

Е.О. Фадеева

Диагностические возможности контурного пера птиц на основе его микроструктуры

В материале представлены результаты таксономической идентификации ископаемых остатков на основе сравнительного электронно-микроскопического анализа микроструктуры фрагментов контурных перьев птиц, сохранившихся в шерсти и копрофоссилиях мамонта позднеледниковых отложений Северо-востока России. Показана диагностическая значимость компартиментов тонкой морфологии контурного пера как основных маркеров видовой идентификации ископаемых остатков птиц при изучении таксономической структуры орнитокомплексов, характерных для плейстоценовой биоты.

Ключевые слова: ископаемые остатки; электронно-микроскопическое исследование; контурное перо; микроструктура пера.

В настоящее время вопрос диагностических возможностей микроструктуры контурного пера в контексте проблемы таксономической идентификации ископаемых остатков птиц, характерных для плейстоценовой биоты, весьма актуален.

Определение таксономической принадлежности различных видов птиц по микроструктурным признакам оперения без привлечения макроморфологических особенностей перьевого покрова (тип оперения крыла, форма, окраска, размеры, пропорции отдельных перьев) является актуальной задачей в неонтологии при исследовании спектра видоспецифических микроструктурных эколоморфологических адаптаций птиц, а также в четвертичной палеонтологии и палеоэкологии при изучении таксономической структуры позднеплейстоценовых-голоценовых орнитокомплексов.

Объектами палеонтологических исследований являются любые ископаемые биологического происхождения, для обозначения которых широко используют общепринятые термины «органические остатки»: «ископаемые» или «фоссилии» (*лат.* *fossilis* — погребенный, ископаемый). В зависимости от степени сохранности и специфики остатков выделяют несколько категорий ископаемых (например, субфоссилии, эуфоссилии, ихнофоссилии, копрофоссилии, хемофоссилии).

Субфоссилии (*лат.* *sub* — под, почти), встречающиеся в основном в четвертичных отложениях, представлены ископаемыми, у которых сохранился не только скелет, но и слабоизмененные мягкие ткани. Консервантами для таких

ископаемых являются вечная мерзлота, различные, вулканические пеплы, золотые пески. К субфоссилиям относятся найденные останки животных из четвертичных отложений, например, мамонтов, носорогов, некоторых видов птиц.

К субфоссилиям принадлежат и уникальные находки некоторых представителей крупных млекопитающих мамонтового фаунистического комплекса (мамонт, шерстистый носорог, бизон, лошадь) из многолетнемерзлых отложений Северо-востока России, а также органические остатки, сохранившиеся в шерсти и в копрофоссилиях (*греч.* *kopros* — помёт, навоз) крупных млекопитающих ледникового периода. Субфоссилии, ассоциированные с шерстью, а также с ископаемыми остатками жизнедеятельности (копрофоссилиями) млекопитающих мамонтового фаунистического комплекса, представлены многочисленными остатками растений и животных (пыльца, семена, фрагменты хитинового покрова насекомых, раковин моллюсков, перьев птиц), что позволяет использовать их в качестве палеосредовых и палеоэкологических маркеров, несущих информацию о специфике плейстоценовой биоты разного уровня — от биотических комплексов на континентальном уровне, до региональных и локальных биотических компонентов в структуре позднеплейстоценовых-голоценовых экосистем Северо-востока России.

С целью выявления таксономической структуры орнитокомплексов, характерных для времени обитания мамонтовой фауны в позднем плейстоцене-голоцене, нами проведена таксономическая идентификация субфоссилий, представленных фрагментами перьев птиц, ассоциированных с шерстью, а также с ископаемыми остатками жизнедеятельности крупных млекопитающих мамонтового фаунистического комплекса многолетнемерзлых отложений Северо-востока России.

