

С. Ю. Енгальчев

ИХНОФОССИЛИИ В ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОЗЕРНО-ЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА ЮГЕ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА

Введение. В последнее время при изучении осадочных последовательностей с целью реконструкции условий седиментации все большее внимание уделяют следам жизнедеятельности организмов – ихнофоссилиям. Они дают ценную информацию при определении таких особенностей обстановки седиментации как подвижность вод, скорость осадконакопления, относительной глубины, гидрохимического режима и др. Особое значение ихнофоссилии приобретают при отсутствии в отложениях скелетных остатков организмов (окаменелостей). В таких обстоятельствах следы жизнедеятельности становятся единственными свидетелями палеоэкологических условий в бассейне.

Северо-Запад европейской части России – это классический район распространения отложений, сформировавшихся благодаря деградации последнего четвертичного оледенения [1]. Осадочные образования, генетически связанные с ледником, почти сплошным чехлом покрывают данную территорию. Они имеют изменчивую мощность и чаще всего отчетливо выражены в современном рельефе. На юге Карельского перешейка широко распространены озерно-ледниковые отложения, слагающие камы (камовые возвышенности). Понятие «кам», в силу разнообразных трактовок, не всегда имеет однозначное понимание. Вслед за Е. В. Рухиной под «камом» мы понимаем положительную форму рельефа в виде холма или короткой гряды, возникшей в результате инверсии и проецирования на доледниковую поверхность водно-ледниковых отложений, аккумуляция которых проходила в проталинах на поверхности мертвого льда или внутри него в трещинах, пещерах и прочих полостях [2].

Характерный камовый рельеф (камовые массивы, камовые плато и гряды) развит на юго-западном, южном и юго-восточном склонах срединного моренного массива, образующего возвышенность Карельского перешейка (абс. высота 100–205 м) [3]. Типичными примерами камовых возвышенностей являются изометричные холмы, развитые в окрестностях поселков Токсово, Юкки, Агалатово, Рошино, Парголово, Колтуши, Лемболово. Область развития камов прослеживается далее на запад Карельского перешейка. Они сложены комплексом хорошо сортированных песчаных отложений. Данные образования сформировались на стадии дегляциации последнего (валдайского) ледникового покрова и сопоставляются с охтинским межстадиалом, ограниченным снизу лужской, а сверху – невской мореной. Формирование камовых массивов датируют нижней частью охтинского межстадиала, которая соответствует беллингу [3, 4].

На северо-восточном побережье Финского залива к северу от г. Зеленогорска распространены камовые массивы и ассоциирующиеся с ними озы (рис. 1). Наиболее высокая в этом районе гора Бол. Командная (101 м), которая также именуется Пухтуловой горой (от финского пос. Пухтула (Puhtula) (ныне пос. Решетниково)). Она представляет собой отчетливо вытянутую в юго-восточном направлении озовую гряду, возвышающуюся над полем развития камового рельефа, представленного небольшими камовыми массивами изометричной формы. Обнаженность данной территории слабая, в связи с чем определить взаимоотношение озовой гряды и окружающих ее камов в настоящее время сложно. Ихнофоссилии были найдены в одном из камов, расположенных непосредственно у юго-восточного подножия горы Бол. Командная (на расстоянии около 150–200 м). В геоморфологическом

отношении кам – изометричная возвышенность диаметром 45–50 м и высотой 12–15 м, отделенная от озовой гряды ложбиной. При строительстве горнолыжных трасс на Пухтуловой горе юго-западная часть кама была разрушена, и вскрытыми оказались верхние горизонты камового массива. Обнажение с ихнофоссилиями представляет собой небольшую вертикальную стенку у вершины холма (рис. 2). В пользу отнесения описываемой возвышенности к каму можно привести следующие аргументы: общий, достаточно однородный тонко-мелкозернистый песчаный состав отложений, наличие субвертикальных сбросов на флангах структуры, изометричная форма самой возвышенности, типичной для рельефа окружающей территории, сложенной камовыми массивами. Надо сказать, что для озерно-ледниковых (ледниковых) образований биогенные текстуры нетипичны [5] и в настоящее время в литературе не описаны, что делает данную находку уникальной.

