распространение.** Кревыкинский и хамовнический горизонты (зоны *Protriticites pseudomontiparus* – *Obsoletes obsoletus* и *Montiparus montiparus*) касимовского яруса верхнего карбона; Северный Тиман, Восточно-Европейская платформа, Донбасс, Карнийские Альпы, Кантабрийские горы Испании; дорогомилловский горизонт Московской синеклизы.

**Материал.** 16 осевых и скошенных сечений различной степени сохранности.

## ВЫВОДЫ

В результате анализа эволюционного развития и распространения рода *Fusiella* в разрезах пограничных отложений среднего и верхнего карбона типовой местности установлена последовательность его эволюционных изменений. Выявлено, что наиболее заметные эволюционные изменения проявляются в линии веретеновидных форм с прямыми септами и аксиальными заполнениями вдоль оси раковины. Здесь эволюционными преобразованиями в морфологии *Fusiella* являются изменение формы раковины на вытянуто-веретеновидную и развитие постоянных довольно массивных осевых заполнений. Появление первого из указанных признаков (вытянуто-веретеновидная форма раковины) характеризует виды *F. lancetiformis* Putrja и *F. pseudorawi* sp. nov. Другой эволюционирующий признак, а именно развитие массивных осевых заполнений, закрепляется у *F. pseudorawi* sp. nov., распространенного в типовой местности, и *F. rawi* (Lee), ареал распространения которого находится за пределами типовой местности.

Исследования поддержаны проектом РФФИ № 12-05-00106.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дуткевич Г.А.* О некоторых новых видах фузулинид из верхнего и среднего карбона Верхне-Чусовских Городков на р. Чусовой (западный склон Среднего Урала) // Тр. Нефтян. геол.-развед. ин-та. Сер. А. 1934. Вып. 36. С. 9–14.
- Махлина М.Х., Алексеев А.С., Горева Н.В. и др.* Средний карбон Московской синеклизы (южная часть). Т. 2. Палеонтологическая характеристика. М.: Научный мир, 2001. 231 с.
- Миклухо-Маклай А.Д.* Верхнепалеозойские фузулиниды Средней Азии. Дарваз, Фергана, Памир. Л.: Изд-во ЛГУ, 1949. 128 с.
- Путря Ф.С.* Материалы к стратиграфии верхнего карбона восточной окраины Донецкого бассейна // Матер. по геол. и полезн. ископ. Азово-Черномор. геол. управ. Сб. 10. Ростов-на-Дону, 1939. С. 97–156.
- Путря Ф.С.* Фораминиферы и стратиграфия верхнекаменноугольных отложений восточной части Донецкого бассейна // Матер. по геол. и полезн. ископ. Азово-Черномор. геол. управ. Сб. 11. Ростов-на-Дону, 1940. С. 1–146.
- Раузер-Черноусова Д.М., Грызлова Н.Д., Киреева Г.Д. и др.* Среднекаменноугольные фузулиниды Русской платформы и сопредельных областей. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 341 с.
- Раузер-Черноусова Д.М., Шербович С.Ф.* Некоторые вопросы касимовского яруса в свете изучения фузулинид // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1974. № 6. С. 91–103.
- Ремизова С.Т.* Фораминиферы и биостратиграфия верхнего карбона Северного Тимана. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1995. 128 с.
- Розовская С.Е.* Состав, система и филогения отряда фузулиниды // Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР. 1975. Т. 149. 267 с.
- Справочник по систематике фораминифер палеозоя (эндотириды, фузулиноиды) // Ред. Д.М. Раузер-Черноусова, Т.Н. Исакова, Е.А. Рейтлингер. М.: Наука, 1996. 204 с.
- Сулейманов И.С.* Новые виды фузулинид подсемейства *Schubertellinae* Skinner из каменноугольных и нижнепермских отложений Башкирского Приуралья // Фораминиферы верхнекаменноугольных и артинских отложений Башкирского Приуралья. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 22–43 (Тр. Ин-та геол. наук. Вып. 105. Геол. сер. № 35).
- Baranova D.V., Kabanov P.B.* Facies distribution of fusulinoid genera in the Myachkovian (Upper Carboniferous, Upper Moscovian) of Southern Moscow Region // Riv. Ital. Paleontol. Stratigr. 2003. V. 109. № 2. P. 225–239.
- Davydov V.I.* Middle/Upper Carboniferous boundary: the problem of definition and correlation // Proc. XIII Intern. Congress on the Carboniferous and Permian. 28th August–2nd September, 1995. Krakow, Poland. Pt 1. Warszawa, 1997. P. 113–122.
- Davydov V.I., Khodjanyazova R.R.* Moscovian/Kasimovian transition in the Donets Basin: Fusulinid taxonomy, biostratigraphy correlation and paleobiogeography // Carboniferous type sections in Russia and potential global stratotype: Proc. of the International Field Meeting “The historical type sections, proposed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia. Southern Ural Section. Ufa–Sibai, 13–18 August, 2009. Ufa: DesignPolygraphService Ltd., 2009. 240 p.
- Forke H., Schönlaub H.-P., Samankassou E.* Late Paleozoic of the Carnic Alps // Guidebook Field-trip of the SCCS Task Group to establish GSSP’s close to the Moscovian/Kasimovian and Kasimovian/Gzhelian boundaries 31. July–01. August 2006. Berichte der Geol. Bundesanst. № 70. Wien, 2006. 57 p.