Материалом для работы послужили фрагменты контурных перьев птиц, сохранившиеся в шерсти и копрофоссилиях мамонта, собранных в среднем течении реки Большая Чукочьа (Северная Якутия) в позднечетвертичных аласовых отложениях (коллекционный номер F-2362/1, ООО «Национальный Альянс Шидловского «Ледниковый Период»», г. Москва). Предварительный анализ шерсти, копрофоссилий мамонта и ассоциированных с ними многочисленных органических остатков, представленных, в том числе, и фрагментами перьев птиц, подтвердил их возраст и уникальную сохранность в многолетней мерзлоте Якутии. Таким образом, данные находки ископаемых остатков представляют собой компактно собранную и сохранившуюся до нашего времени достоверную информацию о биоте одного из временных срезов позднего ледникового на Северо-востоке России [1].

Фрагментарный характер сохранности исследуемого материала полностью исключает применение таксономической диагностики ископаемых остатков, основанной на методе сравнительного анализа внешних макроморфологических особенностей перьевого покрова, общепринятом и широко используемом в практике диагностики систематической принадлежности

различных видов птиц. В данном случае требуется выявление видоспецифических особенностей тонкого строения пера, т.е. его микроструктуры. Метод световой микроскопии, применяемый для изучения микроструктуры перьев и их фрагментов, дает общее представление о микроструктуре пера, но из-за малой разрешающей способности, ограниченной длиной световой волны, данный метод не позволяет визуализировать тонкую морфологию пера и выявить основные критерии видовой идентификации птиц. Следовательно, ведущая роль в таксономической диагностике фрагментов перьев отводится сравнительному электронно-микроскопическому анализу с применением сканирующего электронного микроскопа, вследствие чего детали микроструктуры пера хорошо различимы [5].

Для проведения сравнительного электронно-микроскопического анализа ископаемых остатков птиц было исследовано девять фрагментов контурных перьев птиц, извлеченных из трех проб ископаемых остатков мамонта (две пробы — из шерсти, одна проба — из копрофоссилий).

Перья тщательно промывали в дистиллированной воде, высушивали на воздухе и фотографировали с помощью цифровой камеры Canon EOS 7D (Canon Inc., Япония) с установленным объективом SIGMA AF 50 mm F/2.8 EX DG Macro для Canon (Япония). Описание микроструктуры фрагментов перьев проводилось на основе неоднократно апробированного нами метода качественного сравнительного электронно-микроскопического анализа наиболее информативных элементов в строении бородок первого порядка (далее бородки I) и бородок второго порядка (далее бородки II) контурной и пуховой частей опахала [2; 3; 5].

Предварительное исследование микроструктуры бородок методом световой микроскопии позволило выявить лишь некоторые особенности пигментации отдельных участков бородок.

Для исследования в сканирующем электронном микроскопе была проведена специальная подготовка препаратов. Бородки перьев проводили по восходящему ряду спиртов до ацетона, высушивали на воздухе и размещали на плате, в основании бинокулярного стереоскопического микроскопа MC-2 ZOOM, предназначенного для тонких препаративных работ.

Отпрепарированные бородки, в том числе поперечные и продольные срезы, переносили на предметные алюминиевые столики и фиксировали электропроводящим клеем. Подготовленные препараты напыляли золотом методом ионного напыления в условиях вакуума на установке Edwards S-150A (Великобритания), просматривали и фотографировали с применением сканирующего электронного микроскопа JEOL-840A (Япония), при ускоряющем напряжении 15 кВ.

В целом изготовлено 83 препарата бородок опахала исследованных фрагментов контурных перьев птиц плестоценовой биоты, на основании которых сделано и проанализировано 245 электронных микрофотографий (электросканогрaмм).

Анализ полученных электросканограмм позволил подробно исследовать ряд видоспецифических особенностей микроструктуры фрагментов перьев, встречающихся в трех исследуемых пробах.

Результаты сравнительного электронно-микроскопического анализа ископаемых остатков птиц, ассоциированных с шерстью мамонта, из позднеледниковых отложений Северо-востока России (Проба 1).