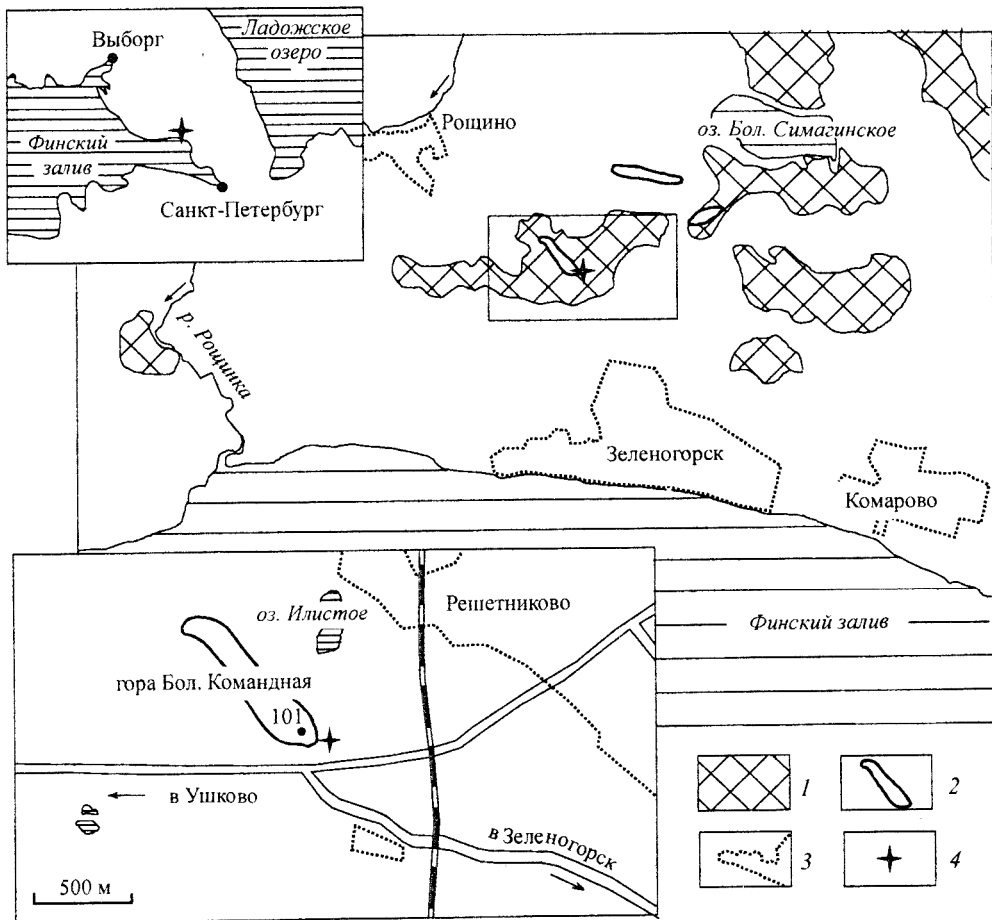
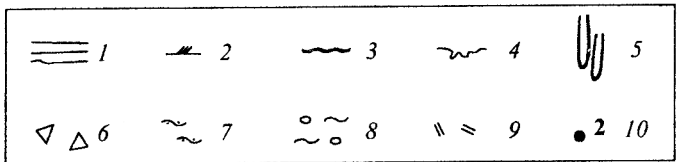
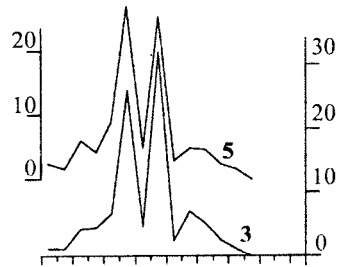
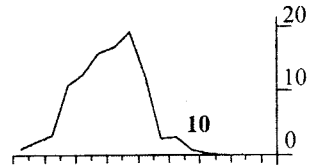
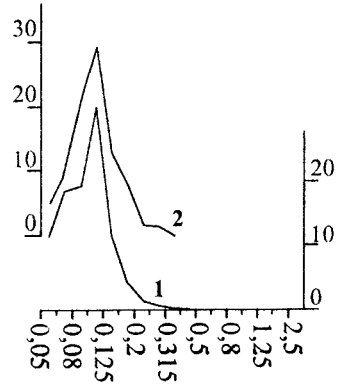
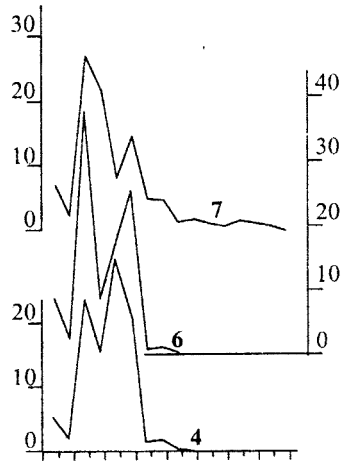
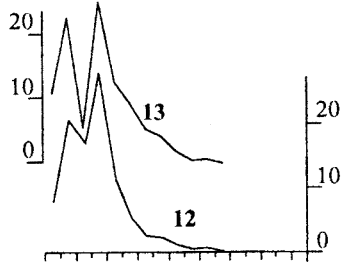
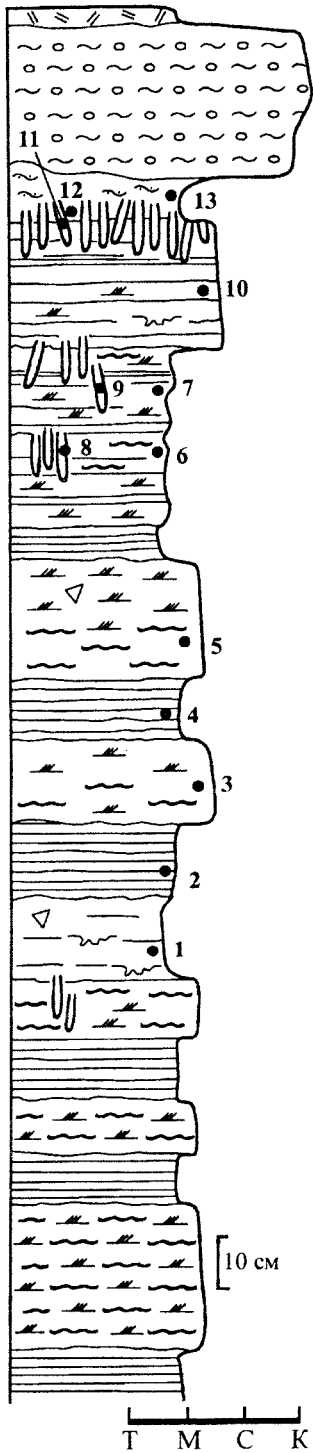


