

**Макро и микроструктурные характеристики поздневендских макрофитов
с Оленекского поднятия Сибирской платформы**

Быкова Н.В.

НГУ, ИНГГ СО РАН, Новосибирск, Россия, *natalia.bykova.v@gmail.com*

Изучение поздневендских макрофитов является важным этапом в познании венд-кембрийского биологического кризиса Земли. В палеонтологической летописи макрофиты сохраняются в виде уплощенных углефицированных остатков/ органических пленок, что позволяет их изучать, как на макро, так и на микроуровне. Изучение морфологии остатков позволило установить структуру Оленекского палеосообщества. В свою очередь изучение остатков на микроуровне проливает свет на природу и физические свойства покровов поздневендских макрофитов.

Analysis of late Vendian macrophytes is significant stage in recognition of Vend-Cambrian biological crisis in the evolution of the Earth. Macrophytes are preserved as macroscopic carbonaceous compressions or organic biofilms in fossil record that makes it possible to study them both macro and micro level. Studying fossils macromorphology allows to characterize structure of Olenek paleocommunity. In turn micro level analysis sheds light on the nature and physical properties of tissues of Late Vendian macrophytes.

Макрофиты – это высшие и низшие водные растения, растущие в воде или рядом с ней. В современных водоемах макрофиты являются основанием трофической пирамиды и являются основными конструкторами экологических ниш в мелководно-морских водоемах. Вероятно, в экосистемах прошлого они играли не менее важную роль, а их появление должно было кардинально повлиять на структуру и функционирование экосистем.

Макрофиты в палеонтологической летописи сохраняются в виде уплощенных углефицированных остатков. Первые находки макрофитов имеют палеопротерозойский возраст (2,1 млрд. лет) [6], однако важнейшие морфологические и экологические инновации связаны с поздним вендом [2; 6]. В поздневендское время макроводорослевые сообщества были распространены достаточно широко, однако в данной статье речь пойдет главным образом об Оленекском местонахождении (Сибирская платформа, Оленекское поднятие, хорбусуонская серия, хатыспытская свита).

Последние широкомасштабные изучения этого местонахождения проводились в 80-х гг. прошлого века группой ученых из сибирского отделения РАН, в том числе Воданюком С.А., Карловой Г.А. [1]. Однако в то время остатки макрофитов изучены не были. За четыре полевых сезона в период с 2006 по 2010 гг. сотрудниками лаборатории палеонтологии и стратиграфии докембрия и кембрия института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН был собран богатый палеонтологический материал, при изучении которого удалось значительно расширить познание о поздневендских макроводорослевых сообществах.

В ходе исследования был изучен 221 экземпляр уплощенных органостенных макроостатков с Оленекского местонахождения. Всё многообразие форм было разделено на 16 морфологических групп (рис. 1А).

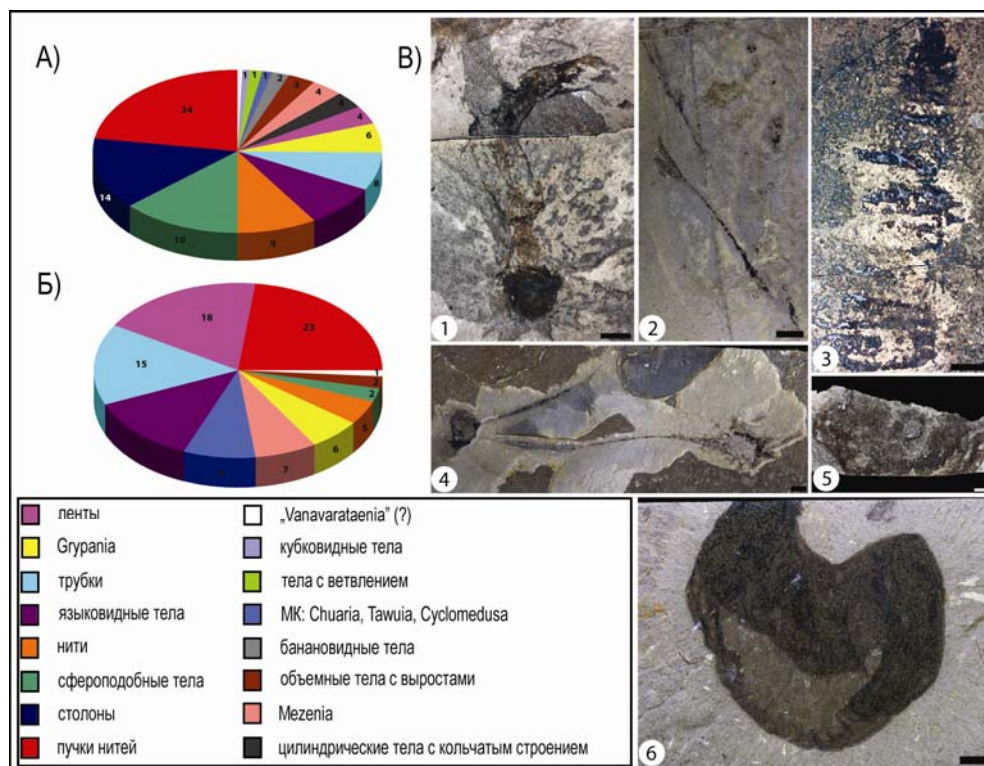


Рис. 1А – структура Оленекского сообщества поздневендских макрофитов; Б – структура Уральского сообщества поздневендских макрофитов; В – 1) объемное тело с выростом; 2) тело с ветвлением; 3) цилиндрическая оболочка с кольчатым строением; 4) уплощенные структуры, напоминающие органы прикрепления, связанные между собой столонами в стелющиеся колонии; 5) микробная колония – *Cyclomedusa* sp.; 6) банановидное тело. Размер масштабной линейки – 10 мм.

В результате анализа данных по количественному соотношению форм в сообществе удалось наглядно представить структуру изученного сообщества. Таким образом, примерно, половину всего сообщества составляют всего три группы: пучки нитей, которые представлены наиболее широко и составляют примерно 1/4 всего сообщества; уплощенные структуры, напоминающие органы прикрепления, связанные между собой столонами в стелющиеся колонии (рис. 1В-4), составляющие около 1/7 от всего сообщества; сферические тела – 1/10 от всего сообщества. Еще треть сообщества составляют следующие четыре группы: примерно равным количеством представлены нити, языковидные тела, представлявшие собой объемные тела неясной вытянутой формы и трубковидные тела; чуть меньше в количественном отношении составляют остатки *Gyrania* (лентовидные органостенные остатки плоско-спиральной формы). И оставшиеся 9 морфологических групп представлены относительно небольшим количеством экземпляров и все вместе составляют лишь 1/5 всего сообщества. Среди них: лентовидные тела; цилиндрические оболочки с кольчатым строением (рис. 1В-3); *Mezenia* (уплощенные длинные лентовидные формы с продольными складками по периферии и беспорядочными складками в центральной части); разнообразные объемные тела с выростами (рис. 1В-1); банановидные тела (рис. 1В-6); микробные колонии округлой формы, такие как *Chuaria*, *Tawuia*, *Cyclomedusa* (рис. 1В-5); единичные экземпляры с ветвлением (рис. 1В-2); тела кубковидной формы; а так же в ко-

личестве одной находки обнаружено тело, которое по морфологии сходно с микрофоссилией *Vanavarataenia*.