Перо 1. Фрагмент контурной части опахала пера (0,6 см) белого цвета. Методом сканирующей электронной микроскопии (SEM) выявлено: поперечный срез бородки I уплощенный эллипсоидный с небольшими гребнями; сердцевина однорядная; полости полиморфные; их перегородки складчатые, неравномерно утолщенные. В результате сравнительного анализа с полученными нами ранее данными [6] это перо определено как перо гусеобразных прежде всего на основе орнамента кутикулярной поверхности, характерного для гусеобразных, особенно представителей рода *Anser*: рельеф кутикулы сглаженный, ребристый, образован продольно вытянутыми 5–6-угольными веретеновидными кутикулярными клетками. В структуре кутикулы данного пера границы клеток слегка утолщены и потому слабо различимы, что характерно для кутикулы белолобого гуся *Anser albifrons*. Дистальные бородки II опахальца бородки I имеют расширенную базальную часть, крючочки и волосовидные реснички в структуре перышка; проксимальные бородки II образуют тонкие ветви с дорсальной каймой.

Перо 2. Контурное перо (1,3 см) с хорошо сохранившимся опахалом кремового цвета с оттенками охристого и светло-коричневого, с темно-коричневой каймой на вершине. Методом SEM выявлено: поперечный срез бородки I контурной части опахала каплевидной формы с зауженной дорсальной частью и уплощенной вентральной; сердцевина одно-двухрядная; полости полиморфные; каркас из многочисленных тонких кератиновых нитей. В результате сравнительного анализа с полученными нами ранее данными [6] это перо определено как перо гусеобразных, возможно рода *Anser* или рода *Cygnopsis*, по следующим нижеуказанным признакам. Методом световой микроскопии установлено отсутствие пигмента в узлах и междуузлиях бородок II пуховой части опахала (далее — пуховые бородки II), что соответствует специфике пигментации пера у представителей гусеобразных. Методом SEM выявлено, что междуузлия пуховых бородок II плавно переходят в нерасширенные узлы с двумя игловидными шипами в апикальной части, что характерно, в частности, для гуменника *Anser fabalis* и сухоноса *Cygnopsis cygnoides*.

Перо 3. Контурное перо (0,7 см) с частично сохранившимся опахалом кремового цвета с оттенками охристого и светло-коричневого. Методом SEM выявлено: поперечный срез бородки I контурной части опахала эллипсоидный, сердцевина однорядная, стенки сердцевинных полостей с крупными складками. В результате сравнительного анализа с полученными нами ранее

данными [6] это перо определено как перо курообразных, в частности, как перо серой куропатки *Perdix perdix*, на основе следующих признаков. Методом световой микроскопии выявлена сильная пигментация узлов пуховых боронок II: пигмент сконцентрирован в срединной части узла; отдельные пигментированные участки встречаются в междуузлиях. Методом SEM в структуре пуховых боронок II отмечено плотное расположение незначительно расширенных узлов с четырьмя небольшими коническими зубцами, продольная ребристость поверхности междуузлий и узлов, характерная для микроструктуры пера серой куропатки [4].

Перо 4. Фрагмент пуховой части опахала контурного пера (0,7 см) кремового цвета. Методом SEM выявлено: поперечный срез боронок I эллипсоидной формы, корковый слой преобладает, имеет плотную структуру, сердцевина отсутствует. В результате сравнительного анализа с полученными нами ранее данными [6] это перо определено как перо гусеобразных, конкретно рода *Anas*, на основе следующих признаков. Применение световой микроскопии выявило частичное присутствие пигмента на границе узла и междуузлия (апикальная часть междуузлия) в сегментах пуховых боронок II, характерное для ряда представителей рода *Anas*, в частности для чирка-трескунка *Anas querquedula*. Методом SEM в структуре пуховых боронок II отмечено наличие сильно расширенных трехгранных узлов и междуузлий с продольной ребристостью и треугольной щелью в апикальной части, характерных для представителей рода *Anas*, в частности, для кряквы *Anas platyrhynchos*, чирка-свистунка *A. crecca*, серой утки *A. strepera*, свиязя *A.s penelope*, шилохвости *A. acuta*, чирка-трескунка *A. querquedula*, широконоски *A. clypeata* [6]. Кроме того, в структуре пуховых боронок II, по направлению к дистальной части боронок (апикальный участок), крупные трехгранные узлы сменяются слабо расширенными узлами с некрупными зубцами, затем — неширокими с двумя длинными иглоподобными шипами. Эта особенность также выявлена нами ранее при исследовании микроструктуры пера у перечисленных выше представителей рода *Anas*.