Рис. 1. Картограмма расположения кама, в котором были обнаружены ихнофоссилии. 1 – область распространения камов; 2 – озовые гряды; 3 – территория населенных пунктов; 4 – кам с ихнофоссилиями. Расположение камов и озовых гряд показано в соответствии с [5].



Биогенные текстуры. Ихнофоссилии представлены удлиненными трубчатыми ходами цилиндрической формы с ровными стенками и постоянным диаметром (рис. 3). По общей классификации палеоихнологических объектов, предложенной О. С. Вяловым, такие вертикальные ходы можно отнести к семейству *Skolithosidae* Vial., объединяющего вырытые или проеденные субвертикальные ходы-норки, без специального укрепления стенки (типовой род *Skolithos* Holdeman, 1840) [6]. У обнаруженных сколитов конец чаще всего плавно закругленный или же с небольшим заостренным выступом в центральной части. Диаметр ходов достаточно выдержанный и составляет 11–14 мм, длина – от 7–9 до 13–15 см. Ходы имеют, как правило, вертикальную ориентировку, реже они несколько наклонены (угол к поверхности стратификации может составлять 80–75°). В основании некоторых ходов может наблюдаться слабое искривление (рис. 3, А). Все сколиты однотипны, имеют сходные морфологические характеристики и отчетливо пересекают первичную слоистость отложений. В толще пород распространены как единичные ходы, так и их скопления (см. рис. 2). При массовом развитии (в верхней части разреза) сколиты находятся достаточно близко друг к другу, не пересекаются и интенсивно преобразуют подстилающий слой (рис. 3, Б).

Концы сколитов заполнены тонкозернистым алевритистым песчаным материалом (заполнитель), что отчетливо выделяет их на фоне вмещающих отложений. В верхней части ходов, там, где отсутствует заполнитель, наблюдается неслоистый, биотурбированный материал. В ряде случаев в средней части ходов заполнитель располагается у стенок, что дает в перпендикулярном срезе кольцо, центральная часть которого заполнена песчаным материалом, аналогичным вмещающим отложениям (рис. 3, В). Иногда в заполнителе можно наблюдать своеобразную слоеватость, повторяющую контуры хода, что свидетельствует о последовательном выполнении полости хода.