- Ginkel A.C., van, Villa E.* Some fusulinids from the Moscovian-Kasimovian transition in the Carboniferous of the Cantabrian mountains (NW Spain) // Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. 1991. V. 94. № 3. P. 299–359.
- Goreva N.V., Isakova T.N., Alekseev A.S. et al.* Domodedovo section: Neostatotype of Moscovian stage and Myachkovian substage // Type and reference Carboniferous section in the south part of the Moscow Basin. Field Trip Guidebook. Moscow, 2009. P. 65–90.
- Lee S.J.* Fusulinidae of North China // Palaeontol. Sin. Ser. B. 1927. V. 4. № 1. P. 1–172.
- Lee J.S., Chen S., Chu S.* The Huanglung Limestone and its fauna // Mem. Nat. Res. Inst. Geol. Nanking. 1930. № 9. P. 85–143.
- Leven E.J., Davydov V.* Stratigraphy and fusulinids of the Kasimovian and Upper Gzhelian (Upper Carboniferous) in the Southwestern Darvaz (Pamir) // Riv. Ital. Paleontol. Stratigr. 2001. V. 107. № 1. P. 3–46.
- Sheng J.* Fusulinids from the Penchi Series of the Taitzeho Valley, Liaoning // Palaeontol. Sin. N. Ser. B. 1958. V. 7. P. 1–119.
- Thompson M.L.* Studies of American fusulinids // Paleontol. Contrib. Univ. of Kansas, Protozoa. Article I. Topeka: F. Voiland, Jr., State printer, 1948. 184 p.
- Villa E., Ginkel A.C., van.* Some Late Moscovian and Kasimovian fusulinaceans from the Las Llacerias section (Cantabrian Mountains, Spain) // J. Foraminiferal Res. 2000. V. 30. P. 219–243.

## Объяснение к таблице I

- Фиг. 1. *Fusiella typica* Lee et Chen, 1930, экз. № 4795/1; Афанасьев, слой 5, обр. 2-4-1; песковская свита мячковского горизонта московского яруса, ×55.
- Фиг. 2, 3. *Fusiella praelancetiformis* Safonova, 1951: 2 – экз. № 4795/2; Афанасьев, слой 18, обр. 4-9-1; воскресенская свита кревьякинского горизонта касимовского яруса, ×55; 3 – экз. № 4795/3; Афанасьев, слой 57, обр. 5-75; неверовская свита хамовнического горизонта касимовского яруса, ×55.
- Фиг. 4. *Fusiella lancetiformis* Putrja, 1939, экз. № 4740/162; Домодедово, слой 41, обр. 1/13; суворовская свита кревьякинского горизонта касимовского яруса, ×55.
- Фиг. 5, 6. *Fusiella* sp., переходная форма от *F. praelancetiformis* к *F. pseudorawi* sp. nov.: 5 – экз. № 4795/4; Москва-Сити, слой 44, обр. 44-1; неверовская свита хамовнического горизонта касимовского яруса, ×55; 6 – экз. № 4795/5; Афанасьев, слой 18, обр. 4-9-1; воскресенская свита кревьякинского горизонта касимовского яруса, ×55.
- Фиг. 7–13. *Fusiella pseudorawi* sp. nov.: 7 – экз. № 4795/352; Коренево, скв. 5к, гл. 27.2 м, обр. 5/5; ратмировская свита хамовнического горизонта касимовского яруса, ×55; 8 – экз. № 4795/6; Щербатовка, слой 10, обр. 10; неверовская свита хамовнического горизонта касимовского яруса, ×55; 8а – внутренние обороты того же экз., ×110; 9 – голотип № 4795/7; Гжель, скв. 6к, гл. 50.3 м, обр. 1959; верхняя часть мешеринской свиты дорогомилловского горизонта касимовского яруса, ×55; 10 – укороченный экз. № 4795/8; скв. 5к, гл. 30.2 м, обр. 1955, неверовская свита хамовнического горизонта касимовского яруса, ×55; 11 – экз. № 4795/9; Москва, скв. 1832, гл. 59.4–59.5 м, обр. 78; неверовская свита хамовнического горизонта касимовского яруса, ×55; 12 – экз. № 4795/10; Щербатовка, слой 10, обр. 10; неверовская свита хамовнического горизонта касимовского яруса, ×55; 13 – экз. № 4795/11; Афанасьев, слой 56, обр. 5-73; неверовская свита хамовнического горизонта касимовского яруса, ×55.

## Evolution of the Late Carboniferous Foraminiferal Genus *Fusiella* Lee et Chen (Fusulinida)

T. N. Isakova

The evolution of the genus *Fusiella* Lee et Chen, 1930 is investigated. Two species groups corresponding to the main evolutionary trends are recognized. The first, *F. praecursor* Rauser–*F. acera* M.-Macklay, belongs to the lineage of fusiform taxa, with straight septa and axial filling along the shell axis. In the second, *F. praecursor* Rauser–*F. excelsa* Suleimanov, the cylindrical shell is developed; the axial filling is reduced; the septa are slightly folded in the polar regions; and the lateral sides of the shell become slightly plicate. The stratotype and reference sections of the Moscovian and Kasimovian Stages of the Moscow Syncline have yielded species of the first phylogenetic lineage. A new species, *Fusiella pseudorawi* sp. nov., is described.

**Keywords:** Foraminifera, *Fusiella*, Fusulinida, evolution, Late Carboniferous