Результаты сравнительного электронно-микроскопического анализа ископаемых остатков птиц, ассоциированных с шерстью мамонта, из позднеледниковых отложений Северо-востока России (Проба 2).

Перо 5. Фрагмент пуховой части опахала контурного пера (0,8 см) кремового цвета с легким охристым оттенком. Методом SEM выявлено: поперечный срез боронок I каплевидной формы, с зауженной дорсальной частью, ventральный гребень не развит; сердцевина однорядная; полости разной формы и размера (см. рис. 1).

Базальные клетки в основании боронок II уплощенные, веретеновидные; узлы кольцеобразной формы. В результате сравнительного анализа с полученными нами ранее данными [6] это перо определено как перо курообразных

по следующим признакам. Применение световой микроскопии выявило частичное присутствие пигмента в междуузлиях и в узлах пуховых бородок II, характерное для большинства представителей курообразных, в частности для глухаря *Tetrao urogallus*, серой куропатки *Perdix perdix* [6]. Кроме того, ярким идентифицирующим признаком в микроструктуре данного пера являются характерные для курообразных кольцеобразные расширения апикальной части сегментов пуховых бородок II (узлы-кольца), выявленные методом SEM [4]. Предположительно, данное перо может принадлежать белой куропатке *Lagopus lagopus* или тундряной куропатке *L. mutus*. У серой куропатки более сильная пигментация узлов и кольцеобразные узлы не выявлены.

Перо 6. Фрагмент пуховой части опахала контурного пера (0,5 см) кремового цвета с легким охристым оттенком. Методом SEM выявлено: поперечный срез бородки I эллипсоидной формы с зауженной дорсальной частью; сердцевинный тяж представлен однорядной совокупностью воздухоносных полостей разной формы и размера. Базальные клетки в основании бородок II уплощенные и сильно расширены. В результате сравнительного анализа с полученными нами ранее данными [6] это перо определено как перо курообразных по следующим признакам. Применение световой микроскопии выявило частичное присутствие пигмента в междуузлиях и в узлах пуховых бородок II. Методом SEM установлено наличие характерных для большинства курообразных кольцеобразных расширений апикальной части сегментов пуховых бородок II (узлы-кольца) (см. рис. 2). В целом, микроструктура данного пера сходна с вышеописанным пером 5, что позволяет предположительно идентифицировать его как перо белой куропатки *Lagopus lagopus* или тундряной куропатки *L. mutus*.

Перо 7. Контурное перо (1 см) белого цвета с хорошо сохранившимся симметричным опахалом с разреженной пластиной в контурной части и относительно густой пуховой частью в проксимальной области. В результате сравнительного анализа с полученными нами ранее данными [6] это перо определено как перо гусеобразных. Применение световой микроскопии выявило отсутствие пигмента в узлах пуховых бородок II, что соответствует специфике пигментации пера у представителей гусеобразных, в частности у лебедя-кликун *Cygnus Cygnus*, малого лебедя *C. bewickii*, лебедя-шипун *Cygnus olor*, гуменника *Anser fabalis*, сухоноса *Cygnopsis cygnoides* [6]. Методом SEM выявлен идентичный перу гусеобразных орнамент кутикулярной поверхности: продольно вытянутые кутикулярные клетки с утолщенными краями, не сливающимися у соседних клеток; сглаженный рельеф поверхности клеток, образованный плотно прилегающими и переплетающимися волокнами. Кроме того, также как и у вышеперечисленных представителей гусеобразных, в структуре пуховых бородок II междуузлия плавно переходят в неширокие, плотно расположенные узлы с тремя игловидными шипами в апикальной части (см. рис. 3).