Сколиты достаточно хорошо известны из разновозрастных отложений, охватывающих значительный интервал времени – от венда до голоцена, и характерны для прибрежно-морских мелководных отложений фанерозоя. В настоящее время они широко распространены в прибрежной, мелководной зоне морей. На основании материалов по систематике рода *Skolithos* [7] найденные вертикальные ходы можно отнести к виду *Skolithos magnus* Howell.

По характеру фиксации в осадке следов жизнедеятельности животного данные норки следует отнести к домихнии (*domichnia*). Это жилые ямки (норки), которые служат постоянным жилищем животных, собирающих корм с поверхности осадка или из водной суспензии [8]. Большинство исследователей сходится во мнении, что сколиты являются жилыми норками щетинковых червей. Известно, что черви могут обитать в достаточно экстремальных природных условиях: в отсутствие света, при недостатке корма и низких температурах: так, черви (и сколиты) были обнаружены в абиссальных отложениях Атлантики на глубинах до 5 км [9].

Рис. 2. Разрез верхней части кама с положением находок ихнофоссилий и гранулометрическими спектрами песчаных пород.

1–3 – слоистость: 1 – горизонтальная, 2 – косяя мелкомасштабная, 3 – волнистая и косоволнистая; 4 – текстура внедрения разжиженного осадка; 5 – ихнофоссилии (сколиты); 6 – дробстоуны (не масштабный знак); 7 – алевритистый песчаник; 8 – морена; 9 – почва; 10 – точки опробования и их номера. На спектрах по вертикальной оси – содержание (вес. %), по горизонтальной – размер фракции (мм). На шкале зернистости под колонкой: Т – тонко-, М – мелко-, С – средне- и К – крупнозернистый песчаник.

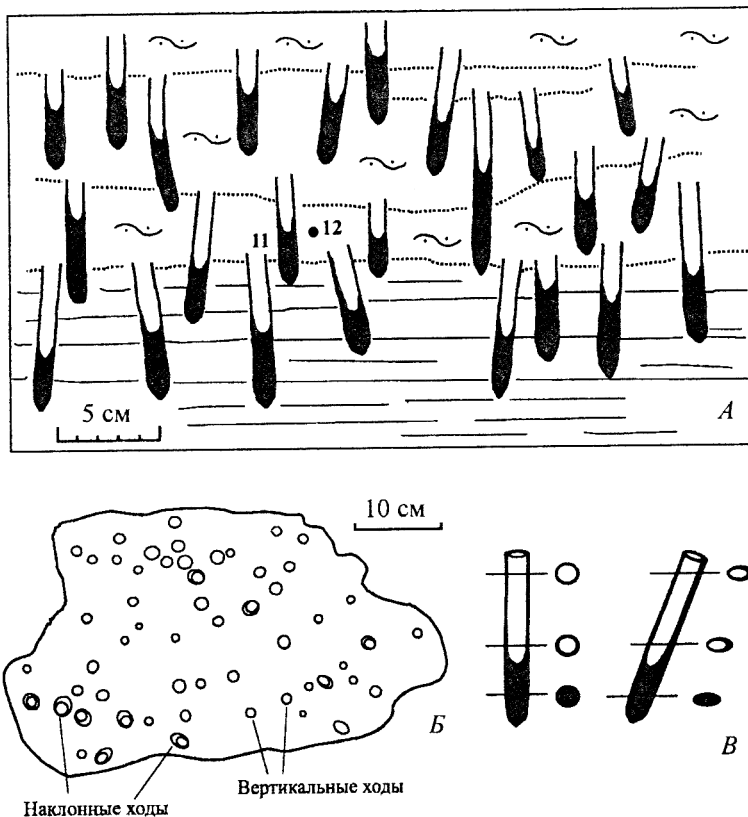


Рис. 3. Ходы *Scolithos magnus* Howells из разреза кама у горы Бол. Командная.

A – подошва алевритистого песчаника в верхней части разреза с массовым развитием сколитов; *Б* – поверхность напластования просверленная сколитами (1, 2 – зарисовки с фотографий); *В* – схематическое изображение ходов и их горизонтальных сечений (рядом), показывающее распределение заполнителя. Обозначения см. на рис. 2.