Структура Оленекского сообщества макрофитов схожа с более древним сообществом из перевалокской свиты Среднего Урала (рис. 1Б) [3]. Состав комплексов практически идентичен (по присутствию различных групп), однако в Сибирском комплексе появляется несколько новых морфологических групп. Поэтому можно предположить, что Сибирский и Уральский комплексы являются единой эволюционной ветвью развития.

В тоже время Сибирский комплекс по своей структуре отличается от близкого по возрасту Китайского (пачка *Miaohe*, свита *Doushantou*) [4; 9]. В миаохонском комплексе представлены главным образом дихотомически и моноподиально ветвящиеся формы [9]. Остатки в целом имеют небольшие размеры, редко превышающие 50×50 мм, и в большинстве случаев хорошо различимы только под микроскопом. В хатыспытском комплексе, наоборот, обнаружено лишь несколько экземпляров ветвящихся форм, при этом доминируют пузырьвидные тела, цилиндрические оболочки с кольчатым строением, многорядные нити, уплощенные структуры, напоминающие органы прикрепления, связанные между собой столонами в стелющиеся колонии. Остатки в хатыспытском комплексе имеют гигантские размеры, достигая в длину 3 м при ширине 100–150 мм. Такие различия между одновозрастными комплексами можно объяснить экологическими условиями обитания организмов: миаохонские макрофиты обитали на карбонатизированных илах в условиях аноксии/эвксинии [7], в то время как хатыспытские – на карбонатных илах в условиях высокой гидродинамики среды и аэрации бассейна в составе богатых сообществ инфузорных и бентосных мягкотелых организмов [5].

Уплощенные углефицированные остатки хатыспытской свиты имеют уникальную сохранность: во-первых, они захоронены в карбонатных отложениях, в отличие от других местонахождений, где остатки приурочены к алюмосиликокластическим отложениям; во-вторых, на остатках сохранились органические пленки, которые возможно отделить от породы и изучить под микроскопом. Изучение микроструктурных особенностей поздневендских макрофитов проводилось лишь однажды на материале из Подолии [2], на материале из других местонахождений это просто невозможно. При микроструктурном изучении органики, отделенной от углефицированных остатков из хатыспытской свиты удалось выявить следующее: (1) клеточного строения органики выявлено не было; (2) органика сохраняется в виде гомогенизированных пленок, и чаще всего многослойна (возможно результат коллапса объемных тел), в результате чего цвет органики может изменяться от практически прозрачно-белого до черного (рис. 2б); (3) по структурно-текстурным особенностям было выделено три типа сохранности: с гладкой поверхностью пленок (рис. 2а); с шероховатой (рис. 2в); а также многослойные пленки, верхний слой которых

разбит на многоугольники различной формы (возможно признак того, что организм имел два типа покровов с различными физическими свойствами) (рис. 2д); (4) в органическом веществе обнаружены мелкие объекты сферической (рис. 2а–в) и трубчатой (рис. 2г) форм, предположительно бактерии, а также более крупные образования, напоминающие нитчатые трехомы водорослей или грибов (рис. 2е)

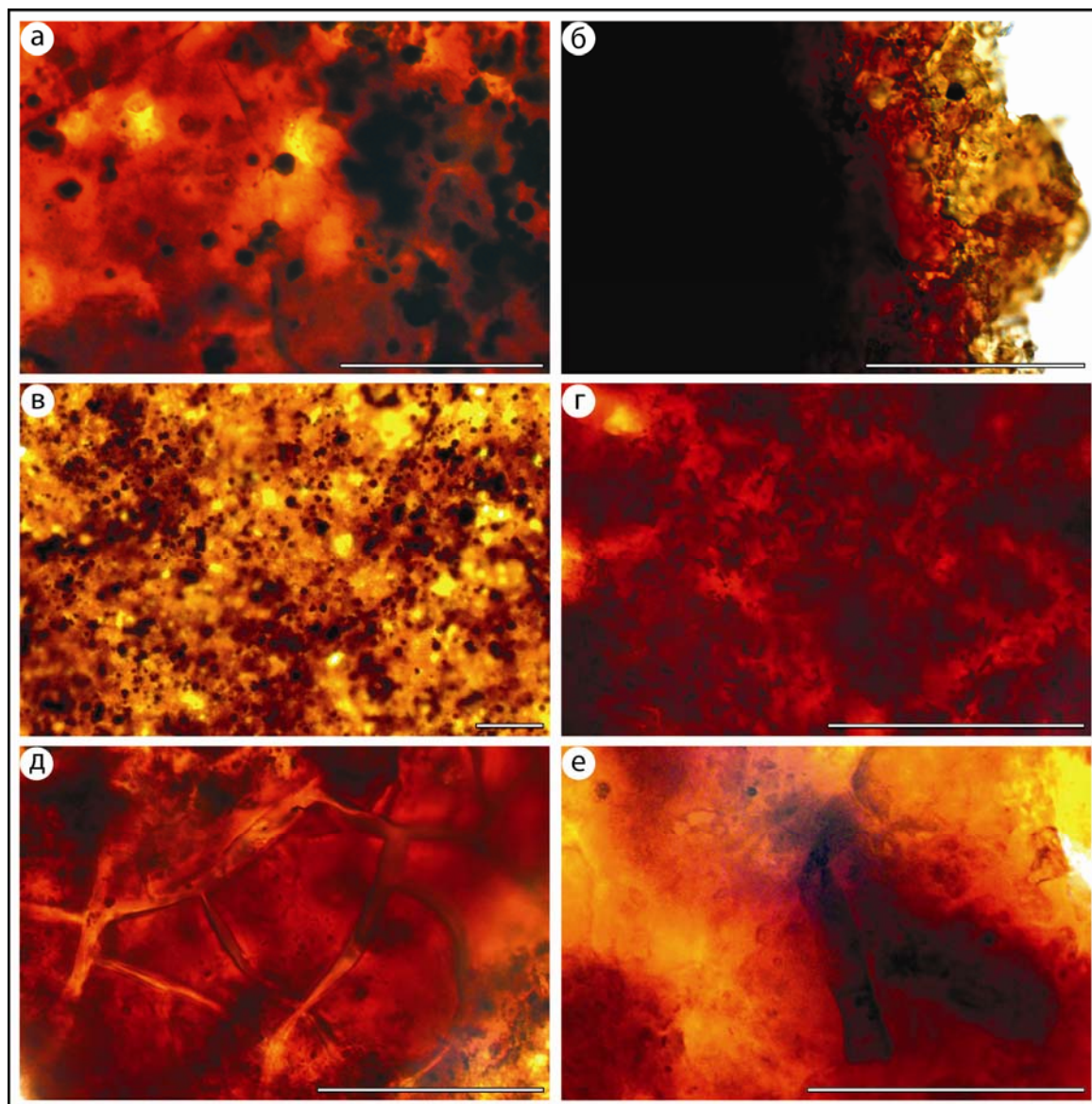


Рис.2. Микроструктурные характеристики органического вещества поздневендских макрофитов с Оленекского поднятия: а) органика с гладкой поверхностью слоев; б) многослойная органика; в) органика с шероховатой поверхностью; г) наличие в органике мелких трубчатых образований; д) многослойные пленки, верхний слой которых разбит на многоугольники различной формы; е) нитчатые трехомы внутри органических пленок. Размер масштабной линейки – 50 мкм.