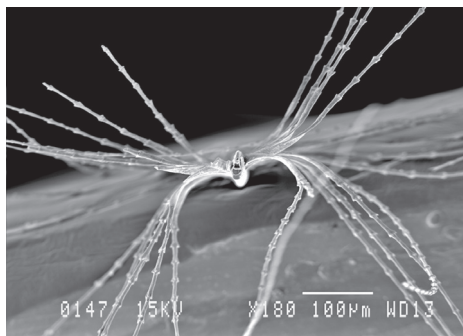


Рис. 1. Поперечный срез бородки первого порядка пуховой части опахала контурного пера, сохранившегося в составе ископаемых остатков птиц в шерсти мамонта из позднеледниковых отложений Северо-востока России
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. $\times 180$

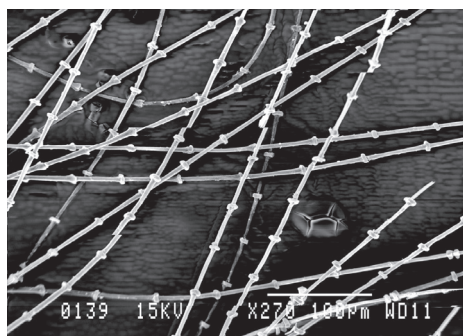


Рис. 2. Бородки второго порядка пуховой части опахала контурного пера, сохранившегося в составе ископаемых остатков птиц в шерсти мамонта из позднеледниковых отложений Северо-востока России
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. $\times 270$

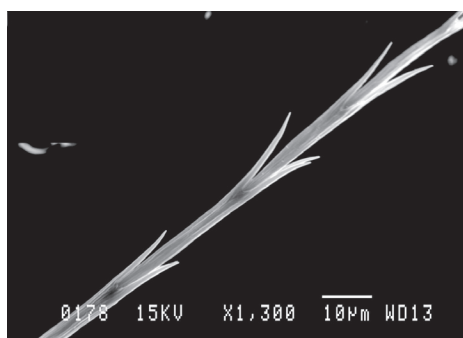


Рис. 3. Элементы тонкого строения пуховой части опахала контурного пера, сохранившегося в составе ископаемых остатков птиц в шерсти мамонта из позднеледниковых отложений Северо-востока России:
узлы с тремя игловидными шипами в апикальной части
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. $\times 1,300$

Перо 8. Фрагмент контурной части опахала пера (0,4 см) белого цвета. Методом SEM выявлено: поперечный срез бородки I эллипсоидной формы с зауженной вентральной частью; сердцевина двурядная, представлена совокупностью полиморфных полостей с ровными краями и гладкими стенками. Проксимальные и дистальные бородки II, отходящие от бородки I, имеют расширенную базальную часть; перышко дистальных бородок снабжено волосовидными крючочками и ресничками. Точно идентифицировать перо не представляется возможным, так как выявленные компартменты тонкого строения данного фрагмента пера не являются уникальными и встречаются у многих исследованных нами ранее представителей других таксонов [6]. Тем не менее на основании отмеченного в световой микроскопии отсутствия пигментации крючочков и ресничек в составе перышка дистальных бородок II можно предположить о принадлежности пера представителю гусеобразных. В частности, непигментированные крючочки и реснички выявлены нами ранее у белолобого гуся *Anser albifrons*, гуменника *A. fabalis*, сухоноса *cygnopsis cygnoides*, лебедя-кликуну *C. cygnus*, малого лебедя *C. bewickii*, лебедя-шипуну *C. olor* [6].

Результаты сравнительного электронно-микроскопического анализа ископаемых остатков птиц, ассоциированных с копрофоссилиями мамонта, из позднеледниковых отложений Северо-востока России (Проба 3).

Перо 9. Относительно крупный фрагмент (3,5 см) контурного пера с сохранившимся жестким стержнем и плотной жесткой контурной частью асимметричного опахала (см. рис. 4). Методом SEM выявлено: поперечный срез бородки I сильно уплощенный ланцетовидный, вентральный гребень выше дорсального; сердцевинный тяж на продольном срезе бородки I представлен в основном трехрядной совокупностью уплощенных вертикально вытянутых полиморфных полостей с волнистыми краями и крупноскладчатыми стенками (см. рис. 5); каркас полостей из редких тонких нитей; орнамент кутикулы бородки I представлен продольно вытянутыми веретеновидными кутикулярными клетками со сглаженным рельефом поверхности, образованным вязью толстых волокон, ориентированных в основном вдоль длинной оси каждой клетки; границы между кутикулярными клетками отчетливые утолщенные, в виде жгутов (рис. 6). В результате сравнительного анализа с полученными нами ранее данными [6] это перо определено как перо гусеобразных прежде всего на основе характерного орнамента кутикулярной поверхности. Конфигурация поперечного среза (сильная уплощенность с боковых сторон) и структура сердцевинного тяжа (совокупность уплощенных вертикально вытянутых полиморфных полостей с волнистыми краями и крупноскладчатыми стенками) характерны для пера представителей рода *Branta*, в частности для американской или тихоокеанской черной казарки *Branta nigricans*.