Стратиграфия отложений и их текстурно-структурная характеристика. Песчаные отложения, слагающие кам, в целом имеют близкий вещественный состав и сложены преимущественно кварцем при участии полевых шпатов и слюды. Породы серовато-белого или светло-желтого цвета, а тонкозернистый заполнитель ходов, обогащенный алевритовым материалом, окрашен в светло-серый цвет. В породах практически отсутствует глинистый цемент. Гранулометрический анализ (на 19 сит) 13 образцов песчаных пород, отобранных по разрезу, показал, что в целом состав отложений тонко- и мелкозернистый (реже тонко- и среднезернистый) (см. рис. 2). Насколько можно судить по единичным обнажениям в окрестностях кама, его нижняя часть состоит из слабосортированных средне-крупнозернистых песков и песчаников с галькой и крупной косою слоистостью потокового типа. Они значительно отличаются от отложений верхней части разреза, лишены ихнофоссилий и отвечают ранним стадиям формирования кама.

Разрез представлен ритмичным чередованием пачек песчаных пород с горизонтальной слоистостью и пачек с косоволнистой слоистостью (см. рис. 2). Для последних также типично наличие мелкой косою слоистости и знаков ряби. В верхней части последовательно залегает маломощный прослой алевритистого тонкозернистого песчаника, на который непосредственно ложится морена, сложенная алевро-глинистым матриксом, насыщенным

мелкой галькой и единичными валунами кристаллических пород. На основании текстурно-структурных особенностей пород данный кам можно отнести к лимнокамам [2], для которых характерны тонкая слоистость отложений и преобладание тонко-мелкозернистого материала. Лимнокамы широко распространены не только на территории Ленинградской обл., но и в других частях Северо-Запада России, и в странах Балтии, в частности на территории Литвы [10].

Пачки с горизонтальной слоистостью имеют мощность в среднем 11 см (от 9 до 23 см). В основании некоторых из них видны текстуры оплывания, свидетельствующие о погружении более тяжелого разжиженного (обводненного) материала в рыхлый нижележащий осадок. Изредка наблюдаются тонкие (1–2 мм) невыдержанные прослои алевролитов, подчеркивающих слоистость. В пачках присутствуют единичные друпстоуны, состоящие из магматических и метаморфических пород гранитного состава. Слоистость представлена тонкими однообразными, достаточно выдержанными горизонтальными слойками, в основании которых наблюдается скопление темноцветных минералов. Основная масса обломочного материала сосредоточена во фракции 0,2–0,08 мм. Для горизонтально-слоистых пачек выявлены три типа распределения. Первый тип (образцы 1, 2) объединяет одномодальные кривые с модой во фракции (0,125–0,1 мм), на которую приходится до 32% распределения. Второй тип (образцы 4, 6, 7) характеризуется наличием двух равнозначных мод (фракции 0,1–0,08 и 0,16–0,125 мм), разделенных отчетливым минимумом (фракция 0,125–0,1 мм). Вторая мода может смещаться в соседнюю фракцию (0,2–0,16 мм). Распределение ограничено отчетливым максимумом во фракции 0,08–0,16 мм и открыто в мелкозернистую сторону размерной шкалы. Третий тип (образцы 12, 13) также характеризуется наличием двух максимумов (фракции 0,08–0,064 и 0,125–0,1 мм). Распределение резко обрывается в мелкозернистую сторону шкалы и плавно затухает в крупнозернистую. Количество алевритового материала составляет от 7 до 12%. Обломочный материал пачек отлагался в относительно спокойных условиях, на что указывают повышенное содержание алеврита, общий тонкозернистый состав отложений и их слоистость.

Пачки с косоволнистой слоистостью имеют в среднем мощность около 14 см (от 11 до 42 см). Для них свойственны сложные многовершинные кривые распределения (образцы 3, 5) с двумя основными пиками во фракциях 0,2–0,16 и 0,315–0,25 мм (и второстепенными во фракциях 0,1–0,08 и 0,5–0,4 мм), а также покатые кривые (образец 10) с максимумом во фракции 0,315–0,25 мм. Количество алеврита невелико и составляет 2–3%. Основной объем материала таких пачек сосредоточен в интервале 0,4–0,1 мм. В отличие от песчанников горизонтально слоистых пачек, материал здесь самый крупнозернистый и относительно слабее сортирован, что может свидетельствовать о более активных гидродинамических условиях его накопления.

