

Силаева О.Л., Ильичёв В.Д., Чернова О.Ф.

Определитель птиц по перу и его
фрагментам.

Отряд Воробьинообразные (Passeriformes),
Семейство Врановые (Corvidae).

Саарбрюкен: LAP LAMBERT Academic Publishing. –
2012. 316 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение (О. Л. Силаева)	с. 5
Часть I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЬЕВ ПТИЦ	с. 10
Видовые очерки биологии Врановых (В. Д. Ильичёв, О. Л. Силаева)	с. 10
Ворон — <i>Corvus corax L.</i>	с. 11
Серая ворона — <i>Corvus cornix L.</i>	с. 17
Грач — <i>Corvus frugilegus L.</i>	с. 23
Галка — <i>Corvus monedula L.</i>	с. 30
Сорока — <i>Pica pica L.</i>	с. 35
Сойка — <i>Garrulus glandarius L.</i>	с. 40
Кедровка — <i>Nucifraga caryocatactes L.</i>	с. 43
История и современное состояние изученности перьевого покрова и структуры пера птиц (О. Л. Силаева)	с. 45
Основные понятия и терминология (О. Л. Силаева)	с. 61
Топография перьевого покрова	с. 61
Диверсификация пера как морфологической структуры	с. 62
Диагностически значимые структуры пера	с. 68
Новые данные о структуре перьев Врановых (О. Л. Силаева, В. Д. Ильичёв, совместно с Г. В. Гуменюк)	с. 80
Часть II. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЕРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЬЕВ ПТИЦ	с. 94
Общий обзор методов идентификации пера (О. Ф. Чернова, Е. О. Фадеева)	с. 94

Биологическая экспертиза перьевого материала в ИПЭЭ РАН (О. Ф. Чернова, О. Л. Силаева, Е. О. Фадеева)	с. 99
Сбор материала и подготовка перьевых коллекций	с. 100
Методы светооптической и электронной сканирующей микроскопии (СЭМ)	с. 103
Биометрический метод исследования пера	с. 104
Исследование перьевого материала с помощью методов анализа многомерных данных (О. Л. Силаева, В. Д. Ильичёв, совместно с А. Н. Вараксиным и Г. В. Гуменюк)	с. 105
Экспертиза целого пера	с. 105
Экспертиза микроструктурных фрагментов пера	с. 115
Заключение (О. Л. Силаева)	с. 124
Литература	с. 126
Приложение I. Рекомендательный циркуляр по сбору и пересылке биологического материала (предлагается вниманию сотрудников аэродромов и аэропортов) (О. Л. Силаева совместно с Н. Ю. Сапунковой)	с. 140
Приложение II. Атлас электронограмм (СЭМ) перьев Врановых (О. Ф. Чернова, Е. О. Фадеева)	с. 146
Приложение III. Общий список птерилий (по: <i>Lucas, Stettenheim</i> , 1972; О. Л. Силаева, совместно с Н. Ю. Сапунковой)	с. 173
Приложение IV. Фотогалерея Коллекции перьев Врановых	с. 179
Ворон — <i>Corvus corax L.</i> (А. В. Александров, П. Г. Полежанкина)	с. 179
Серая ворона — <i>Corvus cornix L.</i> (П. Г. Полежанкина)	с. 211
Грач — <i>Corvus frugilegus L.</i> (О. Л. Силаева,	

П. Г. Полежанкина)	с. 232
Галка — <i>Corvus monedula</i> L. (П. Г. Полежанкина)	с. 255
Сорока — <i>Pica pica</i> L. (Ю. Н. Макаров, П. Г. Полежанкина)	с. 261
Сойка — <i>Garrulus glandarius</i> L. (А. В. Александров, П. Г. Полежанкина)	с. 274
Кедровка — <i>Nucifraga caryocatactes</i> L. (А. В. Александров, П. Г. Полежанкина)	с. 285
Чучела серой вороны и кедровки из Музея природы Центральной России ИПЭЭ РАН, биогеоценологическая станция «Малинки»	с. 294
Приложение V. Краткий словарь терминов	с. 295

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблема диагностики и идентификации птиц по строению перьев и их фрагментов не теряет своей актуальности, в первую очередь, для авиационной орнитологии в связи со столкновениями летательных аппаратов (ЛА) с птицами. Таксономическая диагностика птиц по строению перьев находит применение в палеонтологии, археологии, экологии, популяционных исследованиях, изучении миграций, линьки, загрязнения окружающей среды, криминалистике, судебной и биологической экспертизах, загрязнении пищевых продуктов, соблюдении норм Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (CITES — The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora).

Полная диагностика и идентификация птицы, т. е. определение ее видовой и, по возможности, популяционной принадлежности, а также возраста и пола необходимы для общего анализа столкновений и рекомендаций по созданию условий для предотвращения их в дальнейшем. Эти данные помогают выяснить орнитологическую обстановку на аэродроме или на пути следования воздушного судна, а также параметры риска, с которыми может быть связано наибольшее число столкновений: сезон, время суток, высота полета, траектория движения. Информация по идентификации птицы поможет также правильному выбору средств управления поведением птиц на данном конкретном аэродроме. Сведения о видовой принадлежности птицы и количестве особей, столкнувшихся с воздушным судном, позволяют конструировать защитные устройства для двигателей ЛА. Ведь большинство тяжёлых лётных происшествий связано с попаданием

птиц в двигатели. Очень важно установить массу птицы, от нее зависит тяжесть последствий воздушного инцидента.

Важно также знать, произошло столкновение с местным или с мигрирующим видом птицы. Установление видовой принадлежности птиц-виновников инцидента поможет уточнить список опасных для авиации видов с учётом определённого района, а значит, будет способствовать правильному выбору и/или разработке местных средств управления поведением птиц. Подробные данные о птице нужны ещё и для того, чтобы страховые компании смогли ответить на вопрос, на чьей территории произошло столкновение. В странах, где есть идентификационные системы, получить информацию о птице не представляет большого труда (Prast et al., 1992, 1996, 1998; Shamoun, Yom-Tov, 1995, 1996; Busching, 1997; Wattel, 2000). В авиации США и Европы уже в течение десятилетий действуют хорошо налаженные информационные системы, оперирующие базами данных по структуре пера птицы. Все останки биологического происхождения направляются на исследование, которым занимаются профессиональные эксперты, так как методика определения вида, участвовавшего в столкновении, коренным образом отличается от определения того же вида в природе. Имеются подробные списки видов птиц, опасных для ЛА в каждом конкретном районе. Ни одно лётное происшествие с участием птиц не остаётся неисследованным. В США, например, в Смитсоновском институте (г. Вашингтон) определяются останки птиц после каждого из 800 ежегодных столкновений. Тщательно устанавливается причина столкновения даже в том случае, если никаких повреждений воздушного судна не было.

Для авиационных служащих подготовлены информационные письма, популярные статьи и брошюры с инструкциями о том, как собрать материал, как правильно его упаковать, при необходимости сохранить и куда его послать на экспертизу. Широко распространены анкеты, которые предлагается заполнить и приложить к отсылаемым на экспертизу фрагментам птицы. Анкета содержит все необходимые данные по лётному происшествию. Эти материалы выложены также на сайтах Интернета, которые постоянно обновляются: http://www.faa.gov/airports_airtraffic/airports/airport_safety.

Сопроводительную анкету можно заполнить виртуально и отправить в экспертный центр по электронной почте (Dove, 2002).

Назрела насущная необходимость организации аналогичной системы в России и создании базы данных по фрагментам птиц, участвовавших в столкновении, со всеми сопутствующими этому случаю сведениями.

Настоящий определитель создан сотрудниками Института проблем экологии и эволюции Академии наук России (ИПЭЭ РАН) в первую очередь для нужд авиационной орнитологии, однако его можно использовать и при любой другой необходимости диагностики и идентификации вида птицы по одиночным перьям или их фрагментам. Он может найти применение в исследованиях самых разных сторон биологии животных:

- питания и кормового поведения животных (посредством диагностики перьевых остатков, обнаруженных в погадках и помёте хищников);
- внутривидовой и фенотипической изменчивости и разнообразных адаптаций;
- биоразнообразия;

- миграций и линьки птиц.

Такой определитель, безусловно, будет ценным подспорьем для решения задач палеонтологии и палеобиологии, археологии, этнографии и антропологии. Его применение возможно в криминалистике и биологической экспертизе (в том числе, для выявления пищевых загрязнений), судебной орнитологии и т. д. Кроме того, определитель может быть использован профессиональными орнитологами и орнитологами-любителями, а также любым человеком, нашедшем в лесу или поле перо и заинтересовавшимся видом соответствующей птицы.

В качестве объектов исследования нами выбраны представители семейства Врановых *Corvidae*, Отряд Воробьинообразные *Passeriformes* — широко распространённые виды. Именно эти виды часто встречаются вблизи или непосредственно на аэродромах, где регулярно гнездятся или пересекают взлётно-посадочные полосы во время местных кочёвок. Виды птиц, представляющие опасность для ЛА — «самолётоопасные» виды, требуют особого внимания в связи с необходимостью их видовой диагностики после столкновения с ЛА. Часто такую диагностику приходится проводить всего лишь по нескольким перьям или их фрагментам.

В Определителе мы постарались учесть разные возможные последствия столкновений, когда после инцидента в руки специалиста попадает труп птицы с полным оперением, частью оперения или обломки перьев и совсем небольшие их фрагменты. Во всех этих случаях для диагностики вида послужат приводимые нами следующие иллюстративные материалы:

- цветные изображения видов птиц и описания их оперения;
- полные коллекционные сборы перьев;

- описания и фотографии микроструктуры пера.

Предлагаемый Определитель состоит из двух основных частей: теоретической и экспериментальной.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта Президента РФ для ведущих научных школ (проект НШ 7522.2010.4) и Программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие».

Авторы выражают благодарность П. Г. Полежанкиной, В. В. Решетниковой — за оформление перьевых коллекций и отдельных перьев, а также подготовку материала для кластеризации; П. Г. Полежанкиной и Н. Ю. Сапунковой — за техническое редактирование; В. А. Валуюеву, В. В. Гаврилову, Т. Б. Голубевой, В. Ю. Дубровскому, М. В. Калякину, Д. А. Кореповой, Ю. Н. Макарову, С. К. Рыжову и В. А. Сигута — за предоставление коллекций, тушек и отдельных перьев птиц для исследования.

*Часть I***ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ЭКСПЕРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЬЕВ ПТИЦ****Видовые очерки биологии Врановых**

Представители семейства Врановых (*Corvidae*) активно участвуют во многих биоповреждающих ситуациях, сталкиваясь с ЛА, гнездясь на опорах линий электропередач, зданиях и архитектурных сооружениях, загрязняя памятники и скульптуры, выедая корма у пушных зверей и сельскохозяйственных животных, повреждая сельскохозяйственное сырье и т. д. В первую очередь это относится к серой вороне, ворону, грачу, сороке и галке. Многие представители семейства освоили культурный ландшафт и крупные города. Легко контактируют с человеком. Семейство объединяет 109 видов, из которых в России и странах ближнего зарубежья гнездится 14–16 видов.

Мелкие, средней величины и крупные птицы массой от 50 г до 1,5 кг. Большеголовые и большеклювые, плотного сложения с крепким и длинным, прямым или слегка изогнутым клювом, с прикрытыми щетинками ноздрями. Хорошо летающие и бегающие птицы, распространены по всему земному шару, кроме Антарктики, частично, Арктики, юга Южной Америки, центра Австралии. Встречаются в тундрах, степях, пустынях, горах, но большинство видов предпочитает лесные местообитания. Синантропные виды охотно селятся в поселениях человека и урбанизированном ландшафте. Ведут дневной образ жизни. Есть оседлые и кочующие виды, некоторые совершают регулярные миграции.

Крылья короткие и широкие, у некоторых видов удлинённые крылья имеют заострение вершины. Хвост средней длины, прямо срезанный или ступенчатый, клиновидный. Плотное или рыхлое оперение окрашено в чёрные, серые, коричневые или белые, местами металлически блестящие тона. Самцы и самки не отличаются по окраске, но цвета молодых более тусклые. Оперение полностью сменяется раз в году в результате единственной послебрачной линьки. Голос — хриплое карканье и свисты в разных сочетаниях.

Массивные гнёзда строят из веток и мягкой выстилки иногда с боковым входом и крышей на деревьях и кустах, в тростниках, скалах и обрывах, в дуплах и зданиях. У некоторых видов пары гнездятся поодиночке или небольшими группами, у других — крупными колониями. Кладка состоит из 2–4, иногда 7–9 зеленоватых с коричневыми крапинами яиц, насиживают самка или оба партнера 16–22 дня. Родители выкармливают птенцов в гнезде 3–5 недель. Питаются животной и растительной пищей, некоторые ведут себя как настоящие хищники, другие всеядны, третьи перешли на питание пищевыми отбросами. Характеризуются высоким уровнем высшей нервной деятельности, способностями к экстраполяции, звукоподражанию, включая имитацию человеческой речи.

Ворон — *Corvus corax L.*

Внешний облик и полевые признаки. Крупная птица массой от 0,8 до 1,5 кг, длиной крыла около 440 мм; самки несколько мельче самцов. Окраска чёрная с металлическим сине-зеленоватым или фиолетовым отливом, молодые его не имеют и окрашены в матово-чёрные тона. От грача отличаются более крупными размерами.

Сильный, заостренный и крючковатый на конце клюв имеет резко выпуклый конёк на надклювье и прикрытые жёсткими щетинками ноздри, достигающими до половины клюва. Клюв и ноги чёрные. Цевка спереди прикрыта крупными щитками, сзади — сплошной пластиной, ногти сильные, загнутые. Перья зоба удлинённые заострённые. Клиновидность хвоста бросается в глаза при полёте. Летящая птица часто издает характерное карканье «крук...крук», молодые отличаются по голосу («каа...каа»). Осторожная птица, боится человека, но зимой охотно держится возле жилья, а в некоторых местностях становится все более и более синантропным видом. По земле вороны передвигаются с помощью хождения. Взлетая, делают несколько прыжков. Хорошо летают, полёт машущий и парящий, используют воздушные потоки, совершают сложные движения, воздушные «игры».





Распространение и характер пребывания. Почти всё Северное полушарие, начиная от Скандинавии, севера России на юг до Португалии и Пиренеев, Кавказа, на восток до Чукотки (Анадырь), Сахалина, на юге — включая Северную Африку, Сирию, Иран, Индию, Гималаи, Тибет, Монголию. Встречается в Гренландии и Северной Америке. Гнездится в Северном Казахстане, на Алтае и в Саянах, на восток — до Прибайкалья, северная граница гнездования в

основном совпадает с границей лесов. Всюду ведёт оседлый и кочевой образ жизни, регулярных сезонных миграций не совершает. Сразу после вывода молодых кочуют сначала семейными группами, а затем — небольшими стайками, которые держатся на свалках, вблизи населённых пунктов, звероферм и животноводческих комплексов, вылетают кормиться на побережья и пастбища.

Биотоп и численность. Всюду предпочитает лесные местообитания, особенно разреженные, в открытых пространствах держится поблизости от островков старого леса, у скал, береговых обрывов. Избегает глухих участков сплошной тайги, удалённых от населённых пунктов, распаханых участков и больших полей и лугов. Охотно селится как в хвойных, так и лиственных, а также смешанных старовозрастных лесах. Все большее тяготение испытывает к культурному ландшафту, особенно сельскохозяйственному и урбанизированному (окраины крупных, средних и мелких населённых пунктов, дачные посёлки, железнодорожные станции и линии опор электропередач). Часто поселяется на опушках поблизости от городских свалок и скотомогильников, регулярно вылетая туда кормиться вместе с серыми воронами, грачами и чайками.

Численность невысока, однако в Подмосковье встречается достаточно часто даже в облесённых дачных посёлках и граничащих с лесом землях, занятых коллективными садами.

Размножение, линька, питание. Вороны образуют постоянные пары. В феврале–марте начинаются брачные игры и спаривание обычно поблизости от гнезда, которое используется много лет подряд, каждый год подновляясь. Если гнездо по каким-либо причинам разрушается, птицы строят новое на том же гнездовом участке или занимают чужое гнездо. Гнезда строятся из прутьев разной толщины,

берёзовых веточек, лубяных волокон, сухих травинок, войлока и шерсти на развилке главного ствола в вершинах старых сосен и дубов на высоте 20–30 м. Гнездостроительством занимаются оба партнёра. В последние годы вороны все чаще используют для устройства гнёзд опоры линий электропередач, высокие здания, водонапорные башни, триангуляционные вышки, колокольни церквей, а в качестве строительного материала применяют бинты, тряпки, обрывки веревок, полоски мягкого пластика. Наружный диаметр гнезда достигает 45–75 см, высота 35–50 см, диаметр лотка — 24–29 см, глубина лотка 14–16 см. В начале марта самка откладывает 4–6 голубовато-зелёных с буроватыми пестринами яиц. Насиживание длится в течение 19–21 дней, начинаясь с первого яйца. Насиживающую самку кормит самец, который много времени проводит вблизи гнезда, охраняя его и предупреждая самку об опасности. Кладка одна в году, но если она гибнет, откладывается вторая. Вылупление птенцов происходит в конце апреля, кормит птенцов (первоначально вместе с самкой) сначала самец, а затем оба родителя. В июне птенцы в возрасте 6 недель покидают гнездо, но родители еще долго докармливают их. В начале зимы выводки распадаются.

В первую осень жизни, в июне–сентябре молодые частично меняют свое оперение, взрослые линяют полностью в июле — октябре, причем первостепенные маховые сменяются у них начиная с 10 к 1, а рулевые — в обратном направлении, от крайних к центральным.

В питании преобладают трупы павших животных, которые вороны отыскивают на дорогах, свалках, скотомогильниках. Ловят грызунов, собирают жуков, моллюсков, мертвую рыбу и т. д. В пищу используются также семена и плоды, зерно, пищевые отходы.

Поведение и взаимоотношения с человеком. Осторожная птица там, где его преследуют, ворон становится более доверчивым и контактирует с человеком в условиях дачных посёлков, аэродромов, пригородных крупных городов, на свалках и вблизи животноводческих ферм. В центре Нечерноземья эта птица явно становится синантропом и в ближайшем будущем можно ожидать значительного увеличения численности воронов. Взятые птенцами из гнёзд или слётками, вороны легко привыкают к человеку и вырастают совершенно ручными. Большинство из них выучиваются имитировать человеческие слова, копируя при этом голос хозяина. Выпущенные из дома, птицы долго живут поблизости, откликаются на голос хозяина и даже способны длительное время сопровождать его на прогулках.

Биоповреждающая деятельность и средства защиты. Гнездование ворона на опорах высоковольтных линий электропередачи, триангуляционных вышках, зданиях и крупных технических сооружениях, исторических памятниках наносит определённый ущерб, осложняет их эксплуатацию и сохранность. Помимо прямого разрушения гнёзд и отстрела птиц применяют различные отпугивающие средства, включая биоакустические и лазерные устройства, деформацию и заполнение удобных для гнездования ниш и элементов, что делает их непригодными для птиц. Ворон сравнительно легко поддается отпугиванию и чувствительнее к репеллентным средствам, чем другие представители семейства, в частности, серые вороны и грачи.

В Средней Азии и Казахстане (также в пустынях Северной Африки и Передней Азии) обитает пустынный подвид ворона *Corvus corax ruficollis* Less, который иногда рассматривается систематиками как отдельный вид. Помимо

шоколадно-бурого оперения головы, шеи, спины и зоба он отличается меньшими размерами, а также обитанием в глинистых и песчаных пустынях с редкими кустами и оазисами. Свои гнёзда пустынный ворон охотно размещает на опорах линий электропередач, телеграфных столбах и строениях человека.

Серая ворона — *Corvus cornix* L.

Среди подвидов серой вороны с обычной двухцветной серо-чёрной окраской встречаются подвиды, окрашенные исключительно в чёрные тона (некоторые систематики придают им статус видов): *C. c. corone* L. — обыкновенная чёрная ворона, населяющая Западную Европу (Англия, Франция, Испания, север Италии, Германия и т. д.), а у нас залетающая на запад Украины и Кольский полуостров, и *C. c. orientalis* Ev., обитающая в Заенисейской Сибири до Тихого океана и к северу до границы лесной зоны и даже тундры, на Алтае, в Семиречье и Средней Азии, Японии, МНР, Китае, Кашмире.

Внешний облик и полевые признаки. По внешнему облику напоминает ворона, но меньше его по размерам (масса 500–700 г, длина крыла около 350 мм, самки чуть мельче самцов). Имеет двухцветную окраску — чёрную с серым, слегка закругленный, а не клиновидный хвост, незаостренные перья зоба, голос звучит как «кра-кар...». Взрослые птицы имеют чёрные с сильным металлическим блеском голову, горло, крылья и хвост (остальное оперение серое), чёрные радужину и полость рта, у молодых радужина коричневая, полость рта пятнистая или серая, чёрное крыло со слабым блеском. Клюв чёрный с выпуклым надклювьем и небольшим крючком на вершине, ноздрями, прикрытыми щетинками, достигающими конца основной трети. Ноги чёрные с цевкой, прикрытой спереди щитками, а сзади — сплошной пластиной. Хорошо летают, способны совершать сложные пируэты в воздухе,

часто спускаются на землю и ходят, прыгают по ветвям деревьев. Ночуют огромными стаями в парках и садах, часто вместе с грачами и галками. В негнездовое время образуют смешанные стаи и скопления с другими видами, вылетая кормиться на пригородные свалки. Гнездятся одиночными парами. Синантропный вид, тесно контактирующий с человеком в условиях урбанизированного и сельскохозяйственного ландшафта.

Полёт быстрый (до 70 км/час), но тяжёлый с редкими размеренными взмахами крыльев, иногда с парением. Летают в светлое время суток, не выше 100–150 м (Молодовский, 2001).





Распространение и характер пребывания. Обитает на значительной части Европы и Азии, начиная от севера Великобритании и Скандинавии до Венгрии и Югославии, Ближнего Востока, дельты Нила, Средиземноморья, Кореи, Индии, в лесной зоне Северной Америки. В СНГ — от Кольского п-ова, Соловецких островов, Архангельска до дельты Волги, Кавказа и устья Урала, Чёрного моря, в Казахстане и Западной Сибири, Средней Азии, Заенисейской Сибири до Тихого океана. У северных границ распространения — перелётная и кочующая птица, в южных частях ареала — оседлая. Основные зимовки расположены в Англии, Голландии, Франции, Египте. Из центра европейской части РФ вороны отлетают зимовать к югу, а их место занимают прилетевшие с севера особи.

Биотоп и численность. В период гнездования предпочитают лесные местообитания, представленные старовозрастными лесами всех типов — от хвойных, смешанных и лиственных, запущенных и разреженных, с большими полянами и без них.

В последнее время явно тяготеют к урбанизированному ландшафту, поселяясь в городах и небольших населённых пунктах,

устраивая гнезда в скверах и отдельно стоящих деревьях, парках, на вышках, административных зданиях, опорах линий электропередач, карнизах жилых домов. Численность высока и непрерывно растёт, особенно в крупных городах, так например, в Москве общее число ворон более 1 млн. особей. В природных ландшафтах плотность размещения гнездовых пар достигает 9–10 на 1 км². На зимовках концентрируются в населённых пунктах или поблизости от них, образуя огромные стаи, совершающие ежедневные кормовые и кочевые миграции.

Размножение, линька, питание. Период размножения наступает рано — в южных районах даже в марте, проявляясь в повышенной активности птиц, воздушных играх и интенсивных криках. Птицы занимают свои гнездовые участки и приступают к строительству гнёзд. Гнёзда размещаются в вершинах деревьев на высоте 15–20 м, в городах — нередко значительно ниже (иногда 5–6 м), на зданиях и металлических конструкциях до 30 м. Расстояние между гнёздами в природных ландшафтах — 1–2 км, в городских условиях до 100 м.

В основу гнезда закладываются толстые ветви, далее используются тонкие веточки, выстилка лотка складывается из шерсти, перьев, лубяных волокон, сухих стеблей, листьев трав, в настоящее время часто используются тряпки, особенно парами, гнездящимися в урбанизированном ландшафте. В безлесных районах для гнезда используются стебли полыни, тростника, рогоза. В строительстве гнезда принимают участие оба партнёра. Наружный диаметр гнезда достигает 66 см, высота — 43 см, диаметр лотка 24 см, а его глубина 24 см.

В конце марта — начале апреля самка откладывает 3–6 голубовато-зелёных с бурыми пятнами яиц, которые насиживаются

ею около 3 недель. Самец ее кормит, на короткое время она оставляет кладку и сама улетает за кормом. В выкармливании птенцов участвуют оба родителя, птенцы становятся лётными в возрасте около 5 недель. Покинувших гнездо месячных птенцов родители еще долго докармливают в выводке. Выводки долго держатся около гнезда семейными группами, затем перекочевывают в поля и луга, открытые поймы рек, где кочуют крупными стаями, нередко с грачами и галками. В сентябре–октябре начинаются кочевки к югу.

Наряд молодых отличается буровато-серыми спиной и низом, тускло чёрными крыльями. С июня по сентябрь происходит частичная смена этого наряда. Оперение взрослых сменяется раз в году полностью с июля по сентябрь.

Будучи всеядной птицей, серая ворона поедает насекомых (жуки, бабочки, саранчовые), моллюсков, дождевых червей, рыб, лягушек, яйца и птенцов птиц, грызунов. В пищу используются также семена сорняков и древесных пород, подсолнечник, культурные злаки (овёс, рожь, ячмень). В зимний период кормится пищевыми отходами, падалью, в населённых пунктах забивает больных голубей, крыс, котят, на дорогах расклёвывает сбитых автомашинами животных.

Поведение и взаимоотношения с человеком. В последние годы серые вороны интенсивно адаптируются к деятельности человека и экологическим условиям урбанизированного ландшафта. Здесь они встречают новую для них и почти свободную экологическую нишу и возможность увеличивать численность за счёт почти неограниченных пищевых ресурсов и мест гнездования. Для того чтобы освоить эту нишу, вороны должны были изменить свои поведенческие стереотипы и в первую очередь пойти на этологический контакт с человеком в условиях города. Если в пригородных лесах серые вороны ведут себя

по отношению к человеку как осторожные птицы, не подпускающие его ближе 20–30 м, прячущие свои гнёзда высоко в кронах, то в городах вороны не так боязливы, «ныряют» в мусорные ящики, роясь в отбросах, устраивают свои гнёзда в скверах у всех на виду, невысоко над землей. В качестве мест гнездования городские вороны используют уже не только деревья, но и карнизы зданий, металлические конструкции, памятники. В охотничьих хозяйствах в местах массового гнездования водоплавающей дичи вороны следят за вспугнутыми человеком насиживающими утками, выкрадывая яйца из оставленных на короткое время гнёзд. На свалках и у мусорных ящиков вороны ловят грызунов, собирают личинок мух, на подоконниках и балконах подбирают корм, предназначенный синицам и голубям. В пригородах обворовывают кормушки кур в индивидуальных хозяйствах. В городах вороны ведут себя очень шумно и в рассветные часы будят своим громким карканьем горожан. Городские власти вынуждены применять меры против быстрого роста их численности. Это, чаще всего, отлов в шведские ловушки, в пригородах серых ворон отстреливают. К сожалению, эти меры не приносят пока результатов и, по-видимому, единственной эффективной мерой в будущем будет полная реорганизация коммунального хозяйства, прекращающая доступ ворон к пищевым отбросам.

Биоповреждающая деятельность и средства защиты. Серые вороны сталкиваются с ЛА, наносят значительный материальный, социальный и экологический ущерб городам, где численность их превышает допустимый уровень, как, например, в Москве. Гнездование на металлических конструкциях и зданиях, уничтожение кладок певчих птиц весной и выедание предназначенного им корма в

осенне-зимний период, создание дискомфортной звуковой среды составляют лишь часть этого ущерба. В пригородах вороны повреждают урожай культурных злаков, садовых культур и ягодников, поедают корм, предназначенный сельскохозяйственному скоту, домашней птице и пушным зверькам, животным, содержащимся в зоопарках, в частности, в Московском и питомниках. Несмотря на применяемые даже радикальные меры (химические препараты, отстрел и отлов), численность серых ворон с трудом поддаётся ограничению. К счастью, серые вороны хорошо обучаются, поэтому менее опасны по сравнению с другими врановыми. На этих птиц действуют отпугивающие средства на оптической и биоакустической основе, подкрепленные выстрелами или дрессированными хищниками (сапсаны, ястребы-тетеревятники). Помимо видовых криков бедствия хорошим репеллентным эффектом обладают крики бедствия других вороновых, а также чаек и скворцов. Хороший эффект даёт применение комплексной оптико-акустической установки, созданной сотрудниками Российской Академии наук.

Грач — *Corvus frugilegus* L.

Внешний облик и полевые признаки. Птицы типичного облика вороновых птиц, окрашенные в чёрный с металлическим блеском цвет, с чёрными ногами, размером чуть меньше серой вороны (масса 310–490 г, длина крыла около 300 мм), более тонким, чем у вороны, чёрным клювом, вокруг которого белое «лицо» из неоперённых основания клюва, подбородка, уздечки и части щек. Самки окрашены так же как самцы, но чуть мельче их по величине, молодые имеют оперённое «лицо», и их оперение в отличие от взрослых лишено

металлического блеска. Грачи выглядят стройнее серых ворон и их каркающий голос более высок по тональности. Ведут колониальный образ жизни, гнездясь многотысячными колониями на деревьях и в последнее время на металлических опорах линий электропередач. В осенне-зимний период объединяются в крупные стаи, часто вместе с воронами и галками. Собирают корм на земле, хорошо и много ходят. Синантропы, давно контактирующие с человеком и гнездящиеся в населённых пунктах.





Распространение и характер пребывания. Вид широко распространён на европейском континенте, кроме северной зоны и юга Западной Европы, в Азии отсутствует в центральной и южных частях, встречаясь в Японии, Корее, Северо-Восточном Китае и на севере МНР. В России ареал охватывает почти всю европейскую часть от Белого моря до южных границ, за Уралом южнее Красноярска и Минусинска, верховьев Лены, далее к северу до Якутска. В зимний период встречается в Средиземноморье, Египте, Малой Азии, Крыму, Закавказье, Средней Азии, Афганистане, Кашмире и Кашгаре, на юге материкового Китая и на Тайване. Всюду в северных частях ареала гнездящаяся и перелётная, в южных — оседлая и кочующая птица. В СНГ зимует на побережье Чёрного моря, Северном Кавказе, Закавказье, в Туркмении, Узбекистане и Таджикистане. В тёплые зимы некоторое количество грачей остается зимовать в Москве и Подмосковье, Пензенской и Калужской областях. Для массовых зимовок в благоприятные годы используются также юг Украины, Воронежская и Саратовская области (табл. 1).

Таблица 1. Некоторые показатели полёта стайных Врановых птиц (по: Молодовский, 1997)

<i>Вид птиц</i>	<i>Масса, г</i>	<i>Общая длина птицы (ОДП), мм</i>	<i>Размах крыльев, мм</i>	<i>Интервал между птицами в стаях, ОДП</i>			
				<i>В скученных</i>		<i>В линейных</i>	
				<i>плотных</i>	<i>рыхлых</i>	<i>сомкнутых</i>	<i>прерывистых</i>
<i>Серая ворона</i>	468 (n = 10)	485 (n = 10)	950 (n = 15)	Нет	от 3 до 10 ОДП	Нет	от 3 до 15 ОДП
<i>Грач</i>	350 (n = 7)	473 (n = 5)	895 (n = 5)	Нет	от 3 до 10 ОДП	Нет	от 3 до 10 ОДП
<i>Галка</i>	225 (n = 12)	357,5 (n = 5)	685 (n = 9)	от 0,5 до 3 ОДП	от 2–3 до 7–10 ОДП	Нет	от 3 до 5 ОДП
<i>Сорока</i>	227 (n = 15)	465 (n = 7)	595 (n = 5)	Нет	от 3 до 15 ОДП	Нет	от 5 до 15 ОДП

Биотоп и численность. В гнездовой период предпочитает островки и окраины старовозрастного леса любого типа, но более охотно — лиственные породы, обязательна близость воды. Поэтому наиболее массовые колонии располагаются в зоне лесостепей и разреженных широколиственных лесов. Особенно охотно заселяет искусственные лесонасаждения в виде лесополос, даже молодых и среднего возраста, сады и парки, в том числе городские и сельские. В прошлом охотно селился на прицерковных и кладбищенских деревьях, в настоящее время — в посёлках аэропортов с искусственными насаждениями. В степной зоне для существования колонии в населённом пункте достаточно трёх–четырёх (иногда одного) крупных деревьев с раскидистой кроной и толстыми ветвями. В последнее время активно осваивает урбанизированный ландшафт при наличии крупных металлических конструкций (опоры линий электропередач, железнодорожные мосты, телевизионные башни) или высоких зданий, на которых колония устраивает свои гнезда. В

средней полосе европейской части РФ грач местами многочислен или, по крайней мере, обычен. К югу резко возрастает его численность и там он является одним из самых массовых видов. У северной границы распространения грачи встречаются спорадично и редко. В азиатской части ареала численность грача невысока и местами он даже редок.

Размножение, линька, питание. Для грача характерно колониальное гнездование. В южных регионах в колониях насчитываются тысячи гнёзд, в средней полосе колонии не такие крупные и состоят из десятков и сотен гнёзд, причем нередко они размещаются на одном или немногих близко расположенных друг от друга деревьях. Переселяясь на линии электропередач, такая колония размещается, как правило, на одной опоре. Если колонию постоянно беспокоить, а гнёзда разрушать, грачи покидают традиционное место и нередко переходят к одиночному гнездованию. Под воздействием человека большая колония распадается на несколько маленьких. В настоящее время наблюдается процесс выселения колоний из городов и населённых пунктов в пригороды и природные ландшафты, хотя сельскохозяйственные и урбанизированные земли по-прежнему привлекают грачей как кормовые угодья. В некоторых местах грачи гнездятся в общих колониях с цаплями, каравайками и бакланами.

Гнезда служат в течение многих лет, однако ежегодно достраиваются и ремонтируются, постепенно наращивая свою массу и объем. Диаметр таких старых гнёзд снаружи может достигать 67, высота 65 см, лоток 25, глубина лотка 12,5 см. В качестве строительного материала используются ветки и тонкие веточки, растительные остатки, травинки, стебли и листья злаков. В строительстве и ремонте гнезда участвуют оба партнёра. В среднюю полосу грачи прилетают в марте, в зависимости от погодных условий

весны и появления крупных проталин, однако к гнездостроительным делам они приступают не сразу. Первое время их можно видеть на пустырях и обочинах дорог, железнодорожных насыпях, склонах южной экспозиции, разгуливающих в поисках корма по очистившейся от снега земле. Для грачей характерна одна кладка в году. В начале апреля самка откладывает 3–6 голубовато-зеленоватых с бурыми отметинами яиц, она же их и насиживает в течение 18–22 дней. Вылупившихся голыми птенцов самка некоторое время согревает, а самец приносит корм и ей и птенцам. Подрощенных птенцов выкармливают уже оба родителя. В возрасте 4 недель, уже в начале июня птенцы покидают гнездо, некоторое время держась вблизи колонии, а родители их продолжают кормить еще три недели. Позднее, объединившись в крупные стаи вместе с галками и воронами, выводки кочуют по полям и лугам вплоть до отлёта на зимовки. Птенцы окрашены в серый цвет, молодые птицы в чёрный, но без металлического блеска. Молодые начинают линять (меняется только мелкое перо) в июле, однако голое «лицо» появляется у них только в январе за счёт выпадения перьев, утолщения кожи и редукции перьевых сосочков. Начинаясь с горла, голая поверхность увеличивается с возрастом, причем в двухгодовалом возрасте исчезают прикрывающие ноздри щетинки (у годовалых птиц они еще имеются). Взрослые линяют раз в году, полностью сменя оперение в летние месяцы.

В питании преобладают насекомые, значительная часть которых относится к вредителям сельского и лесного хозяйства (майский жук, клоп-черепашка, кузья, луговой мотылек, свекловичный долгоносик, проволочники, кобылки). Кроме того, грачи ловят мышевидных грызунов, поедают яйца и птенцов птиц, гнездящихся на земле.

Поведение и взаимоотношения с человеком. В последние годы отмечаются тенденции частичной десинантропизации грача, проявляющиеся, с одной стороны, в исчезновении колониальных поселений на территории городов, с другой — в увеличении числа колоний в природном ландшафте. В то же время грачи интенсивно осваивают экологическую нишу, которую прежде почти монополюсно занимала серая ворона. В связи с этим существенно изменились стереотипы поведения грача по отношению к человеку, в первую очередь касающиеся поисков и добывания корма, а также гнездования. Все более значительную долю в питании грача стали составлять пищевые отбросы и трупы животных, собираемые им на свалках, помойках, железнодорожном полотне и автомобильных дорогах. Грачи стали, подобно воронам, забивать больных голубей, расклёвывать яйца и птенцов наземно-гнездящихся видов в условиях сельскохозяйственных и природных ландшафтов, а также охотничьих заказниках и дичеразводных питомниках. Концентрируясь вблизи животноводческих и птицеводческих комплексов и звероводческих ферм, грачи стали использовать отходы, остающиеся от животных, а также предназначенный животным корм. В гнездостроительном поведении грачи стали широко применять обрезки алюминиевой проволоки, подбирая их под линиями электропередач и на свалках. Вплетая проволоку попеременно с прутьями, грачи используют её и для общего укрепления конструкции, и для прикрепления гнезда к металлической основе — траверсе ЛЭП или несущим гнездо толстым сучьям. Гнёзда, укрепленные проволокой, и построенные на территории аэропорта, трудно сбить. В некоторых гнёздах массой до 5 кг половина веса приходится на металлические вставки. В «освоении» и использовании экологических преимуществ, предоставляемых

человеком, грачи в ряде отношений опережают серых ворон, и это подтверждается быстрым ростом численности грачей в последние годы.

Биоповреждающая деятельность и средства защиты. Обширная сфера контактов грача с человеком в настоящее время расширяется за счёт новых эколого-хозяйственных ситуаций. Грачи сталкиваются с ЛА в период позднелетних кочёвок и осенне-весенних миграций, а также гнездясь в аэродромных городках и кормясь поблизости от взлётно-посадочных площадок. Проволочно-веточные гнёзда грачей на опорах линий электропередач вызывают замыкания и аварийные отключения тока. Кроме того, птицы пачкают помётом высоковольтные изоляторы, которые после этого требуют дорогостоящей и трудоёмкой замены. В городах и населённых пунктах доставляют беспокойство жителям помётом и неприятными резкими звуками с усиливающейся интенсивностью в период гнездования. В южных городах в период зимовок кочёвочные скопления, например в Одессе, объединяют десятки тысяч птиц. Обламывая ветви для устройства гнёзд, грачи наносят ущерб городским насаждениям, а, загрязняя помётом здания и архитектурные памятники, вызывают ускоренную коррозию металлических поверхностей, портят внешний облик города. В сельском хозяйстве, помимо полезной деятельности по уничтожению вредных насекомых, грачи причиняют ущерб зерновым, овощным и техническим культурам, ягодникам и яблоневым садам. В разные годы и в разных странах в целях защиты от биоповреждающей деятельности грачей применяются помимо прямого уничтожения с помощью ядов, отстрела и отлова взрослых птиц, массовое разрушение гнёзд водомётами с уничтожением яиц и птенцов,

биоакустические репелленты, имитирующие крик бедствия, синтезированные звуки, а также химические препараты (альфахлоралоза и др.), вызывающие конвульсии. Используют также демонстрацию бьющейся в капкане птицы, пиротехнические средства, макеты человеческой фигуры и хищника, дрессированных соколов и ястребов.

Галка — *Corvus monedula* L.

В южной части Восточной Сибири и на Дальнем Востоке обитает особый подвид — пегая или даурская галка *Corvus monedula dauricus* Pall (некоторые систематики придают ей видовой статус), отличающаяся белым «ошейником» и у некоторых особей беловатой окраской низа.

Внешний облик и полевые признаки. Небольшая птица плотного телосложения, значительно уступающая по размерам серой вороне (масса 130–225 г, длина крыла самцов в среднем 230 мм, самок 225 мм), но напоминающая ее по общему вороньему облику: двухцветной окраске. Она металлически черная всюду, кроме серой шеи и затылка, сероватой спины. Клюв и ноги чёрные, хвост закругленный. Клюв относительно короткий, слегка изогнутый, выпуклый по верхнему краю надклювья с прикрывающими ноздри щетинками. Хорошо и маневренно летает, быстро ходит и прыгает по земле. Легко перемещается в ветвях деревьев. Часто и много кричит, голос лишен традиционного вороньего карканья, звучит как «кэ-кэ-кэ», «кал-ка, кал-ка». Общительны и часто собираются в стаи, нередко вместе с грачами и воронами, в негнездовое время (табл. 1). Гнездятся колониями в дуплах старых деревьев, чердаках зданий, трубах сельских построек. В небольших населённых пунктах встречается часто и местами многочисленна, в крупных городах избегает

современных жилых кварталов и многоэтажных башен из стекла и бетона.



Распространение и характер пребывания. Гнездовый ареал охватывает большую часть Европы, Азии и Северо-Западной Африки, с южными границами, проходящими через Алжир, Марокко, часть Италии и Сицилии, Малую Азию, Кавказ, Иран, Афганистан, Туркмению, Кашмир, Тибет, Монголию и Китай. Северная граница распространения проходит от Коми и Мезены до Печоры и среднего Приуралья, к Красноярску и Минусинску, Байкалу и средней Зеи. Север и восток ареала занимают гнездящиеся и перелётные популяции, запад и юг — частично оседлые, частично перелетные и кочующие. Замечено, что городские популяции более оседлы.

Биотоп и численность. В гнездовое время в природном ландшафте предпочитают островки и опушки старовозрастного леса с группами дуплистых деревьев, глинистые обрывы, скалы и развалины старинных построек, в культурном ландшафте — парки и сады, водонапорные башни, населённые пункты разного типа. В негнездовое время собирается большими стаями, иногда вместе с

воронами и грачами, вблизи жилья человека, на свалках и помойках, около животноводческих комплексов. Численность местами высока, но в большей части ареала галки не слишком многочисленны, уступая грачам и воронам. В современных городах их численность невелика и, видимо, сокращается из-за недостатка пригодных для гнездования мест.

Размножение, линька, питание. В средней полосе европейской части РФ приступают к размножению позднее грачей и ворон, в апреле они только выбирают места будущих гнездовий, осматривая чердаки зданий, пустотные столбы и опоры с отверстиями, колокольни, водонапорные башни, переплёты железнодорожных мостов, дупла деревьев, норы и расщелины в обрывах, старые грачиные и вороньи гнезда. В это время галки уже держатся парами (характерно постоянство пар) и много времени проводят около выбранных мест гнездования. Одно и то же гнездо может использоваться несколько лет подряд. Обычно несколько гнёзд располагаются недалеко друг от друга, гнездовые колонии могут насчитывать до 30 пар, иногда вместе с голубями, грачами и мелкими соколками. В строительстве нового или ремонте старого гнезда принимают участие оба партнера, собирая и укладывая тонкие прутики, перья, шерсть, бумагу, тряпки и т. д. В кладке 4–6 голубовато-зеленоватых с бурыми пятнышками яиц. Яйца откладываются по одному в день, и после последнего самка приступает к насиживанию. Насиживание длится 18–20 дней, все это время самец кормит насиживающую самку, принося ей пищу по несколько раз в час, изредка за пищей слетает и она. В случае гибели первой кладки самка откладывает дополнительную, и тогда сроки гнездования затягиваются. Птенцы вылупляются во второй половине

мая, кормят их оба родителя в течение 30–33 дней в гнезде и около 3 недель докармливают после оставления ими гнезда. Первое время выводки кочуют самостоятельно, а затем объединяются в крупные стаи с грачами и воронами. Часто такие стаи проводят ночь в городских парках, а утром летят кормиться на свалки и в пригороды.

Птенцы окрашены в серый цвет, молодые без металлического блеска, в остальном похожи на взрослых. Частичная линька молодых происходит между июнем и сентябрем, взрослые линяют в середине–конце лета, сменяя полностью все оперение.

В питании преобладают весной и летом беспозвоночные, зимой — семена злаков и пищевые отбросы. Птенцов выкармливают червями, пауками, бабочками, прямокрылыми и мухами. Уничтожают вредителей сельского хозяйства.

Поведение и взаимоотношения с человеком. Галка издавна экологически тесно связана с человеком и его хозяйственной деятельностью, особенно в сельской местности. Большая часть популяции гнездится в строениях разного типа, в питании значительную роль играют пищевые отбросы или выращенная человеком сельскохозяйственная продукция. В отличие от вороны и грача в городах и населенных пунктах не причиняет беспокойства жителям и практически не преследуется. В природных ландшафтах ведет себя как дикая птица, в городах и населенных пунктах близко подпускает человека. Успешно осваивает и расширяет экологические возможности, предоставляемые человеком: кормится на железнодорожном полотне, подбирая остатки пищи, выброшенной пассажирами, около небольших столовых и рынков, детских садов и т. д. Для гнездования использует разнообразные конструкции с нишами,

полостями и отверстиями, хоть как-то напоминающие (и даже не напоминающие) естественные дупла.

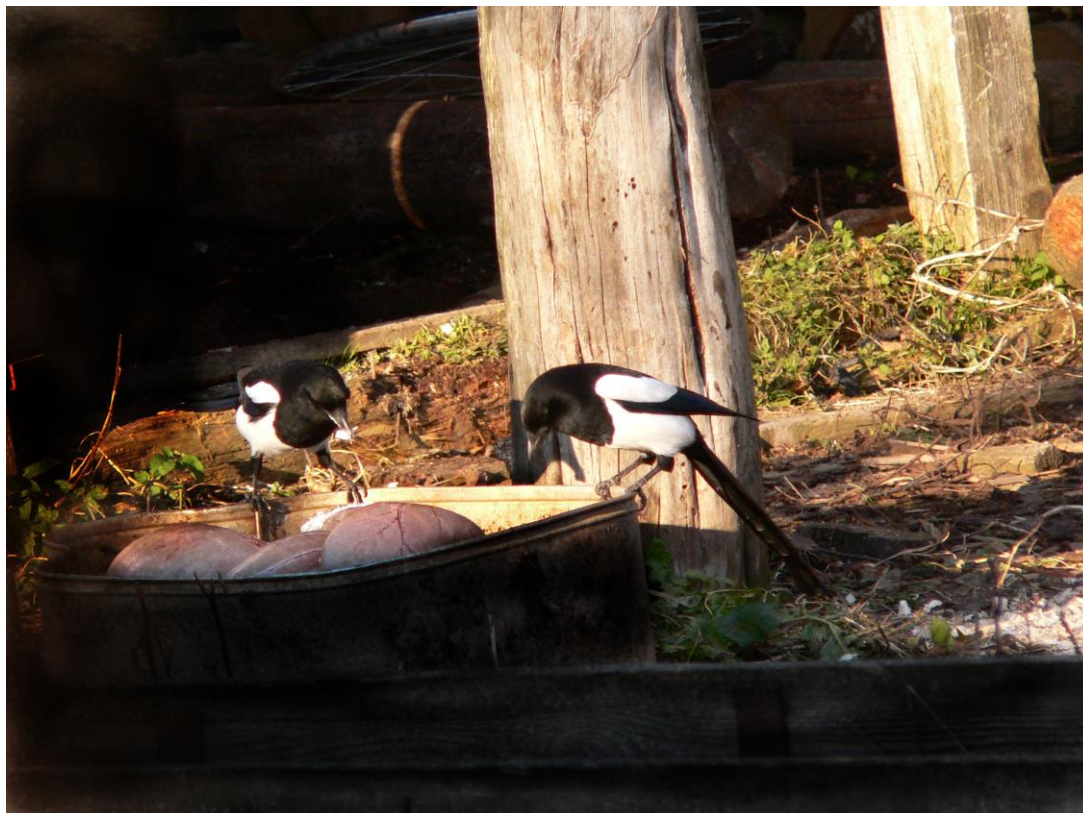
Биоповреждающая деятельность и средства защиты.