Таким образом, результаты, полученные при изучении хатыспытского сообщества: во-первых, расширяют морфологическое пространство поздневендских макрофитов (появление форм, которые не были известны из других местонахождений); во-вторых, позволяют говорить о том, что уже в хатыспытское время начинается дифференциация покровов организмов; в-третьих, широкое распространение макроводорослевых биот по всему

миру говорит о том, что в поздневендское время началась постепенная модернизация экосистем, которая в последующем, совместно с появлением роющих организмов (биотурбации) и хищников, привела к становлению новых экосистем фанерозойского типа.

Исследования проходят при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 09-05-00520, 10-05-00953, 10-05-09303-моб_з), National Geographic Committee for Research and Exploration (гранты 8227-07 и 8637-09) и Программы РАН (проекты № 15.3 и 20.5).

Литература:

1. *Воданюк С.А.* Остатки бесскелетных метазоа из хатыспытской свиты Оленекского поднятия // Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири. Актуальные вопросы стратиграфии. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР. – С. 61–74. 1989
2. *Гниловская М.Б., Иценко А.А.* и др. Вендотениды Восточно-Европейской платформы / Гниловская М.Б. (Отв. ред.). Л.: Наука, 1988. – 143 с.
3. *Гражданкин Д.В., Наговицин К.Е.* и др. Миюахенская экологическая ассоциация позднего венда Восточно-Европейской платформы // Доклады Академии Наук, 2007. Т. 417. № 1. – С. 73–78.
4. *Condon D., Zhu M.* e.a. U-Pb ages from the Neoproterozoic Doushantuo Formation, China // Science. 2005. V. 308. – P. 95–98.
5. *Grazhdankin, D.V., Balthasar, U.* e.a. B. Carbonate-hosted Avalon-type fossils in arctic Siberia // Geology, 2008. V. 36. No. 10. – P. 803–806.
6. *Han, T. M., Runnegar, B.* Megascopic Eukaryotic Algae from the 2.1-Billion-Year-Old Negaunee Iron-Formation, Michigan // Science, New Series, 1992. V. 257. No. 5067. –P. 232–235.
7. *McFadden, K.A., Huang, J.* e.a. Pulsed oxidation and biological evolution in the Ediacaran Doushantuo Formation // PNSA, 2008. V. 105. N. 9. – P. 3197–3202.
8. *Xiao, S., Dong, L.* On the Morphological and Ecological History of Proterozoic Macroalgae // Neoproterozoic Geobiology and Paleobiology / Xiao S., Kaufman A.J. (Eds) Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2006. – P. 57–90.
9. *Xiao, S., Yuan, X.* e.a. Macroscopic carbonaceous compressions in a terminal Proterozoic shale: A systematic reassessment of the Miaohe biota, South China // Journal of Paleontology, 2002. V. 76. No. 2. – P. 347–376.

**Алгоритм определения наиболее вероятных таксонов
для фораминифер по форме раковины****Греков В.В.**ГУП РК ТП НИЦ, Ухта, Россия, victor.grek@gmail.com

Наиболее трудоемкой в палеонтологии является задача определительской работы. По этой причине, а также из-за большого влияния опыта на скорость и качество определения таксономии, сложности и большой длительности обучения молодых специалистов, предлагается разработать методику, автоматизирующую процесс определения таксономической принадлежности исследуемого организма.

В статье приводятся критерии классификации организмов на основе фотографий шлифов. Выделяются наиболее значимые критерии, а так же приводится реализация первого этапа методики – предварительная классификация на основе формы и размеров раковины. Приводятся наиболее часто встречаемые формы раковин, описывается алгоритм обработки изображения с целью выделения четкого контура раковины и алгоритм и методы сравнения форм раковин базовых и исследуемых организмов.

The most difficult task in paleontology is the fossil identification. For this reason and because of the influence of experience on the speed and quality of the fossil identification, complexity and long duration of training young researchers we propose to develop methods that automates the process of the fossil definition.

The paper presents criteria for the classification of organisms based on photographs of thin sections. There is marked out the most important criteria, as well as provides the first phase of a technique – a preliminary classification based on shape and size of the shell. In this article you can find the most common form of shells, image processing algorithms in order to mark out a clear outline shell and the algorithm and methods to compare shapes of shells of basic and study of organisms.

Микропалеонтология как самостоятельный раздел возникла во второй четверти XX и получила бурное развитие благодаря интенсивным нефте- и газоразведочным работам. Учитывая специфику керна скважин и донных проб, необходимо «из минимума объема извлекать максимум информации». Такому требованию отвечают организмы и их части, имеющие микроскопические размеры: фораминиферы, радиолярии, тинтинниды, остракоды, конодонты, зубы акул, одноклеточные водоросли, споры и пыльца. Тем не менее, объектами изучения микропалеонтологии традиционно считают только животных, в частности фораминифер, так как ископаемые фораминиферы наиболее распространены, с их помощью можно довольно точно определить возраст горных пород. [2, 3].

При определении осуществляется анализ фотографии шлифов. В общем случае этот процесс описывается следующим алгоритмом: первоначально производится поиск остатков организмов, затем выделяются морфологические особенности раковины, измеряются отдельные ее морфологические элементы раковины, соотнесенные критериям, в соответствии с масштабом изображения и в заключении на основе полученных значений критериев определяется таксономическая принадлежность исследуемого организма.

Каждый палеонтолог может по-своему определить таксономию организма, причем таким образом, что она не совпадет с результатами другого. Основными анализируемыми

критериями являются: 1) внешняя форма раковины; 2) размеры раковины; 3) начальная камера; 4) число оборотов; 5) характер навивания спирали; 6) стенки раковины; 7) перегородки или септы; 8) число перегородок; 9) дополнительные скелетные образования.

За все время своей работы эксперт в этой области, помимо накопления опыта, составляет коллекции с образцами различных организмов, подробно описывая их, которые используются для последующей передачи опыта. Чтобы обучить молодого специалиста, необходимо затратить огромное количество времени. В процессе обучения, основанном на методе проб и ошибок, молодой специалист работает с коллекцией вместе с экспертом, который указывает на ошибки и неточности в определительской работе ученика. Помимо выявления организма в шлифах, необходимо точно определить его таксономию, что заставляет работать с огромными справочниками – искать соотношение морфологических признаков с видовой, родовой и т.п. принадлежностью. В связи с трудоемкостью работы, большого влияния опыта на скорость и качество определения таксономии, сложности и большой длительности обучения молодых специалистов – встает вопрос об автоматизации определительской работы.

Существует несколько методов по определению фузулинид, такие как:

- анализ признаков экземпляров и отделение признаков индивидуальной и возрастной изменчивости и полового диморфизма от таковых систематического характера;
- синтез установленных видовых признаков изученных экземпляров и представлению о реальном виде;
- сравнение конкретных представителей вида с описаниями видом, имеющимся в литературе.