Таким образом, проведенный нами сравнительно-микроскопический анализ субфоссилий, представленных фрагментами перьев птиц, ассоциированных с шерстью, а также с ископаемыми остатками жизнедеятельности мамонта,



Рис. 4. Фрагмент контурного пера, сохранившегося в составе ископаемых остатков птиц в копрофоссилиях мамонта из позднеледниковых отложений Северо-востока России

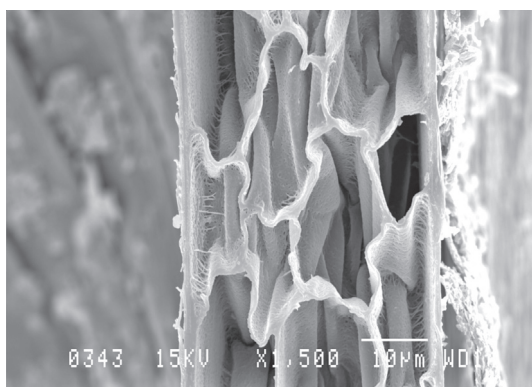


Рис. 5. Продольный срез бородки первого порядка контурного пера, сохранившегося в составе ископаемых остатков птиц в копрофоссилиях мамонта из позднеледниковых отложений Северо-востока России
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. $\times 1,500$

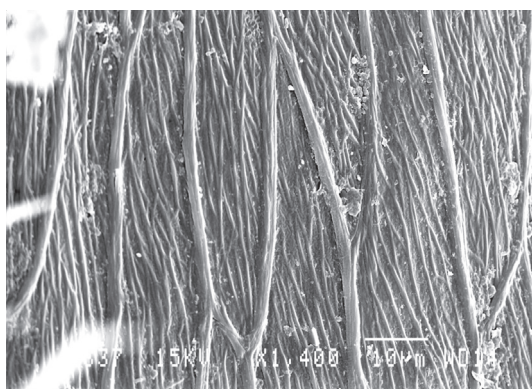


Рис. 6. Кутикулярная поверхность бородки первого порядка контурного пера, сохранившегося в составе ископаемых остатков птиц в копрофоссилиях мамонта из позднеледниковых отложений Северо-востока России
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. $\times 1,400$

собранными в позднечетвертичных аласовых отложениях Северо-востока России, позволил предположительно идентифицировать девять видов птиц плейстоценовой биоты, фрагменты перьев которых встречаются в исследуемых пробах: лебедь-кликун *Cygnus Cygnus*, малый лебедь *C. Bewickii*, американская или тихоокеанская черная казарка *Branta nigricans*, белолобый гусь *Anser albifrons*, гуменник *A. fabalis*, чирок-свиистунок *Anas crecca*, шилохвость *A. acuta*, белая куропатка *Lagopus lagopus*, тундряная куропатка *L. mutus*.

Итак, результаты проведенного исследования наглядно демонстрируют диагностическую значимость компартментов микроструктуры контурного пера как основных маркеров таксономической идентификации ископаемых остатков птиц. Среди выявленных нами особенностей микроструктуры ископаемых фрагментов перьев ключевое диагностическое значение имеет следующий ряд компартментов: в строении бородки I — конфигурация поперечного среза, строение сердцевины на поперечном и продольном срезах, орнамент кутикулы: рельеф кутикулярной поверхности, форма и ориентация (относительно длинной оси бородки) кутикулярных клеток; в строении пуховых бородок II — форма узлов в проксимальном отделе: характер и степень расчлененности апикальной части сегментов, форма зубцов и степень отклонения их от основной оси пуховой бородки.