Гнездование в железнодорожных пролетах, промышленных зданиях, памятниках, частое посещение крупногабаритных сборочных и ремонтных цехов, столкновение с воздушно-транспортными средствами, уничтожение сельскохозяйственной продукции делает галку одним из участников биоповреждающих ситуаций. Однако по степени ущерба этот вид уступает предшествующим — серой вороне и грачу. С помощью архитектурно-конструкторских приемов (ликвидация ниш, отверстий, чердачных окон и т. д.) без ущерба для функционального назначения сооружений можно существенно сократить численность гнездящихся птиц в местах, где их концентрация нежелательна. Общее улучшение городской среды путём сокращения свалок и помоек, улучшение санитарной обстановки в городе также является эффективным средством регуляции численности галок. Так же как и другие Врановые, галки хорошо поддаются действию отпугивающих средств, в частности биоакустических и оптических, однако быстро привыкают, и поэтому эти средства желательно использовать в комбинации с подкреплением — живыми хищниками или их макетами, выстрелами из ружей и ракетниц и т. д.

Сорока — *Pica pica L.*

Внешний облик и полевые признаки. Птица крупнее галки. Масса 160–260 г, длина крыла самцов около 190 мм, самок около 180 мм в среднем. Окраска контрастная чёрно-белая: белые брюхо, плечи,

пятна на маховых перьях, остальное оперение чёрное с металлическим блеском. Хвост длинный ступенчатый, слегка раскрывающийся при полёте, крылья укороченные округлые. Клюв сильный слегка изогнутый с выпуклым надклювьем и ноздрями, прикрытыми щетинками чёрного цвета. Ноги чёрные с острыми изогнутыми когтями. Часто спускается на землю, хорошо ходит. Полёт волнистый, неманевренный. Летает менее охотно и в воздухе проводит меньше времени, чем предыдущие виды (табл. 1). В голосе отсутствует карканье (крики тревоги). Часто выкрикивает «кек...кек» и «стрекочит». Весной самцы поют, имитируя чужие звуки. Синантроп, интенсивно осваивающий пригородные и городские ландшафты, начинающий гнездиться на опорах линий электропередач с использованием обрезков алюминиевой проволоки. Осторожна по отношению к человеку даже в городских условиях.





Распространение и характер пребывания. Гнездовой ареал охватывает Европу и Азию, Северо-Западную Африку и запад Северной Америки. Северная граница распространения проходит через Скандинавию и Кольский п-ов, южная граница доходит до Туниса, Алжира, Средиземноморья, Малой Азии, Кавказа, Ирана, Афганистана, Пенджаба. В Восточной Азии ареал представлен тремя большими участками — западно-среднесибирским (Байкал, север Монголии, истоки Лены), южноазиатским (Ганьсу, Хайнань, Тайвань, юг Японии, Корея, низовья Амура), северо-восточным (Камчатка, Анадырь, Коряцкая земля). На всем протяжении ареала сорока ведёт оседлый образ жизни и только местами кочует на небольшие расстояния. В зимний период прикочёвывает к человеческому жилью.

Биотоп и численность. Предпочитает разреженные и островные леса и кустарниковые рощи, расположенные поблизости от жилья и сельскохозяйственных угодий. В Западной и Центральной Европе — типично городская птица, в европейской части РФ интенсивно вселяется в крупные города, меняя свое поведение и привычки. В открытых пространствах тяготеет к облесённым оврагам и поймам рек, заселяет предгорья и идёт довольно высоко в горы, если там

есть лесистые территории. Численность местами высока, но почти всюду — обычный вид, постоянно встречающийся в урбанизированных и природных ландшафтах.

Размножение, линька, питание. Гнездовой период начинается в конце марта, в мае появляются птенцы, в июне — выводки. Пары постоянные и сохраняются зимой. Гнездится в зарослях кустарников, на молодых и старых деревьях, иногда высоко от земли. Шарообразное гнездо с навесом и боковым входом складывается обоими партнёрами из тонких веточек и стебельков трав, скреплённых внутренней обмазкой из глины, с лотком из сухих корешков, травинок и шерсти. Наружный диаметр гнезда достигает полуметра, а высота (с крышей) — около метра. В году бывает одна кладка, состоящая из 5–8 голубоватых с бурыми пятнами яиц, которая насиживается самкой в течение 17–18 дней. Самец постоянно держится поблизости от гнезда и поднимает тревогу при появлении опасности, главным образом человека, но также кошки и собаки, крупного хищника. На тревожный голос сороки реагируют другие обитающие поблизости виды. В обязанности самца входит и кормление насиживающей самки, а позднее вместе с ней и птенцов в первые дни после вылупления. Через четыре недели после вылупления, в июне, птенцы покидают гнездо, но держатся еще столько же времени с родителями и последние их докармливают. Выводки постепенно откочевывают от места расположения гнезда и объединяются в небольшие стайки. Осенью и зимой они кормятся у поселков, на окраинах городов, поблизости от звероферм, но ночуют в лесу или в густых парках, собираясь небольшими группами, ведущими себя очень настороженно по отношению к человеку.

В оперении молодых отсутствует металлический блеск, и перья имеют рыхлую структуру. Частичная линька молодых (смена мелкого пера) протекает в июне–сентябре, взрослые сороки линяют полностью раз в году, в конце лета и начале осени.

Будучи всеядной птицей, сорока питается летом и ранней осенью в основном насекомыми, ими же выкармливаются и птенцы, причем заметное место занимают вредные для сельского хозяйства клопы-черепашки, жуки и саранчовые. Ловит мышевидных грызунов, разоряет гнёзда птиц, выпивая яйца и поедая птенцов. Поедает зерна пшеницы и ржи, семена подсолнухов, арбузов и дынь, повреждает мягкие сорта яблок, ягоды клубники в индивидуальных и коллективных садах. Зимой сороки кормятся пищевыми отходами, подьедают остатки из кормушек сельскохозяйственных птиц и скота в небольших хозяйствах.

Поведение и взаимоотношения с человеком. В РФ интенсивно синантропизируется и проникает в крупные города, однако здесь пока еще держится в крупных парках и пограничных с городом лесных массивах, оставаясь по-прежнему недоверчивой птицей по отношению к людям. Широко использует новые ресурсы пищи и гнездования, созданные человеком и находящиеся как в городах, так и за их пределами. Собирает остатки пищи, выброшенной из железнодорожных вагонов, оставленной на туристских стоянках, выложенной посетителями парков для синиц и белок. В городских парках ощутимо вредит мелким птицам, уничтожая кладки и птенцов. В охотничьих хозяйствах наносит ущерб популяции фазанов. От сорок страдают мягкие сорта яблок и клубничные грядки, бахчевые и технические культуры.

Биоповреждающая деятельность и средства защиты. Можно предвидеть усиление биоповреждающей деятельности сорок в последующие годы, главным образом в связи с их гнездованием на опорах линий электропередач и крупногабаритных металлических конструкциях в условиях урбанизированного ландшафта. Сороки повреждают сельскохозяйственное сырьё, наносят экологический ущерб насекомоядным птицам, гнездящимся в городских парках.

В связи с сохраняющейся боязливостью сорок по отношению к человеку использование для их отпугивания биоакустических и оптических репеллентов даёт хороший эффект. Птицы избегают мест, где выставлены двигающиеся макеты человеческих фигур или размещены установки, имитирующие звук выстрела. На сорок хорошо действуют магнитофонные записи криков бедствия и синтезированные звуки. Очень хороший репеллентный эффект дают дрессированные пернатые хищники.

Сойка — *Garrulus glandarius L.*

Внешний облик и полевые признаки. Птица величиной с галку с массой тела от 125 до 195 г. Оперение рыхлое винного цвета, крылья короткие и широкие, хвост длинный. Низ серовато-розовый; крылья, хвост и «усы» — чёрные, надхвостье и пятна на крыльях белые. Ярко-голубые с чёрными полосками перья на сгибах крыльев делают этот вид легко узнаваемым. На голове — тёмно-бурые продольные пестрины на светлом фоне. На лапах острые когти.

Летает тяжело, часто взмахивая крыльями. Песня сойки состоит из собственных скрипящих и трещащих звуков, а также заимствований. Крик — резкое и грубое «гжээ», «гээ...гээ...гээ» или

громкое «кээй...кээй-кээй». При беспокойстве и возбуждении приподнимает хохолок на голове.



Распространение и характер пребывания. Гнездовой ареал охватывает Европу и часть Азии, от Британии и Испании до Японии и Южного Китая; в России — от западных границ до Сахалина, среднюю полосу и южнее до границы. Здесь же и зимует.

Везде оседлый и кочующий вид, обычный в лесопарках, на окраинах городов, изредка залетает в парки и сады больших городов. Держится чаще в кронах деревьев, если чувствует себя в безопасности, то спускается на землю. В Западной Европе сойки стали обычными гнездящимися птицами. Зимой и в России держится ближе к человеческому жилью, часто посещает помойки и свалки.

Биотоп и численность. Встречается в смешанных, лиственных и хвойных лесах. Плотность соек в подмосковных лесах в гнездовое время около 7,6 особей на 1 км², зимой в лесопарках — 3,2–5,6, в посёлках сельского типа — 3,5; городского — 0,5–0,8 особей на 1 км² (Ильичёв и др., 1987).

Размножение, линька, питание. Гнездовой период начинается в конце апреля. Строят гнездо оба партнёра на деревьях, сплетают его из свежих веточек берёзы. Основание выстилают сухими ветками других пород деревьев: дуба, осины, ели. Яйца откладывают в конце апреля–начале мая. Кладка состоит из 4–6 зеленоватых яиц с бурыми пятнышками. Насиживают оба партнёра около трёх недель. В течение 19–21 дня родители выкармливают птенцов. В середине–конце июня слётки покидают гнездо. Через несколько дней семьи начинают кочевать по окраинам полей, ближе к населённым пунктам, где и остаются зимовать.

В гнездовое время питается насекомыми, в том числе, жуками: майскими и бронзовками, гусеницами и куколками шелкопрядов и другими вредителями. В конце лета сойку привлекают дубы с желудями и заросли лещины с орехами, она поедает также семена ели, овса, подсолнуха, зёрна гороха и хлебных злаков, ягоды и грибы. Изредка ловит мелких грызунов, лягушек и ящериц. Осенью запасает на зиму орехи и жёлуди, а зимой раскапывает свои кладовые.

Поведение и взаимоотношения с человеком. Всегда опасается контактов с человеком, увидев его поблизости, резко кричит и улетает. В период размножения сойки молчаливы и вообще редко попадают на глаза человеку. В конце осени и зимой голод гонит сойку всё ближе к человеческому жилью. Здесь она подбирает пищевые отходы и навещает кормушки домашней птицы и скота. Летом птица помогает человеку бороться с вредителями садов и огородов, но в гнездовое время «разбойничает», разоряя гнёзда певчих птиц, поедая яйца и птенцов, иногда убивает насиживающих родителей. Ненайденные птицей жёлуди из зимних запасов прорастают, тем самым сойка способствует распространению дуба.

Таким же образом благодаря этой птице появляются всходы лещины, черёмухи, рябины, малины и других плодоносящих кустарников.

Биоповреждающая деятельность и средства защиты. У нас нет данных о крупных с тяжёлыми последствиями столкновениях ЛА с сойками, но не стоит исключать этот вид из числа источников «самолётоопасности». Во время сезонных перемещений сойки нередко держатся по кустарниковым окраинам полей по соседству с дачными участками, занимая высотные коридоры военной, сельскохозяйственной и любительской авиации, а также мотодельтапланов. Иногда сойки вместе с дроздами портят косточковые и яблоки.

Кедровка — *Nucifraga caryocatactes* L.

Внешний облик и полевые признаки. Птица размером с голубя с крупной головой и коричнево-бурым в белых пятнах оперением, чёрным верхом головы, крыльями и хвостом. Хвост со светлой поперечной полосой. Чёрный клюв заострен и изогнут, чёрные ноги с цепкими пальцами, с помощью которых птица подвешивается к еловым веткам. Крылья короткие и широкие, которыми птица редко взмахивает, полёт тяжёлый. Много времени проводят в кронах, любит сидеть на торчащих сухих ветках или сухой верхушке. Голос — громкое и хриплое «крээк-крээк», «крээж» или «крей».



Распространение и характер пребывания. Встречается от Кольского полуострова до Охотского побережья. Птица дневная и оседлая. Для кедровок характерны длительные кочёвки за пределами гнездового ареала в неурожайные годы.

Биотоп. Встречается в елово-пихтовых и лиственнично-кедровых таёжных лесах.

Размножение, питание. Гнёзда на елях и других хвойных из веток с толстой выстилкой. 3–4 голубоватых с пестринами яйца. Насиживание до 18 дней. Четырёхнедельные птенцы покидают гнездо. В пищу использует лесные орехи или жёлуди. При урожае запасает орехи и жёлуди впрок. Питаются орехами, насекомыми (усачами, долгоносиками), семенами ели, ягодами. Кладовые орехов устраивают во мху, лесной подстилке, под корой деревьев и в дуплах. Зимой отыскивают орехи под снегом. Птенцов в гнезде выкармливают осенними запасами орехов.

Поведение и взаимоотношения с человеком. Если птица забыла про свои кладовые, то спрятанные семена прорастают и, в конце концов, становятся деревьями. Таким образом, птица способствует лесонасаждению. В подклюжном мешке кедровки могут переносить до 120 кедровых и более 200 стланниковых орехов (Доппельмайр и

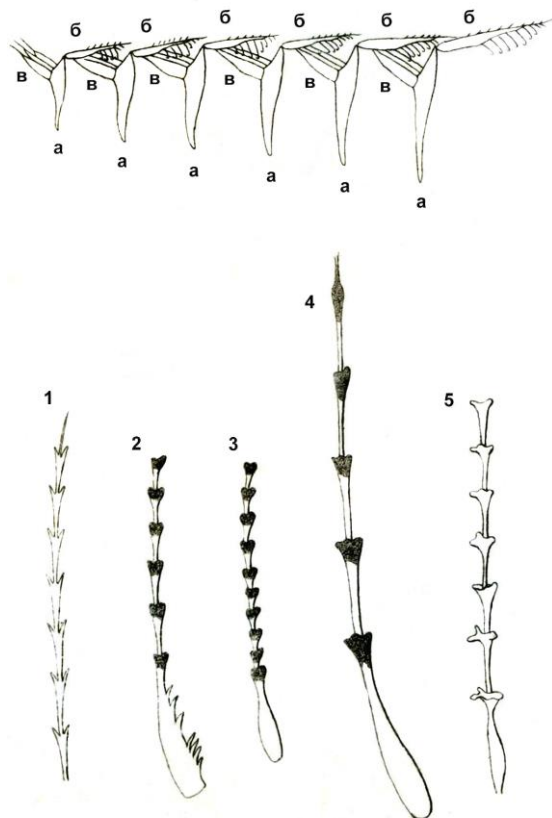
др., 1966). В таёжных лесах эти птицы вредят урожаю кедровых орехов, одновременно способствуя распространению кедра. Благодаря кедровкам всходы кедра появляются на вырубках и гарях. При неурожае кедровых орехов появляются в населённых пунктах, навешая свалки и помойки наряду с другими Врановыми птицами. Массовое появление этих птиц при кочёвках в неурожайные годы воспринималось населением как предвестие крупных экологических неприятностей.

Биоповреждающая деятельность и средства защиты. Во время массовых кочёвок кедровки появляются на окраинах полей и городских посёлков, где могут представлять опасность для военной и малой авиаций.

История и современное состояние изученности перьевого покрова и структуры пера птиц

Наука о перьевом покрове птиц возникла очень давно. Первые изображения отдельных перьев появились в трёхтомном труде Улисса Альдрованди «Ornithologiae hoc est de avibus historiae libri XII» на рубеже XVI и XVII веков. Основателем *птерилографии* считается немецкий исследователь Христиан Людвиг Нитцш. Нитцш (Nitzsch, 1840) впервые употребил термин «*птерилография*» (pterylography) для обозначения паттернов расположения перьевых участков (птерилий) на теле птицы и описал эти участки для нескольких сотен видов птиц. Благодаря его работам птерилография стала одним из направлений анатомии птиц. Он описал строение пера, типы перьев, топографию птерилий и аптерий, а также перьевой покров некоторых групп и видов птиц. Иллюстративный материал его работы содержит рисунки

микроструктуры пера, выполненные почти на современном уровне (рис. 1).



Вверху — бородки в поперечном сечении внешней части опахала махового пера гуся (непуховая часть опахала), $\times 130$:
 а — бородки;
 б — дистальные лучи;
 в — проксимальные лучи.

Внизу — пуховые лучи контурных перьев, $\times 130$:
 1 — домашней утки;
 2 — сойки;
 3 — зарянки;
 4 — ушастой совы;
 5 — малой горлицы

Рисунок 1. Структура бородок и лучей (из: Nitzsch, 1840)

Дж. Л. Кабанис (Cabanis, 1847) на основании изучения пера птицы представил первые таксономические выводы. В этот период начинаются исследования окраски оперения и тонкой структуры пера с применением светооптической микроскопии, а также делаются попытки выявления связи между структурой пера и неравномерностью роста перьев разных типов (Altum, 1854; Gloger, 1860). Продолжением этих исследований становятся работы по выяснению химической природы пигментов пера (Bogdanow, 1858). В Московском университете Анатолий Богданов под руководством

проф. Карла Рулье проводит химико-биологические исследования перьевых структур и описывает пигменты пера птиц: зоо-ксантин (жёлтый), зоо-эритрин (красный), зоо-иантин или фиолин (фиолетовый), зоо-хлорин (зелёный) и зоо-меланин (чёрный). По предположению этого исследователя голубая и синяя окраски являются оптическим эффектом. Пигмент эумеланин окрашивает перо в серый, чёрный, синий и фиолетовый тона (Дементьев, 1940). Современные работы по красящим пигментам определяют меланин как универсальный пигмент, который располагается в виде мелких гранул в структурах пера и создаёт оттенки от светло-жёлтого до чёрного. Красный и жёлтый цвета создаются каротиноидами. Ощущение цвета усиливается преломлением световых лучей. Голубой и зелёный цвета образуются бесцветным полупрозрачным кератином, расположенным над чёрным пигментом (Brown et al, 1987).

Подробно исследуются такие проблемы как архитектоника пера, типы перьев, развитие и скорость роста пера, а также зависимость между структурой пера и его окраской, приводится обзор работ по развитию пера, начиная с 1743 г. (Holland, 1860, 1864).

До конца XIX века многие другие анатомы внесли свою лепту в развитие птерилографии. Однако к началу XX в. птерилографии стали уделять всё меньше внимания. Генрих Фрилинг (Frieling, 1936) обобщает всё сделанное в области исследований пера за предшествующий период. Его работы по прикладной птерилографии до сих пор представляют интерес не только для профессиональных орнитологов, но и для студентов и любителей птиц.

В середине прошлого века появляется определитель погадок и перьев, чётко связывающий исследования пера с систематикой. Он содержит информацию по возрастным и половым перьевым

различиям, а также технику сбора и обработки перьевого материала (März, 1956, 1972). Но к настоящему времени этот идентификатор уже устарел.

С 1973 по 1998 гг. публикуется серия определителей В. Хансена и Синначке (Hansen, Synnatzschke, 1998). В них собран обширный материал по перу, но авторы ограничиваются рассмотрением перьев хвоста птиц Центральной Европы. В этой серии определителей представлены только чёрно-белые рисунки, как, впрочем, и в других, опубликованных до середины 90-ых годов прошлого века. В популярном определителе (Brown et al., 1987) представлено около 230 европейских видов птиц, имеются иллюстрации перьев для 190 видов. Для изученных видов даются рисунки первостепенных и второстепенных маховых, а также рулевых перьев молодых и взрослых особей. Приведена диаграмма размеров маховых и рулевых перьев, позволяющая определять их размеры и форму.

Метод изучения макроструктуры пера не требует сложной аппаратуры. При наличии перьев характерной окраски и формы, обычно это маховые и рулевые, орнитолог вполне способен определить вид по перу, хотя и не с высокой степенью точности. Степень точности зависит от уровня квалификации эксперта-орнитолога, качества и количества определяемого материала. Перьевые атласы-определители есть теперь не только на бумажных носителях, но и на CD-дисках и сайтах Интернета. С конца 80-х—начала 90-х годов начали разрабатывать новое поколение комплексных (сочетанных макро- и микроструктурных) мультимедийных определителей птиц по перьевым фрагментам, под эгидой Экспертного центра по таксономической идентификации (ЭЦТИ, EPI — Expert Center for Taxonomic Identification) и

Европейского центра по идентификации останков птиц (Prast et al., 1992, 1998, 2001).

Значительный вклад в развитие идентификационной птерилогрaфии внесли авторы фундаментальной мультимедийной базы данных по идентификации останков птиц. Эта база названа «Системой идентификации останков птиц» (Bird Remains Identification System — BRIS). Определитель создан сотрудниками ЭЦТИ (Brom, Wattel, 1990), а также Амстердамского и Тель-Авивского университетов при поддержке вооружённых сил Нидерландов и Израиля. На CD-ROM содержится информация по микроструктуре пера 200 видов птиц Европы и Среднего востока, имеется более 1800 иллюстраций. Процесс определения облегчается благодаря сравнительным таблицам близких видов и идентификационным ключам. С помощью этого определителя через Интернет можно получить консультацию по идентификации птиц в ЭЦТИ и других соответствующих мировых центрах.

Критерием отбора видов послужила, в первую очередь, их опасность для ЛА и, кроме того, в идентификатор включили по одному представителю из большинства семейств Европы. Для каждого вида приводятся фотографии микроструктуры, полученные с помощью светооптического и сканирующего микроскопа с увеличением $\times 40$ – $\times 1000$. Есть также общая информация по виду: полевые признаки, характер пребывания, питание, основные поведенческие особенности, звуковая сигнализация, карты распространения и т. п.

Макроструктурный анализ предполагает воображаемое восстановление размера и формы пера по его фрагменту и сопоставление с музейными образцами. Но часто в останках птицы

отсутствуют характерные перья или вообще имеются только мелкие фрагменты пера. В таких случаях не обойтись без микроскопического метода исследования. Для этого используется светооптический микроскоп (увеличение $\times 100$) и/или электронный сканирующий (до $\times 2000$). В первом случае различимы детали, как правило, до уровня кутикулярного наружного слоя элементов пера (Olson, 1970; Laybourne et al., 1992; Булыга, 1998), во втором — можно рассмотреть и более глубинные структуры — корковый и сердцевинный слои (Rutschke, 1960; Schmidt, Ruska, 1963; Чернова и др., 2006, 2009).

Хорошие результаты приносит сочетание макро- и микроскопического методов (Пономарёва (ред.), 1995; Shamoun-Baranes, 1998). После определения иерархически более высокого таксона с помощью микроскопии, видовая принадлежность птицы диагностируется макроскопическим методом, с помощью сравнения с тушками, перьями и/или их иллюстрациями. В настоящее время приоритетной задачей экспертов стал поиск видоспецифических микроструктурных особенностей пера.

Как уже было отмечено, пуховые лучи пера состоят из постоянного набора чередующихся узлов и междоузлий. Узлы могут быть сильнее или слабее развиты, они могут быть разнообразной формы — кольцевидной, треугольной, сердцевидной и т. д. Эти характеристики узлов вкупе с размером бородок и лучей, пигментацией, плотностью распределения бородок и лучей и другими паттернами создают комплекс характеристик, подходящих для идентификации. Встречаются различия в размере и очертании базальных сегментов лучей, узлов, в форме опахала борожки, крючочков и других деталей. Но выявление характерных признаков требует кропотливых трудоемких исследований. В настоящее время

мы значительно продвинулись в поисках признаков, подходящих для идентификации (см. раздел «Исследование перьевого материала с помощью методов анализа многомерных данных»).

Классическим фундаментальным исследованием в области морфологии пера стала работа А. Чандлера, опубликованная в 1916 году (Chandler, 1916). Автор подробно рассматривает все морфологические структуры перьев разных типов, приводит их названия на английском языке, частично — на латинском и немецком. С учётом морфологии пера Чандлер даже модернизировал филогенетическую классификацию птиц.

Для выявления микроструктурных отличий, имеющих таксономическое значение, Чандлер предложил учитывать следующие особенности перьев:

- топографию перьев;
- наличие или отсутствие побочного ствола;
- соотношение длин основного ствола и очина пера;
- детали строения бородок: абсолютную и относительную ширину сердцевины, форму вентрального гребня, наличие или отсутствие ворсинок на вентральном конце бородки внешнего опахала;
- строение дистальных контурных лучей: их количество и форму по сравнению с проксимальными лучами, форму основания, размеры и форму опахальца по сравнению с основанием, наличие и форму разных выростов, в особенности вентральных зубцов, вентральных и дорзальных ресничек (*cilia*, -um); отличия между дистальными лучами внутреннего и внешнего опахала бородки;
- проксимальные контурные лучи менее изменчивы и поэтому менее важны для таксономии. Однако надо учитывать их модификации: размер основания по сравнению с таковым дистального луча, соотношение ширины и длины; количество и форма вентральных зубцов; форма опахальца, его длина относительно основания; состояние вентральных

ресничек в основаниях лучей вблизи вершины бородки во внешнем опахале;

- флексулы на основаниях проксимальных контурных лучей; их наличие, отсутствие, форму. Флексулами (*flexuous* — извилистый) Чандлер называет изогнутые дорзальные отростки в основаниях дистальных и проксимальных контурных лучей на перьях туловища некоторых групп птиц, принадлежащих к *Procellariiformes*, *Gruiformes*, куликам и чайкам (у большинства видов это зубчатые образования);
- пуховые лучи очень важны для идентификации пера, особенно вблизи основания на дистальном опахальце хорошо развитой пуховой бородки; длина, размер и форма основания (для некоторых *Coraciiformes* и *Passeriformes*), характер расположения и частота узлов, наличие или отсутствие узловых зубцов, наличие или отсутствие ворсинок;
- в некоторых случаях можно использовать характер окраски пера (радужная окраска перьев уток и других водоплавающих воспроизводится по иному, чем таковая перьев голенастых и Ракшеобразных).

Т. Брум (Brom, 1986) упростил схему значимых микроструктурных признаков, ограничив круг поисков таксономических отличий структурными вариациями пуховых бородок базальной части контурного пера. Попытки распознать останки птиц по перу Брум начал в 1960 году в Институте таксономической зоологии и Зоологическом музее Амстердама. Перья и их фрагменты определяли по форме и макроструктуре с учётом их топографии: крыло, хвост, тело и т. д. Затем материал сравнивали с перьями тушек из музейных коллекций. Таким образом, удавалось определить только 40–50% всех останков. Первичные сборы перьев из коллекции шкурок Зоомузея служили эталоном для сравнения с перьевыми фрагментами, осравшимися после столкновений птиц с ЛА. С января 1978 г. по август 1979 г. проводили микроструктурные

исследовательские работы, в результате которых выявлена совокупность таксономически значимых признаков (Brom, 1986).

- Длина *крючков* на контурных лучах видоспецифична.
- Пуховые лучи состоят из чередующихся расширенных *узлов* (обычно пигментированных) и более узких *междоузлий* (частично пигментированных или непигментированных).
- Узлы на пуховых лучах могут иметь сложную конфигурацию, представляя собой *множественный* узел — сросшиеся узлы, не разделённые междоузлиями. Множественный узел может объединять 2–3 (иногда до 10) отдельных узлов, но чаще всего 2–3.
- Основания лучей могут быть снабжены *ворсинками*.
- Сердцевидные узлы могут быть развиты только на дистальных отделах пуховых боронок.
- Размеры узлов могут уменьшаться в зависимости от положения на луче.
- Длина боронок служит диагностическим признаком.
- Необходимо учитывать относительное число узлов и крючков (на 1 мм длины пухового луча).

Для разработки таксономических признаков использовали перья груди, живота, надхвостья, подхвостья, спины, а также верхние кроющие крыла, всего около 2000 перьев. Половые, возрастные, индивидуальные и сезонные отличия обнаружить не удалось. Брум приводит подробное описание характерных признаков перьев для 22 отрядов (350 видов) птиц. Он также даёт соотношения массы птицы, длины пуховых боронок и количества узлов. На основании этих данных составлен идентификационный ключ для определения вида птицы. Метод идентификационного ключа (впервые использован Davies, 1970) стали применять в авиационно-орнитологических исследованиях в Великобритании (Rochard, Horton, 1977). В

некоторых группах птиц замечено следующее: у более крупных птиц плотность узлов ниже, чем у более мелких. Несмотря на то, что структура перьев с топографически различных птерилий одной особи сходна, все же знание о топографии пера значительно облегчает идентификацию птицы. Брум (Brom, 1986) высказывает пожелание об изучении структуры боронок апикальных и центральных частей пера, т. е. *перообразных* (непуховых) боронок. Автор предлагает разработать идентификационный ключ именно для этих частей пера, опираясь на целый ряд работ предшественников (Wray, 1887; Chandler, 1914, 1916; Lucas, Stettenheim, 1972; SYSTAT for Windows, 1992). Брум и его коллеги докладывали свои работы на нескольких симпозиумах Европейского (позднее международного) комитета по столкновениям самолётов с птицами (ЕКОПС) (Brom, 1992; Laybourne et al., 1992; Ouellet, 1994; Shamoun, Yom-Tov, 1995, 1996; Prast et al., 1998; Prast, Shamoun, 2001; Shamoun-Baranes, 1998; Dove, 1999). В Смитсоновском институте (г. Вашингтон) Р. К. Лейборн (Roxie Collie Laybourne) впервые начала исследовать микроскопические останки птиц, собранные после столкновений с ЛА и присланные ей американскими военнослужащими (Laybourne, 1974; Laybourne, Dove, 1994). Свою карьеру в качестве «перьевого детектива» (Lipske, 1982) Лейборн начала в 1960 г. расследованием катастрофы с самолётом «Локхид Электра». При взлёте в аэропорту Бостона самолёт врезался в стаю птиц и разбился, похоронив под своими обломками 62 человека. По найденным в двигателях обугленным фрагментам перьев Лейборн определила, что причиной гибели самолёта стали скворцы. Используя метод идентификационной птерилогрфии, Лейборн помогала расследовать разбойные нападения, вандализм и похищение детей. Лейборн основала школу учёных, продолживших исследования

останков птиц после столкновений с ЛА с целью идентификации вида птицы. В результате её деятельности микроструктурный метод идентификации останков птиц после столкновений стал обычным рутинным методом. Совместно с Карлой Дав (Carla J. Dove) Лейборн разработала препаровальную методику подготовки пера для микроструктурного анализа (Laybourne et al., 1992, 1994).

В настоящее время Дав успешно продолжает эти исследования (Dove, 1997). Она попыталась найти количественные внутривидовые и межвидовые отличия близкородственных видов на примере музейных тушек зуйков *Charadrius semipalmatus*, *Ch. alexandrinus*, *Ch. melodus*, *Ch. wilsonia*, *Ch. montanus*, *Ch. vociferous* (6 самцов и 6 самок) (Dove, 1997). Причем, между структурами топографически различных перьев особей одного вида выявлены довольно значительные различия. У всех исследованных особей были взяты контурные перья с левой стороны верхней части грудины. Зону пуховых бородок этих перьев разбивали на 8 участков: по 4 слева и справа. Для анализа использовали светооптический микроскоп ($\times 50$ – $\times 430$). Сезонные, географические и популяционные вариации не учитывали. Половые различия микроструктуры перьев статистически недостоверны. Признаки анализировали с помощью полного фактологического мультивариантного анализа MANOVA и одновариантного ANOVA, а также дискриминантного анализа функций (Swales, 1969). Для межвидовых сопоставлений использовали следующие признаки: длину бородки и ее базальной части, сходной с непуховыми структурами, длину луча и его базального сегмента, длину и ширину междоузлий, длину узлов, ширину зоны пигментации, длину зубцов в проксимальной и дистальной части узла, расстояние между основаниями лучей, количество узлов на одном луче. Оказалось, что

именно эти признаки с успехом могут использоваться в качестве диагностических. Кроме того, у этих видов, как и у некоторых других (Trochilidae, Rallidae, Columbidae, по: Gilroy, 1987; Brom, 1991) обнаружена асимметрия левой и правой частей опахал боронок.

Внутривидовые различия микроструктур перьев исследованных видов пока не могут помочь в определении вида птицы-виновницы столкновения, поскольку топография перьев, попадающих в руки исследователя, в этом случае обычно неизвестна, что типично также и для других случаев анализа перьевых фрагментов. Современный уровень развития науки о перье не позволяет пока однозначно ориентироваться по внутривидовым признакам.

Исследование Дав (Dove, 1997) показало наличие качественных и количественных межвидовых различий. Они касаются, прежде всего, морфологии узлов, их количества и цвета, пигментации базального сегмента луча, длины и интенсивности окраски базальной части боронок, длины боронок. По всем количественным признакам выявлены и приведены точные статистические коэффициенты различия. Результаты исследования подтверждают обоснованность использования микроструктур пера для идентификации родственных видов и в том числе применения количественных подходов для таких исследований. Однако отмечено, что для идентификации лучше использовать качественные микроструктурные признаки, чем количественные, которые требуют многочисленных и трудоемких измерений и подсчетов.

С помощью микроструктурного анализа определена принадлежность перьевых фрагментов, найденных в тающих альпийских ледниках Южного Юкона. Перья принадлежали птицам, добытым первобытными охотниками 4,5 тыс. лет назад: утка

(*Anatidae*), орёл (*Aquila* или *Haliaeetus*), кречет (*Falco rusticolus*), белая куропатка (*Lagopus leucurus*), болотная сова (*Asio flammeus*), дятел (*Colaptes auratus luteus*) (Dove, Peurach, 2002).

Гистологические исследования пера использовали для определения типа пера, заболеваний птицы, заражения её паразитами и т. п. (Appelt, Appelt, 1984).

Предложено использовать сканирующую микроскопию (СЭМ) для описания и измерения микроструктур пера и показаны возможности использования архитектоники пера для решения таксономических задач: по орнаменту кутикулы, форме и рельефу её «клеток» можно различить некоторые таксоны (Reaney et al., 1978; Булыга, 1998; Чернова и др., 2006, 2009). Проведённый с использованием СЭМ структурный анализ помог понять феномен переливчатости цвета перьев у ибиса (*Bostrychia hagedash*) (Brink, Van der Berg, 2004). Возможно, в будущем особенности структурной окраски перьев послужат таксономическим целям.

Отечественные орнитологи очень мало внимания уделяли сравнительному изучению микроструктуры перьев в связи с таксономическим статусом, но все же такие попытки были предприняты. Так, М. А. Мензбир (Мензбир, 1895), ссылаясь на работу «...Нича» (видимо, имеется в виду работа Nitzsch, 1840), указывает: «...многие группы птиц хорошо характеризуются определённым расположением контурных перьев на их теле». Там же Мензбир пишет, что расположение птерилий имеет систематическое значение.

В середине прошлого века было декларировано, что архитектоника пера не может помочь таксономическим исследованиям. Однако изучение микроструктуры пера

способствовало получению некоторых интересных результатов, в частности, относительно окраски узлов *эумеланином* (Дементьев, 1940). Академическая наука сосредоточилась на других не менее важных проблемах орнитологии, предоставив микроскопические исследования пера отраслевой науке, в частности, экспертам в области судебной медицины и криминалистики (Бокариус, 1961; Бордонос, Булыга, 1968).

В 1962 г. появилась книга А. А. Войткевича (Войткевич, 1962), посвящённая в основном развитию пера, но также содержащая обобщающую сводку всех предыдущих исследований, проведённых в России и за рубежом, однако без рассмотрения роли птерилографии для таксономии. Тем не менее, эта публикация возродила угасающий интерес к изучению пера. Возобновились исследования структуры перьев отдельных птерилий; появились новые методики препарирования перьев (Ильичёв, 1962, 1963). В связи с изучением наружного уха сов исследовали микроструктурные особенности передне- и заднеушных перьев ушастой совы (Ильичёв, 1975). Подробно описаны крупные (форма и ширина опахала, параметры стержня и очина, длина пера) и мелкие детали строения пера (бородки, лучи). Выявлены количественные характеристики: расстояние между основаниями лучей в бородке, толщина стержня бородки, расстояние между стержнями бородок, длина луча. Отмечено, что размеры и пропорции элементов меняются в зависимости от местоположения в опахале. Акцентируется внимание на еще одном параметре — угле отхождения луча от бородки (Ильичёв, 1975). Ранее было заявлено, что бородки рулевых перьев *Picidae*, *Dendrocolaptidae*, *Furnariidae* и *Certhiidae*, иглохвостых стрижей *Chaeturidae* и попугая *Micropsitta*, принимающие участие в

опоре птицы, теснее (под меньшим углом) примыкают к стержню, чем бородки в других перьях (Rutschke, 1971). Появились работы по сравнительно-анатомическому строению перьев, географической изменчивости признаков пера (Бородулина, 1964; Добринский, 1965), а также работы по фенотипической изменчивости структуры пера с целью выявления морфологических признаков, доступных точному количественному анализу (Яблоков, Валецкий, 1972). Последние авторы подсчитали количество бородок на 1 см длины стержня пера и число лучей на 1 мм длины бородки. Они исследовали контурные участки пера — центральную и апикальную части маховых, рулевых и кроющих перьев спины и груди близких видов чайковых птиц, а также сизого голубя (*Columba livia L.*, 2 самца) и белой куропатки (*Lagopus lagopus L.*, 1 самец). Во всех случаях, на перьях всех изученных птерилий и у всех перьев число лучей над бородкой больше, чем под бородкой. Наибольшее число бородок у голубя и белой куропатки — соответственно 28,5 и 23,5 бородки на 1 см в среднем; группа чаек довольно однородна — 19,4–17,4. Максимальное число лучей — у крачки, а минимальное — у белой куропатки. Различия между видами незначительны — от 23,2 у белой куропатки до 31,1 у крачки. Эти исследования указывают на наличие межвидовой изменчивости количественных признаков микроструктуры пера и в контурной его части, т. е. эти признаки также можно использовать для идентификации. Подсчёт деталей пера проводился вручную. Сейчас для этой цели можно использовать компьютерные программы, что повысит достоверность полученных данных.

Описания перьевого покрова отдельных видов и групп птиц существенно дополняют русскоязычную птерилографическую

литературу (Штефан, 1977; Кашенцева, 1988; Ильяшенко, 1989). Для авиационных специалистов, расследующих столкновения птиц с ЛА, издано практическое руководство по определению видовой принадлежности 29 наиболее опасных для авиации видов птиц фауны СССР (Пономарёва, 1995). Приведены сведения о внешнем облике, размерам, возрастным и сезонным нарядам, распространению, местам обитания, миграциям. Имеются подробные статистические данные по столкновениям птиц с ЛА в регионах в зависимости от вида птицы, высоты, этапа полёта, времени суток и сезона. Включены данные распределения случаев столкновений по разным типам и конструкциям ЛА. Имеется ключ для определения видовой принадлежности по крупным фрагментам тела: крыльев, лап, головы, клюва. В руководстве даются рекомендации по сбору, первичной обработке и хранению макро- и микроструктурных фрагментов пера. Глава по микроструктурному определению содержит идентификационный ключ, почти полностью заимствованный у Брума (Brom, 1986) с терминологическими неточностями: лучи названы бородками, крючочки — зубцами, не указывается, где речь идёт о пуховых, а где — о контурных бородках и лучах.

Работа О. Ф. Черновой с соавторами (Чернова и др., 2006), выполненная в виде микроструктурного определителя по отрядам, предназначенного для судебных экспертов (биологов и медиков), обобщила имеющиеся на данный момент сведения в области архитектоники пера. Описаны методы изучения архитектоники пера с целью выявления таксономически значимых признаков, в том числе методы препаративной подготовки пера. С помощью СЭМ исследованы наиболее мелкие элементы перьевой структуры, начиная с кутикулярных чешуек, т. е. поверхностного слоя бородок и до

сердцевинного слоя. В качестве приложения к этой монографии издан «Атлас микроструктуры перьев птиц» (Чернова и др., 2009). В нём продемонстрирован широкий полиморфизм микроструктуры и архитектоники наиболее диагностически значимых структур контурных перьев 93 видов птиц, представляющих 15 отрядов класса.

Основные понятия и терминология

Топография перьевого покрова

Птерилия (tract, pteryla) — это оперённый участок на теле птицы. Соответственно *аптерия* (apterium) — это участок тела птицы, на котором отсутствуют покровные перья или оперение вообще. Миллер (Miller, 1915) ввёл термин «*птерилозис*» (pterylosis). В 40–70-ые годы прошлого столетия разграничили эти понятия. Под птерилографией стали понимать научное направление, описывающее птерилии птиц. Птерилозис — присутствие и распределение растущих перьев на определённых участках тела птицы. Он рассматривался как один из основных таксономических признаков. Появился ещё и термин «*птилозис*» (ptilosis) как синоним термину «*оперение*», т. е. оперение птицы вообще, независимо от птерилозиса. Некоторые исследователи (Humphrey, Parks, 1959) обозначают термином «*оперение*» лишь одно поколение перьев, тогда как под термином «*птилозис*» предлагается понимать перьевого покрова птицы в целом на протяжении всего онтогенеза.

Единого мнения о конфигурации и протяжённости птерилий не сложилось. Остаётся открытым вопрос, ограничивается ли птерилия участком, где расположены фолликулы перьев, или границы птерилии распространяются на весь участок тела птицы, покрываемый перьями,

произрастающими из этих фолликул. Кроме того, размеры и конфигурация птерилий значительно варьируют у представителей разных таксономических групп и отдельных видов. Например, бедренные и голенные птерилии обширные у сов и узкие у дятлов. Оперение лап у многих видов вообще отсутствует, а, значит, отсутствуют плюсневая (метатарзальная) и пальцевая (дигитальная) птерилии. Во многих случаях птерилии не полностью соответствуют даже у родственных видов.

Диверсификация пера как морфологической структуры

В зависимости от положения на теле птицы контурные перья подразделяются на *покровные* (integumentum), *маховые* (remiges), *рулевые* (rectrices, tail feathers) и *кроющие* (tectrices, coverts). Покровные перья покрывают туловище птицы. Маховые перья формируют крыло и имеют наибольшее значение для полёта. Рулевые перья образуют хвост и выполняют функцию руля. Кроющие перья прикрывают сверху и снизу маховые перья крыла и рулевые перья хвоста.

Для макроструктурной идентификации вида наиболее информативны маховые и рулевые перья. В данной работе мы уделяем наибольшее внимание маховым перьям. Перья крыла расположены в строгом порядке. Каждому маховому перу соответствует набор кроющих. Как правило, это одна пара верхних и нижних больших и средних кроющих, а также несколько пар малых кроющих (Stephan, 1985).

Маховые перья. Все Воробьинообразные Европы имеют 10 *первостепенных маховых* (ПМ). В дальнейшем мы будем обозначать

первостепенные, второстепенные и третьестепенные маховые перья двумя первыми буквами их названий. ПМ нумеруются европейскими и американскими исследователями от запястья к дистальному краю, российские учёные считают маховые в обратном направлении. Западная система нумерации вполне оправдана, так как дистальное первостепенное маховое (remicle), расположенное перед всеми маховыми (рис. 2), может быть очень маленьким, редуцированным и спрятанным под кроющими, а может вообще отсутствовать. Поэтому у него есть ещё одно название — «абортивное перо» (Дементьев, 1940).

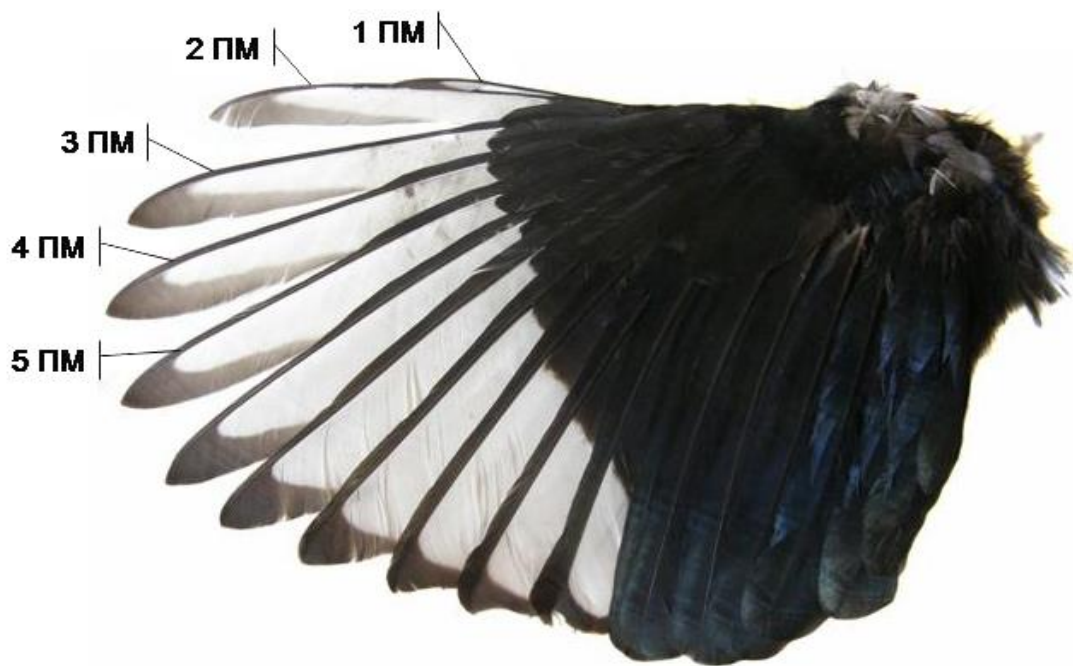


Рисунок 2. Крыло сороки

Пока оно обнаружено только у представителей трех семейств (табл. 2). Дистальное первостепенное маховое также как и другие маховые перья прикреплено к элементу скелета, но не является полноценным маховым (Stresemann, Stephan, 1968; Stephan, 1970). Тем не менее, во избежание путаницы, условимся считать это перо первым

по счёту ПМ и нумеровать их арабскими цифрами. Нужно также иметь в виду, что число ПМ обычно постоянно для вида и имеет таксономическое значение.

Таблица 2. Степень развития дистального первостепенного махового пера у представителей трёх семейств (по: Stephan, 1985)

Вид		Наличие, примерный размер пера
Сорокопутовые <i>Laniidae</i>		
Серый	<i>Lanius excubitor</i>	От среднего до небольшого
Чернолобый	<i>Lanius minor</i>	Небольшое
Маскированный	<i>Lanius nubicus</i>	Небольшое
Красноголовый	<i>Lanius senator</i>	Нет
Жулан	<i>Lanius collurio</i>	Крошечное
Скворцовые <i>Sturnidae</i>		
Обыкновенный скворец	<i>Sturnus vulgaris</i>	крошечное
Врановые <i>Corvidae</i>		
Сойка	<i>Garrulus glandarius</i>	Нет
Кукша	<i>Perisoreus infaustus</i>	Нет
Сорока	<i>Pica pica</i>	Нет
Голубая сойка	<i>Cyanopica cyana</i>	Нет
Кедровка	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	Имеется или отсутствует
Клушица	<i>Pyrrhula graculus</i>	Крупное
Галка	<i>Corvus monedula</i>	Крупное
Грач	<i>Corvus frugilegus</i>	Крупное
Чёрная ворона	<i>Corvus corone</i>	Крупное
Ворон	<i>Corvus corax</i>	Крупное

Все хорошо летающие птицы имеют всегда 5 ПМ в пальцевой области. Первое ПМ прикреплено к первой фаланге второго пальца,

2-ое ПМ закреплено на второй фаланге второго пальца, два следующих ПМ — на первой основной фаланге второго пальца и 5-ое ПМ на третьем пальце, состоящем только из одной фаланги (рис. 3). Остальные ПМ крепятся к пястной кости и являются, следовательно, метакарпальными.