Для интерпретации чередования в разрезе двух типов пачек можно предположить модель чередования теплых и холодных периодов; так, пачки с горизонтальной слоистостью отвечают относительно холодным интервалам времени, а пачки с косоволнистой слоистостью – более теплым. Длительность таких периодов, вероятнее всего, исчисляется десятилетиями или столетиями. В холодные периоды времени таяние ледника идет слабо и объем поступающего в озеро обломочного материала невелик, тогда как в теплые периоды ледник интенсивно тает, что приводит к продуцированию большего объема материала и, следовательно, увеличению мощности отложений. В хорошем соответствии с такой интерпретацией находятся гидродинамические условия формирования каждой из пачек. В холодные периоды отложение материала происходило в спокойных условиях, тогда как в теплые – в более активных, часто при участии слабых однонаправленных придонных течений и волнений. Направление таких течений можно реконструировать по падению косых слойков

в летних пачках. Выявленное направление (220–210°) хорошо согласуется с ориентировкой ледникового стока на юге Карельского перешейка [1].

Предложенная трактовка осадочной последовательности лимнокама хорошо согласуется с распространением сколитов, которые найдены преимущественно в верхних частях пачек, отвечающих теплым интервалам (см. рис. 2). Вероятнее всего, именно в то время в водоеме существовали относительно активные (проточные) гидродинамические условия, необходимые для обитателей ходов, подходящий кислородный режим, освещенность и достаточные объемы корма, доля которого в современных водоемах увеличивается в летнее время.

Исследование структуры материала, заполняющего ходы, показало, что его песчаная составляющая близка структуре вмещающих отложений (рис. 4). Основное отличие состоит в количестве алевритового материала, доля которого в заполнителе ходов растет по сравнению с вмещающими отложениями от 45 до 64%. Избирательное накопление алеврита можно связывать с жизнедеятельностью червей.

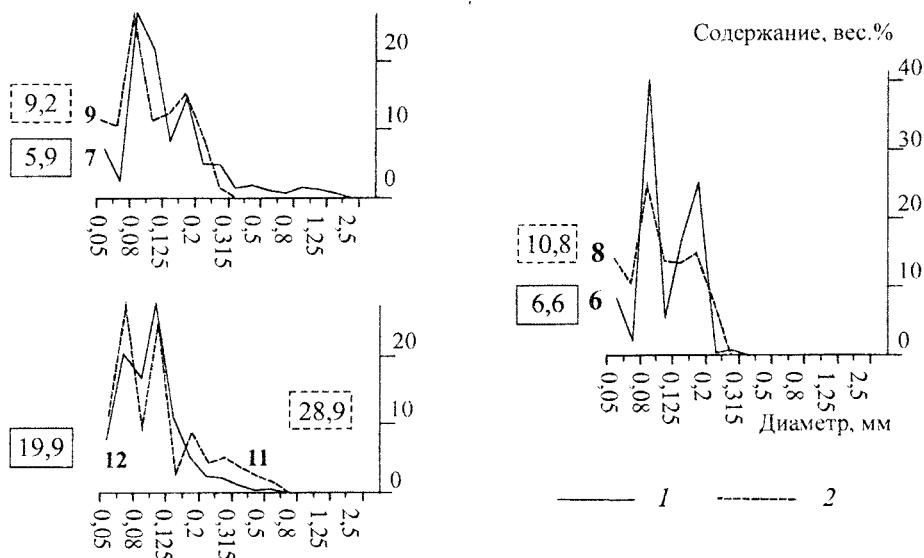


Рис. 4. Гранулометрические спектры обломочного материала вмещающих песчаников (1) и заполняющего сколиты вещества (2).

Доля алевритового материала (%): сплошной квадрат – в породе, пунктирный – в заполнителе сколитов.

Снизу вверх по разрезу кама количество ходов увеличивается. Если в нижней его части присутствуют отдельные сколиты, то в более высоких интервалах они уже встречаются группами, а вверху разреза их скопление приводит к образованию характерного раздела (границы), выраженного массовым развитием ходов, который устойчиво прослеживается в обнажении и является маркирующим. Граница представляет собой несколько наложенных друг на друга генераций сколитов, базисные поверхности которых расположены одна над другой на незначительном (первые сантиметры) расстоянии. При относительно низких темпах осадконакопления прирост осадка компенсировался вертикальным ростом хода, тогда как при поступлении большого объема материала в бассейн ходы полностью засыпались.