Все описанные методы определения реализуются вручную, следовательно, палеонтолог должен произвести анализ различных критериев: размеры, форму, характер проявления того или иного признака. Затем, используя справочники описания видов и свой собственный накопленный опыт исследовательской работы, палеонтолог делает вывод: к какому типу, классу, отряду, семейству, роду и виду относится исследуемый организм.

Задачу по автоматизации определительской работы в применении к биостратиграфическому расчленению разрезов можно сформулировать так: необходимо разработать методику, автоматизирующую процесс определения таксономии исследуемого организма.

Первым этапом в предлагаемой методике является анализ внешней формы раковины. При изучении класса Foraminifera, были рассмотрены представители отрядов Astorhizida, Ammodiscida, Ataxophragmiida, Textulariida, Nodosariida, Endothyrida, Fusulinida, Nummulitida, Heterohelicida, Buliminida, Rotaliida и другие. В качестве базовых организмов были взяты фотографии из книги «Краткий определитель ископаемых беспозвоночных» [1].

Проанализировав изображения и описания внешней формы раковины, приведенные в указанном ранее определителе, представителей фауны можно выделить несколько основных «шаблонов» (Рис. 1): 1) цилиндр; 2) звезда; 3) шар; 4) груша; 5) узкий цилиндр (прямая или прямоугольник); 6) ромб; 7) конус; 8) усеченный конус.

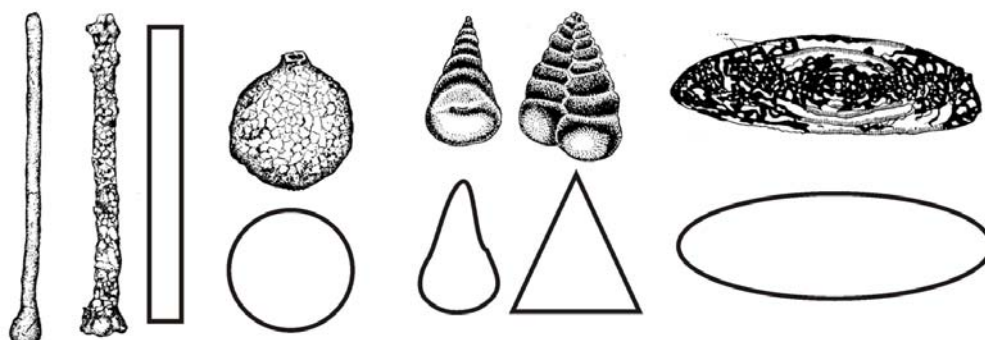


Рис. 1. Примеры раковин и их «шаблонов».

Чтобы выделить четкий контур организма, необходимо произвести обработку изображения. Обработка происходит в несколько этапов (

Рис. 2):

- для начала масштабируем изображение до некоторой стандартной ширины с сохранением пропорций. Сохранение пропорций требуется для того, чтобы изменение высоты происходило с тем же коэффициентом. В противном случае произойдет нарушение истинной формы.

Последующие этапы направлены на получение черно-белого изображения с наиболее точной границей.

- Преобразуем цветное изображение в оттенки серого. Теперь раковина (ее стенки и границы) имеет более темную градацию серого, вплоть до черного. Окружающий минерал имеет меньшую плотность, а соответственно при увеличении в микроскопе будет пропускать через себя больше света, что приведет к высветлению области при применении фильтра.

- Выделим те области, которые наиболее темные и относятся с большей вероятностью к скелету организма. Для этих целей применим специальный фильтр, который выбирает участки изображения, имеющих цвет темнее указанной границы и преобразует их в цвет 1 (например черный), а те участки, которые светлее, – в цвет 2 (белый).

- После преобразования изображения в черно-белое, четко видна граница раковины, а так же различные объекты небольшого размера (такие как внутренние камеры, некоторые более твердые элементы породы, шум). Поэтому для очистки изображения от крупного «шума» выделения очертания раковины проведем фильтрацию изображения на выявлении объектом не превышающих определенную высоту и ширину. Таким образом, на изображении останется только форма самой раковины.

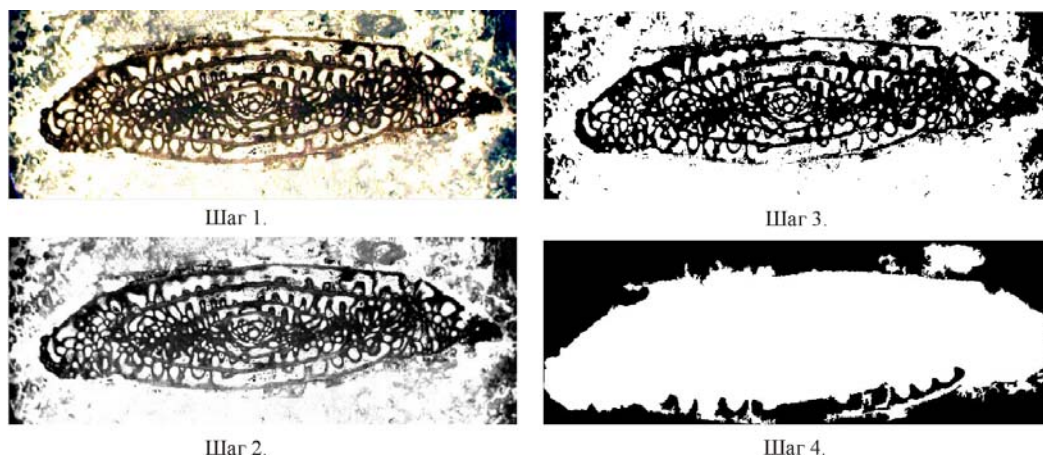


Рис. 2. Результаты обработки.

Получив четкий контур раковины необходимо его классифицировать. Классификация происходит двумя методами поочередно:

1. Анализ формы раковины.
2. Сравнение формы раковины с раковинами других представителей класса, имеющих такую же форму.

Анализ формы раковины производится на основе генетических алгоритмов. К каждой из 8 выделенных форм формируется уравнение, описывающее данную фигуру (или близкую к ней). Имея 8 базовых уравнений, возможно определить к какой из базовых форм в большей степени подходит форма раковины исследуемого организма. Генетические алгоритмы, в данном случае будут подбирать наиболее оптимальную базовую форму раковины, например для окружности нужно задать следующие значения: количество параметров – 3 (необходимо знать три значения, для построения окружности – две координаты центра и длину радиуса), функция приспособления – в данном случае разница между координатой Y точки базовой окружности и координатой Y точки исследуемой окружности, при совпадении координаты X . Не исключено, что форма совпадет с несколькими базовыми фигурами, наиболее подходящую выбирает палеонтолог. Следующим этапом производится сравнение исследуемой формы с формами основных представителей выделенных отрядов. Сравнение происходит на основе выделения крайних точек оттиска раковин и подстановка точек в уравнения базовых раковин. Чтобы сопоставить базовую и исследуемую раковины используется кубический сплайн: для базовой раковины вычисляются коэффициенты полинома, которые будут использоваться для вычислений координат Y для точек границы исследуемой раковины. Таким образом на основе количества и степени отклонения значений можно делать вывод о принадлежности организма к тому или иному виду.