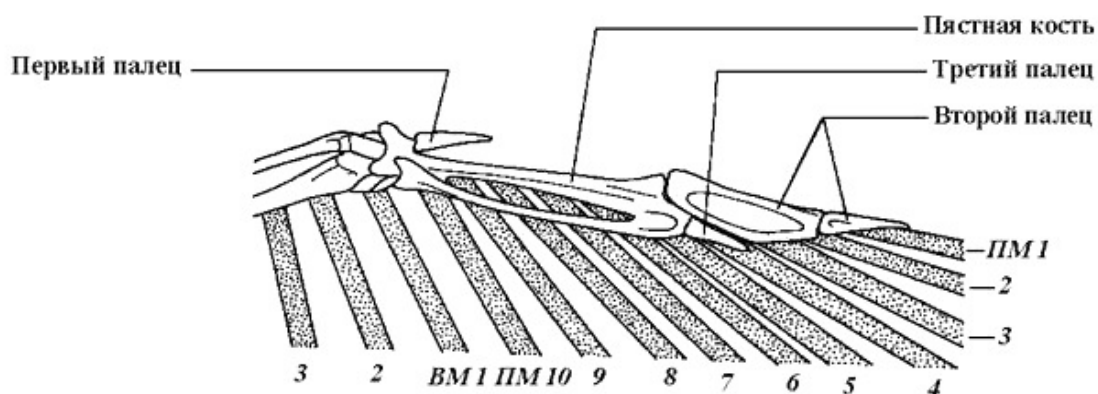


Рисунок 3. Прикрепление маховых перьев к скелету кисти и предплечья ворона (*Corvus corax L.*). Вентральная сторона (из: *Stephan, 1985, с изменениями*)

Количество *второстепенных маховых* (ВМ) колеблется от 9 до 11 у разных групп птиц. Вообще количество ВМ значительно варьирует и может достигать до 35 у некоторых видов. Нумерация ВМ начинается от запястья и проходит до локтя. ВМ крепятся к локтевой кости. Между четвертым и пятым ВМ у многих видов птиц имеется «прогал», который называется «*диастемой*» (в переводе с латинского — «*расстояние, промежуток, интервал*»). В зависимости от наличия или отсутствия диастемы были предложены термины соответственно «*диастатаксического*» (с диастемой) и «*эвтаксического*» (без диастемы) (*diastataxic* и *eutexic*) крыла (Mitchell, 1899, цит. по: Lucas, Stettenheim, 1972). Число кроющих соответствует числу ВМ только у птиц с эвтаксическим крылом, а у птиц с диастатаксическим крылом

получается одним набором кроющих перьев больше. У врановых крылышко формируют 4 маховых, у других воробьиных — 3.

Третьестепенными маховыми (ТМ) обозначены перья, расположенные на локтевом суставе (ulna). Их бывает обычно от 4 до 5. Выделение ТМ в отдельную группу вполне целесообразно, так как упорядочивает систему разделения перьев на категории. Например, если эти несколько перьев прибавляют к ВМ, то общее количество ВМ увеличивается. В русскоязычной орнитологической литературе ТМ традиционно выделяют в отдельную группу (Шульпин, 1940; Карташёв, 1974; Рымкевич и др., 1990), чему следуем и мы, определяя в качестве ТМ перья, растущие на локтевом суставе, и нумеруя их от дистального конца.

Стержни заплечной птерилии *Posthumeral quills* (pennae posthumerales). В Атласе анатомии птиц Лукаса и Стеттенхейма (Lucas, Stettenheim, 1972) указаны так называемые posthumeral quills (от 7 до 9 перьев). Они расположены на задней летательной перепонке (pteryla posthumeralis). В качестве границы, отделяющей их от ВМ (соответственно от ТМ), принят проксимальный конец локтевого сустава. Авторы атласа считают их гомологичными кроющим перьям. Эти перья не такие жёсткие, длинные и широкие, как маховые и часто кроющие их перья оказываются длиннее (Lucas, Stettenheim, 1972). Всего на заплечной птерилии (на птерилии задней летательной перепонки) располагаются от 2 до 4 рядов перьев: стержни заплечной птерилии вкупе с их нижними и верхними кроющими. Последние имеются далеко не всегда.

Кроющие перья крыла. У Врановых имеется 3 ряда нижних маргинальных кроющих передней летательной перепонки, а у других Воробьинообразных только 2 ряда таких перьев (Рымкевич и др.,

1990). Кроме больших нижних кроющих VM и средних нижних кроющих VM у Врановых имеется и ряд малых нижних кроющих VM.

Запястные перья. Запястное маховое (remix carpalis, carpal remix) и запястное кроющее (tectrices carpales, carpal covert) перья (рис. 3) у разных видов птиц могут быть редуцированы или вообще отсутствовать. Запястное кроющее перо относят к ряду больших верхних кроющих ПМ, а запястное маховое — к ряду между ПМ и VM. Оба пера способствуют скольжению при раскрытии и складывании крыла, выполняя при этом функции соединительного элемента для перьев кисти и предплечья (Stephan, 1970). Запястное маховое обычно не учитывается при нумерации маховых перьев.

Число перьев крыла находится в зависимости от:

- величины перьев: мелкие и узкие перья сомкнуты также плотно как большие и широкие;
- длины элементов скелета: чем длиннее предплечье, тем больше нужно VM и относящихся к ним кроющих, а также маргинальных;
- эластичности поверхности кожи, которая в свою очередь сильно зависит от развития мускулатуры крыла: большей поверхности кожи соответствует большее число перьев;
- особенностей терморегуляции: на нижней стороне крыла у многих видов редуцированы некоторые ряды кроющих (Stephan, 1970).

Рулевые перья. Обычно хвост птицы состоит из 4–10 пар перьев, чаще — из 5–6 пар рулевых (Дементьев, 1940; Stephan, Stresemann, 1966). У Воробьиных птиц хвост образован 12 (6 пар) рулевыми перьями, но пищухи (*Cettia*) имеют 10 (5 пар) рулевых. У грача 12

рулевых (14 по: Scott, 1969). Количество и конфигурация рулевых могут использоваться в качестве таксономического признака. Различия в числе рулевых в некоторых случаях являются проявлением полового диморфизма (Дементьев, 1940).

Диагностически значимые структуры пера

Терминология различных структур пера разработана в англоязычной научной литературе (Nitzsch, 1840; Lucas, Stettenheim, 1972; BaumeI, 1979; King, McLelland, 1985). Русские термины микроструктурных элементов пера предложены на основе переводов с латинского и английского языков (Чернова и др., 2006) для удобства русскоязычного читателя.

В зависимости от строения перья подразделяются на *контурные* (penna formans, contour feather), *полупуховые* (semipluma, semiplume), *пуховые* (pennopluma, down feather), *пух* (pluma, down), *нитевидные* (filopluma, filoplume), *полущетинковые* (semisaeta, semibristle), *щетинковые* (saeta, me, oth; bristle feather), *порошковые* (pulvipluma, powder down feather). Наибольший интерес для микроструктурной диагностики видов представляют контурные, полупуховые и пуховые перья.

Контурное перо состоит в основном из контурной, или непуховой, или перьевой части. Полупуховое перо имеет лишь небольшую контурную часть, а пуховой участок занимает не менее двух третей опахал (Чернова и др., 2006). Пуховое перо не имеет контурных участков. Маховые и рулевые перья — хорошо развитые контурные перья с очень небольшими пуховыми участками, если таковые вообще имеются.

Контурное перо имеет стержень, или ствол (*scapus, rachis, shaft*) и два опахала (*vexillum rachidales, vane of rachis*): наружное и внутреннее. *Очин* (*calamus*) — это часть стержня, ограниченная в дистальном конце *верхним отверстием* (*umbilicus superior*), которое расположено с вентральной стороны очина, а в проксимальном — *нижним отверстием* (*umbilicus inferior*). Эти отверстия лежат на вентральной (обращенной к поверхности тела) стороне стержня. У перьев представителей некоторых отрядов в основании верхнего отверстия имеются *дополнительные опахала* (*aftervane, hypovexillum*), они располагаются на *побочном стержне*, или *стволе* (*aftershaft, hyporachis*). Но чаще к краям отверстия прикрепляются пуховые бородки пупочного пуха (*barba umbilicata, umbilical barb*) (рис. 4).

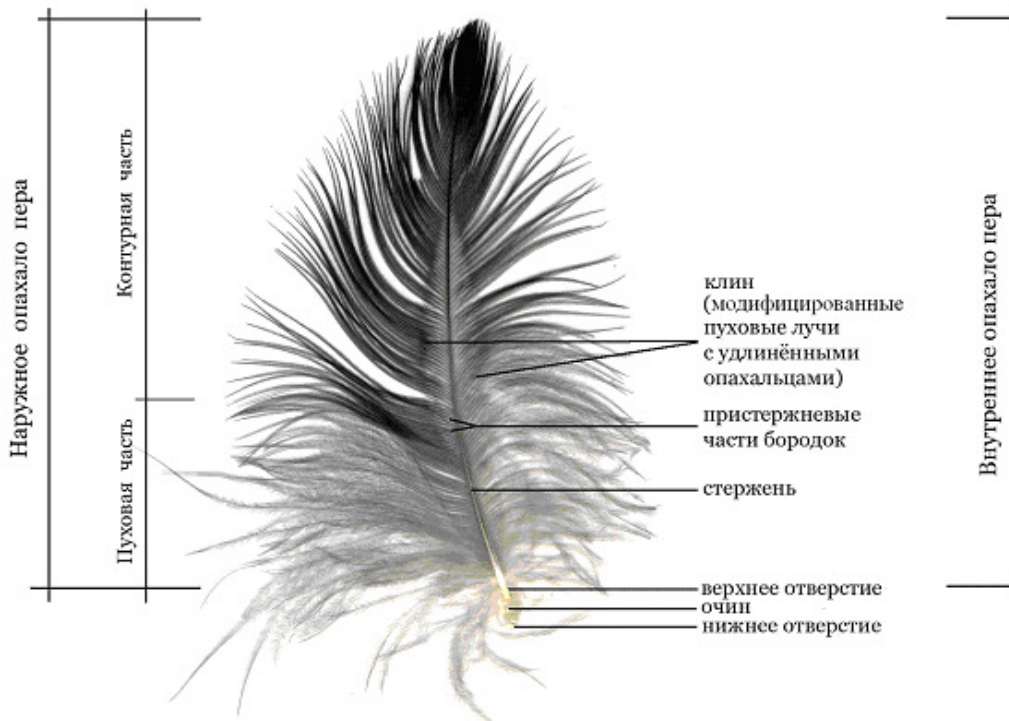


Рисунок 4. Перо из межлопаточной птерилии ворона (*Corvus corax L.*).

Дорзальная сторона

Нами впервые выявлены новые структурные элементы пера: *клин, модифицированные пуховые лучи (МЛ)* (бородки второго порядка) *с удлинёнными опахальцами* (рис. 4, 5–11)¹ (см. далее).

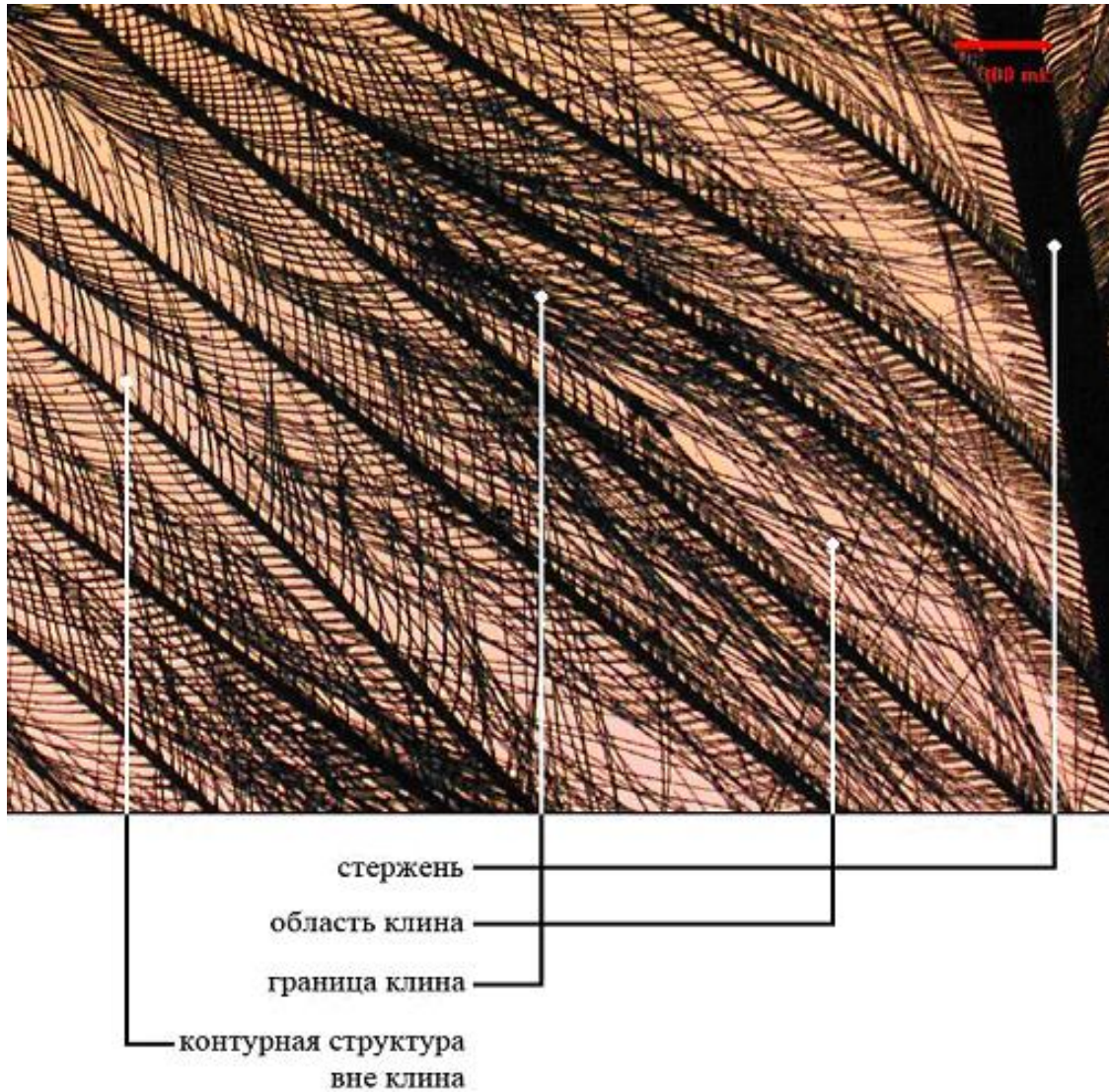


Рисунок 5. Область клина межлопаточного пера сойки (дорзальная сторона), $\times 25$

¹ Удачный термин «модифицированные пуховые лучи» предложен О.Ф.Черновой. Впервые эта структура была обозначена нами как «изменённые лучи» (Силаева, Гуменюк, 2008; Силаева и др., 2009, 2010).

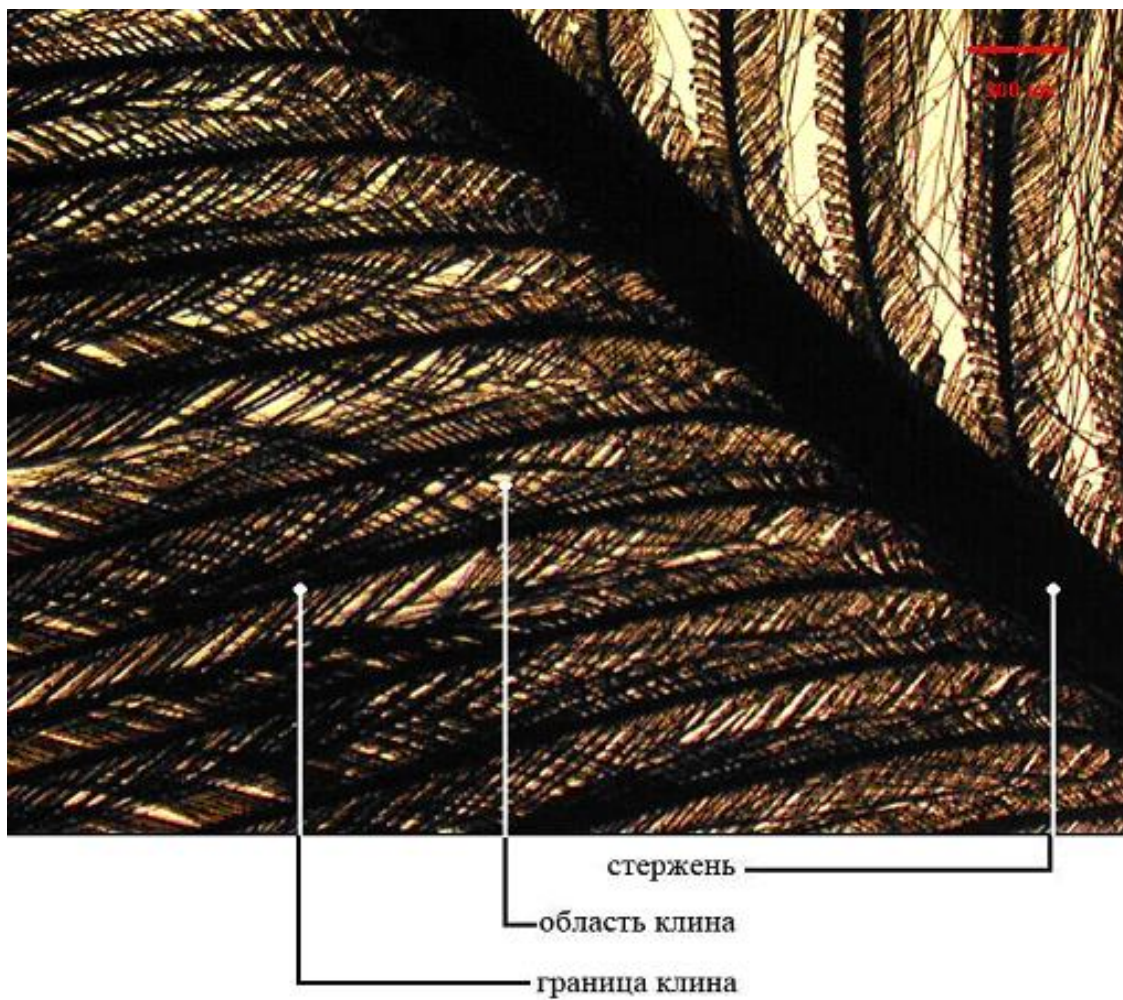


Рисунок 6. Область клина межлопаточного пера грача (дорзальная сторона), $\times 25$



Рисунок 7. Область клина межлопаточного пера галки (дорзальная сторона), $\times 25$

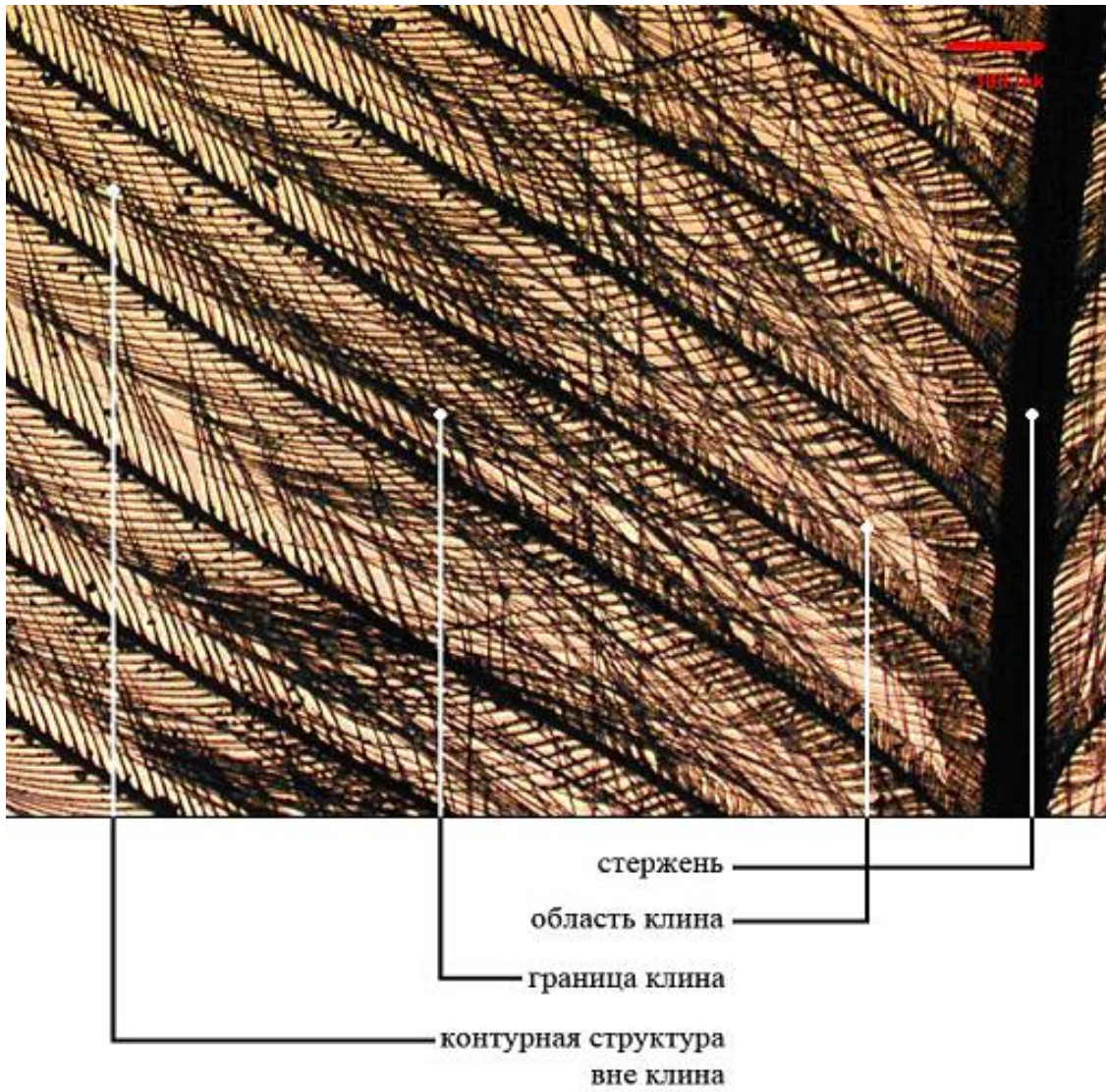


Рисунок 8. Область клина межлопаточного пера кедровки (дорзальная сторона), $\times 25$

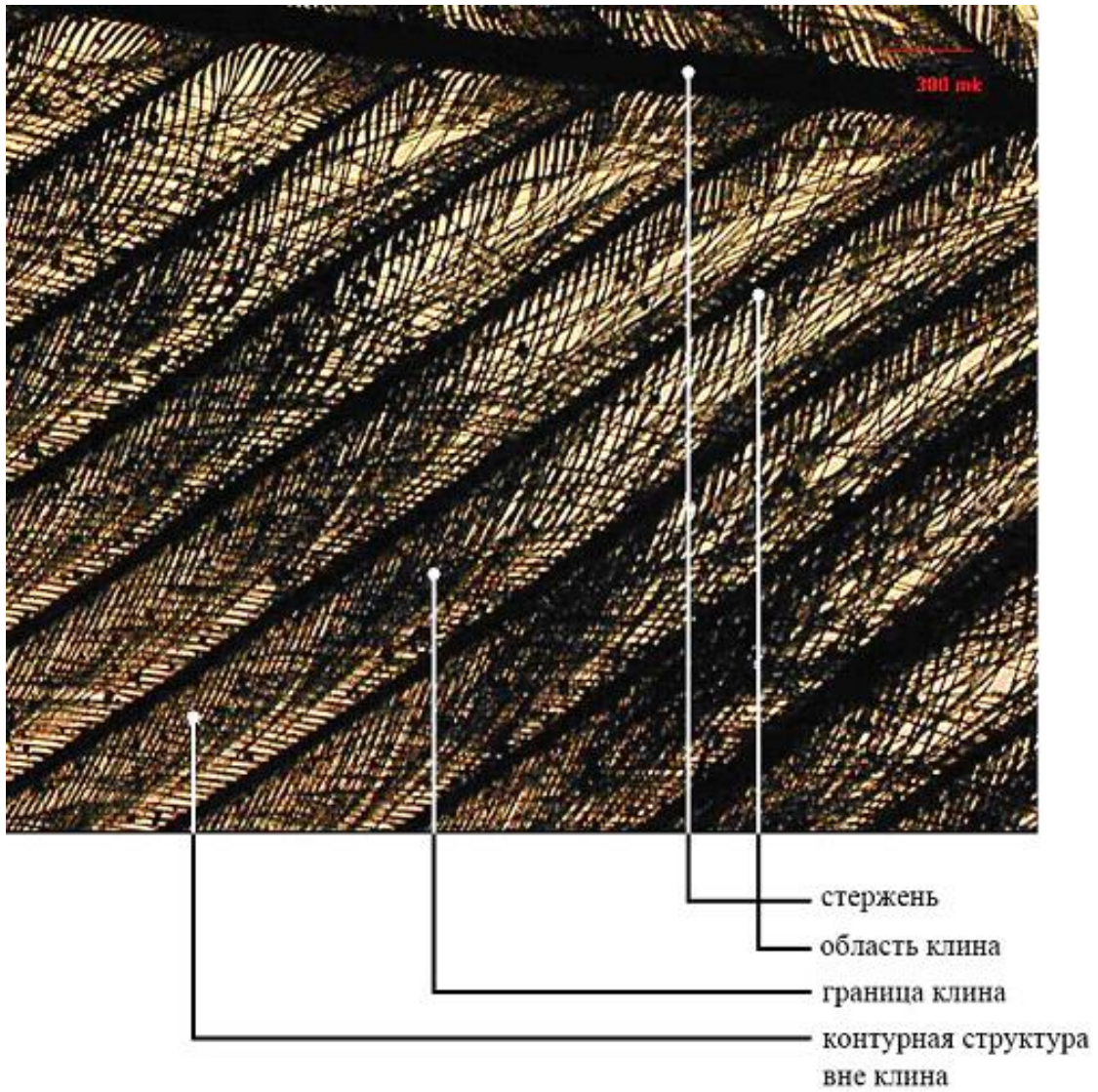


Рисунок 9. Область клина межлопаточного пера серой вороны
(дорзальная сторона), $\times 25$

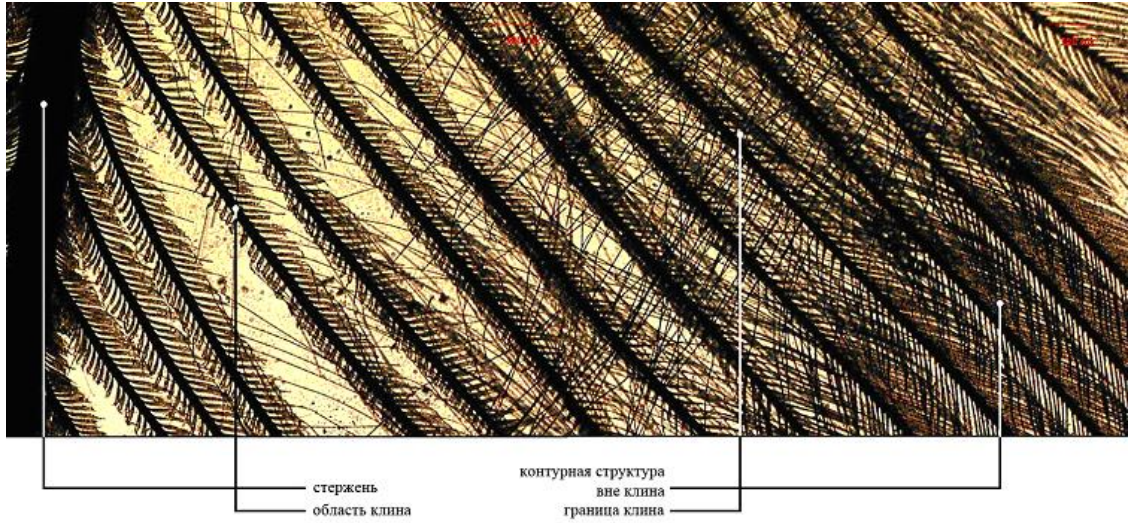


Рисунок 10. Область клина межлопаточного пера ворона (дорзальная сторона), $\times 25$

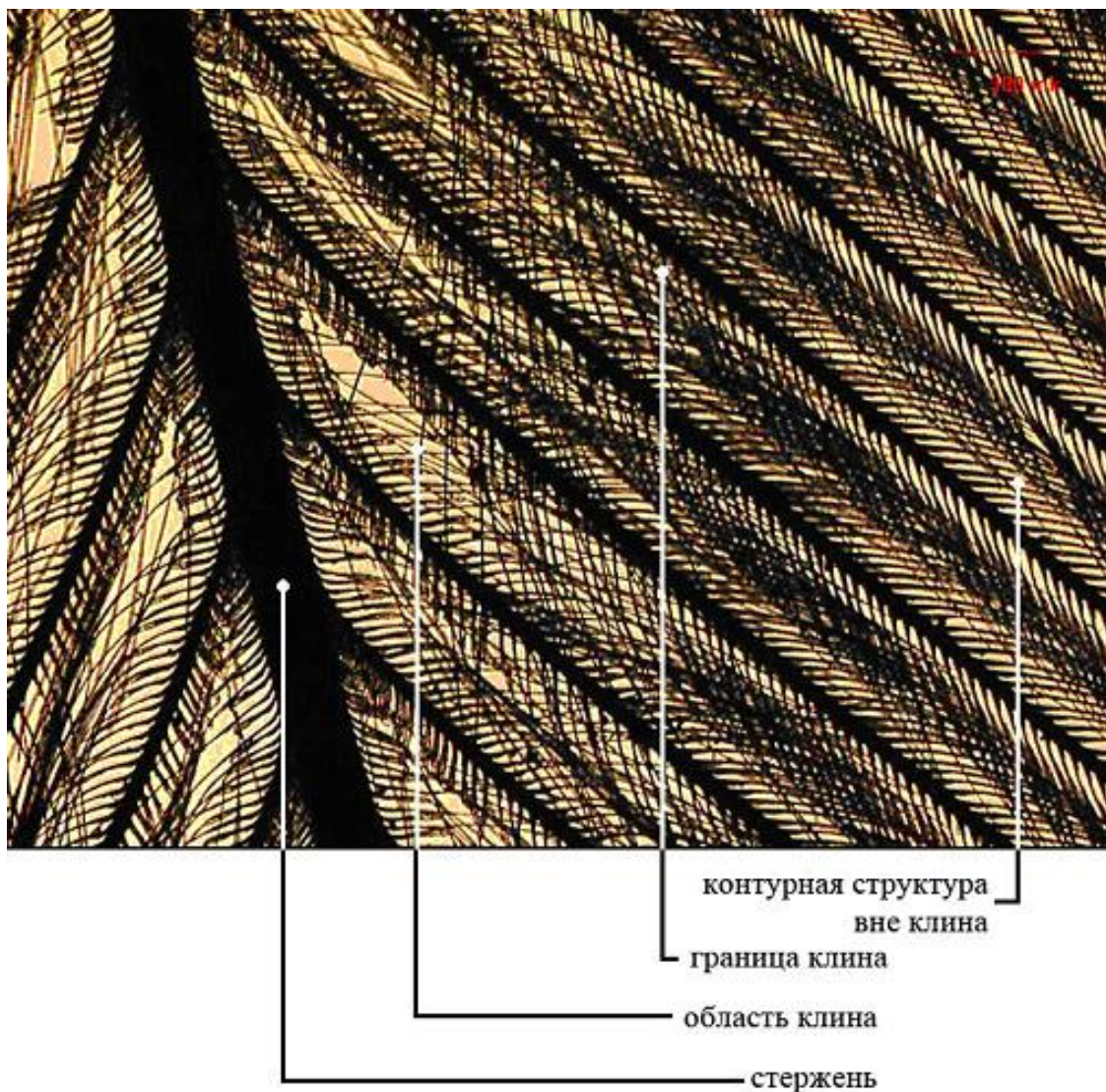


Рисунок 11. Область клина межлопаточного пера сороки (дорзальная сторона), $\times 25$

Бородки первого порядка прикрепляются по бокам стержня, ближе к его наружной поверхности, начиная от верхнего отверстия. Вторичные отростки бородок первого порядка обозначают по-разному: бородка второго порядка, бородочка, луч. Можно упростить термины, обозначающие эту структуру. Предлагается называть вторичный отросток *лучом* (*barbule*, *radius*, *Strahl*, нем.), независимо от его структурных особенностей (Nitzsch, 1840; Lucas,

Stettenheim, 1972; Ильичёв, 1975; Ильичёв и др., 1982 и другие работы), уточнения при необходимости можно привести отдельно. При таком наименовании упрощается и название бородки первого порядка, она становится просто *бородкой* (*barb, ramus, branch*). Можно обозначать эти структуры и по-другому: соответственно, бородки I, бородки II, бородки пуховой части покровного пера — пуховые бородки II, а лучами называть бородки II, лишённые крючков и зубцов, т. е. пуховые бородки II (Чернова и др., 2006).

Строение пуховых бородок представляет особый интерес, так как детали их архитектоники довольно чётко различаются у разных таксонов. Пуховые бородки менее вариабельны внутри одного вида, чем непуховые, поэтому считается, что они более пригодны для таксономических исследований, дифференциации видов. Несмотря на жёсткость основания, пуховые лучи в целом очень пластичны, они могут свободно перепутываться и переплетаться, так как не соединены между собой.

Пуховой луч (= бородка II) напоминает стебель бамбука или усик членистоногого, разделённый на сегменты. Он состоит из *основания* (*basis, base*) и длинного узкого *опахальца* (*vexillum radii, vane of barbule*). Основание может нести тонкие *ворсинки* (*villum, -i*). Сегменты клетки, разделяющие луч, примерно равны по толщине. Место соединения клеток названо *узлом* (*nodus, node*) (Chandler, 1916). Основная часть клетки — *междоузлие* (*internodus, internode*) (рис. 12, 13).

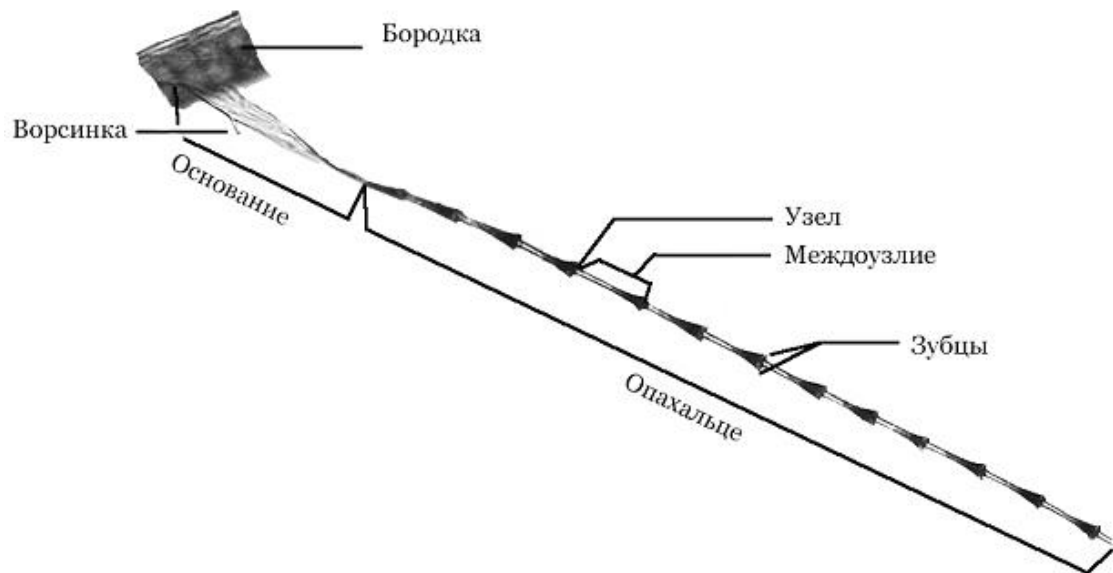


Рисунок 12. Фрагмент пухового луча межлопаточного пера кедровки,
×200

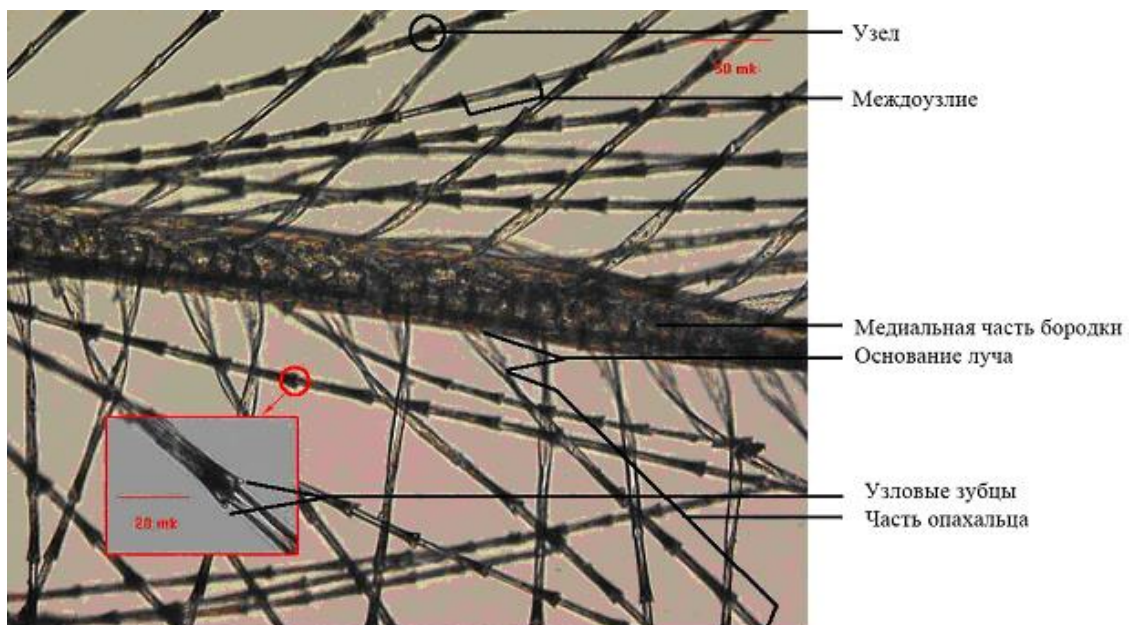


Рисунок 13. Фрагмент пуховой бородки пера из межлопаточной
птерилии ворона

Конфигурация узлов значительно варьирует у разных видов. В нескольких семействах курообразных и тинаму на пуховых лучах

обнаружены подвижные кольцевидные (anulus, ring) узлы. Такие узлы могут отрываться и скользить вдоль луча, образуя скопления узлов. Узлы обычно имеют два или четыре (редко один) выступа — *узловые зубцы* (dens nodosus, nodal prong). Узловые зубцы могут иметь форму заострённых выростов, например, у аистов и журавлей. Функция узловых зубцов неизвестна, возможно, они ограничивают сгибание и разобщают соседние лучи (Lucas, Stettenheim, 1972).

Опахальца проксимальной стороны пуховых лучей у основания контурных перьев воробьиных птиц имеют меньший угол отхождения от бородки, чем опахальца дистальной стороны. Проксимальные опахальца одной бородки лежат соответственно между дистальными опахальцами прилегающей бородки (Sick, 1937). Пуховые части контурных перьев перекрываются обычно перьевыми частями соседних перьев, и, таким образом, пуховые части пера никак не влияют на внешний облик птицы. Они играют очень важную теплоизолирующую роль. Эти части пера, а также пуховые и полупуховые перья используются человеком в качестве утеплителей в одеялах, перинах, спальнях мешках, одежде (Kennedy et al., 1956).

Контурные бородки отличаются разным строением отходящих от них *дистальных лучей* — distal radii, distal barbules, Hakenradii от Haken (крючок, нем.) и *проксимальных лучей* — proximal radii, proximal barbules, Bogenradii от Bogen (дуга, нем.). Дистальные лучи расположены почти параллельно стержню. Это лучи с *крючками* (hamuli, -us, hooklets) и *ресничками* (cilia, -um). Проксимальные лучи почти перпендикулярны стержню. Они в целом длиннее дистальных и имеют более длинное основание. Дорзальная часть луча снабжена *дорзальными зубчатыми образованиями* (stylus dorsalis, dorsal spine). С вентральной стороны над ними имеются острые выросты —

вентральные зубцы (*dens ventralis*, ventral tooth). Они значительно длиннее зубчатых образований (рис. 14).

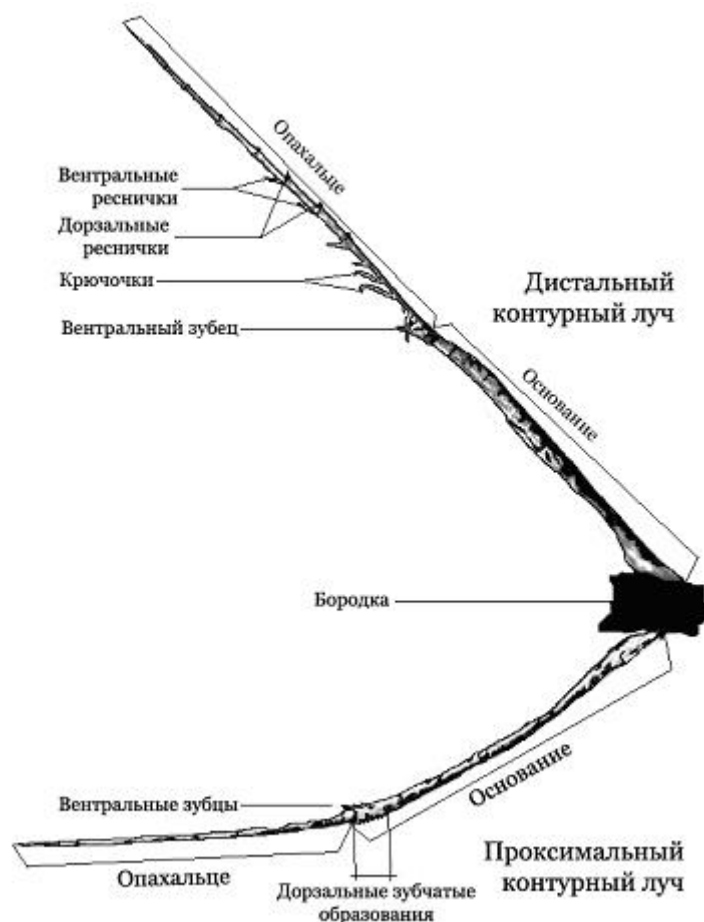


Рисунок 14. Фрагмент пуховой бородки пера из межлопаточной птерилии ворона

Новые данные о структуре перьев Врановых

Микроструктурные идентификационные исследования, как упоминалось ранее, проводятся преимущественно на пуховых бородках перьев из разных птерилий, так как именно пуховые структуры наименее изменчивы в рамках одного таксона (Chandler, 1916; Davies, 1970; Lucas, Stettenheim, 1972; Broom, 1986, 1992; Laybourne, Dove, 1994; Чернова и др., 2006). Однако обычно не учитываются разные типы пуховых структур, имеющиеся на одном

пере. В настоящем определителе мы постарались восполнить этот пробел. Вариативные признаки некоторых других структур пера отмечены в тексте, таблицах и рисунках данного раздела.

Нами приведены результаты оригинальных исследований покровных межлопаточных перьев (*tectrices interscapularis*) ворона (3 особи), серой вороны (4 особи), кедровки, сойки, галки, сороки (по одной особи). На примере этих перьев впервые выявлены и исследованы такие структуры, как клин и модифицированные пуховые лучи (МЛ) с удлинёнными опахальцами (Силаева, Гуменюк, 2008; Силаева и др., 2009, 2010).

Клин — пуховая структура клиновидной формы, образованная частями бородок с модифицированными лучами (бородками второго порядка) и лежащая в медиальных перовых частях опахал по обеим сторонам стержня (рис. 4, 5–11).

Модифицированные лучи с удлинёнными опахальцами — лучи, заполняющие область клина или образующие его границы. Они превосходят по длине все типы пуховых лучей данного пера и отличаются от них своим строением. Длина МЛ увеличивается за счёт специфических пуховых опахалец (табл. 3–4, рис. 15–17).

Таблица 3. Длина лучей бородок* разных типов, мм

<i>Вид</i>	<i>Пуховые части бородок из области клина</i>		<i>Контурные части бородок вне клина**</i>		<i>Типичные пуховые бородки</i>	<i>Бородки пупочного пуха</i>
	<i>дист.</i>	<i>прокс.</i>	<i>дист.</i>	<i>прокс.</i>		
<i>Ворон</i>	1,9 (n = 7)	2,1 (n = 5)	0,7 (n = 3)	0,8 (n = 3)	1,7 (n = 5)	1,1 (n = 7)
<i>Серая</i>	1,6	2,1	1,2	1,3	1,0	0,6

<i>ворона</i>	(n = 17)	(n = 7)	(n = 3)	(n = 3)	(n = 4)	(n = 7)
<i>Сойка</i>	1,8 (n = 5)	2,3 (n = 5)	1,0 (n = 5)	1,2 (n = 5)	1,1 (n = 6)	0,8 (n = 6)
<i>Кедровка</i>	2,1 (n = 10)	2,3 (n = 9)	0,9 (n = 7)	1,1 (n = 3)	1,2 (n = 6)	1,0 (n = 6)
<i>Галка</i>	1,7 (n = 5)	1,9 (n = 3)	0,7 (n = 3)	0,8 (n = 3)	0,9 (n = 11)	Пупочный пух отсутствует
<i>Сорока</i>	2,2 (n = 4)	2,1 (n = 4)	1,3 (n = 4)	1,3 (n = 4)	1,0 (n = 10)	0,9 (n = 10)
<i>Грач</i>	1,3 (n = 6)	1,4 (n = 7)	0,7 (n = 7)	0,9 (n = 7)	1,7 (n = 12)	0,5 (n = 12)

Примечания. *Всего измерено 256 бородок, n — количество измерений.