Результаты исследования вносят вклад в палеоэкологическое изучение таксономической структуры орнитокомплексов, характерных для плейстоценовой биоты и могут быть использованы при проведении палеоэкологических реконструкций природной среды обитания мамонтовой фауны позднплейстоценовых-голоценовых экосистем Северо-востока России.

Литература

1. Кириллова И.В., Котов А.А., Трофимова С.С., Занина О.Г., Лаптева Е.Г., Зиновьев Е.В., Чернова О.Ф., Фадеева Е.О., Жаров А.А., Шидловский Ф.К. Ископаемая шерсть как новый источник данных о ледниковой биоте // Доклады Академии наук. 2015. Т. 460. № 5. С. 613–616.
2. Фадеева Е.О. Адаптивные особенности микроструктуры контурного пера полярной совы (*Nyctea scandiaca*) // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2011. № 2.(8). С. 52–59.
3. Фадеева Е.О. Особенности тонкого строения первостепенных маховых перьев соколиных (*Falconidae*) // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2013. № 1 (11). С. 40–46.
4. Фадеева Е.О. Диагностическое значение микроструктуры пера некоторых охотничье-промысловых видов курообразных (*Galliformes*) // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России. Материалы 5-й Междунар. научно-практ. конфер. М., 2013. С. 528–531.
5. Фадеева Е.О. Особенности микроструктуры контурного пера двух представителей рода *Buteo* (*Buteo lagopus*, *Buteo buteo*) // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2014. № 1 (13). С. 52–59.
6. Чернова О.Ф., Перфилова Т.В., Фадеева Е.О., Целикова Т.Н. Атлас микроструктуры перьев птиц (Библиотека судебного эксперта). М.: Наука, 2009. 173 с.

Literatura

1. Kirillova I.V., Kotov A.A., Trofimova S.S., Zanina O.G., Lapteva E.G., Zinov'ev E.V., Chernova O.F., Fadeeva E.O., Zharov A.A., Shidlovskij F.K. Iskopaemaya sherst' kak novy'j istochnik danny'x o lednikovoj biote // Doklady Akademii nauk. 2015. T. 460. № 5. S. 613–616.
2. Fadeeva E.O. Adaptivny'e osobennosti mikrostruktury' konturnogo pera polyarnoj sovy' (*Nyctea scandiaca*) // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2011. № 2 (8). S. 52–59.
3. Fadeeva E.O. Osobennosti tonkogo stroeniya pervostepenny'x maxovy'x per'ev sokoliny'x (*Falconidae*) // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2013. № 1 (11). S. 40–46.
4. Fadeeva E.O. Diagnosticheskoe znachenie mikrostruktury' pera nekotory'x ohotnich'e-promy'slovy'x vidov kuroobrazny'x (*Galliformes*) // Soxranenie raznoobraziya zivotny'x i oxotnich'e xozyajstvo Rossii: mat-ly' 5-j Mezhdunar. nauchno-prakt. konfer. M., 2013. S. 528–531.
5. Fadeeva E.O. Osobennosti mikrostruktury' konturnogo pera dvux predstavitelej roda *Buteo* (*Buteo lagopus*, *Buteo buteo*) // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2014. № 1 (13). S. 52–59.
6. Chernova O.F., Perfilova N.V., Fadeeva E.O., Czelikova T.N. Atlas mikrostruktury' per'ev pticz (Biblioteka sudebnogo e'ksperta). M.: Nauka, 2009. 173 s.

*E.O. Fadeeva***Diagnostic Possibilities of the Birds Contour Feather
on the Basis of its Microstructure**

In the material the author presents results of the taxonomic identification of fossils based on comparative electronic and microscopic analysis of the microstructure of fragments of contour feathers of birds preserved in the mammoth's hair and koprofofossilia of Late Glacial deposits of North-East of Russia. The diagnostic importance of compartments of contour feathers fine morphology as the main markers of species identification of fossils of birds in study of the taxonomic structure of ornithocomplexes typical of the Pleistocene biota.

Keywords: fossils; electronic microscopic investigation; contour feather; feather microstructure.