После проведенных вычислений и сравнений будут выявлены наиболее вероятные классы, к которым возможно, относится исследуемый организм. Таким образом, приве-

денная методика позволяет покрыть первые два классифицируемых критерия: внешняя форма раковины и ее размер. В настоящее время на основе данной методики спроектирована и реализована программа, которая проходит тестирование, на соответствие методики.

Следующим этапом работ станет создание методики по выявлению начальной камеры и определению ее типа. На данном этапе изучения и анализа фотографий фораминифер, можно предположить, что с наибольшей вероятностью начальная камера будет находиться в центре изображения. А так же размеры и расположение начальной камеры зависит от формы раковины.

После определения ключевых характеристик первичной камеры так же необходимо задействовать характер навивания спирали и количество витков. Каждый виток для того или иного организма определяет время жизнедеятельности. Один из способов построения линии спирали является выявление камер раковины и соединение их центров ломанной или кривой линией. Эта операция производится на этапе обработки и анализа изображения.

Литература:

1. *Бондаренко О.Б., Михайлова И. А.* Краткий определитель ископаемых беспозвоночных. 2-е изд., доп. и перераб. – М., Недра, 1984, 536 с.
2. *Михайлова И.А., Бондаренко О.Б., Обручева О.П.* Общая палеонтология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 384с.
3. <http://en.wikipedia.org/wiki/Foraminifera>: Foraminifera [Электронный ресурс]. – San Francisco, California : Mark A. Wilson, 2010. – Режим доступа : <http://en.wikipedia.org/wiki/Foraminifera>, свободный. – Загл. с экрана.

**О целесообразности применения классических методик
определения относительного геологического возраста ископаемого
остеологического материала: проблемы и перспективы**

Ковальчук А.Н.

СумГПУ им. А.С. Макаренко, Сумы, Украина, Biologist@ukr.net

В статье приводится анализ существующих методик определения относительного геологического возраста ископаемого остеологического материала. Выделены преимущества и недостатки применения классических и некоторых современных методик. В частности, речь идет о коллагеновом методе и об определении возраста костей по удельному весу, путем прокаливания с использованием торсионных весов, а также на основании оптического показателя преломления. Подчеркнута важность применения комплексного подхода к определению возраста ископаемых остатков наземных позвоночных четвертичного периода на основании логичного сочетания традиционных и современных методик.

The analysis of existing relative - age determination methods of the fossil osteological material was discussed in the article. Advantages and disadvantages of using classic and some modern methods were distinguished. The article touches upon the information about a collagen method, bone age determination by specific gravity and refractive index. The importance of using integrated approach to the age determination of quaternary terrestrial vertebrates based on logical combination of traditional and modern methods was emphasized.

Как известно, прогресс в науке в значительной степени зависит от новых методологических идей, концепций и подходов. При этом конкретные методы исследования обычно являются инструментами в добывании знаний, которые создают почву для качественно новых решений той или иной научной проблемы [4, 5].

Комплексное изучение ископаемых остатков животных прошлых геологических эпох предполагает определение их возраста. Это необходимо для ориентирования в процессах последовательных изменений многообразия ископаемых форм, а также для решения некоторых важных проблем биостратиграфии и палеоэкологии.

На данный момент разработаны и внедрены в практику работы палеонтологов и археологов различные методики определения относительного и абсолютного возраста ископаемого биоматериала, отличающиеся технологическими деталями, сложностью проведения и, что наиболее важно, – точностью конечных результатов [2]. Одной из них является методика, разработанная И. Дюрстом в 1926 году [6] и позже усовершенствованная и внедренная в практику академиком И.Г. Пидопличко [3]. Она предназначена для определения относительного геологического возраста остатков позвоночных животных антропогена и основана на вычислении количества остаточного коллагена, содержащегося в ископаемом остеологическом материале путем прокаливания последнего в муфельной печи при температуре +800°C.

Вышеупомянутая методика, несмотря на относительную легкость проведения и простоту технологии, не является сегодня широко употребляемой в силу распространенного

мнения о значительной погрешности, допускаемой при её использовании. Считается, что результаты, полученные путем прокаливания, являются недостоверными и на их основании невозможно объективно оценить возраст палеоостеологического материала.

Авторскими исследованиями показано, что при правильном подходе к препарированию исходного остеологического материала, соблюдении деталей методики и тонкостей взвешивания можно рассчитывать на получение достоверных результатов при использовании метода прокаливания ископаемых и полуископаемых костей позвоночных животных антропогена.

Кроме методики, разработанной И. Дюрстом и усовершенствованной И.Г. Пидопличко, существует еще целый ряд других, малоизвестных способов определения относительного геологического возраста антропогенного остеологического материала. В частности, речь идет об определении возраста костей по удельному весу, путем прокаливания в термической установке с использованием торсионных весов, а также на основании оптического показателя преломления. Преимуществами этих и подобных приемов являются их простота и существенная экономия исходного материала для препарирования (для анализа нужно не более 1 г костного вещества) [1]. Для сравнения – радиоуглеродные датировки требуют намного более серьезной подготовки анализируемой ткани, они дорогостоящи и не всегда достоверны. Во время проведения лабораторных исследований свежих и фоссилизованных костей наземных позвоночных из четвертичных и неогеновых отложений оказалось, что их физические свойства непосредственно зависят от содержания в них коллагена, а, следовательно, и от геологического возраста.

Классические методики, несмотря на свою сравнительно небольшую точность, имеют право на существование и использование. Важной и весьма актуальной проблемой является дальнейшая разработка и усовершенствование этих методик с целью максимального приближения полученных результатов определения относительного геологического времени к абсолютной датировке ископаемого палеонтологического материала. Во время проведения региональных палеозоологических исследований эти методики являются важным инструментом получения ценных фактических данных, учитывая, что техника для высокоточных определений сконцентрирована в основном в центральных научных учреждениях.

Таким образом, оптимальным является комплексный анализ ископаемого остеологического материала с определением его геологического возраста на основании классических и современных методик.

Литература:

1. *Бачинский Г.А.* Тафономия антропогенных и неогеновых местонахождений наземных позвоночных Украины. Киев: Наукова думка, 1967. 132 с. (на украинском языке).
2. *Верецагин Н.К., Громов И.М.* Сбор остатков высших позвоночных четвертичного периода. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 48 с.
3. *Пидопличко И.Г.* Новый метод определения геологического возраста ископаемых костей четвертичной системы. Киев: Изд-во АН УССР, 1952. 90 с.
4. *Розанов А.Ю.* Современная палеонтология // Соросовский образовательный журнал. 1999. №1. С. 47–55.
5. Современная палеонтология. Методы, направления, проблемы, практическое приложение: Спр. пособие: В 2-х т. / Под ред. В.В. Меннера, В.П. Макридина. М., 1988. Т.1. С.В. Мейен, В.П. Макридин, Д.Л. Степанов и др. 540 с.
6. *Duerst J.U.* Vergleichende Untersuchungsmethoden am Skelett bei Säugern. Handbuch der Biologischen Arbeitsmethoden. Lief., 200. Abt. VII, Heft 2. 1926.