**Измерения приведены для тех же бородок, что и в предыдущем столбце, но за пределами клина.

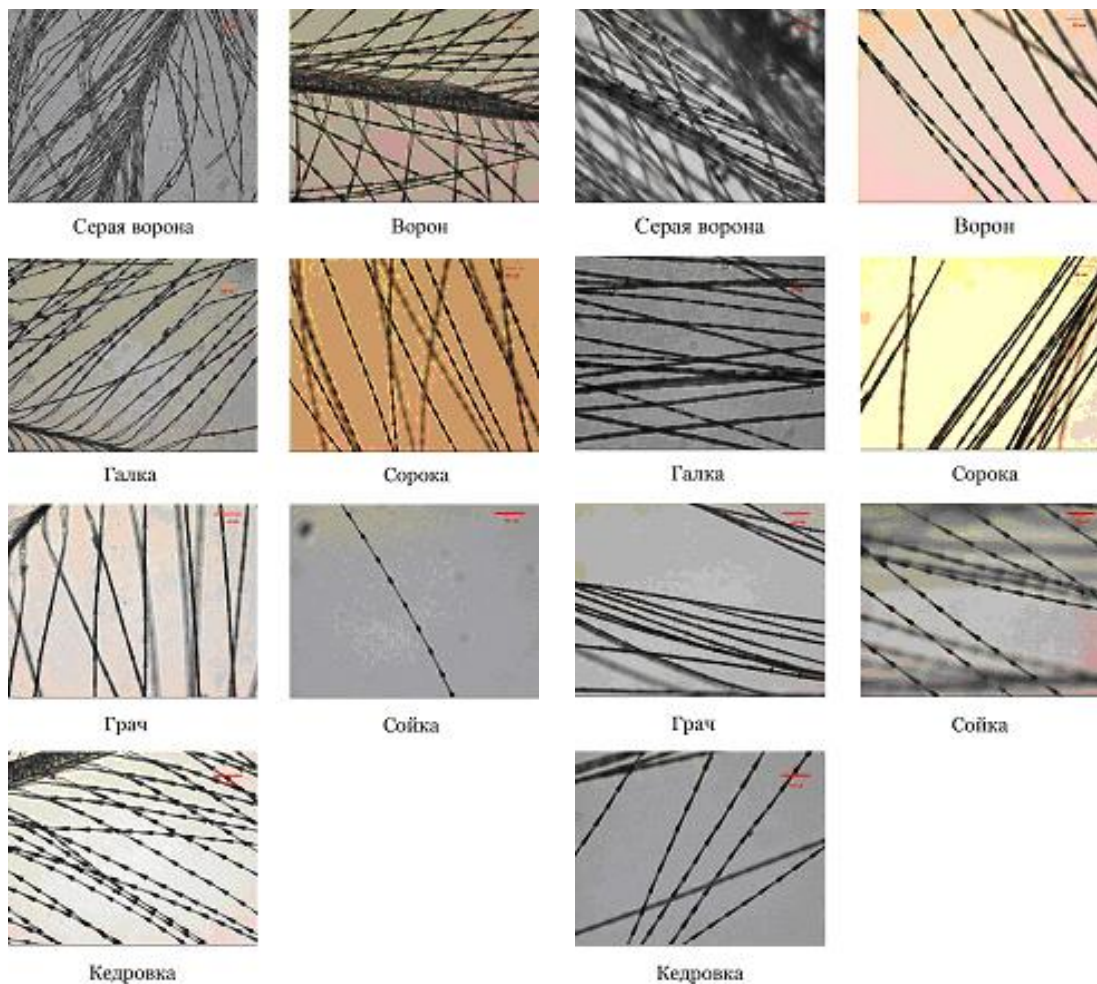


Рисунок 15. Типичные пуховые
лучи базальной части
межлопаточного пера Врановых,
×200

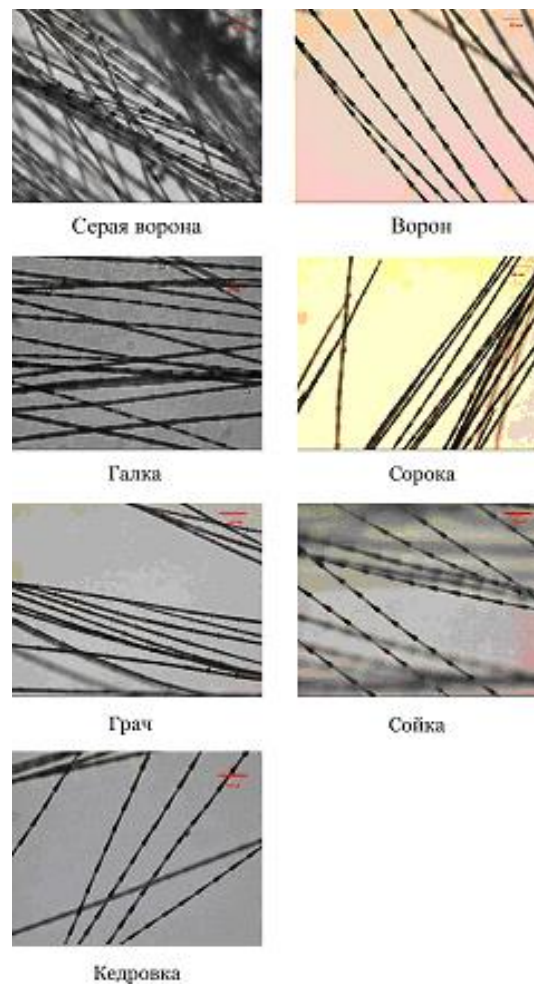


Рисунок 16. Модифицированные
лучи с удлинёнными опахальцами
области клина Врановых, ×200

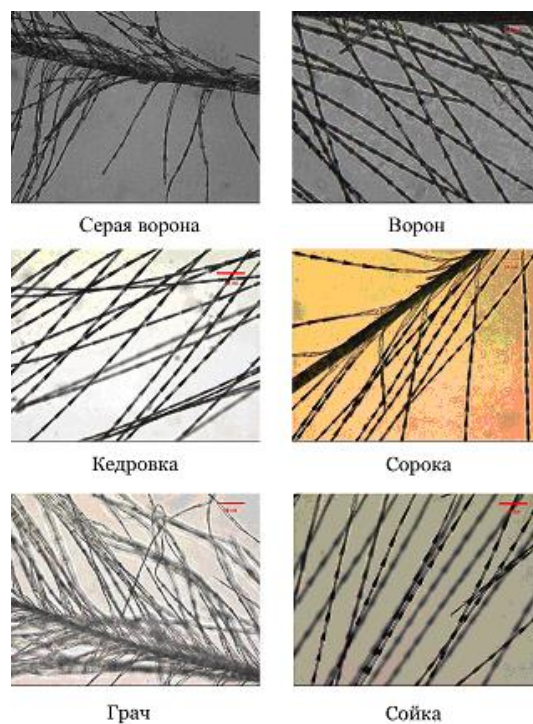


Рисунок 17. Лучи пупочного пуха межлопаточного пера Врановых,
×200

Область клина расположена в медиальной части опахал по обеим сторонам стержня. Ее нижняя граница совпадает с границей, отделяющей контурную часть от пуховой части пера. Своим острым концом клин направлен к апикальной части пера (рис. 4). Снаружи области клина, выше вдоль бородки, т. е. уже в контурной части пера имеются обычные проксимальные и дистальные лучи со скрепляющей структурой (рис. 5–11). На рисунке 18 при увеличении видна разница в длине и строении контурных лучей и МЛ с удлинёнными пуховыми опахальцами. На основаниях дистальных контурных лучей имеется вентральный гребень, на опахальце — крючочки и другие отростки. Плотность расположения дистальных лучей на бородке больше, чем проксимальных.

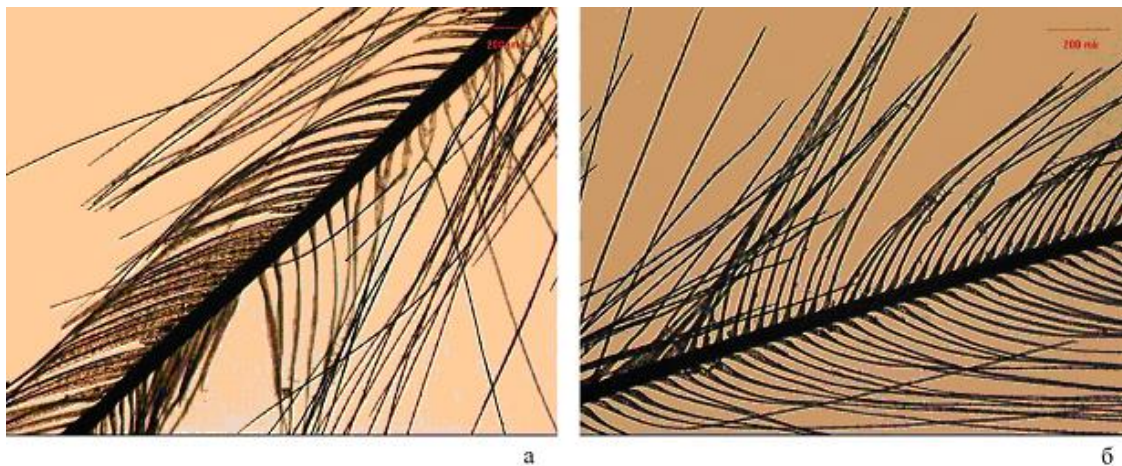


Рисунок 18. Переход от обычных контурных лучей к модифицированным лучам с удлинёнными опахальцами. Бородка из области клина, $\times 50$; а - ворона, б - серой вороны

Область клина (рис. 5–11) образована базальными и медиальными частями бородок, лучи которых не имеют сцепления. Больше того, между соседними бородками имеется расстояние, они не соприкасаются. Область клина имеет полупрозрачный вид, благодаря чему и различима невооружённым глазом. Она не только более прозрачная, но и более рыхлая. Базальные сегменты дистальных лучей короче и уже по сравнению с таковыми проксимальных. Удлинённые опахальца МЛ не только более длинные, но и более жёсткие и прямые по сравнению с опахальцами пуховых лучей типичных пуховых бородок.

У ворона МЛ с удлинёнными опахальцами более выражены на границах клина (рис. 5). У серой вороны (рис. 6), кедровки (рис. 7), галки (рис. 8), грача (рис. 9), сойки (рис. 10) и сороки (рис. 11) МЛ равномерно заполняют всю область клина.

Структура клина имеется не только на межлопаточных, но и на других покровных перьях: зоба, груди, брюха, шеи, спины и

поясницы. В гораздо меньшей степени — на перьях головы и ног. Клиньев нет на кроющих, а также на маховых и рулевых перьях. Их нет на перьях, имеющих внутреннее опахало почти полностью пуховое, а внешнее — контурное, т. е. дифференцированных вдоль стержня на пуховую и контурную части. Симметричность клина зависит от симметричности контурных и пуховых частей опахал пера.

Покровные перья спинной птерилии предназначены в основном для обеспечения теплоизоляции и противостояния механической нагрузке — предохраняют тело птицы от ушибов и порезов. Эта двойственная задача успешно решена природой: контурный, или перовой участок снабжён дополнительной специализированной теплоизоляционной структурой — клином, образованным МЛ.

Врановые птицы относятся к оседлым и зимующим видам, поэтому теплоизоляция для них особенно важна. Помимо теплоизоляционной, другой функцией этих особых пуховых структур является придание дополнительной жёсткости и плотности соответствующим частям опахал. Таким образом, клиновидная структура — пример двойственной морфологической адаптации к условиям обитания. Клин обычно выделяется по цвету на фоне других частей опахала, он контрастирует с контурной частью пера. Область клина расположена в центре контурной части пера, т. е. в той части, где она не прикрывается соседними перьями и в то же время не подвергается такому интенсивному обнашиванию, как края пера.

Наличие, отсутствие, а также особенности строения клина могут служить таксономическим признаком и указывать на птерилию, которой принадлежит перо. Структура клина определяется органолептически, следовательно, её удобно использовать для идентификации пера при отсутствии специального оборудования.

МЛ области клина, по всей вероятности, представляют собой контурные лучи (бородки второго порядка), преобразованные в пуховые. При этом между дистальными и проксимальными лучами сохранились некоторые различия — в форме и длине основания, в конфигурации узлов на удлинённых пуховых опахальцах. Удлинённые пуховые опахальца МЛ имеют более длинные и широкие междоузлия по сравнению с типичными пуховыми лучами (табл. 4). Средняя плотность узлов удлинённых пуховых опахалец МЛ исследованных видов равна 23,3 на 1 мм, что, как правило, меньше плотности узлов на других пуховых структурах.

Базальные сегменты МЛ имеют большее количество ворсинок, чем таковые типичных пуховых лучей.

Таблица 4. Сравнение основных количественных характеристик пуховых лучей пуховых бородок* разных типов

<i>Вид</i>	<i>Количественные характеристики</i>	<i>Удлинённые опахальца модифицированных лучей</i>		<i>Типичный пух</i>	<i>Пупочный пух</i>
		<i>дист.</i>	<i>прокс.</i>		
<i>Ворон</i>	<i>ρ_{узел}</i>	22	21	22,5	28
	<i>l_{межд}</i>	47	51	41	38
	<i>w_{межд}</i>	5	5	4,2	3,7
	<i>l_{узел}</i>	10	10,5	10,5	11
	<i>w_{узел}</i>	11,5	11	10	11
<i>Серая ворона</i>	<i>ρ_{узел}</i>	23	23	24	28
	<i>l_{межд}</i>	47	48	41	39,4
	<i>w_{межд}</i>	4,5	4,5	3,7	2,7

	$l_{узл}^{**}$	–	–	7,2	–
	$w_{узл}$	11	8	7,4	7
<i>Сойка</i>	$\rho_{узл}$	22,5	23	23,5	24,3
	$l_{межд}$	46	44,6	44	41
	$w_{межд}$	4,7	4,2	4,3	3,8
	$l_{узл}$	11,1	14,8	10,5	15
	$w_{узл}$	10,5	9,4	9,8	8,9
<i>Кедровка</i>	$\rho_{узл}$	23,5	23,9	27,8	28
	$l_{межд}$	41,4	42,5	37,8	36,2
	$w_{межд}$	5,0	5,5	3,8	3,5
	$l_{узл}^{**}$	–	–	12,9	–
	$w_{узл}$	8,9	8,9	7,5	7,2
<i>Галка</i>	$\rho_{узл}$	21	26	27,4	Пупочный пух отсутствует
	$l_{межд}$	46	38,6	38,7	
	$w_{межд}$	5,6	4,9	3,5	
	$l_{узл}$	10,8	6,4	8,4	
	$w_{узл}$	11,3	9,9	10	
<i>Сорока</i>	$\rho_{узл}$	27,9	26,8	34,4	30,7
	$l_{межд}$	36,4	39,5	30,8	32
	$w_{межд}$	6	5	3	3,1
	$l_{узл}^{**}$	–	–	14,3	16
	$w_{узл}$	9,7	8,5	7,5	7
<i>Грач</i>	$\rho_{узл}$	21,7	20,7	24,6	22
	$l_{межд}$	46	45	42	45
	$w_{межд}$	5,5	5,4	4,7	4,0
	$l_{узл}$	9,5	9,3	8,9	6,0
	$w_{узл}$	9,1	8,7	7,6	6,2

Условные обозначения:

$\rho_{\text{узн}}$	-	среднее количество узлов (плотность) на 1 мм луча;
$l_{\text{межд}}$	—	длина междоузлия, мк;
$w_{\text{межд}}$	—	ширина междоузлия, мк;
$l_{\text{узн}}$	—	длина узла, мк;
$w_{\text{узн}}$	—	ширина узла, мк.

Примечания. *Приведены измерения, сделанные по 110 лучам (примерно по 15 лучам каждого вида).

** На некоторых лучах длину узла невозможно измерить, так как нет четкой границы между междоузлием и узлом.

Таким образом, в перьях исследованных видов нами обнаружены пуховые структуры трёх типов:

- типичные пуховые лучи базальных частей опахал пера (рис. 12, 13, 15);
- пуховые лучи бородок пупочного пуха (рис. 17);
- модифицированные пуховые лучи с удлинёнными опахальцами (рис. 16, 18).
- На бородке, расположенной в области клина, имеются лучи (бородки второго порядка) разных типов:
 - базальные, часто без опахалец, лежат непосредственно около стержня (подопахальцевая зона бородки);
 - в медиальной части — МЛ с удлинёнными пуховыми опахальцами;
 - типичные контурные проксимальные и дистальные лучи в апикальной части бородки.

Пристержневые части бородок. Обычно в пуховых частях опахал исследованных перьев под областью клина по обеим сторонам

стержня просматривается просвечивающая структура в виде «дорожек», образованная базальными частями бородок (подпахальцевая зона бородки) (рис. 4, табл. 5). «Дорожки» проходят через пуховые части опахал и доходят до очина пера. Лучи на этих участках не скрепляют соседние бородки, так как находятся на некотором расстоянии друг от друга. Опахальца дистальных лучей в этой области, как правило, загнуты по направлению к несущей их бородке. «Дорожки» наиболее выражены у ворона и серой вороны.

Таблица 5. Морфометрия пристержневых участков бородок («дорожек») межлопаточных перьев*

<i>Вид</i>	<i>Количественные характеристики</i>	<i>Основания (базальные клетки)</i>		<i>Наличие опахалец на лучах</i>
		<i>проксим. лучей</i>	<i>дистальн. лучей</i>	
<i>Ворон</i>	k_B	2–3	3–4, редко 5	Немногочисленные
	$l_{осн}$	215	160	
<i>Серая ворона</i>	k_B	2–3	3–4	Имеются
	$l_{осн}$	190	140	
<i>Сойка</i>	k_B	6–7	4–5	Имеются
	$l_{осн}$	180	120	
<i>Кедровка</i>	k_B	5–6	4–5	Немногочисленные
	$l_{осн}$	185	105	
<i>Галка</i>	k_B	5–6	5–6	В основном имеются
	$l_{осн}$	185	100	
<i>Сорока</i>	k_B	3–4	3–4	В основном имеются
	$l_{осн}$	150	90	
<i>Грач</i>	k_B	5–6	4–5	Имеются

	$l_{\text{осн}}$	200	120	
--	------------------	-----	-----	--

Условные обозначения: $k_{\text{в}}$ — количество ворсинок на основании луча;

$l_{\text{осн}}$ — длина основания луча, мк.

Примечание. *Приведены средние значения измерений, сделанных по 70 лучам из области базальнее клина, примерно по 10 лучам каждого вида птиц.

Стержневые лучи. В контурных и пуховых частях опахал, между основаниями боронок, вдоль всего стержня по обеим его сторонам, непосредственно от стержня отходят ряды лучей (рис. 19, табл. 6).

Таблица 6. Морфометрия структур стержневых лучей («щёточек») межлопаточных перьев

<i>Вид</i>	<i>Опахало</i>	<i>Длина «щёточки»*, мм</i>	<i>Количество лучей в «щёточке»*</i>	<i>Наличие опахалец на лучах</i>
<i>Ворон</i>	оба	0,5	17–18	почти нет
<i>Серая ворона</i>	оба	0,6	17–20	есть
<i>Сойка</i>	внутр.	0,36	16	есть
	наруж.	0,65	24	
<i>Кедровка</i>	внутр.	0,43	18	есть
	наруж.	0,68	24	
<i>Галка</i>	внутр.	0,4	17	мало
	наруж.	0,63	21	
<i>Сорока</i>	внутр.	0,7	20	мало
	наруж.	0,75	24	
<i>Грач</i>	внутр.	0,5	13	есть

	наруж.	0,35	14	
--	--------	------	----	--

Примечание. *Измерения проводились в медиальной части пера для стержневых лучей, расположенных в области клина. Приведены средние значения измерений, сделанных по 40 «щёточкам» из области клина (примерно по 6 «щёточкам» каждого вида птиц).

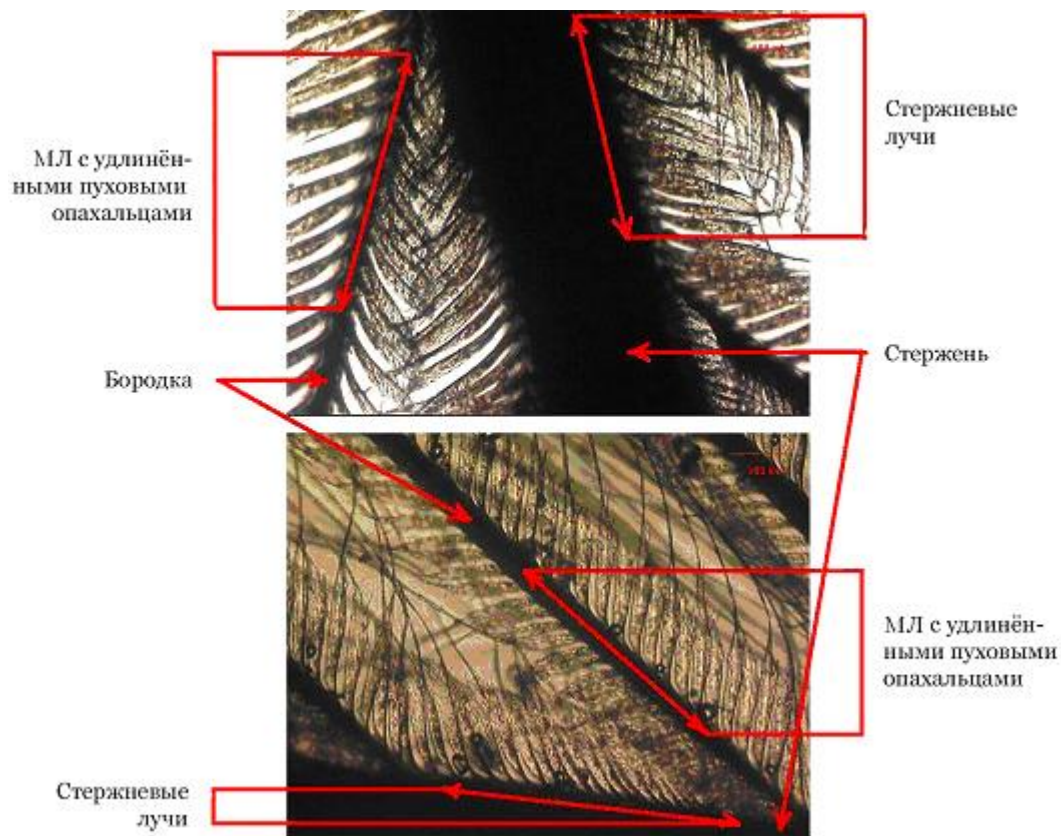


Рисунок 19. Стержневые лучи межлопаточных перьев ворона (сверху) серой вороны (снизу), $\times 100$

Ряды эти имеют форму щёточки и тянутся от основания одной бородки к основанию соседней. В более апикальных контурных частях опахал основания стержневых лучей становятся короче, появляются опахальца, а затем и сцепление: дистальные лучи ближайших бородок цепляются крючочками за эти опахальца, однако

сцепление получается «мягким». На данных участках, т. е. выше клина, стержневые лучи имеют узкие основания и недлинные опахальца. Опахальца внутри клина на стержневых лучах часто как будто обломаны. Обычно стержневые лучи плотно прилегают друг к другу широкими основаниями. Как правило, основания стержневых лучей теснее сомкнуты со стороны внутреннего опахала. Форма и размеры базальных клеток стержневых лучей в целом сходны с таковыми проксимальных лучей в пристержневой области бородки. У сойки, кедровки, галки и сороки, по сравнению с вороном и серой вороной, в исследованных перьях на внутреннем опахале длина «щёточек» меньше, они образованы меньшим количеством стержневых лучей.

В контурной части опахал, в области над клином также имеются количественные вариации в структурах у разных видов (табл. 7).

Таблица 7. Морфометрия структур контурной части межлопаточных перьев

<i>Вид</i>	<i>Количественные характеристики</i>	<i>Апикальная часть</i>		<i>Медиальная часть</i>			<i>Базальная часть</i>
		<i>внут.</i>	<i>наруж.</i>	<i>внут.</i>	<i>наруж.</i>	<i>внут.</i>	<i>наруж.</i>
		<i>опахало</i>	<i>опахало</i>	<i>опахало</i>	<i>опахало</i>	<i>опахало</i>	<i>опахало</i>
<i>Ворон</i>	ρ_6	12	12	15	14	17	13,5
	s_6	773	804	718	760	650	764
	h_6	290	311	489	540	483	564
	α_6	22	23	43	45	48	48
<i>Серая ворона</i>	ρ_6	15,3	14,7	16	16	16	16
	s_6	628	622	592	575	641	626

	h_6	200	208	262	292	336	354
	α_6	19	20	26	31	32	35
<i>Сойка</i>	ρ_6	14	19	12	19	15	22
	s_6	677	530	708	470	735	425
	h_6	298	268	381	345	451	360
	α_6	26	30	33	47	39	58
<i>Кедровка</i>	ρ_6	15	19	11	19	11	19
	s_6	743	588	794	549	766	490
	h_6	341	305	519	450	503	381
	α_6	27	31	41	55	40	51
<i>Галка</i>	ρ_6	15	15	18	21	16	23
	s_6	617	629	625	491	577	434
	h_6	211	211	349	312	355	260
	α_6	20	20	34	39	38	37
<i>Сорока</i>	ρ_6	12	12	15	15	13	15
	s_6	823	815	681	688	728	727
	h_6	318	303	404	405	354	369
	α_6	23	22	36	36	29	31
<i>Грач</i>	ρ_6	14,5	17	15	21	16	24
	s_6	645	509	602	449	563	378
	h_6	309	239	377	300	297	248
	α_6	29	28	39	42	32	41

Условные обозначения:

ρ_6 — среднее количество бородок (плотность) на 1 см длины стержня;

s_6 — расстояние между бородками по стержню, мк;

h_6 — кратчайшее расстояние между бородками, мк;

α_6 — угол между бородкой и стержнем, град.

Часть II

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЕРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЬЕВ ПТИЦ

Общий обзор методов идентификации пера

Методы идентификации фрагментов перьев принципиально отличаются от определения живых птиц в полевых условиях или целых тушек мертвых птиц. На уровне анатомии и световой микроскопии диагностика принадлежности исследуемого пера к определенному таксону (отряду, иногда семейству или виду) основывается как на морфологических признаках, так и на морфометрии. Различают 4 основных методических подхода к идентификации фрагментов пера (здесь и далее — цит. по: Чернова и др., 2006).

1. Сравнение образца с эталонной коллекцией птиц: например, иногда бывает достаточно отметить характерную винно-розовую окраску грудных перьев, чтобы отнести их к самцу зяблика. Этот метод широко применяется профессиональными орнитологами, однако при наличии только разрозненных перьев им трудно воспользоваться даже, если доступен богатый коллекционный материал.

2. Этот метод основывается на фундаментальных морфологических работах: микроскопически изучаются бородки I, лучи (бородки II) нижних отделов пуховой части контурного пера. Этим методом широко пользуются российские судебные эксперты, специалисты американской школы, израильские и нидерландские ученые. Он основан на полиморфности и видоспецифичности строения кутикулярных

чешуй, покрывающих (точнее, обертывающих) стержень лучей (бородок II), в комплексе с другими показателями. С помощью световой микроскопии разработана принципиальная схема диагностики перьев на уровне отрядов, а в некоторых отрядах — и видов. Для видов домашней птицы, наиболее часто служащих объектами биологической экспертизы, также используются характерные черты микроструктуры перьев. Важным этапом развития идентификации перьев по микроструктуре является создание специальной компьютерной программы «BRIS» в форме CD, версия для Windows и версия для Macintosh (Prast et al., 1996).

3. Биохимический метод. В его основе лежит химическое изучение кератинов, экстрагированных из пера. Образцы подвергаются электрофорезу, и полученные профили кератинов сравнивают с базой данных по эталонным видоспецифичным профилям. Состав смеси белков, образующих кератины перьев, варьирует у разных таксонов и может использоваться для идентификации.

4. В последнее время применяют идентификацию ДНК, выделяемую из образцов тканей, крови и перьев, а также другие генетические методы, позволяющие определять видовую принадлежность образца. Надо отметить, что этот дорогостоящий метод требует специального оборудования, реактивов, специалистов высокой квалификации и доступа к международным генетическим базам данных.

Предпринимаются попытки разделения пера на составные части при помощи ультразвука, фермента (трипсина) и различных химических реагентов (фенол, метанол, бисульфит натрия).

Для изучения перьев в световом и электронном просвечивающем и сканирующем микроскопах разработаны методы препаративной техники:

- Для изучения перьев в световой микроскопии их отмывают в растворе мыла (или мягкого шампуня), помещают на предметное стекло в растворе ксилола (в нем бородки не слипаются и просветляются). Кутикулу можно изучать на отпечатках бородок I на зафиксированных, но неэкспонированных фотопластинках или на отпечатках на поливинилацетате. Сердцевину бородок I изучают в воде или ксилоле, предварительно прогрев препарат на спиртовке или воздействуя на него 10–15% раствором едкого натра для удаления воздуха. Корковый слой, как правило, хорошо различим на препаратах, занимает примерно 50% толщины стержня и в окрашенных перьях содержит диффузный пигмент.

- Для получения поперечных срезов бородок их можно заливать нитроцеллюлозой, так как при заливке в парафин, бородки скорее ломаются, чем режутся. Заливка в нитроцеллюлозу позволяет получать срезы толщиной 20 мкм. На поперечных срезах хорошо различимы клетки коркового слоя, пигментные гранулы и сердцевина.

- Для предотвращения различных деформаций структур пера и получения наиболее достоверных изображений, как всего опахала, так и его структур можно экспонировать изображение «висячего» пера, закрепленного очинком на фотобумагу. Закрепленное перо помещается на столик фото-микронасадки (ФМН-2), которая переводится на режим зеркального экранирования. Изображение на экране регулируется в

отношении резкости, после чего прибор отключается и экран заменяется фотобумагой. После экспозиции фотобумага обрабатывается обычным способом. Полученное изображение — негативное: светлые структуры на тёмном фоне (Ильичёв, 1963).

- Предпринимаются попытки расчленения боронок на слои с помощью энзимов и химикатов с целью изучения в просвечивающем электронном микроскопе. Бородки выдерживают два часа при 100°C в 50% водном растворе фенола, затем их промывают в тёплой воде и подвергают воздействию трипсина при pH 9 в течение 24 ч. Кератин расслаивается и легко разбивается на фрагменты (складчатые двойные мембраны, трубки с продольной исчерченностью и мембраны, покрытые многочисленными уплощенными мешочками в виде рожков, или мембраны с коническими выростами) при встряхивании в воде. Сходную картину можно наблюдать после воздействия на бородку 1% раствором бисульфита натрия (Na_2S) при 50°C.

- Перо можно частично растворить в смеси 50% метанола и 1% раствора бисульфита натрия (Na_2S) в течение нескольких часов с последующим ополаскиванием в горячем 50% метаноле.

- В литературе описаны различные способы препаративной подготовки перьев для изучения в СЭМ:

- Перья или их фрагменты отмывают от загрязнения в Triton-X-100 в течение двух часов. Затем ополаскивают в дистиллированной воде и проводят по возрастающим спиртам (50°, 70°, 96°, 100°) по 15 мин. в каждом из них. После этого в 100° спирт добавляют одну

каплю гекса-метил-ди-салазана (Hexa-Methyl Di Salazan — HMDS) и выдерживают перья в течение 30 мин. Затем перья высушивают на воздухе до исчезновения характерного запаха. Доказано, что этот метод препятствует деформации кутикулярных чешуек пера, и в СЭМ получается более достоверное графическое изображение. Такая обработка вполне пригодна и для изучения перьев в световом микроскопе.

- Перья очищают от посторонних тел и загрязнителей путем выдувания их сжатым воздухом, дважды отмывают в тёплом растворе мягкого мыла, или шампуня, затем — в нескольких порциях теплой воды, высушивают сжатым воздухом. Сухие перья дважды отмывают в этиловом спирте и опять сушат. Градация спиртового раствора (70°, 80°, 90°, 95°, 100°) значения не имеет.

- Используют ультразвуковую очистку перьев, но при ней структуры пера повреждаются, и этот метод не рекомендован к применению.

После очистки тем или иным методом, препараты фрагментов перьев подготавливаются для просмотра в СЭМ с помощью стандартных методов лиофильной сушки и напыления золотом, при увеличениях и напряжениях, свойственных используемому типу микроскопа.

Биологическая экспертиза перьевого материала в ИПЭЭ РАН

За последние годы в ИПЭЭ РАН активно развивается направление диагностики и идентификации видов птиц по перу, которое состоит из четырёх основных направлений:

- Макроморфологическое исследование — визуальное сопоставление с эталонными базами данных перьев и их фрагментов, оставшихся после столкновений с ЛА. Оно предпринимается при наличии репрезентативного материала по останкам.
- Микроморфологическое исследование — анализ микроструктуры и архитектоники пера; осуществимо при наличии фрагментов пера.
 - Кластерный анализ структуры пера.
 - Метод идентификации вида по ДНК — используется при наличии только костно-перьевых частиц, тканей и следов крови.

В помощь авиационным служащим, а также всем желающим определить вид птицы по костно-перьевым останкам нами разработано методическое пособие по подготовке и пересылке биологического материала (см. Приложение I).

Сбор материала и подготовка перьевых коллекций

Для отбора перьев используют трупы птиц, погибших при разных обстоятельствах: столкновениях с ЛА и автомобилями, под линиями ЛЭП и т. д., используют отдельно найденные дефинитивные перья, а также перьевые сборы охотников и егерей. Перьевой материал собирают также в местах, где хищные птицы ощипывают свои жертвы. На основе этих сборов создают эталонные базы данных

макро- и микроструктур дефинитивного пера. Составляют также базу данных по перьевым фрагментам птиц, оставшихся после столкновений с ЛА. В Лаборатории экологии и управления поведением птиц ИПЭЭ РАН коллекционные перьевые сборы включают контурные (покровные и кроющие) перья птиц (см. фотогалерею).

Перья берут непосредственно с трупа птицы или вначале с него снимают шкурку, а потом берут перья и отделяют правое крыло. Шкурка вместе с головой и лапами, предварительно обработанная мышьяком или зуланом, хранится отдельно. Необработанные шкурки содержат в морозильной камере холодильника. Оставшиеся на шкурке перья используют для микроструктурных исследований.

Перья отбирают в количестве 3–20 штук со следующих участков тела птицы: лба, темени, затылка, уха (покровные перья), шеи (верхняя и нижняя части), ноздрей, челюстной и межчелюстной птерилии, грудины, брюха, хвоста (рулевые), нижние и верхние кроющие хвоста, с бедра, голени, межлопаточные, плечевые, с крестца. Отдельно отбираются перья крыла: маховые и кроющие крылышка, запястное (карпальное) маховое и/или его кроющее; большие верхние кроющие первостепенных маховых; средние верхние кроющие первостепенных маховых; верхние кроющие кисти; большие нижние кроющие первостепенных маховых; средние нижние кроющие первостепенных маховых; нижние кроющие кисти; большие верхние кроющие второстепенных маховых; средние верхние кроющие второстепенных маховых; малые верхние кроющие второстепенных маховых; верхние кроющие передней летательной перепонки; верхние маргинальные кроющие; большие нижние кроющие второстепенных маховых; средние нижние кроющие

второстепенных маховых; малые нижние кроющие второстепенных маховых; нижние кроющие передней летательной перепонки; нижние маргинальные кроющие; кроющие задней летательной перепонки; пекторальные (грудные); ПМ, ВМ и ТМ.

Для перьевого коллекция разбирают обычно наиболее сохранившееся крыло (в случае хорошей сохранности обоих крыльев — левое), а правое крыло помещают в коллекционный сбор полностью. Берут все маховые и рулевые перья, присваивая индивидуальные номера каждому из них. Перья раскладывают рядами на листе бумаги форматом А4 или А3. Очин каждого пера аккуратно прикрепляют с помощью прозрачного скотча, не допуская повреждения опахал. Мелкие перья кладут в целлофановые пакеты. Подписывают птерилии и/или указывают названия перьев. Каждый лист этикетировать: вид птицы, пол и возраст по возможности, место обнаружения, фамилии нашедшего птицу и коллектора. На обороте листа помечают количество перьев в птерилиях и общее число перьев, взятых от данной особи. Готовые коллекционные листы сканируют и заносят в компьютерную эталонную базу данных. Сканирование и микрофотографирование перьев проводится с дорзальной стороны. Затем листы вкладывают в прозрачные файлы и подшивают в папки.

Таким образом, на электронном носителе хранятся цветные изображения перьев исследованных видов Врановых (см. фотогалерею), а также данные по количеству перьев каждой особи, числу видов и особей коллекции (табл. 8). В Музее Природы Центральной России (МПЦР) на биологической станции «Малинки» ИПЭЭ РАН есть два чучела серой вороны и одно — кедровки (см. фотогалерею).

Таблица 8. Коллекции перьев Врановых ИПЭЭ РАН

<i>Вид</i>	<i>Количество особей</i>	<i>Общее количество перьев</i>
<i>Сорока</i>	3	670
<i>Кедровка</i>	4	1000
<i>Галка</i>	2	480
<i>Грач</i>	5	910
<i>Серая ворона</i>	8	3200
<i>Ворон</i>	2	570
<i>Сойка</i>	4	1100

Методы светооптической и электронной сканирующей микроскопии (СЭМ)

Перед микроструктурным анализом перья препарируют (см. выше).

Тотальные препараты изучают при различных увеличениях ($\times 25$ – $\times 400$) с помощью тринокуляра «Leica DMLS» с цифровой видеокамерой (Германия) с использованием окуляра $\times 10$ и объективов $\times 2,5$; $\times 10$; $\times 20$; $\times 40$; и фотографируют. Измерения проводят на изображениях с помощью программы Leica QWin. Кроме того, микроскопирование фрагментов контурных перьев проводят под световым микроскопом «Ампливал» (VEB Carl Zeiss, Jena), с использованием окуляра $\times 10$ и объективов $\times 10$; $\times 40$; $\times 63$. Далее будет указываться только суммарное увеличение, например, $\times 400$ — был использован окуляр $\times 10$ и объектив $\times 40$. Микрофотографии изготавливают однотипно по определенной схеме: сердцевина бородки I плотно опахала; крючки лучей (бородок II) плотно опахала; общий вид лучей (бородок II) пуховой части пера; детали

строения при большем увеличении. Изучают детали строения этих структур при укрупнении масштаба с помощью компьютерной техники.

Микрофотографии дают представление о строении сердцевины и кутикулы перьев, характере распределения узлов и междоузлий на лучах (бородках II) пуховой части пера, конфигурации и пигментации узлов, а также форме крючочков.

Исследования с помощью СЭМ проводили по стандартным методикам, указанным выше. Электронограммы также снимали в определенном порядке: поперечный срез бородки I и в некоторых случаях стержня пера; сердцевина стержня и бородки I на поперечном срезе; то же на продольном срезе; поверхностный рельеф кутикулярных клеток бородок I; далее — лучи (бородки II) пуховой части контурного пера при разных увеличениях.

Биометрический метод исследования пера

Перо является объектом как макро-, так и микроструктурных биометрических измерений (см. подробнее в: Чернова и др., 2006). Надо отметить, что чётких сравнительных критериев промеров микроструктур пера до сих пор не разработано, вот почему морфология архитектоники пера ограничивается лишь сравнительным анализом набора признаков, поддающихся стандартному описанию.

В работе Т. А. Шарафутдиновой и В. А. Валуева (2009) была предпринята попытка найти характерные биометрические данные по перьям Врановых видов птиц, которые могли бы служить для дифференциации этих видов по единичным ПМ. Были предложены следующие промеры: длина стержня, длина очина; длина наружного и

внутреннего опахал; максимальная кривизна стержня в горизонтальной плоскости; максимальная ширина наружного и внутреннего опахал. В дополнение к промерам — соотношения: длины очина к длине стержня; длины наружного опахала к длине внутреннего; максимальной кривизны к длине стержня; длины внутреннего опахала к длине стержня. Промеры делались вручную, измерения длин стержня и опахал выполнялись по прямой линии. В результате оказалось, что по этим данным невозможно дифференцировать грача, серую и чёрную ворон, т. е. птиц примерно одинаковых по размеру.

Исследование перьевого материала с помощью методов анализа многомерных данных

Сотрудники Лаборатории экологии и управления поведением птиц ИПЭЭ РАН и Научно-исследовательского центра распознавания образов (НИЦ РО) впервые применили методы анализа многомерных данных для создания автоматического идентификатора по перу и его фрагментам (Силаева, Вараксин, Ильичёв, 2010; Силаева, Вараксин, Ильичёв, 2011; Вараксин, Силаева, Ильичёв, в печати). В перспективе данное исследование послужит основой для создания электронного определителя с автоматической идентификацией вида птицы при наличии, по крайней мере, одного целого пера или его микрофрагментов².

В нашем случае объект, т. е. полное перо птицы (макрофрагмент) или его элементы (микрофрагмент), описывается

² В экспертных исследованиях использованы Врановые птицы преимущественно из Республики Башкортостан, г. Москвы и Подмосковья.

цифровыми признаками. Для подготовки данных в настоящее время мы используем промеры, сделанные в программах PteroMetr2 beta и PteroMetr1 beta2. Программы разработаны сотрудником ИПЭЭ РАН В.А. Никулиным.

Экспертиза целого пера

Из эталонной базы данных макроструктуры пера были выбраны четыре дигитальные первостепенные маховые, т. е. со 2 по 5 перо (рис. 2). По каждому перу было сделано 3 измерения (рис. 20).



Рисунок 20. Промеры пера для малой обучающей выборки

Перья, принадлежавшие 18 особям 7 видам птиц (рис. 21), положили начало обучающей выборке (выборка I), необходимой для синтеза идентификационного набора признаков. Таким образом, каждый вид характеризовался 12 признаками-измерениями. Используя методы кластерного анализа, специалисты НИЦ РО провели исследование, целью которого была оценка возможности отделения одной группы

объектов от другой. В данном случае под объектом подразумевался вид птицы.

При проектировании из 12-мерного пространства на двумерную плоскость, необходимо было подобрать такие проекции, при которых кластер, описывающий конкретный вид птицы в виде признаков, группируется и отделяется от всех остальных кластеров. Если существует такая проекция, то поставленная задача решена, т. е. тогда каждый вид идентифицируется выбранным набором признаков. При различных проекциях кластеры могут пересекаться. Однако, если хотя бы в одной проекции кластер отделяется от других, то информации для таксономической идентификации вида достаточно. В данном случае это получилось. В 12-мерном пространстве было найдено такое проективное преобразование на двухмерную плоскость, при котором внутриклассовое расстояние одного вида было минимальным, а межклассовое — максимальным. С помощью дискриминантного анализа был найден набор прямых, которые вполне чётко отделили один вид птицы от другого на двухмерной плоскости (рис. 21).

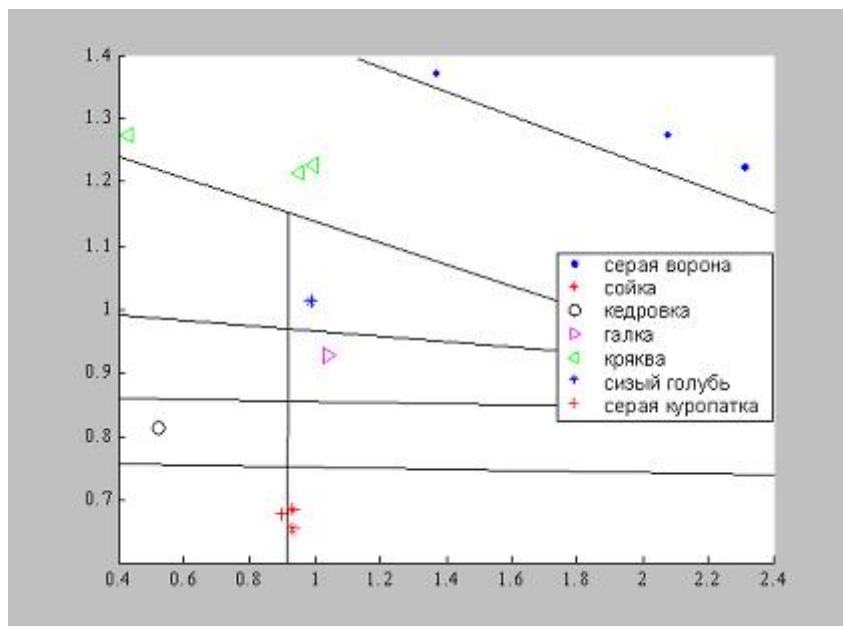


Рисунок 21. Визуализация результатов

дискриминатного анализа на макропризнаках для
обучающей выборки I

В дальнейшем была взята большая выборка (выборка II), она состояла из 80 особей, 31 вида и 14 семейств и двух отрядов. По каждому сканированному изображению пера было сделано уже 12 измерений, которые проводились в миллиметрах (рис. 22). Номера измерений соответствуют номерам признаков, например: 1. Длина ствола — P1, 2. Длина очина — P2 и так далее (рис. 22, табл. 9–10).



Рисунок 22. Промеры пера для обучающей выборки II

Таким образом, каждый вид характеризовался 48 признаками-промерами, по 12 признаков на каждое перо. При

отсутствии пуховой части опакала её длина принимается равной 0,001 мм, чтобы не обнулять всю цепочку данных.

Следующим этапом исследования было определение **информативности** признаков-промеров и их **корреляции** между собой. Известно, что если признаки информативны, но коррелированные, то использование их в системе идентификации малоэффективно. Под информативностью признака понимается его способность принимать одни величины на объектах одного класса и совершенно другие на объектах других классов. Расчет информативности h признака $\mathbf{x} = \{x_i\}$ осуществлялся на основе использования следующей формулы:

$$h = \frac{\sum_{k=1}^K n_k (\bar{x}_k - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}, \quad (1)$$

где \bar{x}_k, \bar{x} – средние значения выборки k -го класса и всей выборки соответственно, где n_k – количество элементов ОБ k -го класса распознавания, а N – размерность исходного признакового пространства.

По всем четырём исследованным перьям и 48 признакам-промерам был проведён анализ информативности и корреляции. Большинство признаков показало высокую информативность от 0,59 до 0,84 единиц. Исключением стал третий признак, а именно длина пуховой части внутреннего опакала (рис. 23, табл. 9), но именно у него оказалась самая низкая корреляция.

Таблица 9. Информативность признаков

Перо	Признаки											
	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>	<i>P6</i>	<i>P7</i>	<i>P8</i>	<i>P9</i>	<i>P10</i>	<i>P11</i>	<i>P12</i>
ПМ2	0,769	0,757	0,146	0,594	0,768	0,775	0,739	0,788	0,756	0,642	0,621	0,639
ПМ3	0,812	0,782	0,399	0,716	0,813	0,805	0,746	0,797	0,713	0,663	0,528	0,419
ПМ4	0,829	0,795	0,435	0,659	0,832	0,825	0,739	0,829	0,717	0,731	0,456	0,698
ПМ5	0,840	0,807	0,406	0,692	0,842	0,844	0,768	0,818	0,733	0,726	0,432	0,651

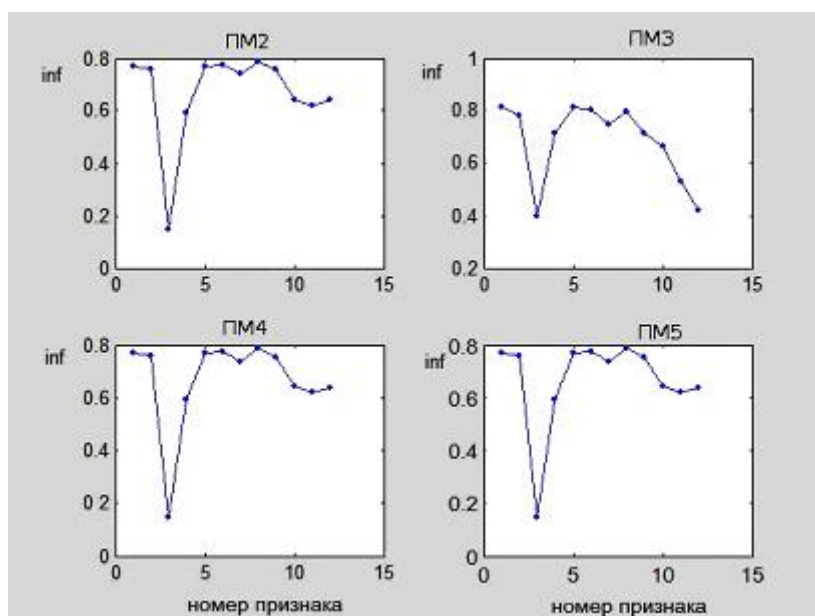


Рисунок 23. Информативность признаков для четырёх перьев

Признак *P3* наименее информативен у всех четырёх ПМ и изменяется в диапазоне от 0,1457 до 0,4059. Информативность признака *P3* для ПМ2 минимальна. При этом коэффициент корреляции между признаком *P1* и *P3* наименьший — 0,1923 (табл. 9). Низкая информативность данного признака связана, возможно, с тем, что длина пуховой части внутреннего опахала колеблется в больших

пределах. Причём в ПМ2 длина пуховой части наименьшая³. Однако признаки с наибольшей информативностью оказались наиболее коррелированы между собой. В таблице 10 приведена корреляция всех признаков между собой для одного пера. Данные таблицы симметричны, поэтому заполнена лишь одна её часть.