Наличие ходов в водно-ледниковых отложениях позволяет утверждать, что водоем, в котором происходила седиментация, не был покрыт сверху ледяной крышкой и его воды в достаточной мере были прогреты. Это подтверждается реконструкциями климата на время

формирования камов в данном районе (нижняя часть охтинского межстадиала). Именно на этот интервал, по материалам палинологических исследований, приходится климатический оптимум [4].

Заключение. Таким образом, на юге Карельского перешейка в озерно-ледниковых отложениях охтинского межстадиала, в районе горы Бол. Командная (Пухтулова гора) впервые найдены ихнофоссилии, отнесенные к виду *Skolithos magnus* Howell. Разрез кама, в котором они были обнаружены, представлен ритмичным чередованием пачек с горизонтальной и косоволнистой слоистостью: первые отвечают холодным периодам времени, вторые – теплым. Седиментационные текстуры указывают, что материал, слагающий дно водоема, был достаточно рыхлым, а это способствовало расселению организмов, роющих вертикальные ходы-норки (предположительно, шетинковых червей). Сколиты чаще встречаются в верхней части летних пачек, что, вероятнее всего, связано с улучшением условий аэрации, освещенности водоема и поступлением корма. Максимальное их развитие наблюдается в верхней части кама, где они образуют выдержанный маркирующий уровень. Наличие ихнофоссилий позволяет предполагать, что водоем, в котором накапливались отложения, был лишен ледниковой покрывки.

Для уточнения хронологического положения сколитов можно рекомендовать проведение палинологических и радиоуглеродных исследований. В настоящее время на горе Бол. Командная создан лыжный спортивный комплекс с подъемниками и горнолыжными трассами. Одна из них проходит в непосредственной близости от описанного разреза. По нашему мнению, этот небольшой камовый массив с находящимися в нем ихнофоссилиями должен получить статус геологического памятника природы.

Автор благодарит М. Ю. Никитина и Ю. А. Синицину (РГПУ им. А. И. Герцена) за содействие в проведении исследований, а также проф. Н. Н. Верзилина (СПбГУ) за ценные советы по материалам работы.

Summary

Engalychev S. Yu. Ichnofossilia in Pleistocene limnoglacial deposits in the south of the Karelian isthmus.

Ichnofossilia identified as *Skolithos magnus* Howell (vertical tubes of vermes) are found in an esker complex of the Southern Karelian isthmus, firstly in limnoglacial environment.

Литература

1. Последний ледниковый покров на северо-западе европейской части СССР: К VIII конгрессу INQUA. Париж, 1969. М., 1969.
2. Рухина Е. В. Камы и их разновидности // Строение и формирование камов / Под ред. А. В. Раукас. Таллин, 1978.
3. Знаменская О. М. Камы окрестностей Ленинграда // Там же.
4. Усикова Т. В., Малясова Е. С., Клейменова Г. И. Стратиграфия и палеогеография верхнего плейстоцена района Ленинграда // Проблемы палеогеографии / Отв. ред. А. И. Зубков. Л., 1965.
5. Геологическая карта четвертичных отложений. Лист Р-35-XXXVI. Сер. Карельская / Сост. Н. И. Апухтин, З. А. Шостак. М., 1961.
6. Рухина Е. В. Литология ледниковых отложений. Л., 1973.
7. Вялов О. С. Следы жизнедеятельности организмов и их классификация // Следы жизнедеятельности древних организмов / Под ред. О. С. Вялова, М. А. Федонкина. М., 1993.
8. *Alpert S. P. Systematic review of the genus Skolithos* // J. Paleontology. 1974. Vol. 48, N 4.
9. *Seilacher A. Studien zur Palichnologie. I. Über die Methoden der Palichnologie* // Neues Jbh. Geol. Paläont. 1953. Abh. 96.
10. *Ekdale A., Muller L. N., Novak M. T. Quantitative ichnology of modern pelagic deposits in the abyssal Atlantic* // Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. 1984. Vol. 45, N 2.
11. Юргайтис А. А., Юозапавичюс Г. А. Определение понятия «кам» и особенности строения камов на территории Литвы // Строение и формирование камов / Под ред. А. В. Раукас. Таллин, 1978.

Статья поступила в редакцию 3 апреля 2006 г.