**Литологические маркеры некоторых границ стратиграфических подразделений
верхнего карбона – нижней перми западного склона Северного Урала****Пономаренко Е.С.**Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия,
esponomarenko@geo.komisc.ru

Рассмотрены границы стратиграфических подразделений верхнего карбона-нижней перми западного склона Северного Урала. Выделены литологические маркеры границ между средним и верхним карбоном, а также между мартукским и николевским горизонтами гжельского яруса, связанные с событийными рубежами. Следы размывов в нижнепермской органогенной постройке на р. Илыч обуславливается формированием Илыч-Чикшинской структуры.

The boundaries of stratigraphy units of Upper Carboniferous-Lower Permian of western slope of Northern Urals were examined. The lithological markers of boundaries between middle and upper Carboniferous and Martukskian and Nikolskian horizons of the Gzelian stage, which were associated with events boundaries, were separated. The erosion surface in the Lower Permian organic buildup on Ilych River is considered as a result of this influence of Ilych-Chikshin structure.

Стратиграфические исследования верхнекаменноугольно-нижнепермских карбонатных отложений на Северном Урале проводились в 60-70-ых гг. XX столетия [5]. Расчленение проводилось на основании фауны фузулиноид и брахиопод. В ходе исследований были выделены основные стратиграфические подразделения и комплексы фауны. На данном этапе исследований решается вопрос обоснования литологических маркеров стратиграфических границ для детальной корреляции и выявления дополнительных корреляционных признаков сопоставления разнофациальных разрезов. Автор в течение ряда лет исследовал верхнекаменноугольно-нижнепермские карбонатные отложения западного склона Северного Урала. В результате было выделено 4 типа разреза, отличающиеся по географическому положению, мощности стратиграфических подразделений и составу отложений. Установлены литологические маркеры, фиксирующие различные стратиграфические уровни, которые рассматриваются ниже.

Граница среднего и верхнего карбона отмечены на р. Илыч в обн. 70 (разрез Бия Из), в обн. 84 (разрез Мича Ласта) и в обн. 24 на р. Унья (разрез Бузгальский Камень). В разрезе Бия Из вскрыты отложения московского яруса среднего карбона [1] и нерасчлененные отложения касимовского яруса [6]. В целом, разрез представлен известняками биокластовыми с пелитоморфным цементом, реже водорослевыми разностями. Характерны прослойки кремней. Самые верхние слои среднего карбона имеют комплекс фузулиноид *Ozowainella* ex gr. *mosquensis* Raus., *Beedina samarica* (Raus. et Bel.), *Dagmarella ilychensis* (Raus.). Выше отмечается пачка мощностью 2.2 м биокластовых известняков, не содержащих фауну фузулиноид, и условно относимая к среднему карбону. Выше залегает слой мощностью 1.4 м известняков оолитовых, включающих фузулиноиды *Kanmeraia solovievae* Rem.,

СТРАТИГРАФИЯ



Расположение изученных обнажений.

K. hatchetensis (Stewart), *K. aff. dissorta* Sol., *Kanmeraia* sp., *Protriticites* sp., *Obsoletes spectabilis* Vol, отвечающие нижней части верхнего карбона. Граница среднего и верхнего карбона в разрезе Мича Ласта проводится по эрозионной поверхности в кровле пелитоморфных известняков, слагающие нижние 5.5 м разреза. Здесь, по данным В.А. Варсанюфьевой и Д.М. Раузер-Черноусовой [1] присутствуют фораминиферы, характеризующие терминальную часть московского яруса. Вышележащий слой известняков крупнобиокластовых криноидно-фузулиноидных (0.7 м) содержит позднекаменноугольный комплекс *Pulchrella hayasakai* (Watanabe), *P. eopulchra* (Raus.), *P. pulchra* (Raus. et Bel.), *P. pokojamensis* (Leb.), *Kanmeraia* sp., *Protriticites plicatus* Kir. Граница с подстилающими отложениями резкая

волнистая. В кровле залегающих ниже пелитоморфных известняков отмечаются участки крупнобиокластовых известняков (до 5-6 см), аналогичных нижним слоям верхнего карбона, и являющиеся вероятнее всего заполнением эрозионных врезов. Палеонтологическая граница среднего и верхнего карбона в разрезе Бузгальский Камень палеонтологически проводится достаточно условно – по полному исчезновению родов *Neostaffella* и *Wedekindellina* [5]. Н.В. Калашников и З.П. Михайлова [2] к среднекаменноугольным отложениям относили известняки и доломиты, мощностью 65-70 м, содержащие многочисленные *Wedekindellina subovata* Saf., *Wedekindellina uralica* Dutk, и редкие *Neostaffella paradoxa* (Dutk.). Литологически граница маркируется пачкой органогенных песчаников мощностью 4 м [8]. Отсюда определены представители рода *Fusulinella*, а также параштаффелоидесы и мелкие фораминиферы родов *Climacammina*, *Textularia*, *Bradyina*. В целом, такой комплекс может встречаться как в отложениях позднемосковского, так и раннекасимовского возраста. Выше разрез наращивается неравномерным чередованием известняков биоморфных водорослевых и известняков биокластовых доломитизированных. По данным Н.В. Калашникова и З.П. Михайловой [2], здесь развит комплекс фузулинид, в котором важное стратиграфическое значение имеют *Usvaella usvae* (Dut.), *Pulchrella pulchra* (Raus. et Bel.). Присутствие этих видов позволяет сопоставить вмещающие их отложения со слоями с *Usvaella usvae* – *Pulchrella pulchra*, выделенными А. И. Елисеевым и З. П. Михайловой на гряде Чернышева, в последствие переведенными в зону *Protriticites pseudomontiparus* – *Obsoletes obsoletus* [5].

Таким образом, в изученных разрезах граница среднего и верхнего карбона подчеркивается резким понижением уровня моря, что нашло отражение в изменении характера осадкообразования – накопление отмельных отложений [6, 8]. В более восточном типе разреза на р. Илыч эта граница фиксируется поверхностью размыва. Таким образом, рубеж среднего и верхнего карбона на западном склоне Северного Урала отвечает крупной регрессии и подчеркивается либо размывом, либо формированием отложений отмелей. Причина этого явления, по всей видимости, связана с похолоданием [10].

Граница мартукского и никольского горизонтов гжельского яруса отмечались в обн. 29 (разрез Писаный Камень) и в обн. 24 (разрез Бузгальский камень) на р. Унья. В разрезе Писаный Камень граница этих горизонтов проводится по эрозионной поверхности с мелкообломочными известняковыми брекчиями. Нижележащие средне-мелкобиокластовые известняки содержат фузулиноиды *Triticites secalicus* Say, *Jigulites jigulensis* (Raus.), *J. volgensis* (Raus.) [2], характеризующие отложения мартукского горизонта. Перекрывают их известняки пелитоморфные и микробиально-пелоидные с комплексом фузулинид *Anderssonites anderssoni* (Schellw.), *Daixina tschernovi* Z. Mikh., *Daixina magna* Ros., *Rugosofusulina* ex gr. *stabilis* Raus., *Jigulites volgensis* (Raus.), *Usvaella usvae* (Dutk.), *Pul-*

chrella pulchra (Raus. et Bel.) [2], отвечающим николюскому горизонту. Граница этих горизонтов в разрезе Бузгальский камень также имеет литологический маркер в виде органогенных песчаников, что указывает на крупную регрессию с формированием пляжевых фаций. Отложения мартукского горизонта представлены известняками водорослевыми и палеоаплизинными с прослоями известняков биокластовых и содержат *Jigulites jigulensis* (Raus.), *J. volgensis* (Raus.), а также *Daixina sokensis* Raus. Николюские отложения имеют аналогичное строение и содержат *Triticites* aff. *adjunctus* Konov., *T.* aff. *astus* Grozd. Перерыв в осадкообразовании, вероятно, отвечает позднемартукскому – раннениколюскому времени, о чем свидетельствуют сокращенные мощности отложений. По всей видимости, этот перерыв является отражением крупного предассельского размыва, установленного Н.Н. Кузьковой и В.А. Черных [4] на Приполярном Урале. Временной интервал перерыва увеличивается с востока на запад, где отмечается отсутствие большей части карбона.