Таблица 10. Корреляция признаков для ПМ2

	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>	<i>P6</i>	<i>P7</i>	<i>P8</i>	<i>P9</i>	<i>P10</i>	<i>P11</i>	<i>P12</i>
<i>P1</i>	1,000											
<i>P2</i>	0,987	1,000										
<i>P3</i>	-0,192	-0,238	1,000									
<i>P4</i>	0,871	0,875	-0,241	1,000								
<i>P5</i>	0,999	0,983	-0,195	0,869	1,000							
<i>P6</i>	0,997	0,979	-0,184	0,842	0,998	1,000						
<i>P7</i>	0,981	0,981	-0,210	0,873	0,979	0,974	1,000					
<i>P8</i>	0,958	0,950	-0,209	0,842	0,957	0,954	0,961	1,000				
<i>P9</i>	0,969	0,966	-0,217	0,840	0,968	0,965	0,979	0,956	1,000			
<i>P10</i>	0,906	0,917	-0,234	0,839	0,902	0,894	0,914	0,866	0,878	1,000		
<i>P11</i>	0,815	0,837	-0,263	0,710	0,812	0,808	0,829	0,827	0,839	0,870	1,000	
<i>P12</i>	0,899	0,914	-0,246	0,833	0,895	0,888	0,906	0,841	0,866	0,947	0,833	1,000

Высокая корреляция, как уже было сказано, мешает использованию признака в системах идентификации. Эффективная кластеризация и оптимизация пространства признаков требует использования самых информативных и слабо коррелированных признаков.

³ Полученные результаты свидетельствуют о том, что достаточно одного из четырех исследованных ПМ для идентификации таксона птицы.

На основе данной выборки также была сделана попытка найти уже в 48-мерном пространстве проективное преобразование на двухмерную плоскость, при котором внутриклассовое расстояние одного вида было минимальным, а межклассовое — максимальным. Семейство Врановых из выборки II (рис. 24, маркёр для Врановых — *) демонстрирует 2–3 плотных кластера во всех исследованных перьях.

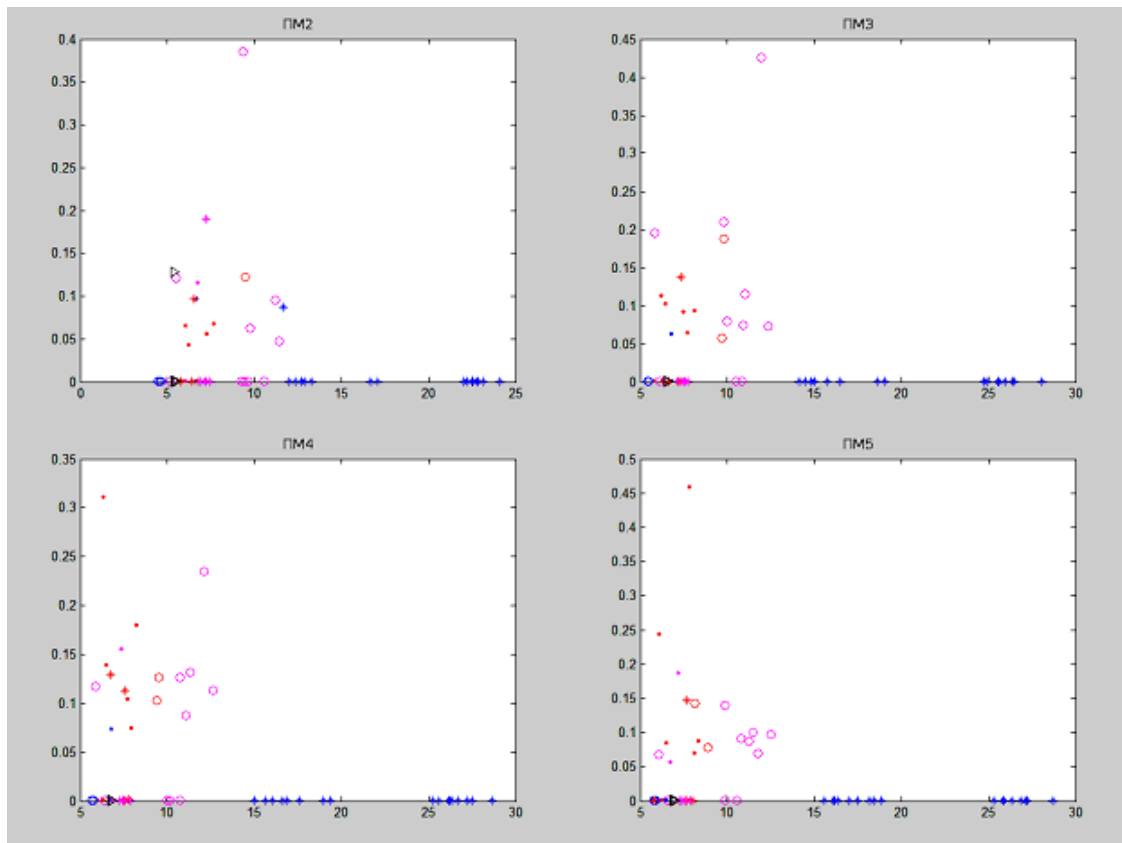


Рисунок 24. Визуализация признаков на двухмерной плоскости в пространстве $P1|P3$ при обучающей выборке II для всех четырёх перьев

Семейство Врановых, состоящее из наибольшего количества особей (25 особей 6 видов), сильно разнящихся по величине и

соответственно по размерам пера, демонстрирует 2–3 плотных кластера во всех исследованных перьях. Однако другие кластеры выявляются с трудом. Получается, что при увеличении количества видов и особей для каждого вида, появляются трудности, как в способах проектирования, так и в визуализации проективных преобразований. Однако, расширение и углубление базы данных необходимо для идентификации низших таксонов.

Нам удалось расширить обучающую выборку (выборка III) до 119 особей, 34 видов, 25 родов, 14 семейств и двух отрядов. Анализ этой выборки показал, что в зависимости от целевой установки данные выборки могут группироваться по-разному. С этой целью были предложены *методы сегментации*. Сегментация проводилась по отрядам, семействам и родам. Вначале были проведены интегральные оценки вариативности всех четырёх ПМ по 12 признакам. Интегральная оценка исследованных перьев показала, что все они очень сходны. Следовательно, идентификация можно проводить по одному перу. Наиболее вариативным по признакам-промерам во всех группах птиц оказалось второе первостепенное перо.

Отряд Воробьинообразных отделился от отряда Голубеобразных, т. е., сегментация по наиболее высоким таксонам получилась чёткой. Следует правда, отметить, что Воробьинообразные были представлены значительным количеством видов, а Голубеобразные — только одним — сизым голубем. Информативность 3-го (P3) и 11-го (P11) признаков позволила разделить вышеназванные отряды. Было показано, что эти два признака достаточно характеризуют эти отряды по каждому из перьев в отдельности. Отряды могут быть разделены и по другим признакам,

но самое большое межклассовое расстояние показала вышеназванная пара признаков. При сегментации по семействам в отряде Воробьинообразных ясно выявились семейства Врановых и Дроздовых. При сегментировании по родам были получены следующие таксоны: *Bombycilla*, *Turdus* (внутри рода рябинника), *Corvus* (распался на две группы) и *Emberiza*.

Полученные результаты позволяют предположить, что на эффективность работы алгоритмов классификации значительно влияет размер пера. Размер пера — это мультипликативная константа, с которой фактически связаны все линейные параметры пера. Одной из актуальных ещё нерешённых проблем создания классификатора по макрофрагментам пера, по крайней мере, является проблема минимизации влияния мультипликативных констант.

Дальнейшее увеличение базы данных привело к тому, что визуализация кластеров на двухмерной плоскости стала проблематичной, поэтому от кластеров мы перешли к *центроидам*⁴, которые характеризуют центр тяжести кластера. Такой переход позволил визуализировать и исследовать имеющуюся в настоящий момент обучающую выборку, однако очевидно, что её дальнейшее увеличение потребует разработки новых формальных методов идентификации на сколь угодно значительной обучающей выборке.

На основании результатов сегментации было проведено исследование распределения центроидов внутри семейств и внутри родов с целью выявления пар информативных признаков, которые бы разделяли соответствующие таксоны. С помощью программы в среде MATLAB были найдены следующие пары признаков: 1\9; 2\9; 4\9; 6\8;

⁴ Центр масс кластера.

5\8; 4\8; 2\8; 5\7; 4\7; 2\7; 4\6; 7\6; 4\5. Далее было получено распределение всех особей по родам в двумерном пространстве.

Отметим, что третий признак (P3, т.е. длина пуховой части внутреннего опахала, рис. 22) не встречается в парах и не участвует в разделении таксонов. Снова мы столкнулись с малой информативностью данного признака. Достаточно низкой информативностью отличается и четвёртый признак, близкий предыдущему (P4, т.е. длина пуховой части наружного опахала, рис. 22), однако он пять раз встречается в парах.

Итак, имеющаяся обучающая выборка показала информативные пары признаков, которые свидетельствуют о принципиальной возможности распределения интересующих нас объектов на классы в зависимости от сегментации.

Совершенно очевидно, что для распознавания низших таксонов необходима более представительная обучающая выборка, имеющая в своём составе не менее 30 особей каждого вида. Обработка такой выборки потребует использования формальных методов, которые должны быть инвариантны к мультипликативным константам.

Экспертиза микроструктурных фрагментов пера

Для выявления характерных таксономических признаков микроструктуры пуховых лучей также были применены методы анализа многомерных данных.

Были исследованы покровные межлопаточные перья Врановых птиц: серая ворона — 7 особей; ворон — 3 особи; грач — 5 особей; сорока — 2 особи; сойка — 5 особей; кедровка — 3 особи. Рассмотрено по одному перу от каждой особи. Лучи для измерений выбирали

произвольно из срединных участков типичных пуховых боронок (рис.25).



Рисунок 25. Срединный участок пуховой бородки сойки, $\times 25$

Для каждого объекта при увеличении в $\times 200$ – $\times 400$ делали по 6 промеров (рис. 26).

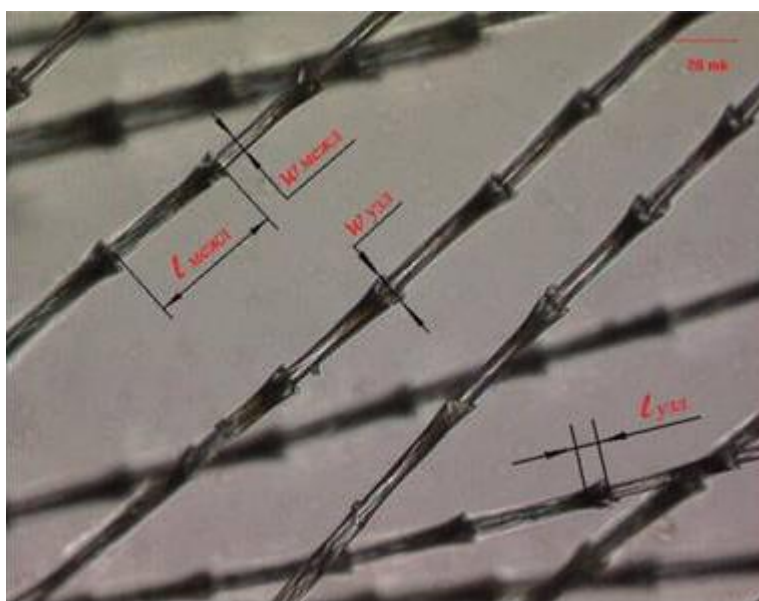


Рисунок 26. Микроструктурные промеры на примере пуховых лучей ворона

Условные обозначения:

$\rho_{\text{узел}}$	– количество узлов (плотность) на 1 мм луча;
$l_{\text{межд}}$	– длина междоузлия, мк;
$w_{\text{межд}}$	– ширина междоузлия, мк;
$l_{\text{узел}}$	– длина узла, мк;
$w_{\text{узел}}$	– ширина узла, мк;
$l_{\text{луча}}$	– длина типичного пухового луча, мм.

Проводили по 10 измерений каждого признака для каждой особи. Длину типичного пухового луча ($l_{\text{луча}}$) измеряли по 10 объектам для каждой особи при увеличении в $\times 25$, реже $\times 50$. Лучи для измерений выбирали произвольно из середины 2–3 бородок базальных пуховых частей опахал. Длину луча вычисляли суммированием длин отрезков ломаной линии, совмещённой с пуховым лучом. Измерение плотности узлов пухового луча проводилось следующим образом. Из середины луча произвольно выбирали участок для исследования и моделировали его отрезками ломаных линий. Длины отрезков ломаной линии суммировали и получали общую длину участка. Количество узлов на этом участке делили на общую длину и получали плотность узлов.

За длину междоузлия, во избежание неточностей, брали расстояние между верхними деталями (зубцами) соседних узлов, то есть длину междоузлия измеряли вкуче с одним узлом. Длину узла измеряли от начала характерного расширения междоузлия до вершины среднего зубца (рис. 26). Размеры узлов, как правило, уменьшаются по направлению к вершине луча, а междоузлия становятся тоньше и длиннее. Плотность узлов, соответственно, заметно отличается в основании бородки и на её вершине. По этой причине измерения проводили в медиальной части пухового луча.

Две трети признаков-промеров были выбраны произвольно и лишь одна треть на основании литературных данных. В работах

коллектива авторов, создателей ключевых идентификаторов, а также электронного определителя BRIS (Brom, 1986, 1991, 1992; Brom, Wattel, 1990; Prast et al., 1996,) наиболее информативными считаются плотность узлов (у нас это 1-ый признак) и длина луча (у нас это 6-ой признак). Однако лучи в перьевых останках после столкновения с воздушными судами довольно часто ломаются, поэтому последний промер не всегда надёжен. Кроме этих двух признаков мы выбрали ещё четыре перечисленные выше признака, которые в упомянутых литературных источниках почти не используются.

Обучающая выборка микроструктурных измерений на настоящий момент содержит данные по 90 особям, 35 видам, 14 семействам и 3 отрядам. Эта выборка исследована на предмет синтеза эффективных алгоритмов распознавания. Тем не менее, эта статистическая выборка недостаточно представительна, поэтому использование хорошо отработанных Байесовские методы классификации малоэффективно для установления таксономической принадлежности птицы. Данные обучающей выборки были сегментированы по видам, родам, семействам, что благодаря использованию кластерного анализа позволило выделить однородные группы с центроидами и дать численные оценки вариативности по указанным таксонам.

Оценка информативности признаков была успешно решена с использованием однофакторного дисперсионного анализа. Его результаты для обучающей выборки приведены на рисунке 27.

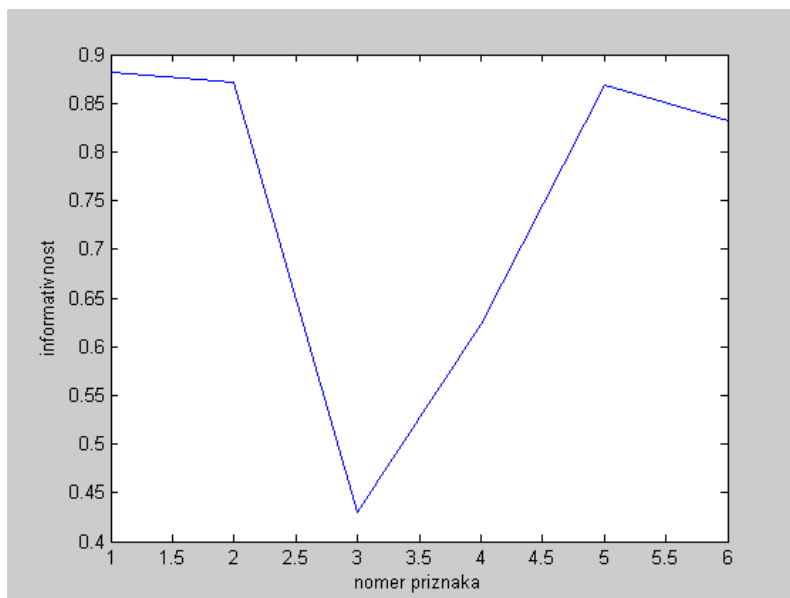


Рисунок 27. Информативность микроструктурных признаков для обучающей выборки

При этом оказалось, что некоторые высокоинформативные признаки так же коррелированы между собой. Данное обстоятельство заставило нас перейти в пространство главных компонент (Айвазян и др., 1983), где признаки информативны и не коррелированы.

Наибольшую информативность среди 6 признаков имеют длина луча, плотность узлов и ширина узла (табл. 12).

Таблица 12. Информативность микроструктурных признаков

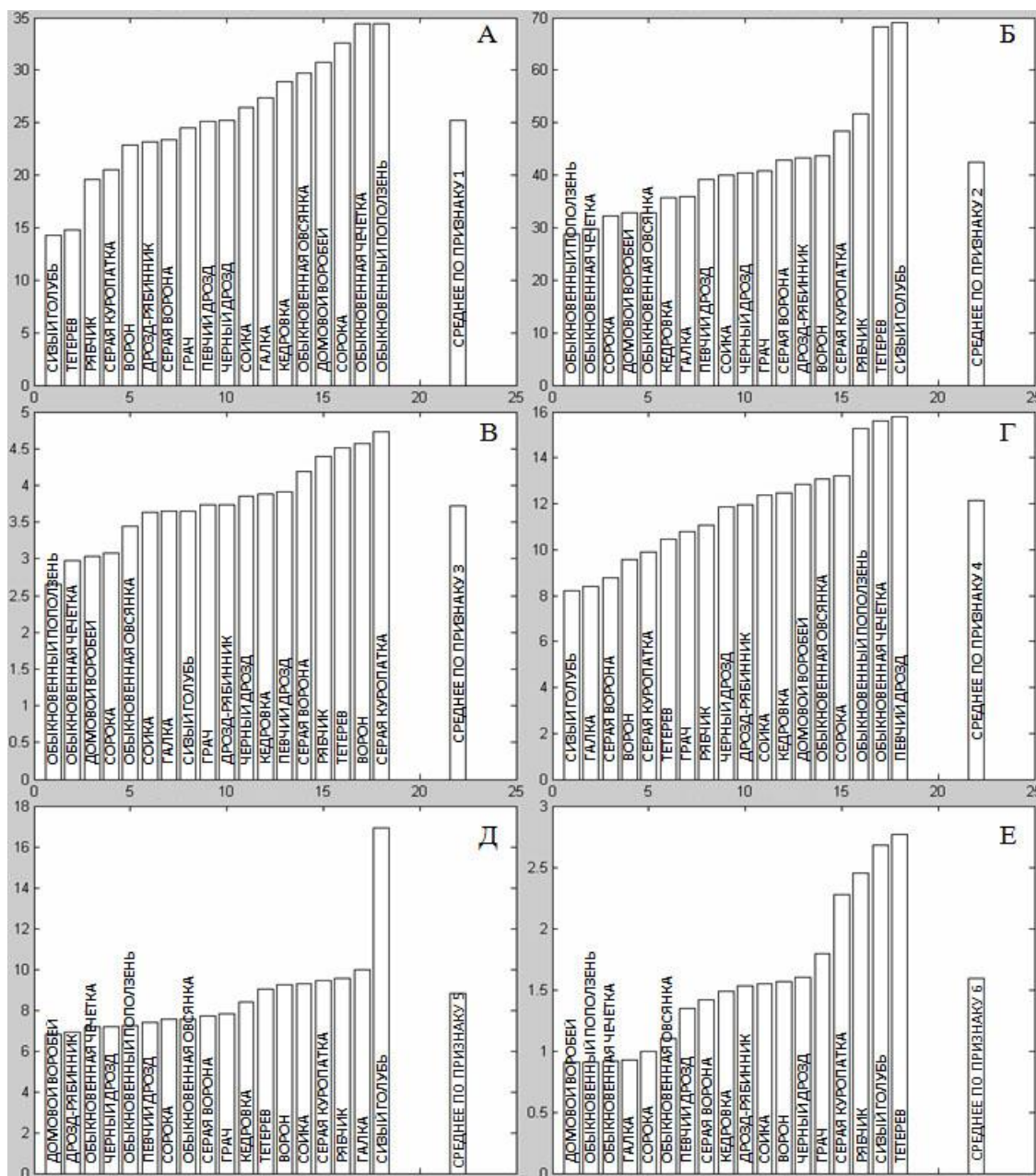
$\rho_{\text{узел}}^*$	$l_{\text{межд}}^*$	$w_{\text{межд}}^*$	$l_{\text{узел}}^*$	$w_{\text{узел}}^*$	$l_{\text{луча}}^*$
0,9250	0,8374	0,3528	0,8422	0,8866	0,9581

*Примечание. Смотри условные обозначения к рис. 26.

Полученные оценки информативности признаков показали, что все признаки обладают сравнительно высокой информативностью. Вместе с тем, наиболее информативными оказались 1-ой и 2-ой признаки. Это подтверждает широкое использование 1-го признака в традиционных идентификаторах и определителях. Вместе с тем, информативные признаки, как уже было сказано, оказались существенно между собой коррелированы. При такой сравнительно низкой информативности признаков и их высокой коррелированности, создание классификатора на основе хорошо отработанных Байесовских методов не представляется возможным. Наиболее правильным был бы подход, основанный на синтезе сложного признака, куда входили бы имеющиеся признаки пропорционально их информативности, однако такая технология нами пока не реализована.

Исследовав вариативность 1-го признака и его статистические характеристики, в качестве которых рассмотрено математическое ожидание 1-го признака, а также математические ожидания на интервалах видов (табл. 12А). Большинство видов хорошо отделяются друг от друга, их средние значения находятся на некотором расстоянии от линии математического ожидания и друг от друга. В данном случае математическое ожидание на интервале вида может быть интерпретировано как некоторое расстояние от центроида вида до линии математического ожидания всего признака. Центроиды обыкновенной чечётки и обыкновенного поползня очень близки друг к другу, а центроиды родственных видов певчего и чёрного дроздов являются, кроме того, центроидами всего кластера сформированного первым признаком (табл. 12А).

Таблица 12. Упорядоченные средние значения вариативности для шести признаков-промеров



Примечание. По шкале ординат — математическое ожидание; по шкале абсцисс — виды птиц. А — вариативность 1-го признака; Б — вариативность 2-го признака; В — вариативность 3-го признака; Г — вариативность 4-го признака; Д — вариативность 5-го признака; Е — вариативность 6-го признака.

Аналогично были сделаны оценки вариативности остальных признаков. На линии математического ожидания второго признака лежат два вида — серая ворона и дрозд-рябинник (табл. 12Б). При оценке вариативности 3-го признака обнаружились три вида, а именно, грач, дрозд-рябинник и сизый голубь, центроиды которых являются центрами тяжести всего кластера, сформированного третьим признаком. Кроме того, центроиды певчего и чёрного дроздов близки между собой (табл. 12В). Вариативность 4-го признака: центроиды двух близких видов сойки и кедровки не различимы между собой, а центроид рябинника сливается с линией математического ожидания (табл. 12Г). По вариативности 5-го признака очень близки между собой центроиды обыкновенной чечётки и обыкновенного поползня. Близкие виды серая куропатка и рябчик также плохо различимы между собой (табл. 12Д). Вариативность 6-го признака: плохо различаются между собой центроиды домового воробья, обыкновенной чечётки и обыкновенного поползня. На линии математического ожидания находятся центроиды ворона и чёрного дрозда (табл. 12Е).

В результате получаем несколько «видов-близнецов». Обыкновенная чечётка и обыкновенный поползень различимы по трём признакам, описывающим длину и ширину междуузлия, а также длину узла. Певчий и чёрный дрозды различимы также по трём признакам — длине и ширине узла, а также длине междуузлия. Остальные «виды-близнецы» оказываются различимыми по пяти признакам.

Весь комплекс признаков-промеров можно определить как систему, где каждый элемент дополняет другие элементы. Системный характер признаков позволяет распознать и такие сложные для

идентификации «виды-близнецы» как обыкновенная чечётка и обыкновенный поползень. Всего отмечено 13 трудно различимых видов. Пять видов не сливаются между собой ни в одном признаке и не являются центрами тяжести кластеров, сформированных признаками, т. е. они различимы по всем признакам и по каждому в отдельности.

* * *

Итак, для создания системы автоматической идентификации птицы функционирующей как на основе микроструктурного анализа пера, так и на основе макроструктурного анализа пера прослеживаются два пути:

- использование имеющихся признаков в качестве основы для синтеза новых составных признаков с высокой информативностью;
- создание новых признаков на основе контурного анализа пера.

Первый путь предполагает значительное усложнение технологии классификации. Что касается второго пути, то автоматизация выделения контура пера потребует создания специальной программы, к чему мы уже приступили. В настоящее время ведутся исследования, направленные на синтез составного признака, удовлетворяющего решаемой задаче определения таксономической принадлежности птицы.

Определённый интерес представляют также методы, основанные на иерархической классификации.

Одновременно идёт формирование экзаменационных выборок, на которых и будет тестироваться разработанная система электронного автоматического определителя птиц по перу и его фрагментам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение нам хотелось бы остановиться на перспективе и конкретных планах дальнейшей разработки проблемы диагностики и идентификации птиц по перу и его фрагментам. Помимо настоящего Определителя и уже выпущенного его мультимедийного аналога, предполагается продолжение серии однотипно построенных определителей для разных таксонов птиц, в первую очередь, представляющих угрозу для авиации. В следующих сериях мы продолжим работу над Воробьинообразными, но коснёмся также представителей отряда Голубеобразных, так как именно они наряду с Воробьинообразными птицами наиболее опасны для летательных аппаратов. Конечным этапом таксономической диагностики птиц по перу и его фрагментам будет создание на основе кластерного анализа автоматизированной системы — электронного определителя, охватывающего большинство самолётоопасных видов птиц. К этой цели мы и будем стремиться.

Мы хорошо представляем себе низкую техническую оснащённость орнитологических служб аэродромов, и поэтому также планируем издание этих материалов и в формате монографий-определителей на бумажном носителе.

Недочёты предлагаемого определителя очевидны. Прежде всего — это узкая избирательность объектов исследования, что связано с нашими природоохранными убеждениями, с применением гуманных, щадящих методов сбора материала: никакими высокими научными целями нельзя оправдать массовый отлов и отстрел птиц. Недостаток репрезентативного материала (ввиду отсутствия селективного отстрела) не позволил нам выявить половые и возрастные

особенности строения пера. Тем не менее, все индивидуальные характеристики особи, попавшей в нашу коллекцию, мы определяли и регистрировали. В некоторых случаях мы изучали единичное перо или только его фрагменты, что вполне приближало наше исследование к реалиям работы биологических экспертов.

Если в прикладной птерилогрфии видоспецифичные или характерные для таксонов высшего ранга черты строения пера более или менее известны, то достоверные половые, возрастные, индивидуальные, сезонные и популяционные различия его микроструктуры пока не обнаружены — для биологической экспертизы не существует индивидуальных различий в тонкой структуре пера исследуемых особей одного вида. Неэффективно и применение современных математических методов обработки морфометрических данных для индивидуального распознавания. Решение вопроса возможно лишь при обработке больших выборок, взятых для исследования, и точно индивидуализированных перьев. И это является очередной целью наших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Айвазян С. Н., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 472 с.
- Бокариус К. И. Экспертиза птичьего пуха // Практика криминалистической экспертизы. Киев, 1961. Вып. 1.
- Бордонос Т. Г., Булыга Л. П. О некоторых особенностях строения перьев и пуха домашних животных // Криминалистическая и судебная экспертиза. Киев, 1968. Вып. 5.
- Бородулина Т. Л. Строение кроющего оперения птиц в связи с их полётом // Зоол. журн. 1964. Т. 43. № 12. С. 1826–1836.
- Булыга Л. П. Судебно-биологическое исследование перьев и пуха птиц. Киев: КНИИСЭ, 1998. 37 с.
- Вараксин А. Н., Силаева О. Л., Ильичёв В. Д. Микроструктурные морфометрические признаки пера в определении таксона птицы // В мире научных открытий (в печати).
- Виноградова Н. В., Дольник В. Р., Ефремов В. Д., Паевский В. А. Определение пола и возраста воробьиных птиц фауны СССР. Справочник. М.: Наука, 1976. 189 с.
- Войткевич А. А. Перо птицы. М.: АН СССР, 1962. 288 с.
- Гладков Н. А., Дементьев Г. П., Птушенко Е. С., Судиловская А. М. Определитель птиц СССР. М.: Высш. шк., 1964. 536 с.
- Гудков В. М. Следы зверей и птиц. Энциклопедический справочник-определитель. М.: Вече, 2007. 592 с.
- Дементьев Г. П. (ред.). Руководство по зоологии. М.: АН СССР, 1940. Т. 6. 856 с.

- Дементьев Г. П., Гладков Н. А., Птушенко Е. С., Спангенберг Е. П., Судиловская А. М.* Птицы Советского Союза. М.: Сов. наука, 1951. В шести томах.
- Добринский Л. Н.* Географическая изменчивость варьирования морфологических признаков птиц и некоторые вопросы систематики // Внутривидовая изменчивость наземных позвоночных животных и микроэволюция. Свердловск, 1965. С. 341–344.
- Доппельмайр Г. Г., Мальчевский А. С., Новиков Г. А., Фалькенштейн Б. Ф.* Биология лесных птиц и зверей. М.: Высш. шк., 1966. 403 с.
- Ильичёв В. Д.* Дополнительные опахала в птерилозисе уха птиц, их строение и функция // ДАН, 1962. Т. 144, № 5. С. 1185–1188.
- Ильичёв В. Д.* Исследование тонкой структуры пера с помощью прибора ФМН-2 // Зоол. журнал, 1963. Т. 42. № 10. С. 1584–1585.
- Ильичёв В. Д.* Локация птиц. М.: Наука, 1975. 260 с.
- Ильичёв В. Д., Бутьев В. Т., Константинов В. М.* Птицы Москвы и Подмосковья. М.: Наука, 1987. 272 с.
- Ильичёв В. Д., Бирюков В. Я., Нечваль Н. А.* Техничко-экологическая стратегия защиты от биоповреждений. Серия «Биологические повреждения». М.: Наука, 1995. 248 с.
- Ильичёв В. Д., Карташёв Н. Н., Шилов И. А.* Общая орнитология. М.: Высш. шк., 1982. 464 с.
- Ильичёв В. Д., Силаева О. Л., Золотарёв С. С., Бирюков В. Я., Нечваль Н. А., Якоби В. Э., Титков А. С.* Защита самолётов и других объектов от птиц. М.: КМК, 2007. 320 с.

- Ильяшенко В. Ю.* Методика описания перьевого покрова дневных хищных птиц // Методы изучения и охраны хищных птиц. М.: ЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1989. С. 117.
- Карташѐв Н. Н.* Систематика птиц. М.: Высш. шк., 1974. 367 с.
- Кашенцева Т. А.* Птерилография журавлей // Журавли Палеарктики. Владивосток, 1988. С. 120.
- Мензбир М. А.* Птицы России. М., 1895. Т. 1. 836 с.
- Молодовский А. В.* Полевой определитель стайных птиц. Учебное пособие. Н. Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 1997. 310 с.
- Молодовский А. В.* Эколого-морфологические основы построения стайных птиц в полёте (на примере Волжско-Каспийского региона). Н. Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2001. 391 с.
- Пономарѐва Н. И.* (ред.) Атлас-определитель видовой принадлежности птиц по их макро- и микроструктурным фрагментам. М.: Воениздат, 1995. 110 с.
- Рогачѐв А. И., Лебедев А. М.* Орнитологическое обеспечение безопасности полётов. М.: Транспорт, 1984. 126 с.
- Рымкевич Т. А., Савинич И. Б., Носков Г. А. и др.* Линька воробьиных птиц Северо-Запада СССР. Л.: ЛГУ, 1990. 304 с.
- Силаева О. Л.* Определение таксономической принадлежности птицы по одиночным перьям и их останкам // Успехи современной биологии. 2008. № 2. С. 208–222.
- Силаева О. Л., Гуменюк Г. В.* Особенности структуры пера некоторых врановых видов птиц // Вестник МОАЭБП. М.: МОАЭБП, 2008. Вып. 5(12). С. 133–140.

- Силаева О. Л., Гуменюк Г. В., Ильичёв В. Д.* Микроструктура пера некоторых видов Врановых птиц // *Материалы Первой Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы авиационной орнитологии»*. М.: ИПЭЭ РАН, 2009. С. 101–107.
- Силаева О. Л., Гуменюк Г. В., Ильичёв В. Д.* Структура пера некоторых видов Врановых // *В мире научных открытий*. 2010. № 2. Ч. 1. С. 44–48.
- Силаева О. Л., Гуменюк Г. В., Ильичёв В. Д.* Новые данные о структуре пера врановых // *Материалы Второй международной телеконференции «Фундаментальные науки и практика»*. 2010. Т. 1. № 3. С. 71–73.
- Силаева О. Л., Вараксин А. Н., Ильичёв В. Д.* Экспертиза перьевого материала с использованием методов анализа многомерных данных // *Вестник РУДН*. 2011. № 4. С. 16-21.
- Чернова О. Ф.* Полиморфизм архитектоники дефинитивных покровных перьев // *Докл. АН*. 2005. Т. 495. № 2. С. 280–285.
- Чернова О. Ф., Ильяшенко В. Ю., Перфилова Т. В.* Архитектоника перьев и её диагностическое значение. М.: Наука, 2006. 98 с.
- Чернова О. Ф., Перфилова Т. В., Фадеева Е. О., Целикова Т. Н.* Атлас микроструктуры перьев птиц. М.: Наука, 2009. 173 с. 163 ил.
- Шарафутдинова Т. А., Валуев В. А.* Идентификация Врановых птиц по первостепенным маховым перьям, оставшимся после попадания птицы в двигатель летательного аппарата // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2009. № 6 (100). С. 425–426.
- Штефан Б.* Птерилография пингвинов // *Адаптации пингвинов*. М.: Наука, 1977. С. 55–101.
- Шульпин Л. М.* Орнитология. Л.: ЛГУ, 1940. 555 с.

- Яблоков А. В., Валецкий А. В.* Изменчивость структур пера и окраски яиц у некоторых птиц // Зоологический журнал. 1972. Т. 51. № 2. С. 248–258.
- Якоби В. Э.* Биологические основы предотвращения столкновений самолётов с птицами. М.: Наука, 1974. 166 с.
- Якоби В. Э.* К использованию средств предотвращения столкновений самолётов с птицами // Инженерная этология, биоакустика и биолингвистика птиц. М.: Наука, 1991. С. 17–25.
- Allan J. R., Conyers C., MacNicholl A., Baxter A.* Identification of bird strike remains by DNA analysis // Intern. Bird Strike Com. 1998. V. 24 / WP. 9. P. 87–96.
- Altum B.* Über den Bau der Federn als Grund ihrer Färbung // Journ. Orn. 1854. Vol. 2. P. 32–48.
- Appelt H., Appelt O.* Histologische Untersuchungen am Vogelfedern // Der Falke. 1984. Bd. 31. N 2. S. 59–60.
- Auber L., Appleyard H. M.* Surface cells of feather barbs // Nature. 1951. V. 168. N 4278. P. 736–737.
- Baumel J. J.* (ed.) *Nomina anatomica avium. An annotated anatomical dictionary of birds.* London e. c.: Acad. Press, 1979. 637 p.
- Bogdanow A.* Die Farbstoffe in den Federn (Mit Zusatz von Dr. Gloger) // Journ. Orn. 1858, Vol. 6, H. 4. P. 311–315.
- Brink D. J., van der Berg N. G.* Structural colours from the feathers of the bird (*Bostrychia hagedash*) // Journal of Physics D: Applied Physics, 2004. Vol. 37, N 5. P. 813–818.
- Brom T. G.* Microscopic identification of feathers and feather fragments of Palearctic birds // Bijdragen tot de Dierkunde. 1986. V. 56. P. 181–204.

- Brom T. G.* Variability and phylogenetic significance of detachable nodes in feathers of Tinamous, Galliformes and Turacos // *Journ. Zool.* 1991. V. 225. Part 4. P. 589–604.
- Brom T. G.* Collecting efforts and identification standards in relation to bird strike statistics // *Bird Strike Committee Europe.* 1992. V. 21. WP. 19. P. 163–174.
- Brom T. G., Visser H.* The Phylogenetic significance of the feather character “flexules” // *Neth. Journ. Zool.* 1989. V. 39. P. 226–245.
- Brom T. G., Wattel J.* Proposal for the establishment of a European centre for the identification of bird remains // *Bird Strike Committee Europe.* 1990. V. 20. WP. 24. P. 223–234.
- Brown R., Ferguson J., Lawrence M., Lees D.* Tracks and Signs of the Birds of Britain and Europe. London: Christopher Helm, 1987. 232 p.
- Brush A. H.* Patterns in the amino acid composition of avian epidermal proteins // *Auk.* 1980. V. 97. P. 742–753.
- Busching W.-D.* Zur Geschichte der Gefiederkunde. Beiträge zur Gefiederkunde und Morphologie der Vögel // *Beiträge zur Gefiederkunde.* 1993. H. 1. S. 1–10.
- Busching W.-D.* Zum Projekt des «Handbuches der Gefiederkunde europäischer Vögel» // *Beiträge zur Gefiederkunde.* 1995. H. 2. S. 1–34.
- Busching W.-D.* Handbuch der Gefiederkunde europäischer Vögel. Wiesbaden: Aula, 1997. Bd. 1. 400 S.
- Buurma L. S., Brom T. G.* The quality of identification: its effect on bird strike statistics // *Bird Strike Committee Europe.* 1979. V. 14. WP. 20. P. 1–8.

- Cabanis J.* Ornithologische Notizen // Archiv für Naturgeschichte. 1847.
Bd. 1. S. 186–352.
- Chandler A. C.* Modification and adaptation to function in the feather of
Circus Hudsonius // Univ. of Calif Publ. 1914. V. 11. № 13. P. 329–
376.
- Chandler A. C.* A study of the structure of feathers with reference to their
taxonomic significance // Univ. of Calif. Publ. 1916. V. 13. P. 243–
446.
- Davies A.* Micromorphology of feathers using the scanning electron
microscope // J. Forensic Sci. Soc. 1970. V. 10. N 3. P. 165–174.
- Day M. G.* Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of
stoats and weasels // J. Zool. 1966. V. 148. P. 201–217.
- Deedrick D. W., Mullery J. D.* Feathers are not lightweight evidence //
FBI Law Enforcement Bull. Sept. 1981. P. 22–23.
- Dove C. J.* Quantification of microscopic feather characters used in the
identification of North American plovers // The Condor. 1997. V. 99.
N 1. P. 47–57.
- Dove C. J.* Feather evidence helps clarify locality of anthropological
artifacts in the Museum of Mankind // Pacific Studies. 1998. V. 21.
N 3. P. 73–84.
- Dove C. J.* Feather identification and a new electronic system for reporting
US Air Force Bird Strikes. Bird Strike 1999 — Proceedings. P. 225–
229.
- Dove C. J., Hare P. G., Heacker M.* Identification of ancient feather
fragments found in melting Alpine ice patches in Southern Yukon //
Arctic. 2005. V. 58. N 1. P. 38–43.

- Dove C. J., Peurach S. C.* Microscopic analysis of feather and hair fragments associated with human mummified remains from Kagamil island, Alaska // *Ethnographical Series*. 2002. V. 20. P. 51–62.
- Frieling H.* Beiträge zur allgemeinen und praktischen Gefiederkunde. Bd. I: Die Feder // *Zeitschrift für Kleintierkunde und Pelztierkunde*. 1936. Bd. 12. N. 2. S. 8–60.
- Gilbert F. F., Nancekivell E. G.* Food habits of mink (*Mustela vison*) and otter (*Lutra canadensis*) in northeastern Alberta // *Can. J. Zool.* 1982. V. 60. P. 1282–1288.
- Gilroy B. A.* 1987. Microscopic variation in plumulaceous barbules of the Rock Dove, *Columba livia* (Aves: Columbidae) / M. Sc. Thesis, Fairfax, VA: George Mason Univ., 1987. 59 p.
- Gloger C. W.* Das rasche Längerwerden der Schwänze bei manchen Vögeln // *Journ. Orn.* 1860. V. 8, H. 5. P. 398–399.
- Griffin C. R.* The ecology of Bald Eagles wintering near a waterfowl concentration // *U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Rep.* 1982. N 247. P. 1–12.
- Hansen W., Synnatzschke J.* Bestimmungsbuch für Rupfungen und Mauserfedern. Teil 1 (15): Vogelarten mit Steuerfedern von 135–154 mm Länge. Teil 1 (16): Vogelarten mit Steuerfedern von 155–177 mm Länge // *Beitr. Naturkd. Niedersachsens*. 1998. V. 51. P. 1–130.
- Hargrave L. L.* Identification of feather fragments by microstudies // *Am. Antiq.* 1965. V. 31. P. 202–205.
- Hartmann G.* Identification guide to the feathers of European birds in preparation // *Inter. Bird Strike Comm.* 2000. V. 25. WP. 13. P. 424–436.
- Heimerdinger Clench M. A.* Variability in body pterylosis, with special reference to the Genus *Passer* // *The Auk*. 1970. N 87. P. 650–691.

- Hermans J., Buurma L. S., Wattel J.* Identification of birds remains after bird-airplane collisions, based on DNA sequence analysis // Bird Strike Committee Europe (BSCE). 1996. V. 23. WP. 19. P. 203–207.
- Holland Th.* Zur Entwicklungsgeschichte der Federn // Journ. Orn. 1860. V. 8. H. 5. P. 341; P. 432–441.
- Holland Th.* Pterologische Untersuchungen // Journ. Orn. 1864. V. 12. H. 3. P. 195–217.
- Humphrey P. S., Parks K. C.* An approach to the study of molts and plumages // Auk. 1959. V. 76. P. 1–31.
- Humphrey P. S., Pefaur J. E., Rasmussen P. C.* Avifauna of three Holocene cave deposits in southern Chile // Occas. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas. 1993. V. 154. P. 1–37.
- Kennedy S. J., Schubert A., Weiner L. I.* (eds.) The utilization of chicken feathers as filling materials. Washington: Natl. Acad. Sci., 1956. 179 p.
- King A. S., McLelland J.* (eds.) Form and function in birds. London: Acad. Press, 1985. Vol. 3. 522 p.
- La Ham Q. N.* Report on Aircraft Turbine Engine Birdstrike Investigations. National Research Council of Canada, Associate Committee on Bird Hazards to Aircraft, 1967.
- Laybourne R. C.* Collision between a vulture and an aircraft at an altitude of 37,000 feet // Wilson Bull. 1974. V. 86. P. 461–462.
- Laybourne R. C., Deedrick D., Hueber F.* Feather in amber is earliest New World fossil of Picidae // Wilson Bull. 1994. V. 106. P. 18–25.
- Laybourne R. C., Dove C.* Preparation of bird strikes remains for identification // Bird Strike Comm. Europe. 1994. V. 22. P. 531–534.

- Laybourne R. C., Sabo B. A., Morningstar A.* Basic techniques for preparation of down for examination with the scanning electron microscope // *Auk*. 1992. V. 109. N 1. 195–197.
- Lucas A. M., Stettenheim P. R.* Avian anatomy. Integument. Washington: US Dept. Agricult., 1972. Parts 1, 2. 750 p.
- März R.* Rupfungen und Federmerkmale seltener Wintergäste // *Beitr. Vogelkd.* 1956. Bd. 5. P. 99–112.
- März R.* Gewöll- und Rupfungskunde. Berlin: Akademie-Verlag, 1972. 288 S.
- Messinger N. G.* Methods used for identification of feather remains from Westerhill Mesa // *Am. Antiq.* 1965. V. 31. P. 206–215.
- Miller W. De W.* Notes on ptilosis with spezial reference to the feathering of the wing // *Amer. Mus. Nat. Hist.* 1915. Bul. 34. P. 129–140.
- Nitzsch Ch. L.* System der Pterylographie. Halle: Eduard Anton, 1840. 226 S.
- Olson S. L.* Specializations of some carotenoid-bearing feathers // *Condor*. 1970. V. 72. P. 424–430.
- Ouellet H.* Keratin protein electrophoresis and the identification of feather remains: New developments and update // *Bird Strike Comm. Europe*. 1994. V. 22. WP. 90. P. 499–512.
- Ouellet H., Van Zyll de Jong S. A.* Feather identification by means of keratin protein electrophoresis // *Ibis*. 1990. V. 20. P. 53–71.
- Philip B., Lagermalm G., Gralén A.* Electron microscopy of the surface structure of feather // *Biochimica et Biophysica Acta*. 1951. V. 6. N 4. P. 497–507.
- Prast W., Blok M., Roselaar C. S., Schalk P. H.* Digital feathers. Extension of BRIS with macroscopic feather characters // *Inter. Bird Strike Comm.* 1998. V. 24. WP. 11. P. 125–131.

- Prast W., Roselaar C. S., Schalk P. H., Wattel J.* A computer based bird remains identification system // Proc. 22-nd Meeting Bird Strike Comm. Europe. 1992. V. 22. P. 523–525.
- Prast W., Shamoun J., Bierhuizen B. et al.* BRIS: A computer based bird remains identification system. Further developments // Birds of Europe. CD-ROM, Amsterdam: ETI, 1996.
- Reaney B. A., Richer S. M., Cunningham W. P.* A preliminary scanning electron microscope study of the minute morphological features of feathers and their taxonomic significance // Scanning Electron Microscopy. 1978. V. 1. P. 471–478.
- Robertson J., Harkin C., Govan J.* The identification of bird feathers. Scheme for feather examination // J. Forensic Sci. Soc. 1984. V. 24. P. 85–98.
- Rochard J. B. A., Horton N.* Birds killed by aircraft in the United Kingdom 1966–76 // Bird Strike Committee Europe. 1977. V. 12. P. 227–234.
- Rutschke E.* Untersuchungen über Wasserfestigkeit und Struktur des Gefieders von Schwimmvögel // Zool. Jahrb. Syst. 1960. Bd. 87. S. 441–506.
- Rutschke E.* Funktionell und vergleichend-morphologische Untersuchungen an Stutzfedern // Mitt. Zool. Berlin. 1971. Bd. 47. N 1. S. 169–188.
- Sabo B. A., Laybourne R. C.* Recognizing the wing flight feathers of Turkey and Peafowl // J. Raptor Res. 1994. V. 28. P. 192.
- Schmidt W. J., Ruska H.* Rindenzellen von Federn in Elektronenmikroskop // Ztschr. Zellforsch. 1963. Bd. 60. S. 80–83.
- Scott R. E.* *Corvus frugilegus* Linnaeus with fourteen rectrices // Bull. Brit. Ornith. Cl. 1969. V. 89. P. 109.
- Shamoun-Baranes J.* Comparison of Israeli Air Force birdstrike statistics resulting from various bird remains identification methods // Inter. Bird Strike Comm. 1998. V. 24. WP. 12. P. 133–141.