Размывы в средней части холодноложского горизонта и между ассельским и сакмарским ярусами отмечаются также в разрезе Мича Ластва, в рифогенных отложениях. Верхняя часть отложений зоны *Schwagerina vulgaris* характеризуется доломитизацией по трещинам усыхания [9], что свидетельствует о поднятии этих осадков выше уровня моря и указывает на субаэральные обстановки их постаккумулятивного формирования. Между ассельским и сакмарским ярусами перерыв имел большую продолжительность: отсутствуют отложения шиханского горизонта ассельского яруса. Граница этого перерыва фиксируется появлением своеобразных отложений: известняков микробиальных строматолитоидных с мшанками *Rhombotrypella composita* Nik., *Streblascopora* cf. *vulgaris* (Schulga-Nest.), *Parapolypora pravocellata* (Trizna), отвечающих нижней части сакмарского яруса [7] и интерпретируемых как лагунные фации. Строматолитоидные известняки подстилаются и покрываются биоцементолитами мшанковыми и тубифитесово-мшанковыми.

В заключение можно сказать, что некоторые границы стратиграфических подразделений верхнего карбона-нижней перми являются событийными рубежами. О.Л. Коссовая [3] указывает один из таких кризисных событий на границе среднего и позднего карбона, связанный с похолоданием. В изученных разрезах этот уровень подчеркивается резким понижением уровня моря, что обосновано наличием органогенных песчаников или оолитовых известняков, характеризующих фации пляжей или размыва в более восточных типах разреза. Мартукско-николюское обмеление внутри гжельского яруса было связано с обширной регрессией, обусловленной инверсией Печоро-Колвинской рифтовой зоны и формированием линейной валообразной структуры – Илыч-Чикшинской [9]. Следы размывов в нижнепермских рифогенных отложениях также связаны с близостью к этой структурной зоне, где в это время происходили значительные по амплитуде вертикальные перемещения.

Автор выражает благодарность палеонтологам Т.Н. Исаковой, С.Т. Ремизовой и З.А. Толоконниковой за определение фауны фузулиноид и мшанок и многочисленные консультации по стратиграфическим проблемам.

Работа проводилась при поддержке программы ОНЗ-1 РАН №09-Т-5-1028.

Литература:

1. Варсанюфьева В.А., Раузер-Черноусова Д. М. К характеристике среднекаменноугольных отложений р. Илыч // Сборник трудов по геологии и палеонтологии. Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1960. С. 94-126.
2. Калашников Н.В., Михайлова З.П. К стратиграфии верхнего карбона р. Уньи // Геология северо-востока европейской части СССР и севера Урала. Сыктывкар, 1971. С. 55-65. (Тр. Ин-та геологии Коми филиала АН СССР, вып. 14).
3. Коссовая О.Л. Основные биотические события пенсильванской подсистемы и их корреляционный потенциал // Верхний палеозой России: стратиграфия и фациальный анализ / Мат-лы II-ой Всероссийской конференции. Казань: Казан. гос. ун-т. 2009. С. 135-137.
4. Кузькокова Н.Н., Черных В.А. О предассельском размыве в Северном Приуралье // Докл. АН СССР. Т. 165. №4. 1965. С. 911-914.
5. Михайлова З.П. Фузулиниды верхнего карбона Печорского Приуралья. Л.: Наука, 1974. 136 с.
6. Пономаренко Е.С., Ремизова С.Т., Камалетдинова Л.Н. Проблема стратификации касимовского яруса на р. Илыч // Верхний палеозой России: стратиграфия и фациальный анализ / Мат-лы II-ой Всероссийской конференции. Казань: Казан. гос. ун-т. 2009. С. 147-148.
7. Пономаренко Е.С., Ремизова С.Т., Толоконникова З.А. Стратиграфия нижнепермских карбонатных отложений в разрезе Мича Ласта (р. Илыч, Северный Урал). «Вестник» № 4 (184), апрель. Сыктывкар: Геопринт, 2010. С. 2-5.
8. Пономаренко Е.С., Сандула А.Н. Верхнекаменноугольно-нижнепермские карбонатные отложения в разрезе «Бузгальский Камень» (река Унья, Северный Урал) // Геология и минеральные ресурсы европейского северо-востока России / Мат-лы XV Геологического съезда Республики Коми. Т. II. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2009. С. 202-205.
9. Тимонин Н.И. Печорская плита: история геологического развития в фанерозое. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 240 с.
10. Bruckschen P., Oesmann S., Veizer J. Isotope stratigraphy of the European Carboniferous: proxy signals for ocean chemistry, climate and tectonics // Chemical Geology. 1999. V. 161. P. 127-163.

Сравнительный анализ раннеюрских флор Южного Приморья и провинции Цзилинь, Северо-Восточный Китай

Салюкова Е.Н.¹, Шорохова С.А.¹, Вольнец Е.Б.²

¹Дальневосточный государственный технический университет (ДВПУ им. Куйбышева),
Институт инженерной и социальной экологии (ИИСЭ), Владивосток, Россия,
lena_tender@mail.ru, shorokhova@mail.ru

²Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия,
volynets@ibss.dvo.ru, volynets61@mail.ru

*В настоящее время нижнеюрские отложения Приморья детально изучены из шитухинской свиты, имеющая распространение на юго-востоке Приморья, преимущественно в бассейне р. Петровка. В составе шитухинского флористического комплекса выявлено 39 таксонов, которые принадлежат 25 родам. В его состав входят хвощи, папоротники, кейтониевые, цикадофиты, хвойные, гинкговые, чекановские и растения неясной систематической принадлежности (*Linguifolium, Carpolithes, Strobilithes*). Установлено, что во флористическом комплексе доминируют папоротники и цикадофиты, субдоминантами являются хвойные. В провинции Цзилинь (Северо-Восточный Китай), в округе города Линьцзян нижнеюрские отложения изучены из формации Ихе. В данном флористическом комплексе принимают участие 35 таксонов, которые принадлежат 22 родам. В его составе хвощи; папоротники; цикадофиты; гинкговые, чекановские, хвойные и растения неясной систематической принадлежности (*Carpolithes*). Среди основных групп растений доминируют папоротники и цикадофиты, которым сопутствуют хвощи, хвойные и гинкговые.*