- Shamoun J., Yom-Tov Y.* The microstructure of feathers of Israeli birds // Publ. Tel Aviv Univ. 1995. 302 pp.
- Shamoun J., Yom-Tov Y.* Addition to the Microstructure of Feathers of Israeli Birds. Publ. Tel Aviv Univ. 1996. 79 pp.
- Sick H.* Morphologisch-funktionelle Untersuchungen über die Feinstruktur der Vogelfeder // J. Ornith. 1937. Bd. 85. N 2–3. P. 207–327.
- Stephan B.* Die Zahl der Armschwinge bei den Passeriformes // J. Ornith. 1965. V. 106, P. 446–458.
- Stephan B.* Eutaxie, Diastataxie und andere Probleme der Befiederung des Vogelflügels // Mitt. Zool. Mus. Berlin. 1970. V. 46. P. 339–437.
- Stephan B.* Über Carpal remex und Carpal covert im Vogelflügel (Aves) // Zool. Abh. Staatl. Mus. Tierk. Dresden. 1970. Bd. 33. S. 75–94.
- Stephan B.* Die Zahl der Handschwinge, Armschwinge und Steuerfedern // Kennzeichen und Mauser Europäischer Singvögel. Hans Bub (ed.). Wittenberg, Lutherstadt: A. Ziemsen Verlag, 1985. S. 55–62.
- Stephan B., Stresemann V.* Die Mauser der Vögel // J. Orn. Sonderheft. 1966. Bd. 107.
- Stresemann E., Stephan B.* Zahl und Zählung der Handschwinge bei den Honiganzeigern (Indicatoridae) // J. Orn. 1968. Bd. 109. S. 221–222.
- Swales M. K.* A preliminary study on the application of the internal structure of feather barbs to avian taxonomy // Ostrich Suppl. 1969. N 8. P. 55–66.
- SYSTAT for Windows. 1992. Version 5. Inc., Evanston, IL.
- Trail P. W.* Identification of Eagle Feathers and Feet. Identification Guides for Wildlife Law Enforcement No. 3 // National Fish and Wildlife Forensics Labor. 2003. N. 3.
- Uttendörfer O.* Studien zur Ernährung unserer Tagraubvögel und Eulen // Abh. naturforsch. Ges. Görlitz. 1930. Bd. 31. S. 1–210.

- Uttendörfer O.* Die Ernährung der deutschen Raubvögel und Eulen und ihre Bedeutung in der heimischen Natur. Verlag Neumann-Neudamm, 1939. 412 S.
- Uttendörfer O.* Neue Ergebnisse über die Ernährung der Greifvögel und Eulen. Stuttgart, 1952. 230 S.
- Walters J. The primary moult in four gull species near Amsterdam // *Ardea*. 1978. V. 66. P. 32–47.
- Wattel J.* Which bird? // International Bird Strike Committee. 2000. V. 25. WP. 11. P. 411–416.
- Wray R. S.* On some points in the morphology of the wings of birds // *Proc. Zool. Soc. London*. 1887. P. 343–357.
- Yanyun Chen, Yingqing Xu, Baining Guo, Heung-Yeung Shum.* Modeling and rendering of realistic feathers // *ACM Transactions on Graphics*. 2002. V. 21. N 3. P. 630–636.
- Ziesemer F.* Untersuchungen zum Einfluß des Habichts (*Accipiter gentilis*) auf Populationen seiner Beutetiere // *Beitr. Wildbiol.* 1983. H 2. S. 1–127.

Приложение I

Рекомендательный циркуляр

по сбору и пересылке биологического материала

(предлагается вниманию сотрудников аэродромов и аэропортов)



Российская Академия наук
Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова
Россия, Москва 119071, Ленинский пр. 33
тел./факс (495)954-55-34
Лаборатория экологии и управления поведением птиц
E-mail: sevinbirdstrike@gmail.com

Предотвращение столкновений летательных аппаратов с птицами невозможно без тщательного анализа статистики таких столкновений применительно к определённым видам птиц. Именно поэтому все замеченные случаи столкновений ЛА с птицами должны регистрироваться. Костно-перьевые фрагменты, а также соскобы крови и тканей птиц в таких случаях следует направлять на орнитологическую экспертизу с целью установления видовой и популяционной принадлежности птицы.

При сборе и пересылке биологического материала для биологической экспертизы просьба обратить особое внимание на нижеследующую инструкцию, выполнение которой необходимо для успешного проведения экспертизы.

- Соберите и пришлите материал как можно скорее.
- Предоставьте как можно более полную информацию о случае столкновения (см. Анкету ниже).
- Сообщите контактную информацию для получения результата экспертизы (адрес, номер телефона, электронная почта, дата отсылки материала).

- Соберите как можно больше материала для экспертизы, но присылайте не трупы птиц целиком, а лишь их фотографии крупным планом.
- Ни в коем случае не срезайте перья, а выдергивайте их вместе с очинком и пуховой частью, по возможности, с разных участков тела (крылья, спина, бока, живот, голова, хвост).
- Соберите разнообразные перья, различающиеся по цвету и форме, особенно пуховые перья, а также клюв, лапы с когтями, т. е., по возможности, всё, что имеется.
- Даже если перьевого материала совсем немного, соберите и пришлите его. Можно просто вытереть влажной бумажной салфеткой обшивку машины и на ней останутся мелкие, едва различимые перья и их фрагменты. Упакуйте эту салфетку в бумажный конверт и/или в картонную коробку и пришлите.
- Поместите материал в чистый бумажный пакет или конверт, не используйте при сборе и упаковке никакие химические средства, а также скотч и клей. Бумажный пакет можно поместить в полиэтиленовый. Если материал влажный, то его следует поместить в холодильник в полиэтиленовом пакете. Если имеется биоматериал в виде капелек крови и мышц, в том числе засохший, поместите его, по возможности, в пробирку со спиртом, при отсутствии спирта пробирку (пузырек, пакетик) и как можно скорее перенесите в холодильник / морозильник.

ВНИМАНИЕ! Нельзя помещать образцы, особенно влажные, сразу в полиэтилен, так как повышенная влажность способствует их поражению микрофлорой. Это сильно искажает результаты

экспертизы и не способствует полноценному микроскопическому анализу.

Анкета для регистрации авиапроисшествий с участием птиц

1	Дата авиапроисшествия	
2	Время суток	
3	Модель воздушного судна	
4	Маршрут полёта воздушного судна	
5	Высота полёта воздушного судна на момент происшествия	
6	Фаза полёта воздушного судна	
7	Скорость полёта воздушного судна, км/ч	
8	Погодные условия (осадки, облачность)	
9	Прочие обстоятельства	
10	Место происшествия	
11	Место вынужденной посадки воздушного судна	
12	Место удара воздушного судна	
13	Последствия, степень повреждения воздушного судна	
14	Примерные размеры птицы	
15	Количество птиц	
16	Вид птицы (предположительно)	

Материалы по столкновениям ЛА с птицами просьба присылать на экспертизу по адресу:

**119071, Москва, Ленинский пр., д. 33, ИПЭЭ РАН,
Лаборатория экологии и управления поведением птиц с пометкой
«Столкновение с воздушным судном».**

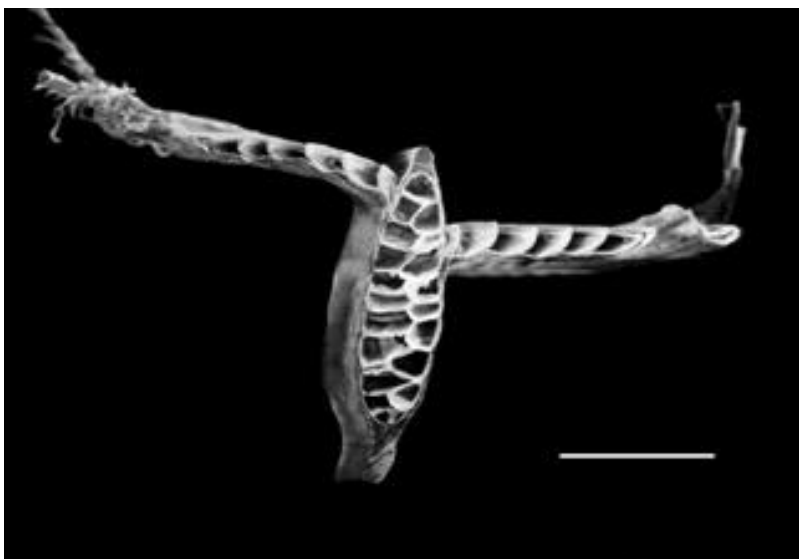
*Приложение II***Атлас электронограмм (СЭМ) перьев врановых**

Рисунок II-1. Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера ворона: поперечный срез бородки I имеет каплевидную форму; дорсальный и вентральный гребни не выражены. Масштаб: 100 μm



Рисунок II-2. Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера ворона: двурядная лестничная сердцевина на продольном срезе бородки. Масштаб: 100 μm

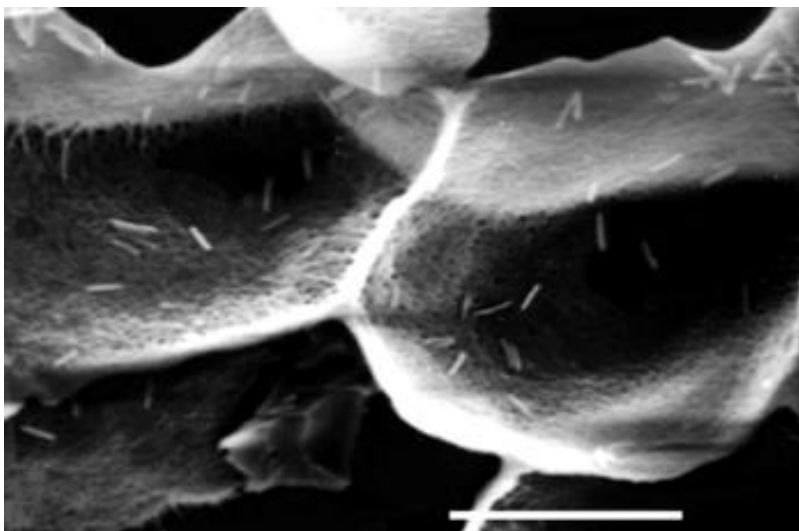


Рисунок П-3. Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера ворона: на продольном срезе стенки сердцевины бородки перфорированные и на них лежат палочковидные пигментные гранулы. Масштаб: 10 μm

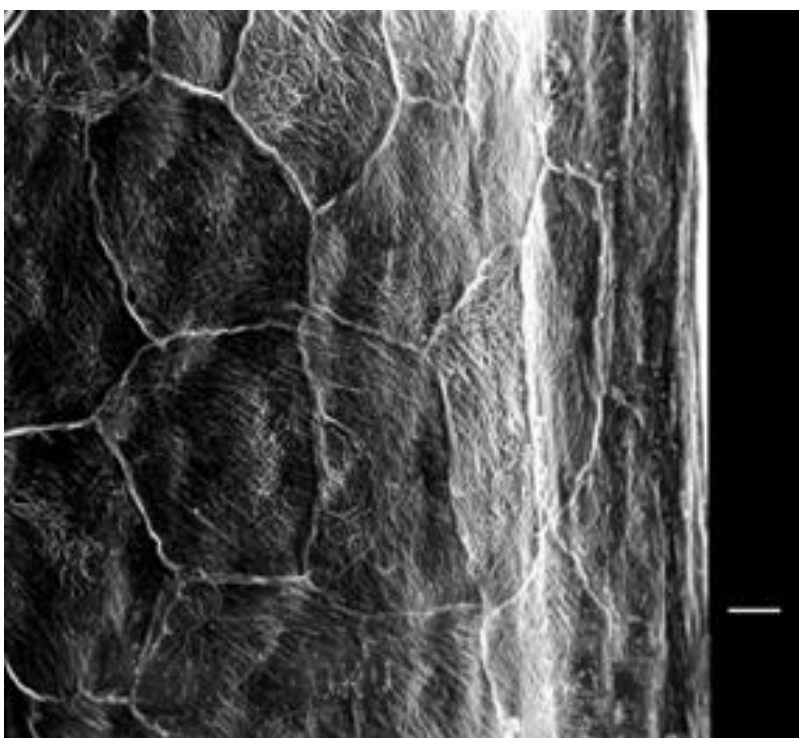


Рисунок П-4. Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера ворона: кутикула основания бородки; кутикулярные клетки крупные, неправильной формы, с чётко различимыми утолщенными краями. Масштаб: 10 μm

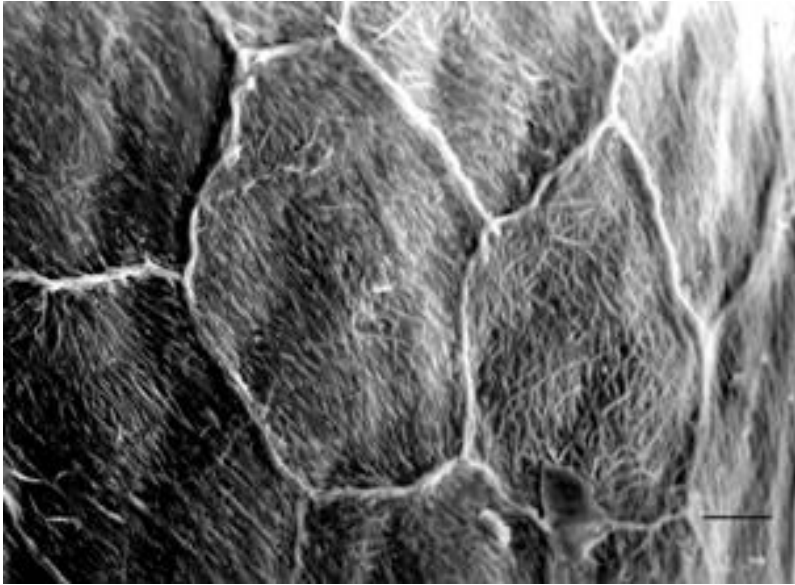


Рисунок П-5. Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера ворона: кутикула основания бородки; кутикулярные клетки удлинённые, часто шестиугольные, неправильной формы, с чётко выраженными краями и сглаженной волокнистой поверхностью, образованной рыхлой вязью волокон. Масштаб: 10 μm

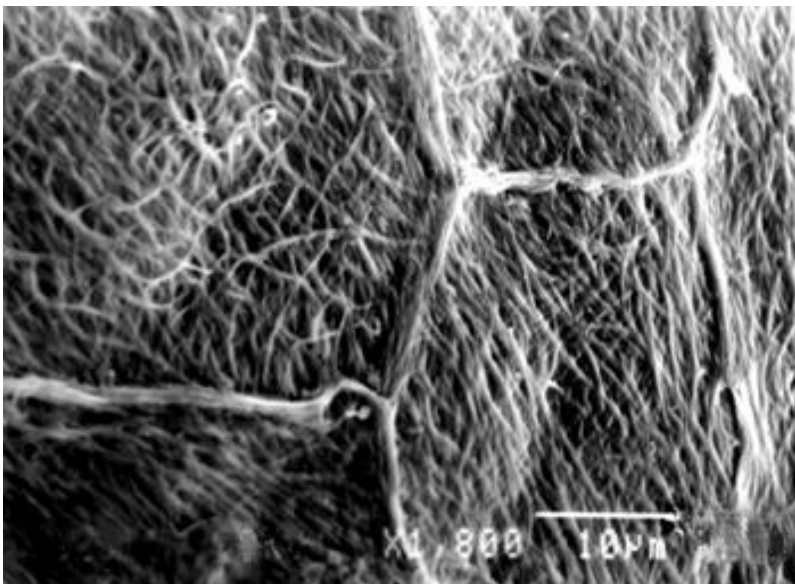


Рисунок П-6. Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера ворона: кутикула в основании бородки; вязь пучков, образующая рельеф кутикулярных клеток хаотична или ориентирована под углом к длинной оси чешуйки. Масштаб: 10 μm

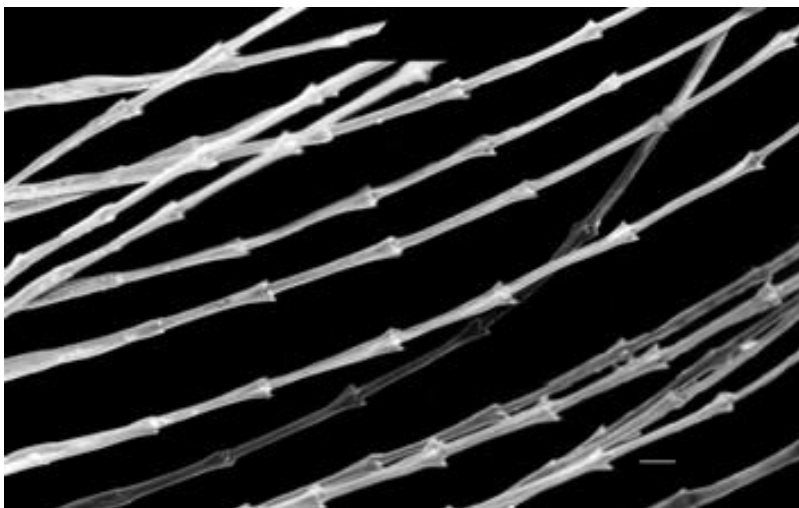


Рисунок П-7. Бородки П пуховой части опахала контурного пера ворона: узлы и междоузлия кутикулы бородок; узлы располагаются плотно, незначительно расширены, снабжены тремя мелкими коническими зубчиками; зубчики незначительно отходят от бородки. Масштаб: 10 μm

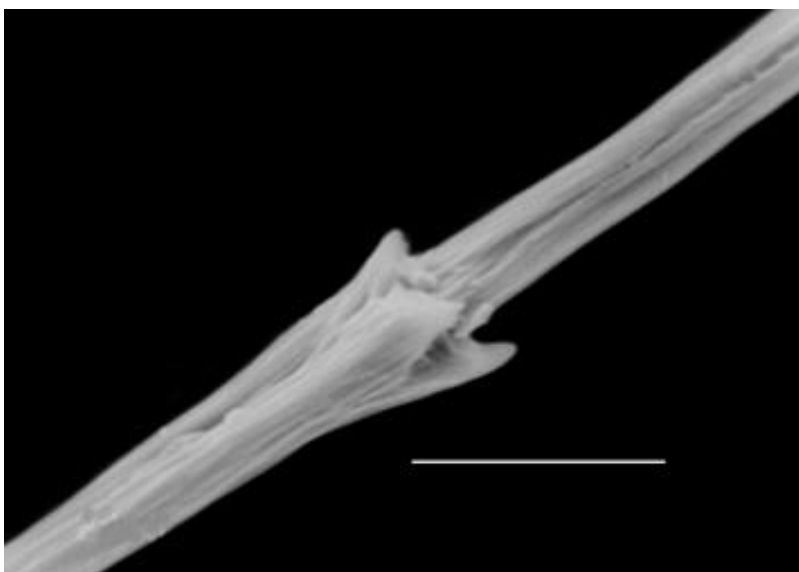


Рисунок П-8. Бородка П пуховой части опахала контурного пера: узлы бородки незначительно расширены, снабжены тремя мелкими коническими зубчиками; зубчики незначительно отходят в стороны от бородки. Масштаб: 10 μm

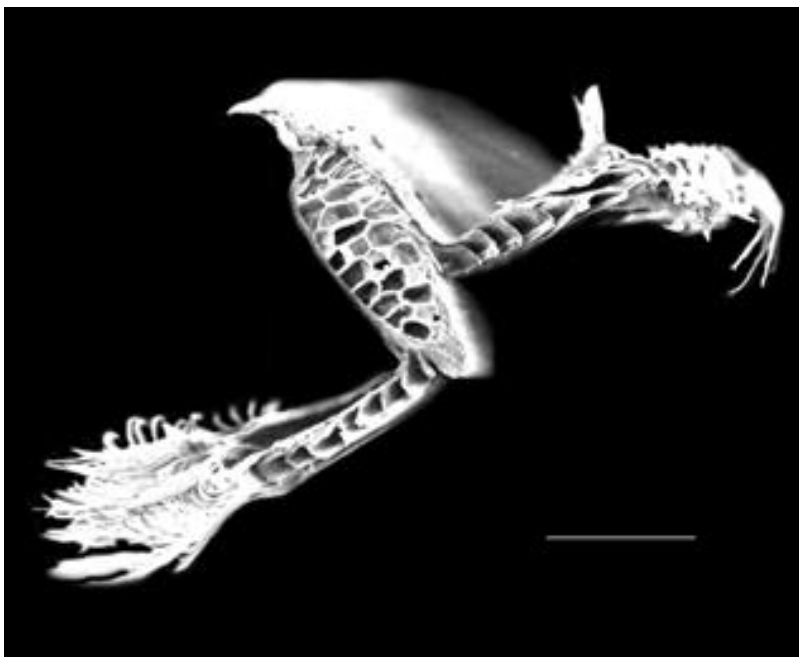


Рисунок П-9. Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера серой вороны: поперечный срез бородки имеет каплевидную форму; дорсальный и вентральный гребни развиты слабо; сердцевина ячеистая. Масштаб: 100 μm

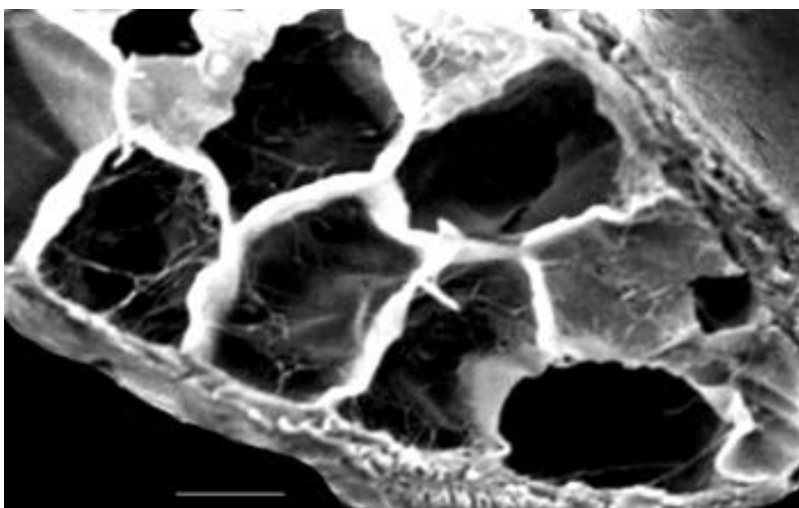


Рисунок П-10. Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера серой вороны: сердцевина на поперечном срезе бородки; на толстых стенках сердцевинных полостей присутствуют редкие нитевидные выросты и палочковидные пигментные гранулы. Масштаб: 10 μm

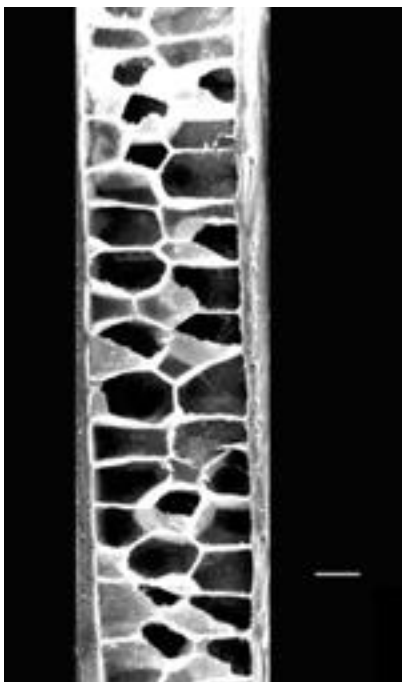


Рисунок II-11.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера серой
вороны: двурядная
лестничная
сердцевина на
продольном срезе
бородки. Масштаб: 10
 μm

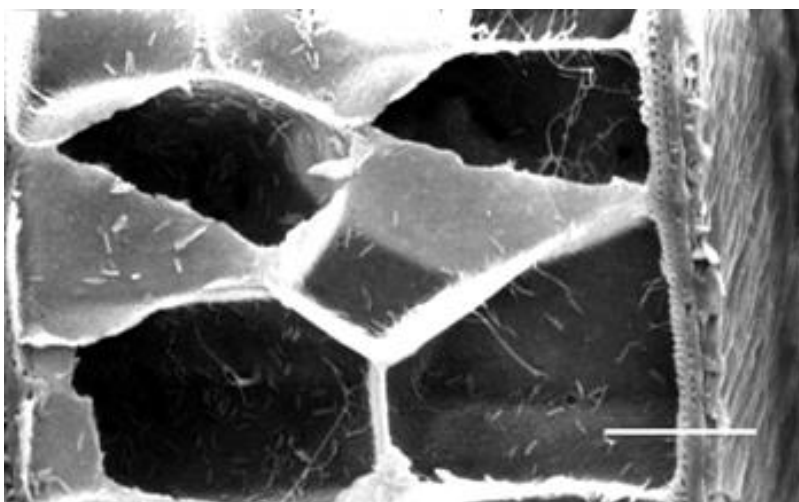


Рисунок II-12.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера серой
вороны: сердцевина
на продольном срезе
бородки; стенки
сердцевинных
полостей имеют
мелкопористую
структуру;
присутствуют редко
размещённые
палочковидные
пигментные гранулы.
Масштаб: 10 μm

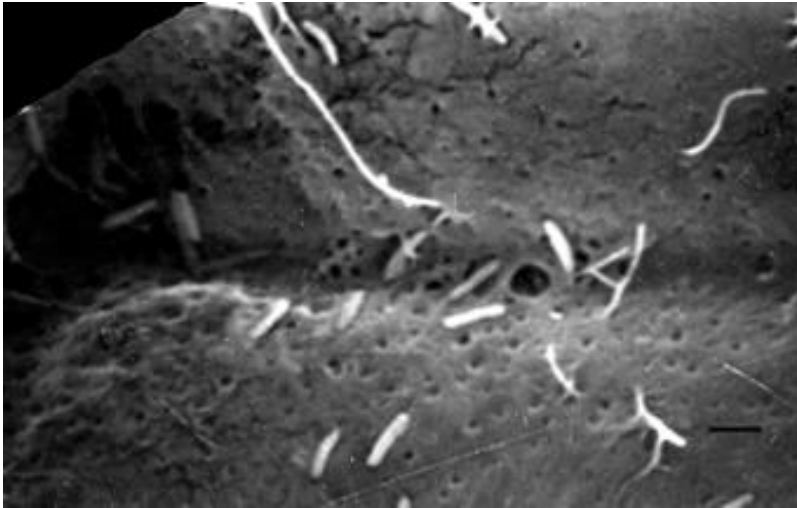


Рисунок П-13.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера серой вороны: пигментные гранулы на мелкопористой стенке сердцевинной полости. Масштаб: 1 μm

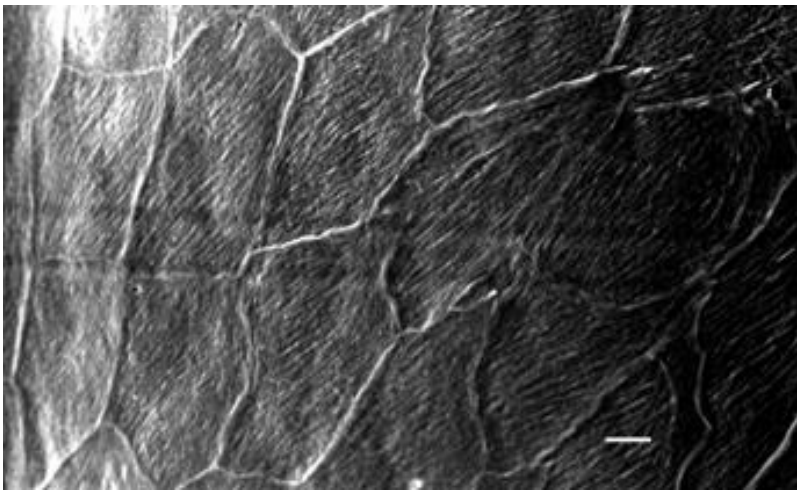


Рисунок П-14.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера серой вороны: кутикула основания бородки состоит из удлинённых, часто пятиугольных клеток неправильной формы; утолщённые края клеток хорошо различимы. Масштаб: 10 μm

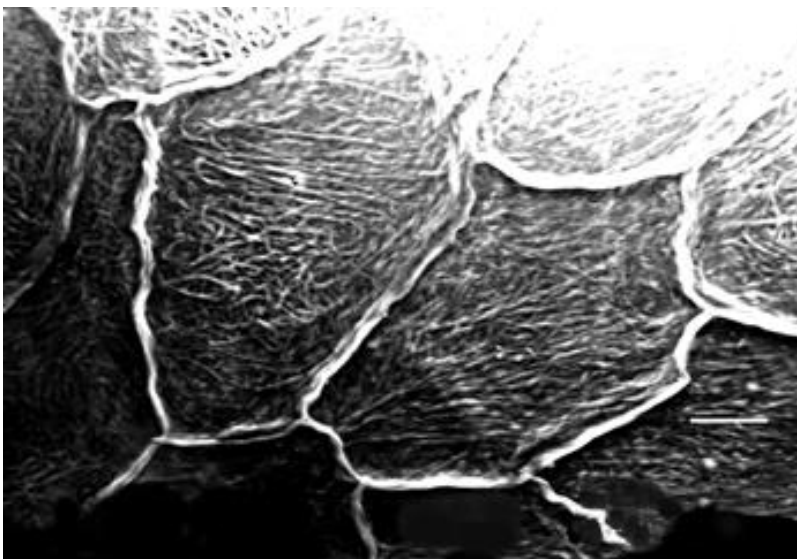


Рисунок П-15.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера: кутикула основания бородки. Кутикулярные клетки неправильной формы, с чётко различимыми утолщёнными краями и сглаженной волокнистой поверхностью. Масштаб: 10 μm

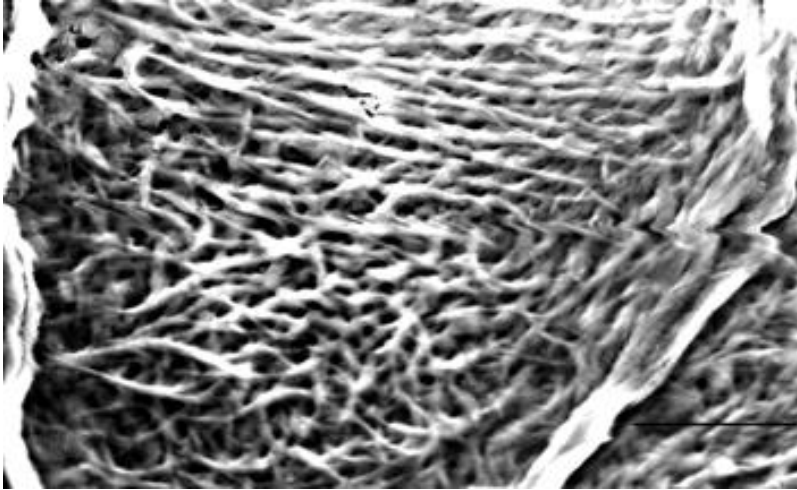


Рисунок II-16.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера серой вороны: кутикула основания бородки. Рельеф поверхности образован вязью толстых волокон, ориентированных часто поперёк длинной оси кутикулярных клеток. Масштаб: 10 μm

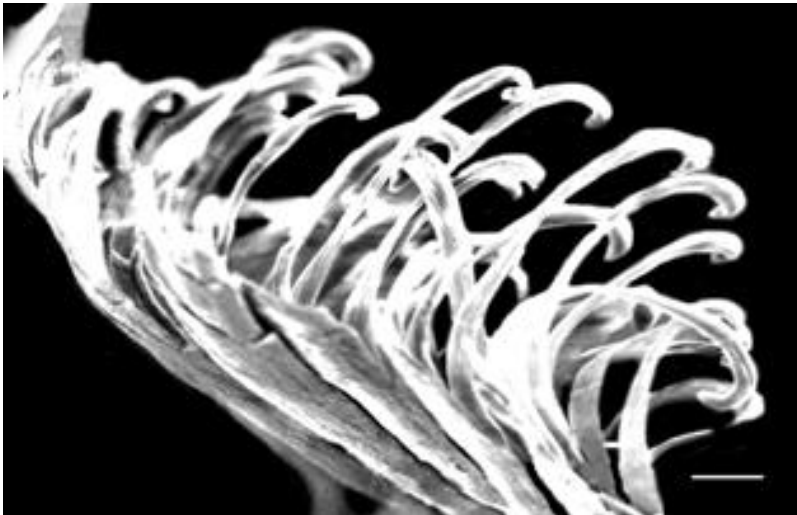


Рисунок II-17.
Дистальные бородки II контурной части опахала первостепенного махового пера серой вороны: многочисленные крючочки бородок с сильно загнутыми вершинами. Масштаб: 10 μm

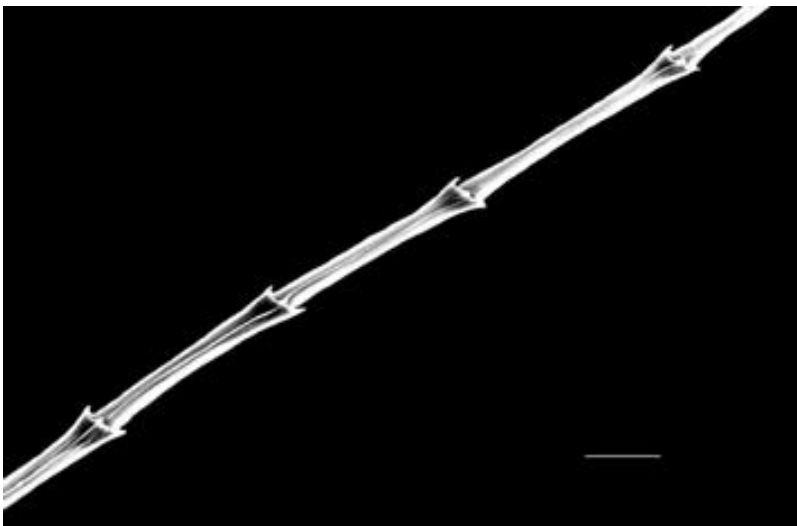


Рисунок II-18.
Бородка II пуховой части опахала контурного пера серой вороны: узлы и междоузлия кутикулы бородки; узлы незначительно расширены. Масштаб: 10 μm



Рисунок П-19.
Бородка II пуховой
части опахала
контурного пера
серой вороны: узлы и
междоузлия кутикулы
бородки имеют
ребристую
поверхность;
дистальный край узла
снабжён тремя
мелкими коническими
выростами
кутикулярной
чешуйки. Масштаб:
10 μm



Рисунок П-20.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера грача:
поперечный срез
бородки удлинённой
ланцетовидной
формы; гребни
развиты слабо;
сердцевина двурядная
лестничная. Масштаб:
100 μm



Рисунок П-21.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера грача:
сердцевина на
поперечном срезе;
сердцевинные
полости имеют
складчатые стенки и
часто встречающиеся
пигментные гранулы.
Масштаб: 10 μm

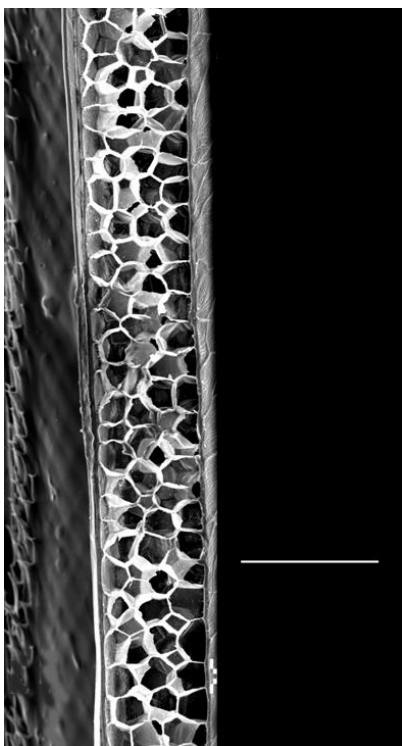


Рисунок П-22.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера грача:
ячеистая сердцевина
на продольном срезе.
Масштаб: 100 μm

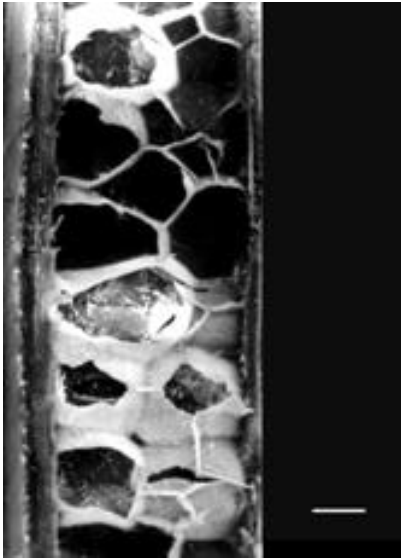


Рисунок П-23.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера грача:
округлые пяти–
шестиугольные
сердцевинные полости
имеют
крупноскладчатый
рельеф стенок.
Масштаб: 10 μm

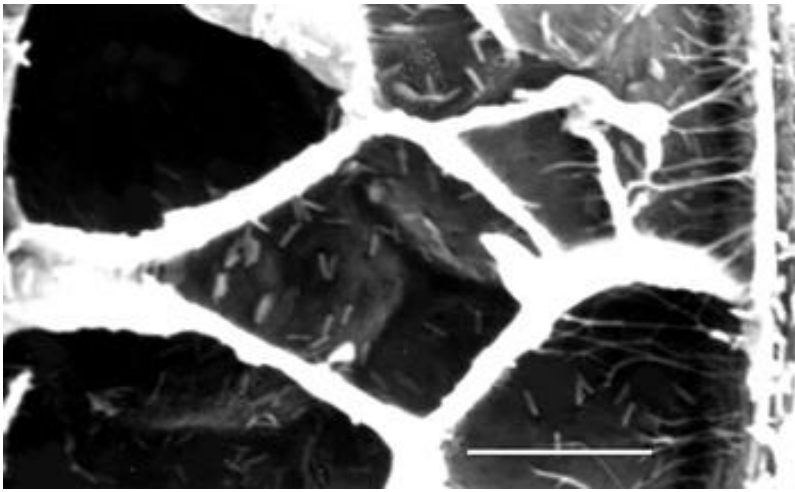


Рисунок П-24.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера грача:
сердцевина на
продольном срезе;
стенки сердцевинных
полостей имеют
нитевидные выросты
и содержат
палочковидные
пигментные гранулы.
Масштаб: 10 μm

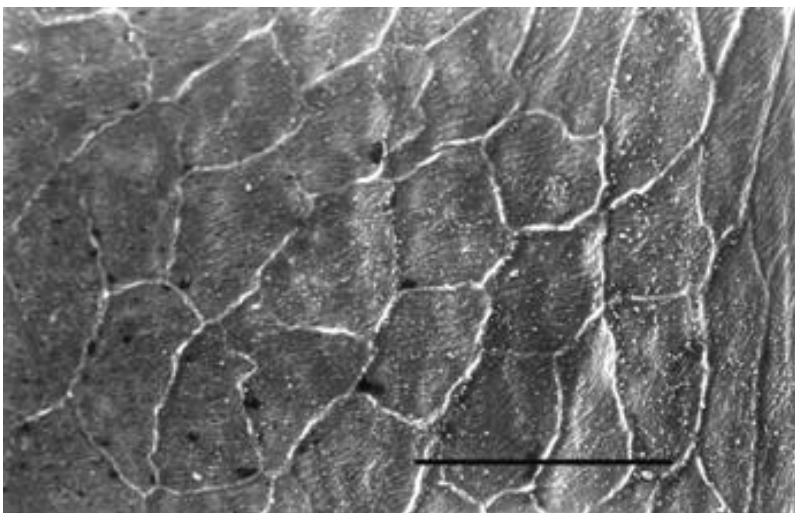


Рисунок П-25.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера грача:
кутикула основания
бородки; края
многоугольных
кутикулярных клеток
слабо волнистые,
утолщённые, хорошо
различимы и
сливаются у соседних
клеток. Масштаб: 100
 μm

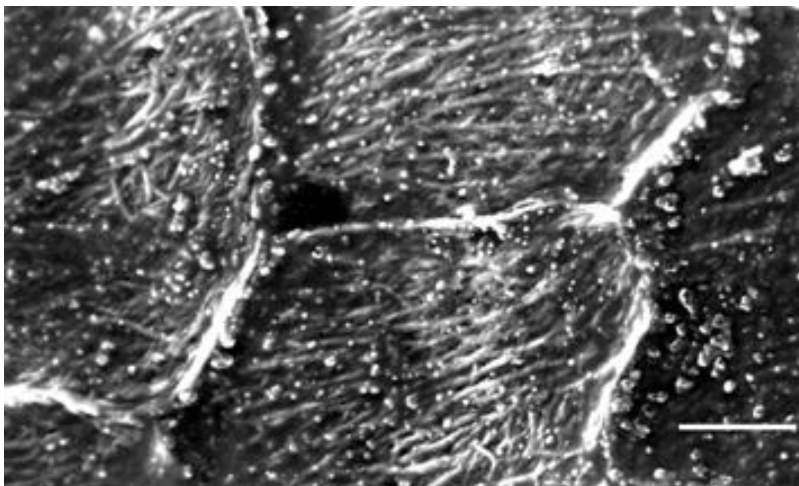


Рисунок П-26.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера грача: кутикула основания бородки; кутикулярные клетки имеют хорошо выраженный ребристый рельеф поверхности, образованный плотно прилегающими и не переплетающимися волокнами, ориентированными продольно или под углом к длинной оси клетки. Масштаб: 10 μm

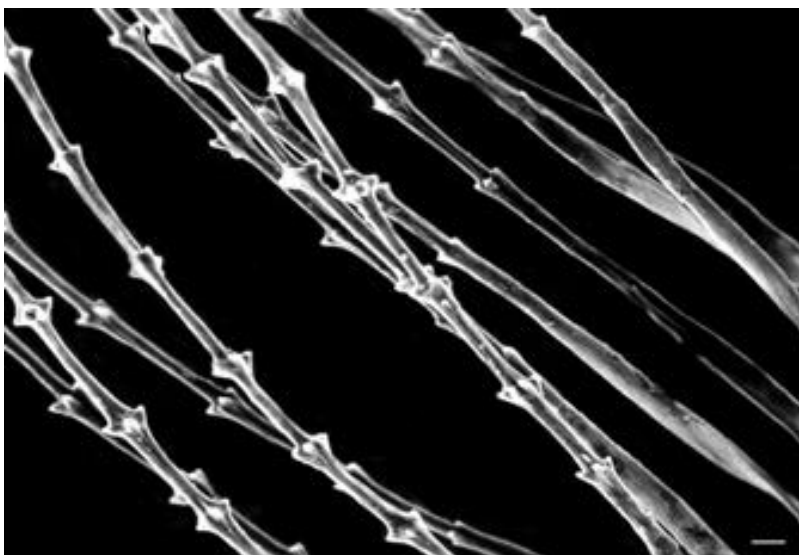


Рисунок П-27.
Бородки II пуховой части опахала контурного пера грача: узлы и междоузлия кутикулы бородок; узлы с зубчиками, располагаются плотно, незначительно расширены. Масштаб: 10 μm

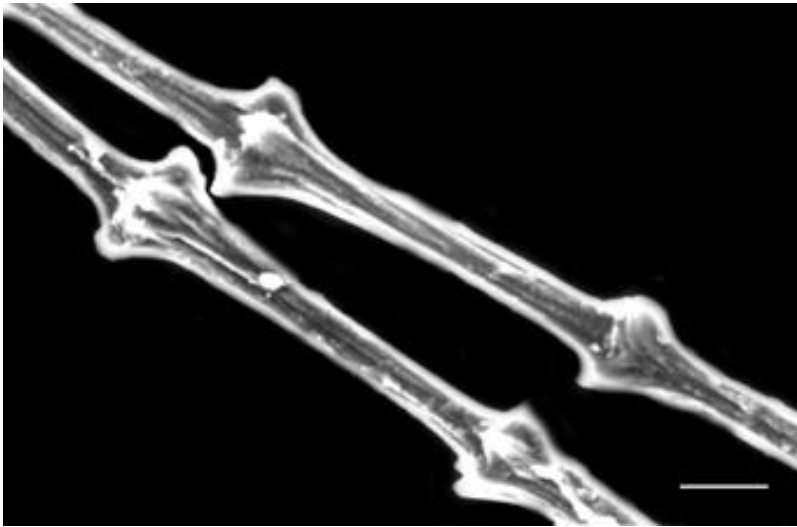


Рисунок II-28.
Бородки II пуховой части опахала контурного пера грача: узлы и междоузлия кутикулы бородок имеют ребристую поверхность; в узле рёбра переходят в три–четыре мелких выроста с тупыми вершинами; боковые выросты лежат перпендикулярно длинной оси бородки. Масштаб: 10 μm

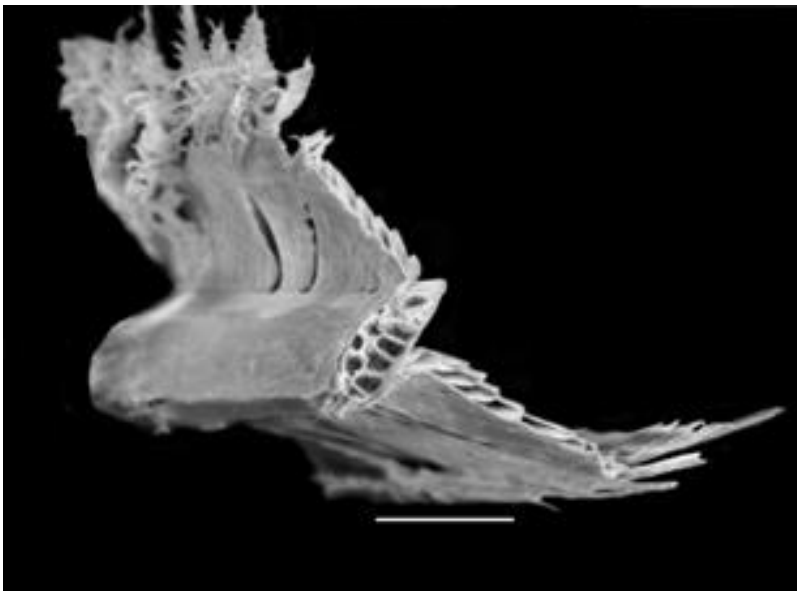


Рисунок II-29.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера галки: поперечный срез бородки имеет овальную форму; гребни не развиты. Масштаб: 100 μm

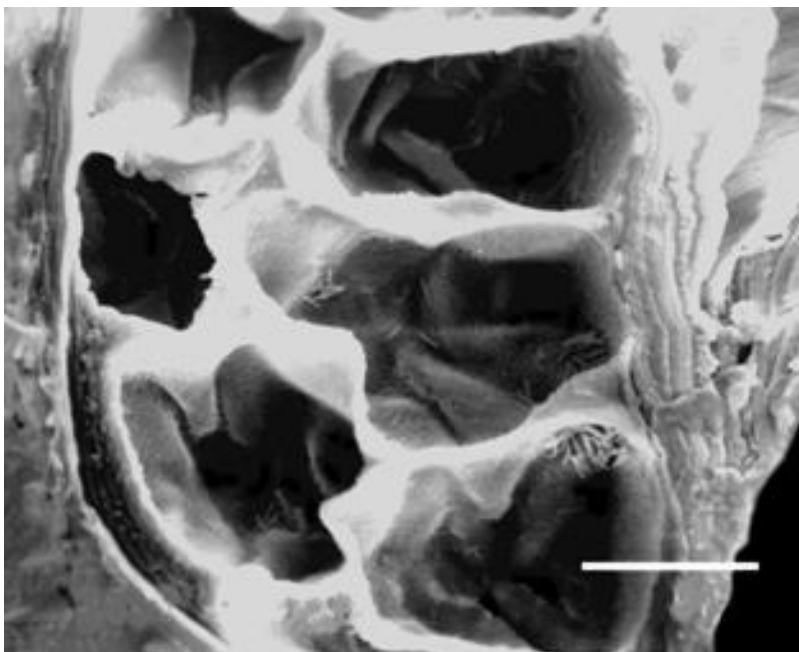


Рисунок П-30.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера галки: поперечный срез бородки; стенки полостей двурядной лестничной сердцевины имеют крупные волнистые складки. Масштаб: 10 μm

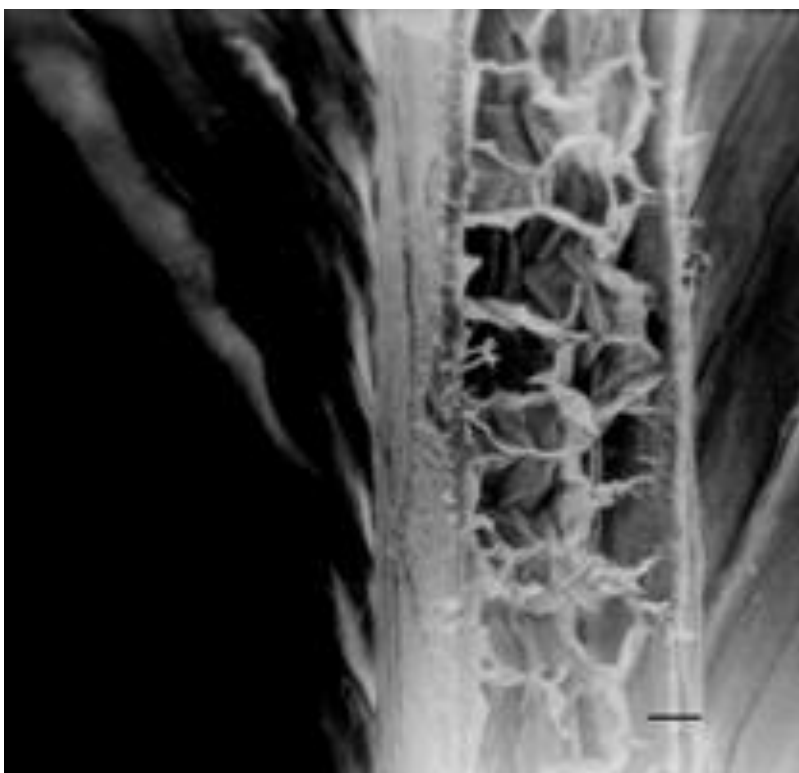


Рисунок П-31.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера галки: продольный срез бородки с двурядной лестничной сердцевиной; размеры и формы полостей варьируют. Масштаб: 10 μm



Рисунок II-32.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера галки: сердцевина на продольном срезе; стенки полостей имеют крупные волнистые складки и отдельные скопления палочковидных пигментных гранул. Масштаб: 10 μm

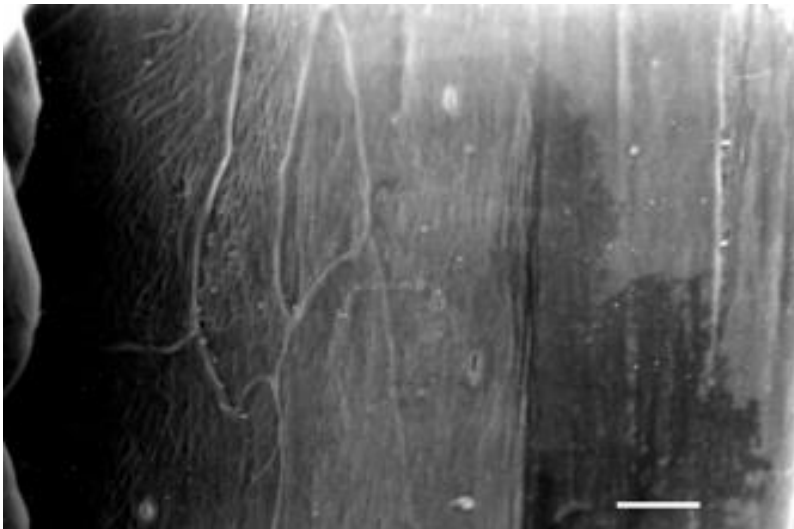


Рисунок II-33.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера галки: кутикула основания бородки; вертикально удлинённые кутикулярные клетки имеют чётко выраженные утолщённые края и сглаженную волокнистую поверхность, образованную рыхлой вязью волокон. Масштаб: 10 μm

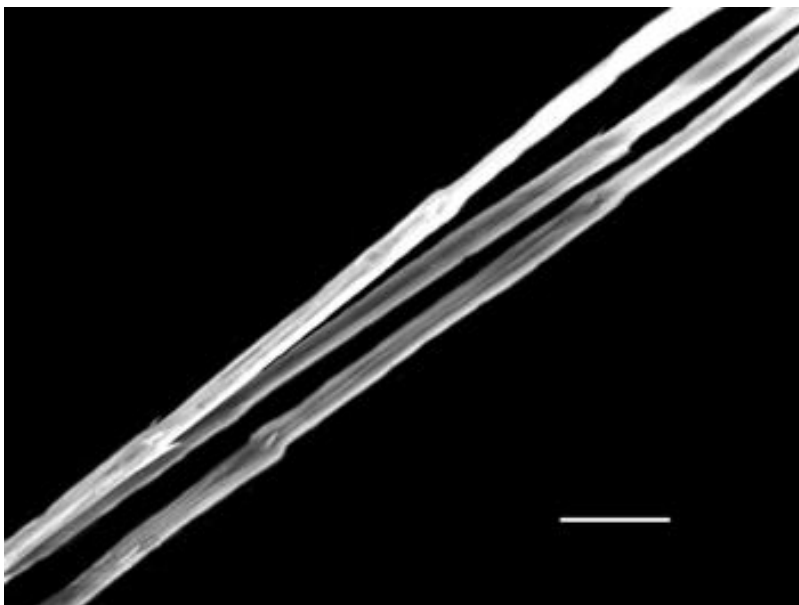


Рисунок П-34.
Бородки II пуховой
части опахала
контурного пера
галки: узлы и
междоузлия кутикулы
бородок; узлы не
расширены. Масштаб:
10 μm

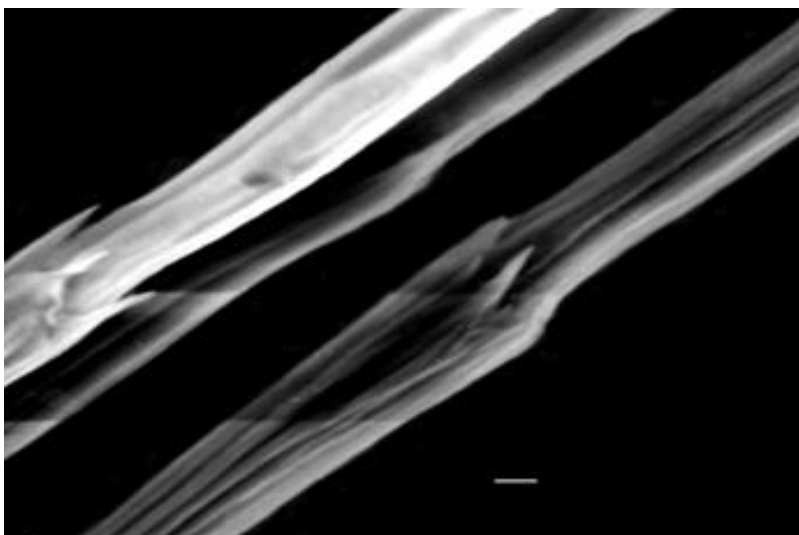


Рисунок П-35.
Бородки II пуховой
части опахала
контурного пера
галки: узлы и
междоузлия кутикулы
бородок имеют чётко
выраженный
ребристый рельеф
поверхности;
междоузлие плавно
переходит в
нерасширенный узел,
снабжённый тремя
мелкими тонкими
коническими
выростами. Масштаб:
1 μm



Рисунок П-36.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера сойки:
поперечный срез
бородки; дорсальный
и вентральный гребни
не выражены.
Масштаб: 100 μm

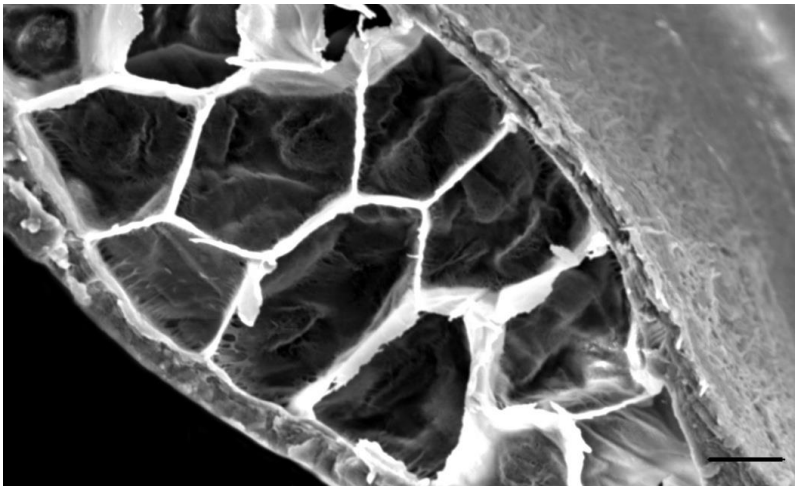


Рисунок П-37.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера сойки:
сердцевина на
поперечном срезе
бородки; стенки
правильных
шестиугольных
сердцевинных
полостей с крупными
складками. Масштаб:
10 μm

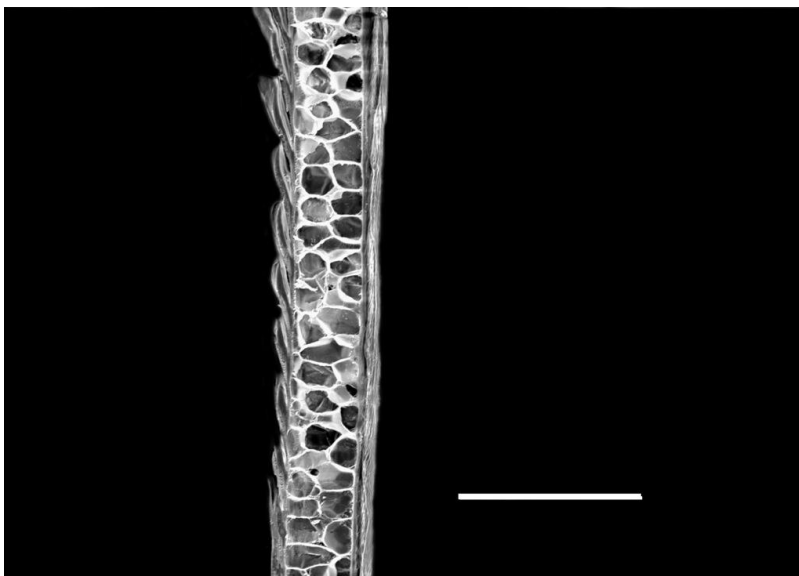


Рисунок П-38.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера сойки:
продольный срез
бородки. Масштаб:
100 μm

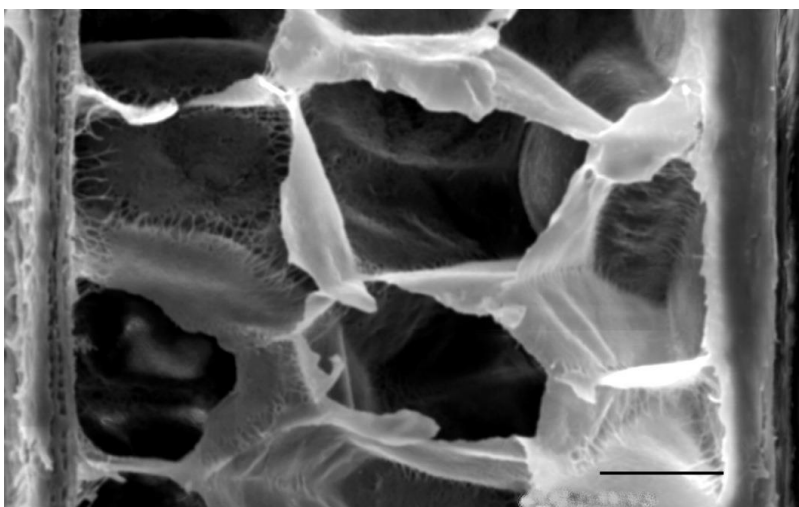


Рисунок П-39.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера сойки:
сердцевина на
продольном срезе
бородки; стенки
многогранных
сердцевинных
полостей с крупными
волнистыми
складками. Масштаб:
10 μm

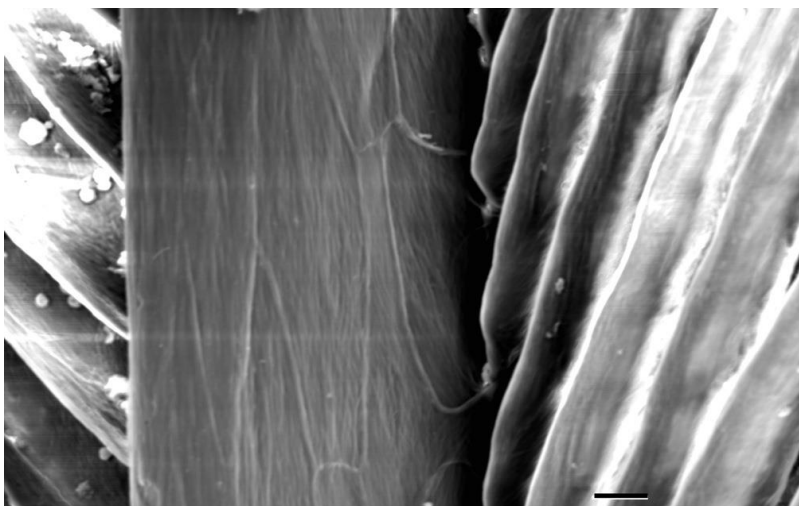


Рисунок П-40.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера сойки:
кутикула бородки I;
по обеим сторонам
бородки I видны
основания отходящих
бородок II. Масштаб:
10 μm

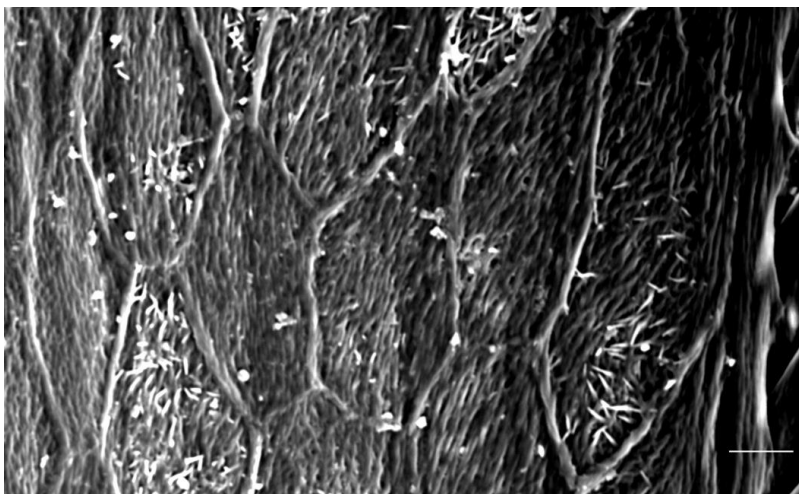


Рисунок П-41.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера сойки: кутикула бородки; кутикулярные клетки удлинённой, пятиугольной формы с чёткими краями, сливающиеся у соседних клеток; игловидные выросты кутикулярных клеток образуют «ворсистый» рельеф поверхности. Масштаб: 10 μm

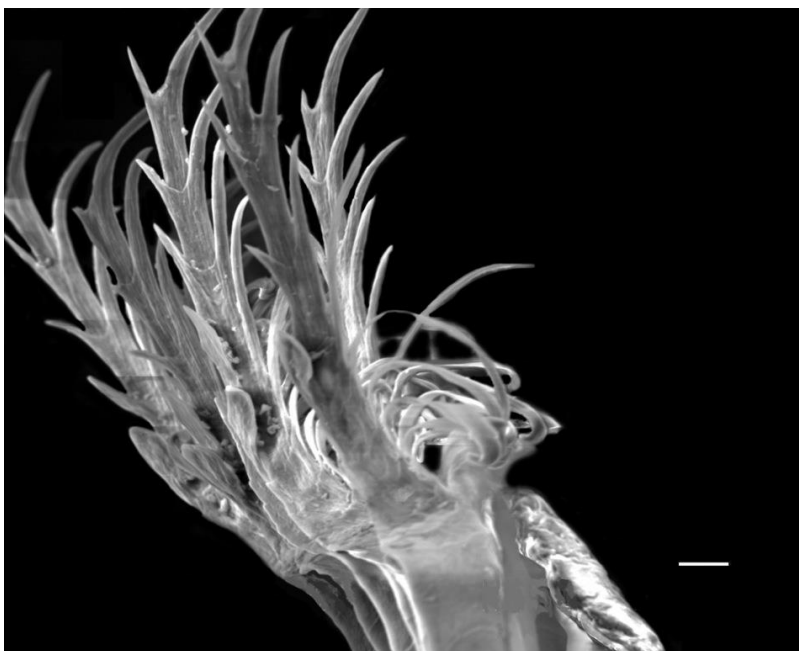


Рисунок П-42.
Дистальные бородки II контурной части опахала первостепенного махового пера сойки: они с хорошо развитыми ресничками; многочисленные крюпочки бородок с несильно загнутыми вершинами. Масштаб: 10 μm

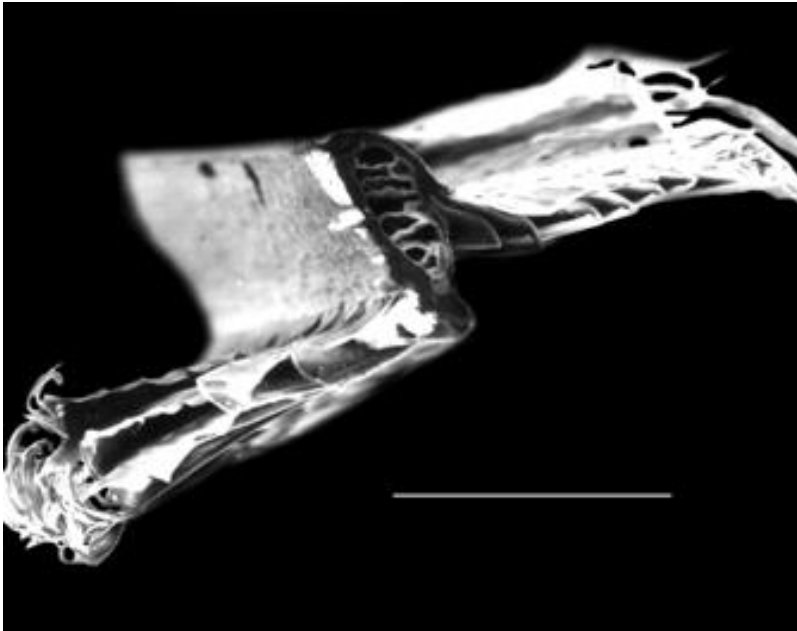


Рисунок П-43.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера кедровки: поперечный срез бородки; дорсальный и вентральный гребни развиты слабо.
Масштаб: 100 μm

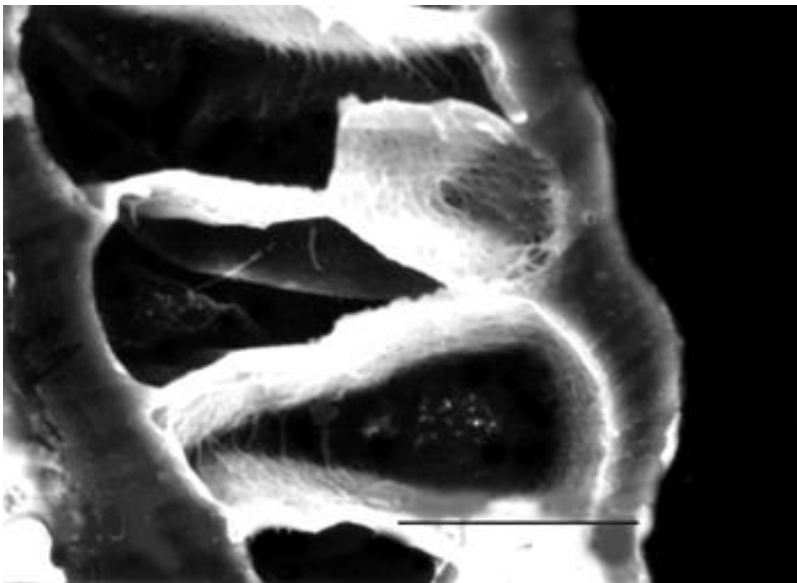


Рисунок П-44.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера кедровки: сердцевина на поперечном срезе бородки однорядная лестничная; стенки полостей в мелких перфорациях.
Масштаб: 10 μm

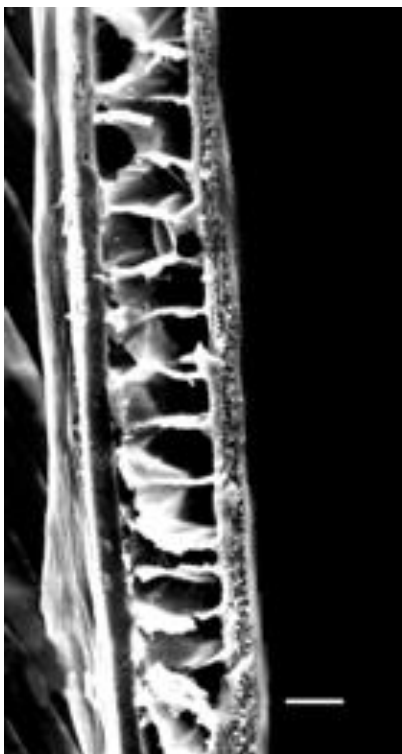


Рисунок П-45.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера
кедровки: однорядная
лестничная
сердцевина на
продольном срезе.
Масштаб: 10 μm

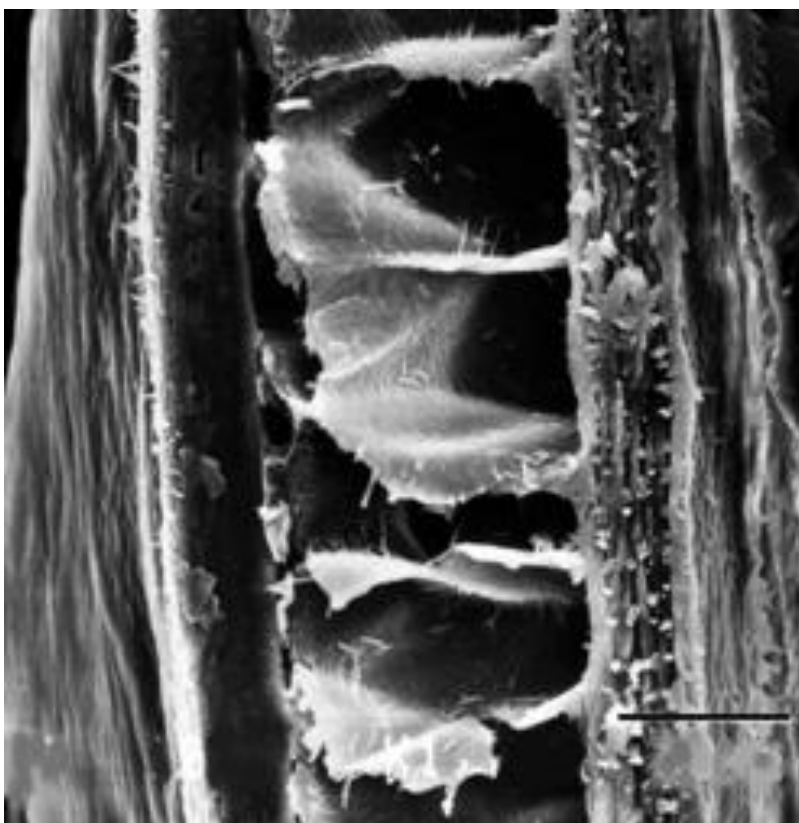


Рисунок П-46.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера
кедровки: однорядная
лестничная
сердцевина на
продольном срезе;
стенки сердцевинных
полостей имеют слабо
складчатую
поверхность; в
полостях содержатся
редко расположенные
палочковидные
пигментные гранулы;
в каркасе полостей
имеются редкие
нитчатые выросты.
Масштаб: 10 μm

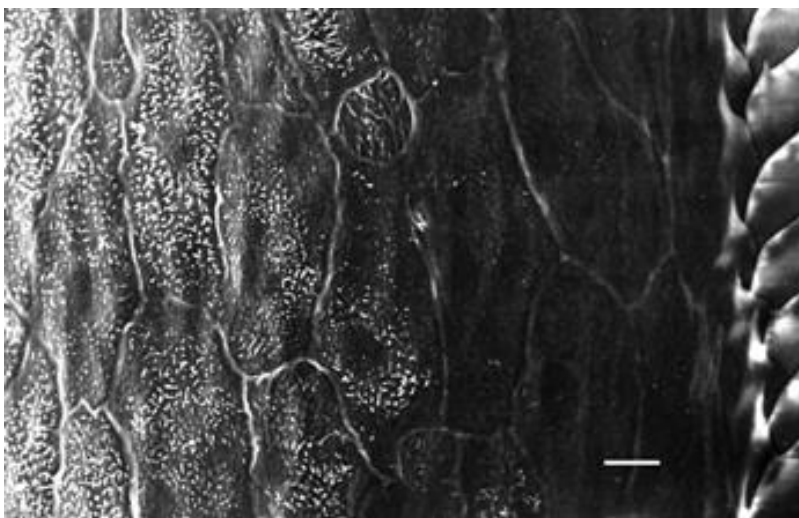


Рисунок П-47.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера кедровки: ворсистая кутикула основания бородки состоит из вытянутых, преимущественно четырёхугольных клеток, разделённых высокими, хорошо заметными, валиковидными стенками. Масштаб: 10 μm

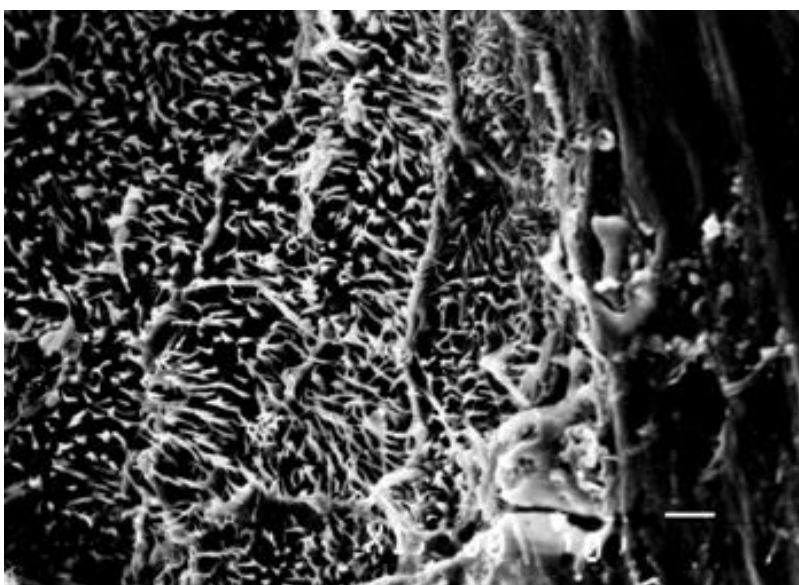


Рисунок П-48.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера кедровки: ворсистая поверхность кутикулярных клеток образована густо переплетающимися многочисленными волокнами, игловидные вершины которых направлены в поперечном направлении по отношению к продольной оси кутикулярных клеток. Масштаб: 10 μm

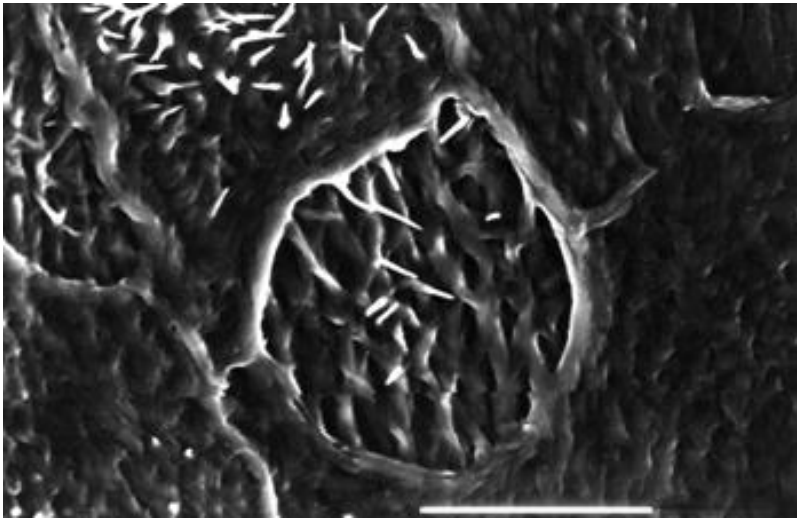


Рисунок П-49.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера
кедровки: ворсистый
рельеф кутикулярных
клеток образован
иглистыми
выростами, либо
переплетением
толстых тяжей с
углублениями между
ними. Масштаб: 10
 μm

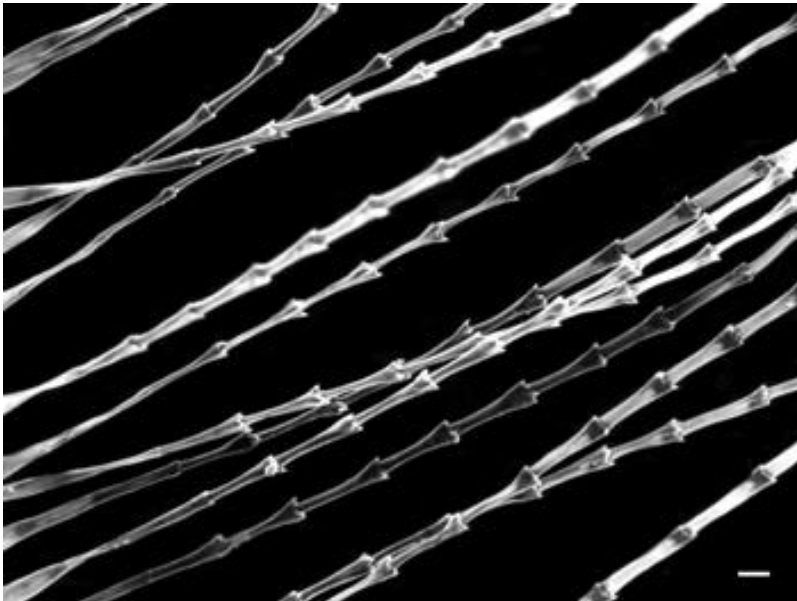


Рисунок П-50.
Бородки II пуховой
части опахала
контурного пера
кедровки: узлы и
междоузлия кутикулы
бородок; узлы лежат
очень плотно, имеют
колокольчатую
форму. Масштаб: 10
 μm

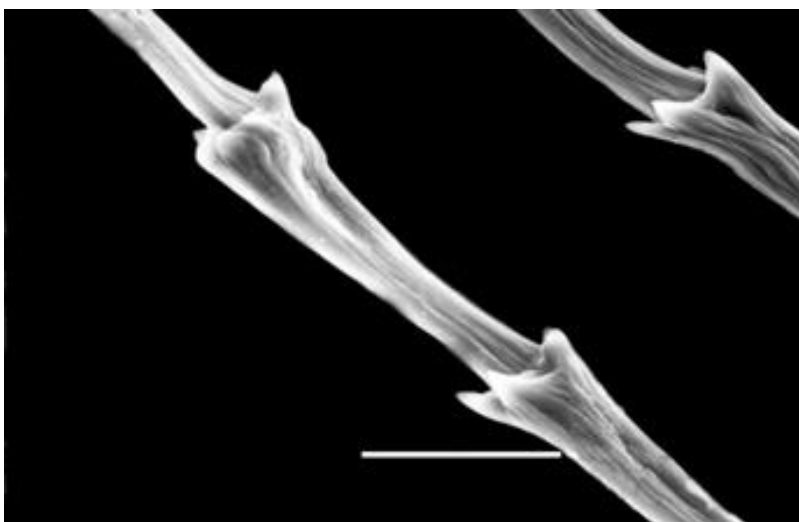


Рисунок II-51.
Бородки II пуховой
части опахала
контурного пера
кедровки: узлы и
междоузлия кутикулы
бородок; узлы
содержат три
коротких зубчика,
образующих прямой
угол с длинной осью
бородки; поверхность
узлов и междоузлий
ребристая. Масштаб:
10 μm



Рисунок II-52.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера сороки:
поперечник имеет
эллипсовидную
форму; дорсальный и
вентральный гребни
развиты слабо.
Масштаб: 10 μm

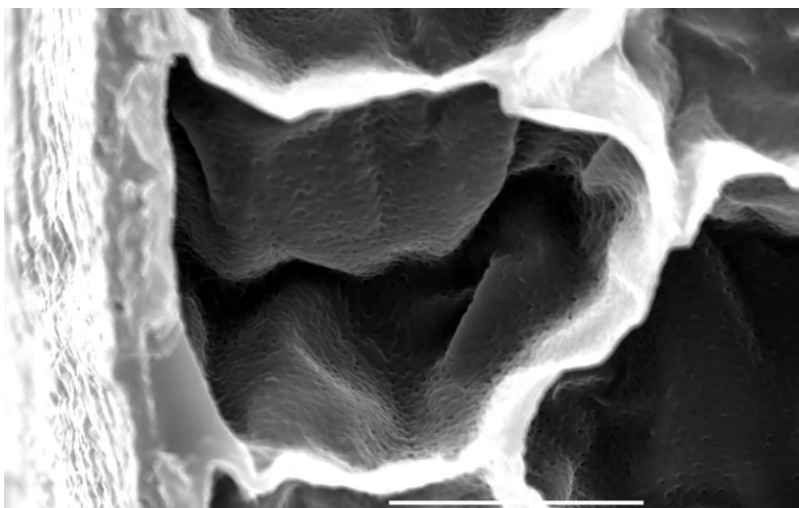


Рисунок II-53.
Бородка I контурной
части опахала
первостепенного
махового пера сороки:
ячеистая сердцевина
на продольном срезе
бородки; тонкие
перфорированные
стенки полостей
имеют крупные
волнистые складки.
Масштаб: 10 μm

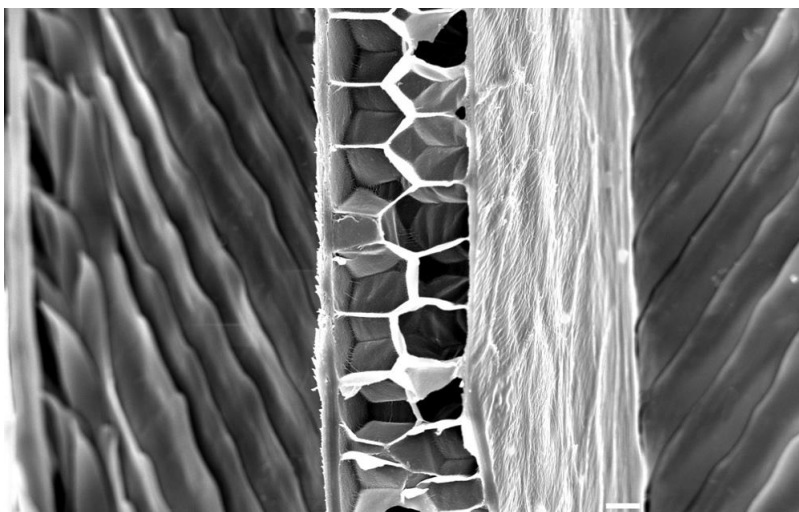


Рисунок II-54.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера сороки: лестничная сердцевина на продольном срезе бородки состоит из 4–5-угольных полостей сходного размера; поверхность кутикулы сглаженная. Масштаб: 10 μm

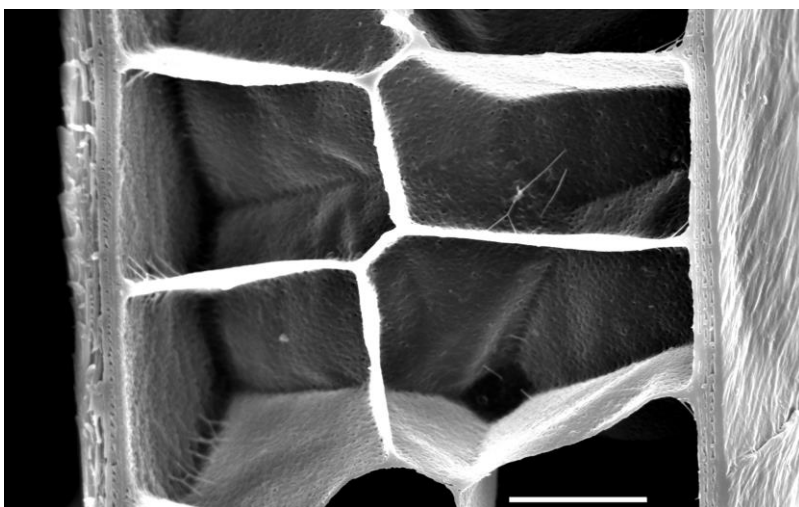


Рисунок II-55.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера сороки: сердцевина на продольном срезе бородки; 4–5-угольные полости имеют слабо волнистые мелко перфорированные стенки и редкие включения коротких тонких нитей. Масштаб: 10 μm

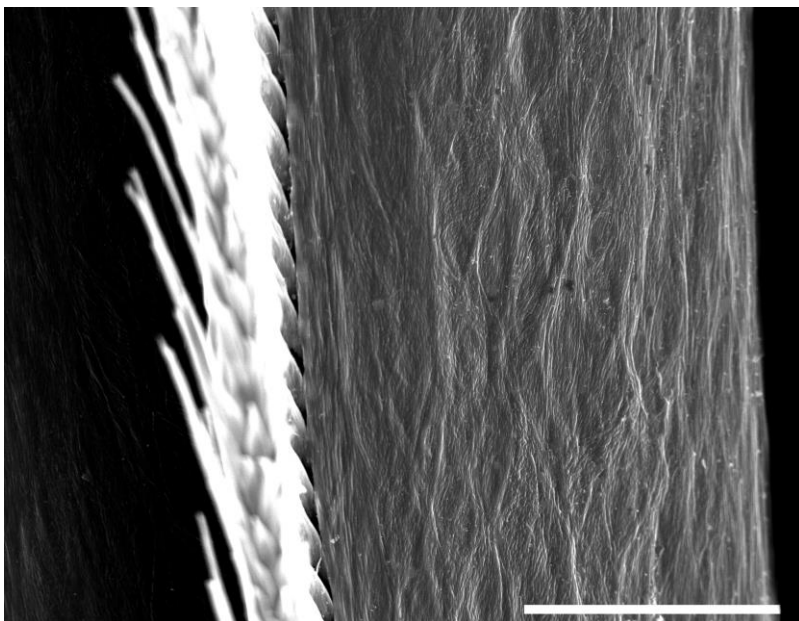


Рисунок П-56.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера сороки: кутикула основания бородки; границы вертикально вытянутых клеток слабо выражены, рельеф поверхности сглажен. Масштаб: 100 μm

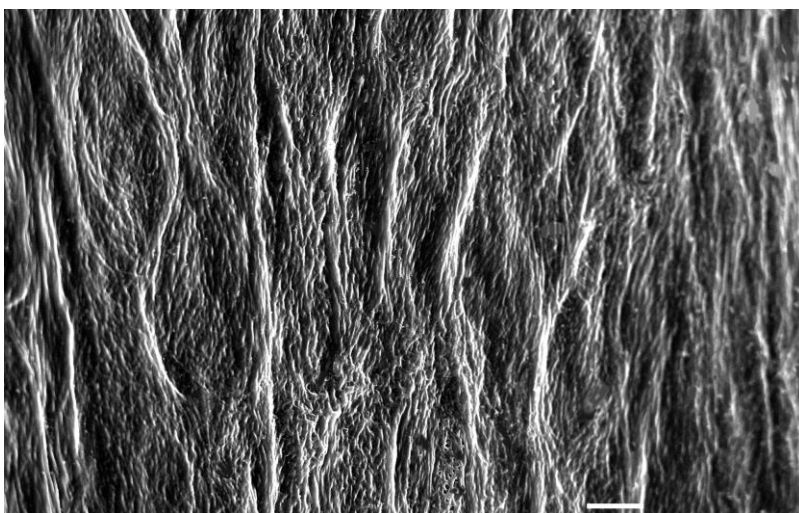


Рисунок П-57.
Бородка I контурной части опахала первостепенного махового пера сороки: кутикула основания бородки; сглаженный рельеф поверхности образован плотным переплетением волокон, ориентированных вдоль длинной оси бородки. Масштаб: 10 μm

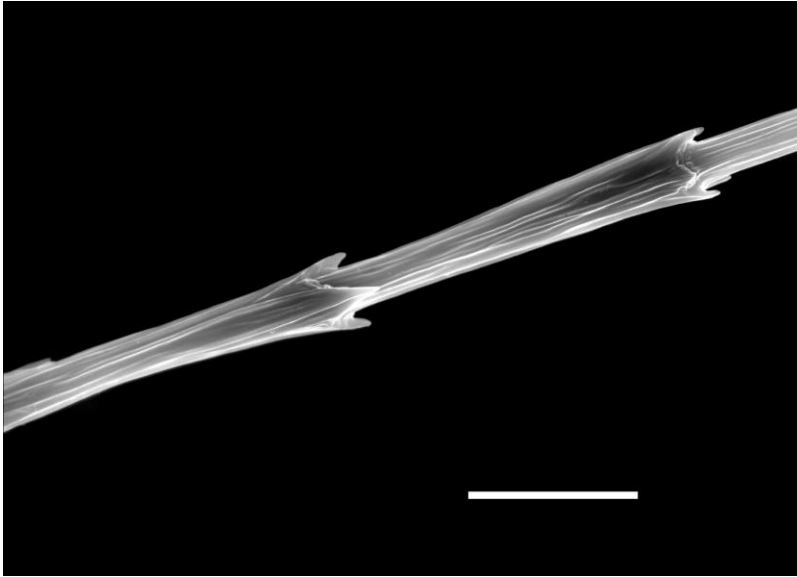


Рисунок П-58.
Бородка II пуховой
части опахала
контурного пера
сороки: узлы и
междоузлия с
ребристым рельефом;
междоузлие плавно
переходит в
нерасширенный узел,
снабжённый 3–4
коническими
зубцами,
незначительно
отходящими в
сторону от бородки.
Масштаб: 10 μm

Приложение III

Общий список птерилий (по: Lucas, Stettenheim, 1972)

Птерилии крыла Alar tracts (*pterylae alares*)

Кисть Hand (*manus*)

Первостепенные маховые Primary remiges (*remiges primariae*)

Верхние кроющие первостепенных маховых Upper primary coverts (*tectrices primariae superiores*)

Большие верхние кроющие первостепенных маховых Upper major primary coverts (*tectrices primariae major superiores*)

Средние верхние кроющие первостепенных маховых Upper median primary coverts (*tectrices primariae medianae superiores*)

Верхние малые кроющие первостепенных маховых — первый ряд Upper minor primary coverts — first row (*tectrices primariae minores superiors — ordo primus*)

Верхние малые кроющие первостепенных маховых — второй ряд Upper minor primary coverts — second row (*tectrices primariae minores superiors — ordo secundus*)

Нижние кроющие первостепенных маховых Under primary coverts (*tectrices primariae inferiores*)

Нижние большие кроющие первостепенных маховых Under major primary coverts (*tectrices primariae major inferiores*)

Нижние средние кроющие первостепенных маховых Under median primary coverts (*tectrices primariae medianae inferiores*)

Нижние малые кроющие первостепенных маховых — первый ряд
 Under minor primary coverts — first row (*tectrices primariae minores inferiors — ordo primus*)

Нижние малые кроющие первостепенных маховых — второй ряд
 Under minor primary coverts — second row (*tectrices primariae minores inferiors — ordo secundus*)

Пух крыла Downs of the wing (*plumae alae*)

Верхний пух первостепенных маховых Upper primary downs (*plumae primariae superiores*)

Верхний дистальный пух первостепенных маховых Upper distal primary downs (*plumae primariae distales superiores*)

Верхний медиальный пух первостепенных маховых Upper medial primary downs (*plumae primariae medianae superiores*)

Верхний проксимальный пух первостепенных маховых Upper proximal primary downs (*plumae primariae proximales superiores*)

Верхний пух второстепенных маховых Upper secondary downs (*plumae secundariae superiores*)

Верхний дистальный пух второстепенных маховых Upper distal secondary downs (*plumae secundariae distales superiores*)

Верхний медиальный пух второстепенных маховых Upper median secondary downs (*plumae secundariae medianae superiores*)

Верхний проксимальный пух второстепенных маховых Upper proximal secondary downs (*plumae secundariae proximales superiores*)

Нижний пух второстепенных маховых Under secondary downs (*plumae secundariae inferiores*)

Нижний дистальный пух второстепенных маховых Under distal secondary downs (*plumae secundariae distales inferiores*)

Нижний проксимальный пух второстепенных маховых Under proximal secondary downs (*plumae secundariae proximales inferiores*)

Нижний пух первостепенных маховых Under primary downs (*plumae primariae inferiores*)

Нижний дистальный пух первостепенных маховых Under distal primary downs (*plumae primariae distales inferiores*)

Нижний проксимальный пух первостепенных маховых Under proximal primary downs (*plumae primariae proximales inferiores*)

Маховые перья крылышка Alular remiges (*remiges alulae*)

Птерилии крылышка — Alar tracts (*pterylae alares*)

Верхние большие кроющие крылышка Upper major alular coverts (*tectrices major superiores alulae*)

Нижние большие кроющие крылышка Under major alular coverts (*tectrices major inferiores alulae*)

Пух крылышка Alular downs (*plumae alulae*)

Верхний пух крылышка Upper alular downs (*plumae superiores alulae*)

Нижний пух крылышка Lower alular downs (*plumae inferiores alulae*)

Маргинальные кроющие кисти и крылышка Marginal coverts
(*tectrices marginales*)

Верхние маргинальные кроющие кисти Upper marginal coverts of the hand (*tectrices marginales superiores mani*)

Верхние маргинальные кроющие крылышка Upper marginal coverts of the alula (*tectrices marginales superiores alulae*)

Нижние маргинальные кроющие кисти Under marginal coverts of the hand (*tectrices marginales inferiores mani*)

Нижние маргинальные кроющие крылышка Under marginal coverts of the alula (*tectrices marginales inferiores alulae*)

Предплечье Forearm (*antebrachium*)

Второстепенные маховые Secondary remiges (*remiges secundarii*)

Верхние кроющие второстепенных маховых Upper secondary coverts (*tectrices secundariae superiores*)

Верхние большие кроющие второстепенных маховых Upper major secondary coverts (*tectrices secundariae major superiores*)

Верхние средние кроющие второстепенных маховых Upper median secondary coverts (*tectrices secundariae medianae superiores*)