*Шитухинская флора Приморья и флора Ихе провинции Цзилинь имеют близкий таксономический состав. Их сближает участие общих родов *Equisetum, Neocalamites, Clathropteris, Cladophlebis, Pterophyllum, Nilssonia, Ctenis, Taeniopteris, Phoenicopsis, Podozamites* и видов *Neocalamites hoerrensis* (Schimper) Halle, *Marattiopsis hoerrensis* (Shimper) Thomas, *Cladophlebis nebbensis* (Brongn.) Nath., *Clathropteris obovata* Oishi–*C. elegans* Oishi, кроме того в обоих комплексах отмечается преобладание цикадофитов и папоротников.*

The Earle Jurassic flora are known from Shitukhe Formation, sediments which have spread to the south-east of Primorye region, mainly in the rivers basin Petrovka. In this floristic complex includes of 39 species belonging to 22 genera. It is composed of horsetails, ferns, caytonialeans, cycadophytes, conifers, ginkgoaleans, czekanowskiales and plants unknown systematic affiliation (*Linguifolium, Carpolithes, Strobilithes*). Revealed that in floristic complex is dominated by ferns and cycadophytes, are subdominant conifers. The diversity Earle Jurassic flora studied of the Yihe Formation, from the Linjiang Area, Jilin province (Northeast China). The Yihe flora is composed of 35 species belonging to 22 genera. It consists of horsetails, ferns; cycadophytes; ginkgoaleans, czekanowskiales, conifers and plants unknown systematic affiliation (*Carpolithes*). Among the major groups of plants dominated by ferns and cycadophytes, they are accompanying by horsetails, conifers and ginkgoaleans.

The plants of Shitukhe Formation in Primorye and plants Yihe Formation in Jilin Province have similar taxonomic composition. They are pull together by participation of general sorts *Equisetum, Neocalamites, Clathropteris, Cladophlebis, Pterophyllum, Nilssonia, Ctenis, Taeniopteris, Phoenicopsis, Podozamites* and species *Neocalamites hoerrensis* (Schimper) Halle, *Marattiopsis hoerrensis* (Shimper) Thomas, *Cladophlebis nebbensis* (Brongn.) Nath., *Clathropteris obovata* Oishi, *C. elegans* Oishi. Besides that in both complexes were predominance cycadophytes and ferns.

В настоящее время нижнеюрские образования Приморья, в которых совместно встречены флористические и фаунистические остатки известны из шитухинской свиты.

Она распространена на юго-востоке Приморья, преимущественно в бассейне р. Петровка [2, 3]. Свита сложена алевролитами, тонко- и среднезернистыми песчаниками, с редкими прослоями конгломератов и углистых аргиллитов с остатками растений и двустворчатых моллюсков [2]. Впервые флористический комплекс из шитухинской свиты изучен С.А. Шороховой в 1969 году. Она выявила 23 таксона, принадлежащие 19 родам [2]. Позднее состав комплекса был уточнен и насчитывает 39 таксонов, которые относятся к 25 родам [1, 4]. В его составе принимают участие хвощи (*Equisetum*, *Neocalamites*), папоротники (*Cladophlebis*, *Marattiopsis*, *Phlebopteris*, *Clathropteris*, *Hausmannia* и *Todites*), кейтониевые (*Sagenopteris*), цикадофиты (*Pterophyllum*, *Ctenis*, *Nilssonia* и *Taeniopteris*), хвойные (*Podozamites*, *Cycadocarpidium*, *Cycadocarpidiostrobus*, *Pityophyllum*, *Elatocladus*), гинкговые (*Ginkgoites*, *Baiera*, *Sphenobaiera*), чекановские (*Czekanowskia*, *Phoenicopsis*) и растения неясной систематической принадлежности (*Linguifolium*, *Carpolithes*, *Strobilithes*). Выявлено, что во флористическом комплексе доминируют папоротники и цикадофиты, субдоминантами являются хвойные [4].

В провинции Цзилинь (Северо-Восточный Китай), в округе города Линьцзян нижнеюрские отложения изучены из формации Ихе. Она сложена конгломератами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами и тонкими прослоями углей с растительными остатками, которые впервые были собраны в 1981 году [5]. В результате систематического изучения флоры выявлено 23 таксона, принадлежащие к 19 родам. В дальнейшем Сунь Чулинем [6] был проведен более детальный сбор и изучение фитофоссилий. Флористический комплекс Ихе включает в себя 35 видов, которые относятся к 22 родам. В составе комплекса хвощи (*Equisetum*, *Neocalamites*, *Annulariopsis*); папоротники (*Marattiopsis*, *Coniopteris*, *Clathropteris*, *Cladophlebis*); цикадофиты (*Pterophyllum*, *Anomozamites*, *Cycadolepis*, *Nilssonia*, *Ctenis*, *Taeniopteris*); гинкговые (*Ginkgo*, *Baiera*, *Glossophyllum?*), чекановские (*Phoenicopsis*), хвойные (*Podozamites* (*Lindleycladus*)) и растения неясной систематической принадлежности (*Carpolithes*). Доминантами являются папоротники и цикадофиты [6,7].

Шитухинская флора Приморья и флора Ихе провинции Цзилинь имеют близкий таксономический состав. Их сближает участие общих родов *Equisetum*, *Neocalamites*, *Clathropteris*, *Cladophlebis*, *Pterophyllum*, *Nilssonia*, *Ctenis*, *Taeniopteris*, *Phoenicopsis*, *Podozamites* и видов *Neocalamites hoerrensis* (Schimper) Halle, *Marattiopsis hoerrensis* (Schimper) Thomas, *Cladophlebis nebbensis* (Brongn.) Nath., *Clathropteris obovata* Oishi, *C. elegans* Oishi, кроме того в обоих комплексах отмечается преобладание цикадофитов и папоротников.

Литература:

1. Вольнец Е.Б. Флора и юрский терригенный комплекс. Триас и юра Сихотэ-Алиня. Кн. 2: Вулканогенно-осадочный комплекс, палеобиогеография. - Владивосток: Дальнаука, 2008. - С. 175–185.

2. Коновалова И.В., Маркевич П.В. Юрская система. Южное Приморье. Триас и юра Сихотэ-Алиня. Книга 1. Терригенный комплекс. - Владивосток: Дальнаука, 2004. - С. 233-300.
3. Красилов В.А., Шорохова С.А. Раннеюрская флора р. Петровка // Ископаемые флоры и флоростратиграфия Дальнего Востока. - Владивосток, 1973. - С. 13–26.
4. Volynets E.B., Shorokhova S.A. The Early to Middle Jurassic flora from Primorye Region (Russia Far East) // Earth Science Frontiers, Vol. 17, Special Issue, 2010. - P. 205-206. *(on the English)*.
5. Lu M.Q., Mi J.R. A discussion on the geological age of the flora and it's underlying volcanic rocks of Early Jurassic Epoch near Linjiang, Jilin Province. Journal Changchun University of Earth Sciences, 1981, No. 3. - P. 18-29. *(on the Chinese)*.
6. Sun C.L., Tao L., Jiansheng Lu J. S. et al. Early Jurassic Flora from Linjiang Area, Southern Jilin // China, journal "Sciencepaper Online", February, 2008. - P. 1-9. *(on the Chinese)*.
7. Sun C.L., Tao L., Zhang L.J. Early Jurassic flora from Southern Jilin, China // Earth Science Frontiers, Vol. 17, Special Issue, 2010. - P. 228-229. *(on the English)*.