Верхние малые кроющие второстепенных маховых — первый ряд Upper minor secondary coverts — first row (*tectrices secundariae minores superiors — ordo primus*)

Верхние малые кроющие второстепенных маховых — второй ряд Upper minor secondary coverts — second row (*tectrices secundariae minores superiors — ordo secundus*)

Маргинальные кроющие предплечья Marginal coverts (*tectrices marginales*)

Верхние маргинальные кроющие передней летательной перепонки
Upper marginal coverts of the prepatagium (*tectrices marginales superiores prepatagii*)

Нижние маргинальные кроющие передней летательной перепонки
Under marginal coverts of the prepatagium (*tectrices marginales inferiores prepatagii*)

Нижняя птериля предплечья Under forearm tract (*pteryla antebrachialis inferior*)

Плечевые птерилии Brachial tracts (*pterylae brachiales*)

Плечевая птериля Humeral tract (*pteryla humeralis*)

Подмышечная птериля Subhumeral tract (*pteryla subhumeralis*)

Заплечная птериля Posthumeral tract (*pteryla posthumeralis*)

Верхняя заплечная птериля Upper posthumeral coverts (*tectrices posthumerales superiores*)

Стержни заплечной птерилии Posthumeral quills (*pennae posthumerales*)

Нижние кроющие заплечной птерилии Under posthumeral coverts (*tectrices posthumerales inferiores*)

Запястье Wrist (*carpus*)

Запястное (карпальное) маховое Carpal remex (*remex carpalis*)

Верхние кроющие запястья Upper carpal coverts (*tectrices carpales superiores*)

Верхние большие кроющие запястья Upper major carpal covert (*tectrix carpalis majoris superior*)

Верхние средние кроющие запястья Upper median carpal covert (*tectrix carpalis medianae superior*)

Верхние малые кроющие запястья Upper minor carpal covert (*tectrix carpalis minoris superior*)

Нижние кроющие запястья Under carpal coverts (*tectrices carpales inferiores*)

Нижние большие кроющие запястья Under major carpal covert (*tectrix carpalis majoris inferior*)

Нижние средние кроющие запястья Under median carpal covert (*tectrix carpalis medianae inferior*)

Нижние малые кроющие запястья Under minor carpal covert (*tectrix carpalis minoris inferior*)

Запястный пух Carpal downs (*plumae carpales*)

Верхний запястный пух Upper carpal downs (*plumae carpales superiores*)

Верхний дистальный запястный пух Upper distal carpal down (*pluma carpalis distalis superior*)

Верхний проксимальный запястный пух Upper proximal carpal down (*pluma carpalis proximalis superior*)

Нижний запястный пух Under carpal downs (*plumae carpales inferiores*)

Нижний дистальный запястный пух Under distal carpal down (*pluma carpalis distalis inferior*)

Нижний проксимальный запястный пух Under proximal carpal down
(*pluma carpalis proximalis inferior*)

Птерилии головы Capital tracts (*pterylae capitales*)

Лобная птерилия Frontal tract (*pteryla frontalis*)

Венечная (коронарная) птерилия Coronal tract (*pteryla coronalis*)

Затылочная птерилия Occipital tract (*pteryla occipitalis*)

Околоушная (ушная) птерилия Auricular tract (*pteryla auricularis*)

Заушная птерилия Postauricular tract (*pteryla postauricularis*)

Височная птерилия Temporal tract (*pteryla temporalis*)

Переднеглазничная (слезная) птерилия Loral tract (*pteryla lorata*)

Надресничная птерилия Superciliary tract (*pteryla supercillii*)

Орбитальные птерилии Ocular tracts (*pterylae oculares*)

Верхняя орбитальная птерилия Upper ocular tract (*pteryla ocularis superior*)

Нижняя орбитальная птерилия Lower ocular tract (*pteryla ocularis inferior*)

Глазная птерилия Genal tract (*pteryla genae*)

Птерилия уголков клюва Rictal tract (*pteryla rictus*)

Скуловая птерилия Malar tract (*pteryla malaris*)

Межчелюстная птерилия Interramal tract (*pteryla interramalis*)

Подчелюстная птерилия Submalar tract (*pteryla submalaris*)

Спинальная птерилия Spinal tracts (*pterylae spinales*)

Дорзальная шейная птерилия Dorsal cervical tract (*pteryla cervicalis dorsalis*)

Латеральная шейная птерилия Lateral cervical tract (*pteryla cervicalis lateralis*)

Межлопаточная птерилия Interscapular tract (*pteryla interscapularis*)

Спинная (дорзальная) птерилия Dorsal tract (*pteryla dorsalis*)

Латеральная лопаточная птерилия Lateral scapular tract (*pteryla scapularis lateralis*)

Тазовая птерилия Pelvic tract (*pteryla pelvina*)

Латеральная тазовая птерилия Lateral pelvic tract (*pteryla pelvina lateralis*)

Латеральная птерилия тела Lateral body tract (*pteryla corporalis lateralis*)**Вентральная шейная птерилия Ventral cervical tract (*pteryla cervicalis ventralis*)****Грудная птерилия Pectoral tract (*pteryla pectoralis*)**

Латеральная грудная птерилия Lateral pectoral tract (*pteryla pectoralis lateralis*)

Медиальная грудная птерилия Medial pectoral tract (*pteryla pectoralis medialis*)

Грудинная птерилия Sternal tract (*pteryla sternalis*)**Брюшная птерилия Abdominal tract (*pterylae abdominales*)**

Латеральная брюшная птерилия Lateral abdominal tract (*pteryla abdominalis lateralis*)

Медиальная брюшная птерилия Medial abdominal tract (*pteryla abdominalis medialis*)

Клоакальная птерилия Cloacal tract (*pteryla cloacalis*)**Хвостовые птерилии Caudal tracts (*pterylae caudales*)**

Дорзальная хвостовая птерилия Dorsal caudal tract (*pteryla caudalis dorsalis*)

Латеральная хвостовая птерилия Lateral caudal tract (*pteryla caudalis lateralis*)

Рулевые (хвостовые) перья (перо) Tail feather(s) — rectrix, rectrices (*rectrix, rectrices*)

Верхние большие кроющие хвоста Upper major tail coverts (*tectrices caudales majores superiores*)

Верхние средние кроющие хвоста Upper median tail coverts (*tectrices caudales medianae superiores*)

Верхние малые кроющие хвоста Upper minor tail coverts (*tectrices caudales minores superiores*)

Птерилия копчиковой железы Oil duct circler (*circulus uropygialis*)

Вентральная хвостовая птерилия Ventral caudal tract (*pteryla caudalis ventralis*)

Нижние большие кроющие хвоста Under major tail coverts (*tectrices caudales majores inferiores*)

Нижние средние кроющие хвоста Under median tail coverts (*tectrices caudales medianae inferiores*)

Нижние малые кроющие хвоста Under minor tail coverts (*tectrices caudales minores inferiores*)

Хвостовой пух Downs of the tail (*plumae caudae*)

Верхний проксимальный пух хвоста Upper proximal downs of tail (*plumae proximales superiores caudae*)

Верхний дистальный пух хвоста Upper distal downs of tail (*plumae distales superiores caudae*)

Нижний дистальный пух хвоста Under distal downs of tail (*plumae distales inferiores caudae*)

Бедренная птериля Femoral tract (*pteryla femoris*)

Передне-верхний угол Anterosuperior angle (*angulus antero superior*)

Задне-верхний угол Posterosuperior angle (*angulus postero superior*)

Внутренний угол Inferior angle (*angulus inferior*)

Мышца натяжения бедренной птерилии Tensor muscle of the femoral tract (*M. tensor pterylae femoralis*)

Голенные птерилии Crural tracts (*pterylae crurales*)

Внешняя голенная птериля External crural tract (*pteryla cruralis externalis*)

Внутренняя голенная птериля Internal crural tract (*pteryla cruralis internalis*)

Пластина голени Crural flag (*vexillum crurale*)

Птериля цевки Metatarsal tract (*pteryla metatarsalis*)

Пальцевые птерилии Digital tracts (*pterylae digitales*)

Приложение IV
Фотогалерея
Коллекции перьев Врановых

Ворон — *Corvus corax L.*

Зилаирский р-н РБ, окр-ти п. Зилаир.

**Добыл А. В. Александров 2.01.2009, оформила П. Г. Полежанкина
23.01.2009.**

**В коллекции 31 лист А4 = 327 экз., 1 лист А3 = 5 экз. (всего — 332
экземпляра)**



Рисунок IV-1.1. Ворон — лоб, темя, затылок, челюстные, межчелюстные, кроющие уха, шея (нижняя часть)



Рисунок IV-1.2. Ворон —
грудь, брюхо



Рисунок IV-1.3. Ворон —
поствентральные, нижние
кроющие хвоста



Рисунок IV-1.4. Ворон —
бедро



Рисунок IV-1.5. Ворон —
голень, шея (верхняя часть)



Рисунок IV-1.6. Ворон —
межлопаточные, спина,
крестец



Рисунок IV-1.7. Ворон —
верхние кроющие хвоста,
плечевые



Рисунок IV-1.8. Ворон —
плечевые



Рисунок IV-1.9. Ворон —
плечевые



Рисунок IV-1.10. Ворон — плечевые



Рисунок IV-1.11. Ворон —
маховые крылышка,
кроющие крылышка, средние
верхние кроющие
первостепенных маховых,
верхние кроющие кисти



Рисунок IV-1.12. Ворон —
большие нижние кроющие
первостепенных маховых



Рисунок IV-1.13. Ворон —
большие верхние кроющие
первостепенных маховых,
большие нижние кроющие
первостепенных маховых



Рисунок IV-1.14. Ворон —
большие нижние кроющие
первостепенных маховых,
средние нижние кроющие
первостепенных маховых



Рисунок IV-1.15. Ворон — средние нижние кроющие первостепенных маховых, карпальное перо, нижние кроющие кисти, большие верхние кроющие второстепенных маховых



Рисунок IV-1.16. Ворон — большие верхние кроющие второстепенных маховых, средние верхние кроющие второстепенных маховых, малые верхние кроющие второстепенных маховых



Рисунок IV-1.17. Ворон —
верхние кроющие
пропатагиальной складки,
верхние маргинальные
кроющие, большие нижние
кроющие второстепенных
маховых



Рисунок IV-1.18. Ворон —
большие нижние кроющие
второстепенных маховых



Рисунок IV-1.19. Ворон —
средние нижние кроющие
второстепенных маховых,
малые нижние кроющие
второстепенных маховых



Рисунок IV-1.20. Ворон —
нижние кроющие
пропатагиальной складки,
нижние маргинальные
кроющие



Рисунок IV-1.21. Ворон —
нижние маргинальные
кроющие



Рисунок IV-1.22. Ворон —
кроющие метапогиальной
складки



Рисунок IV-1.23. Ворон —
первостепенные маховые



Рисунок IV-1.24. Ворон —
первостепенные маховые



Рисунок IV-1.25. Ворон —
первостепенные маховые



Рисунок IV-1.26. Ворон —
первостепенные маховые



Рисунок IV-1.27. Ворон —
второстепенные маховые



Рисунок IV-1.28. Ворон —
второстепенные маховые



Рисунок IV-1.29. Ворон —
третьестепенные маховые



Рисунок IV-1.30. Ворон —
третьестепенные маховые



Рисунок IV-1.31. Ворон —
рулевые



Рисунок IV-1.32. Ворон —
рулевые

Серая ворона — *Corvus cornix* L., ♀.

РФ, г. Москва, окр-ти ст. Перово.

Обнаружила 28.01.2010 и оформила 16.02.2010 П. Г. Полежанкина.

В коллекции 21 лист А4 = 414 экземпляров



Рисунок IV-2.1. Серая ворона — лоб, темя, затылок, челюстные, межчелюстные, кроющие ноздрей, шея (нижняя часть)



Рисунок IV-2.2. Серая ворона
— грудь, грудь (боковая
часть)



Рисунок IV-2.3. Серая ворона
— грудина, брюхо,
поствентральные



Рисунок IV-2.4. Серая ворона
— нижние кроющие хвоста,
голень



Рисунок IV-2.5. Серая ворона
— бедро



Рисунок IV-2.6. Серая ворона
— шея (верхняя часть),
межлопаточные



Рисунок IV-2.7. Серая ворона
— спина, крестец



Рисунок IV-2.8. Серая ворона
— верхние кроющие хвоста,
плечевые



Рисунок IV-2.9. Серая ворона
— плечевые



Рисунок IV-2.10. Серая ворона — маховые крылышка, кроющие крылышка, карпальное перо, большие верхние кроющие первостепенных маховых, средние верхние кроющие первостепенных маховых, верхние кроющие кисти



Рисунок IV-2.11. Серая ворона — большие нижние кроющие первостепенных маховых, средние нижние кроющие первостепенных маховых, нижние кроющие кисти, большие верхние кроющие второстепенных маховых



Рисунок IV-2.12. Серая ворона — большие верхние кроющие второстепенных маховых, средние верхние кроющие второстепенных маховых, малые верхние кроющие второстепенных маховых, верхние кроющие пропатагиальной складки



Рисунок IV-2.13. Серая ворона — верхние маргинальные кроющие, большие нижние кроющие второстепенных маховых, средние нижние кроющие второстепенных маховых



Рисунок IV-2.14. Серая ворона — малые нижние кроющие второстепенных маховых, нижние маргинальные кроющие, кроющие метапогиальной складки



Рисунок IV-2.15. Серая ворона — первостепенные маховые



Рисунок IV-2.16. Серая ворона — первостепенные маховые



Рисунок IV-2.17. Серая ворона — второстепенные маховые



Рисунок IV-2.18. Серая ворона — второстепенные маховые, третьестепенные маховые



Рисунок IV-2.19. Серая ворона — рулевые

Серая ворона *Corvus cornix* ♀ 28.01.2010 г.
РФ, г. Москва, Перов, окр-ти ст. Перово.
Рулевые:



Рисунок IV-2.20. Серая ворона — рулевые



Рисунок IV-2.21. Серая ворона — рулевые



Рисунок IV-3.2. Грач —
грудь, грудь (боковая часть)



Рисунок IV-3.3. Грач —
грудь (боковая часть),
грудина



Рисунок IV-3.4. Гроч —
брюхо, поствентральные,
бедро



Рисунок IV-3.5. Греч —
бедро



Рисунок IV-3.6. Грач —
нижние кроющие хвоста,
голень



Рисунок IV-3.7. Греч — шея
(верхняя часть),
межлопаточные



Рисунок IV-3.8. Грач —
межлопаточные, спина



Рисунок IV-3.9. Греч —
плечевые

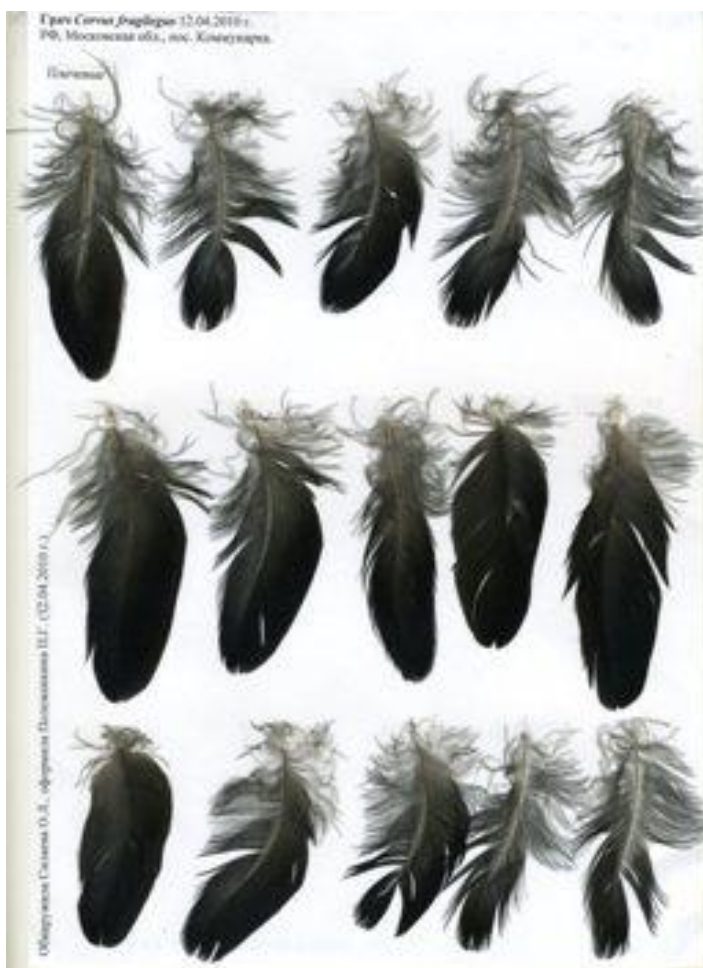


Рисунок IV-3.10. Греч —
плечевые



Рисунок IV-3.11. Грач — крестец, верхние кроющие хвоста, маховые крылышка, кроющие крылышка, карпальное перо



Рисунок IV-3.12. Грач — большие верхние кроющие первостепенных маховых, средние верхние кроющие первостепенных маховых, верхние кроющие кисти, средние нижние кроющие первостепенных маховых



Рисунок IV-3.13. Грач —
большие нижние кроющие
первостепенных маховых,
нижние кроющие кисти,
большие верхние кроющие
второстепенных маховых,
малые верхние кроющие
второстепенных маховых



Рисунок IV-3.14. Грач — средние верхние кроющие второстепенных маховых, верхние кроющие пропатагиальной складки, верхние маргинальные кроющие, большие нижние кроющие второстепенных маховых



Рисунок IV-3.15. Грач — большие нижние кроющие второстепенных маховых, средние нижние кроющие второстепенных маховых, малые нижние кроющие второстепенных маховых, нижние кроющие пропатагиальной складки, кроющие метапогиальной складки



Рисунок IV-3.16. Грач —
нижние маргинальные
кроющие



Рисунок IV-3.17. Гроч —
первостепенные маховые



Рисунок IV-3.18. Грач —
первостепенные маховые



Рисунок IV-3.19. Грач —
первостепенные маховые,
второстепенные маховые



Рисунок IV-3.20. Грач —
второстепенные маховые



Рисунок IV-3.21. Гроч —
третьестепенные маховые



Рисунок IV-3.22. Грач —
рулевые



Рисунок IV-3.23. Грач —
рулевые

Галка — *Corvus monedula* L..

РФ, МО, Раменский р-н, окр-ти д. Тимонино.

Обнаружила 18.12.2008 и оформила 19.01.2009 П. Г. Полежанкина.

В коллекции 6 листов А4 = 127 экземпляров



Рисунок IV-4.1. Галка — темя, шея (верхняя часть), межлопаточные, спина, крестец, верхние кроющие хвоста, нижние кроющие хвоста

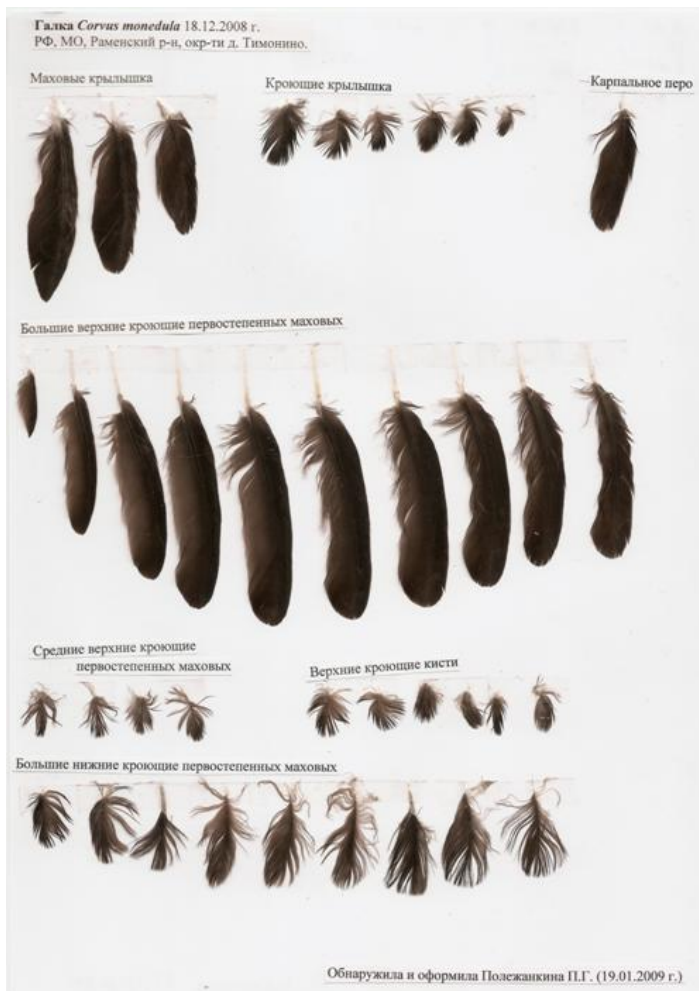


Рисунок IV-4.2. Галка — маховые крылышка, кроющие крылышка, карпальное перо, большие верхние кроющие первостепенных маховых, средние верхние кроющие первостепенных маховых, верхние кроющие кисти, большие нижние кроющие первостепенных маховых

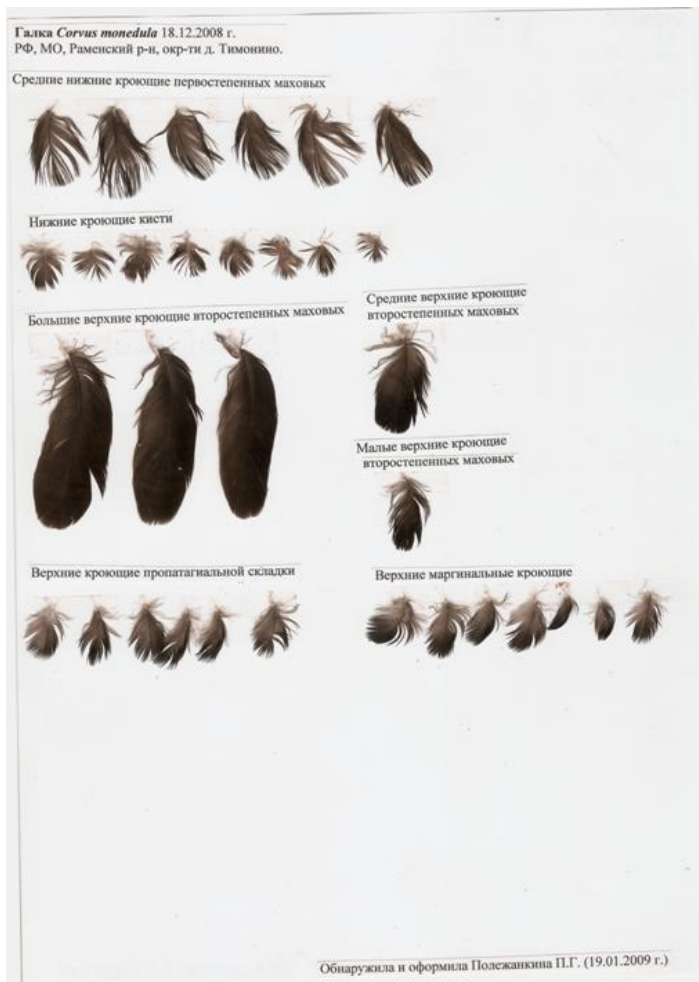


Рисунок IV-4.3. Галка —
средние нижние кроющие
первостепенных маховых,
нижние кроющие кисти,
большие верхние кроющие
второстепенных маховых,
средние верхние кроющие
второстепенных маховых,
малые верхние кроющие
второстепенных маховых,
верхние кроющие
пропатагиальной складки,
верхние маргинальные
кроющие



Рисунок IV-4.4. Галка —
первостепенные маховые



Рисунок IV-4.5. Галка —
второстепенные маховые,
третьестепенные маховые



Рисунок IV-4.6. Галка —
рулевые

Сорока — *Pica pica* L.

РФ, МО, Подольский р-н, биостанция «Малинки».

Обнаружил Ю. Н. Макаров в июле 2006, оформила П. Г.

Полежанкина 8.09.2008.

В коллекции 13 листов А4 = 325 экземпляров



Рисунок IV-5.1. Сорока — лоб, темя, затылок, челюстные, межчелюстные, крюющие уха, шея (нижняя часть), грудь



Рисунок IV-5.2. Сорока —
брюхо

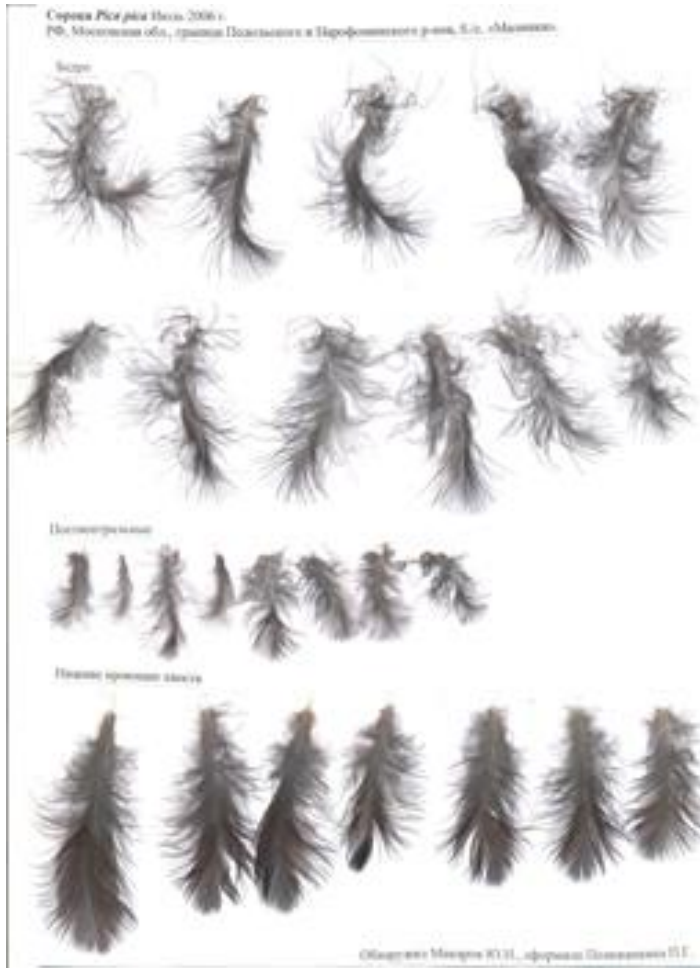


Рисунок IV-5.3. Сорока —
 бедро, поствентральные,
 нижние кроющие хвоста



Рисунок IV-5.4. Сорока — голень, шея (верхняя часть), межлопаточные



Рисунок IV-5.5. Сорока —
междопаточные, спина



Рисунок IV-5.6. Сорока —
крестец, плечевые



Рисунок IV-5.7. Сорока — маховые крылышка, кроющие крылышка, карпальное перо, большие верхние кроющие первостепенных маховых, средние верхние кроющие первостепенных маховых, верхние кроющие кисти, большие нижние кроющие первостепенных маховых, средние нижние кроющие первостепенных маховых, нижние кроющие кисти

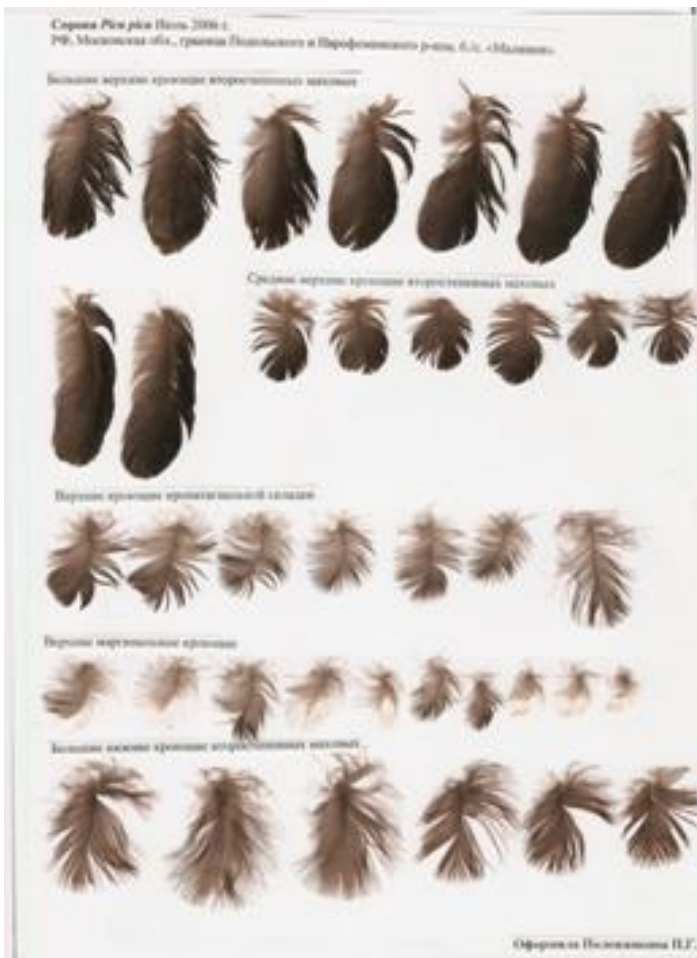


Рисунок IV-5.8. Сорока — большие верхние кроющие второстепенных маховых, средние верхние кроющие второстепенных маховых, верхние кроющие пропатагиальной складки, верхние маргинальные кроющие, большие нижние кроющие второстепенных маховых



Рисунок IV-5.9. Сорока —
 средние нижние кроющие
 второстепенных маховых,
 нижние маргинальные
 кроющие, первостепенные
 маховые



Рисунок IV-5.10. Сорока —
второстепенные маховые



Рисунок IV-5.11. Сорока —
третьестепенные маховые



Рисунок IV-5.12. Сорока —
рулевые



Рисунок IV-5.13. Сорока —
рулевые

Сойка — *Garrulus glandarius* L.

Зилаирский р-н РБ, окр-ти п. Зилаир.

Добыл А. В. Александров 2.01.2009, оформила П. Г. Полежанкина

21.01.2009.

В коллекции 11 листов А4 = 251 экземпляр

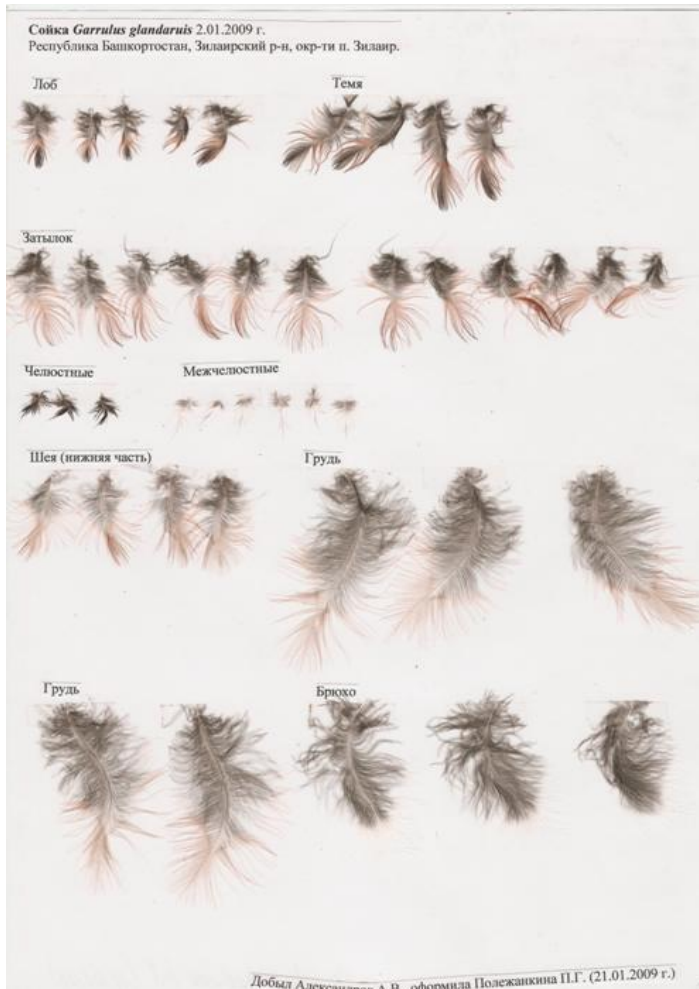


Рисунок IV-6.1. Сойка — лоб, темя, затылок, челюстные, межчелюстные, шея (нижняя часть), грудь, брюхо

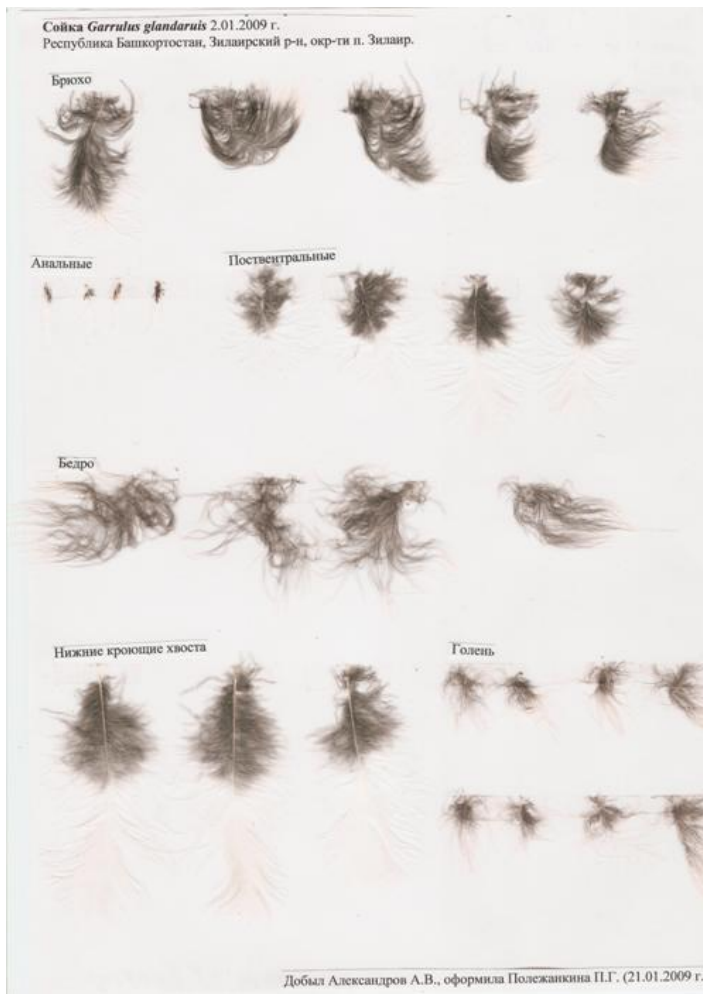


Рисунок IV-6.2. Сойка —
брюхо, анальные,
поствентральные, бедро,
нижние кроющие хвоста,
голень



Рисунок IV-6.3. Сойка — шея (верхняя часть), межлопаточные, плечевые



Рисунок IV-6.4. Сойка —
плечевые



Рисунок IV-6.5. Сойка —
спина, крестец, верхние
кроющие хвоста

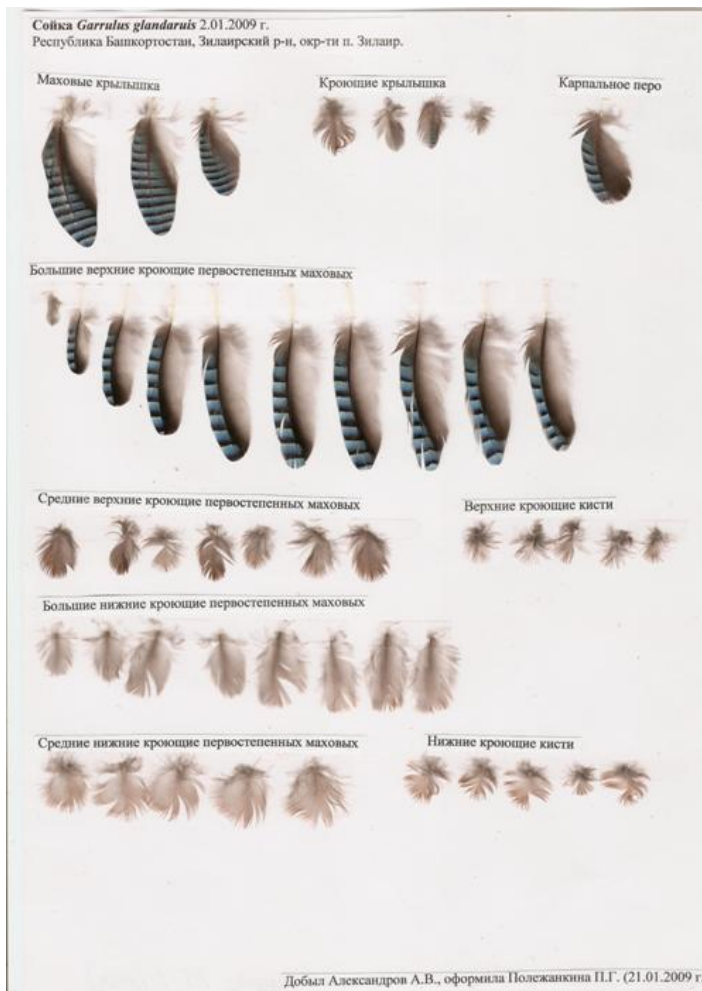


Рисунок IV-6.6. Сойка — маховые крылышка, кроющие крылышка, карпальное перо, большие верхние кроющие первостепенных маховых, средние верхние кроющие первостепенных маховых, верхние кроющие кисти, большие нижние кроющие первостепенных маховых, средние нижние кроющие первостепенных маховых, нижние кроющие кисти

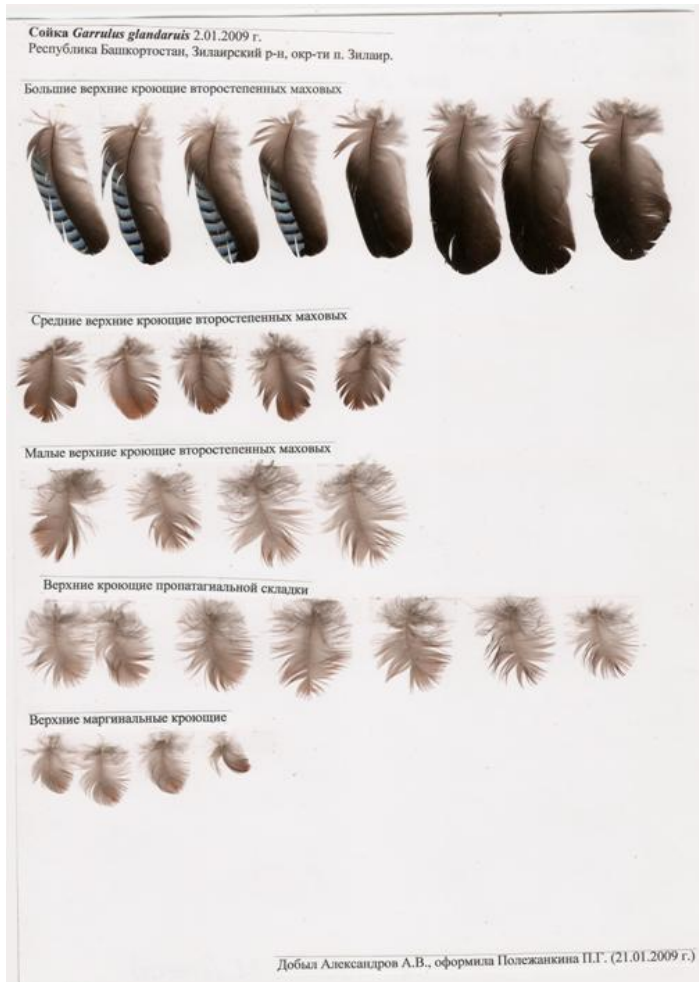


Рисунок IV-6.7. Сойка —
большие верхние кроющие
второстепенных маховых,
средние верхние кроющие
второстепенных маховых,
малые верхние кроющие
второстепенных маховых,
верхние кроющие
пропатагиальной складки,
верхние маргинальные
кроющие



Рисунок IV-6.8. Сойка — большие нижние кроющие второстепенных маховых, средние нижние кроющие второстепенных маховых, нижние кроющие пропатагиальной складки, малые нижние кроющие второстепенных маховых, кроющие метапогиальной складки



Рисунок IV-6.9. Сойка —
первостепенные маховые

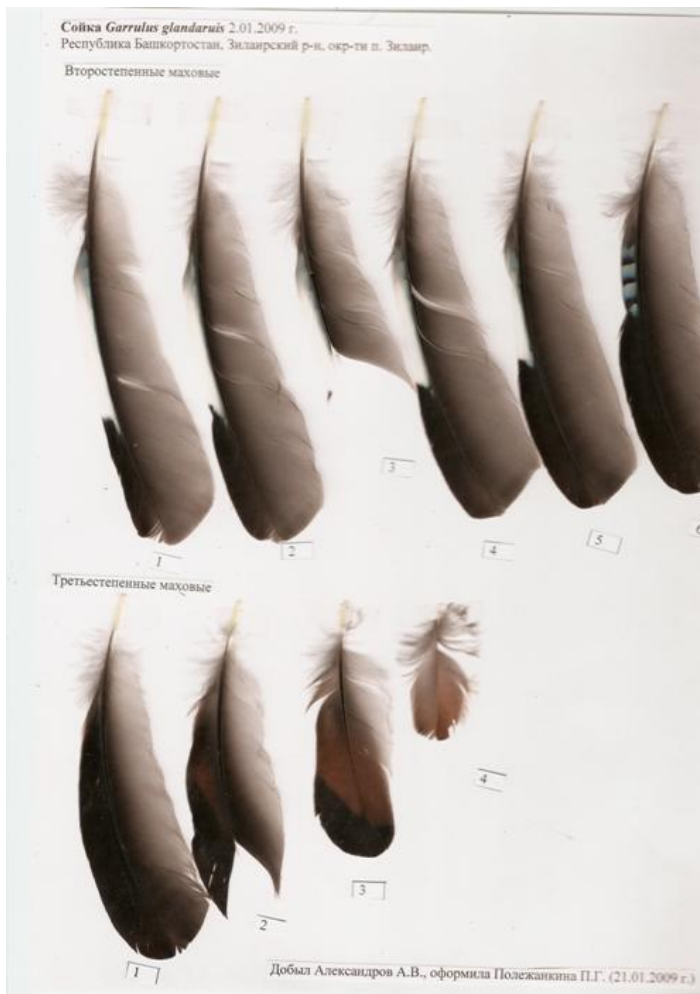


Рисунок IV-6.10. Сойка —
 второстепенные маховые,
 третьестепенные маховые



Рисунок IV-6.11. Сойка —
рулевые

Кедровка — *Nucifraga caryocatactes* L.

Зилаирский р-н РБ, окр-ти д. Искужино, окр-ти ДРСУ.

Добыл А. В. Александров 12.10.2008, оформила П. Г.

Полежанкина 4.12.2008.

В коллекции 9 листов А4 = 275 экземпляров

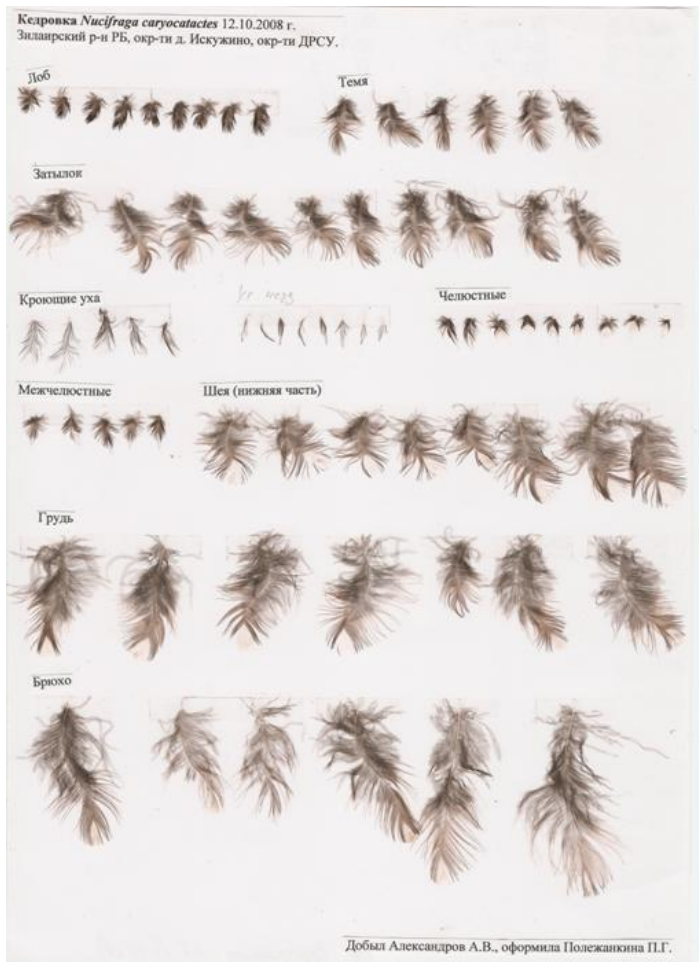


Рисунок IV-7.1. Кедровка — лоб, темя, затылок, кроющие уха, челюстные, межчелюстные, шея (нижняя часть), грудь, брюхо

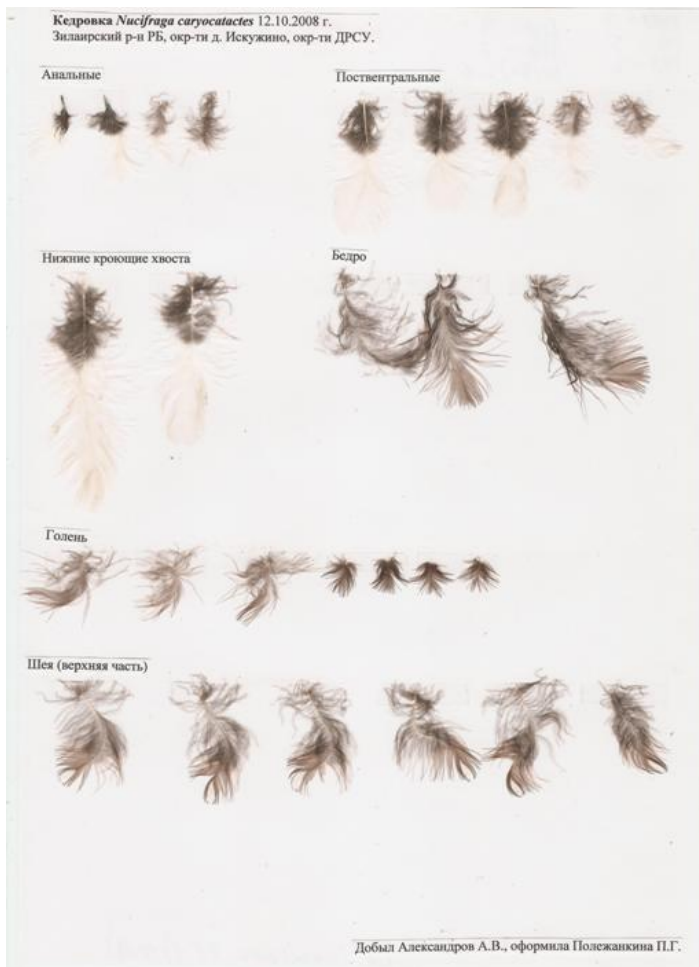


Рисунок IV-7.2. Кедровка —
анальные, поствентральные,
нижние кроющие хвоста,
бедро, голень, шея (верхняя
часть)



Рисунок IV-7.3. Кедровка —
межлопаточные, плечевые,
спина

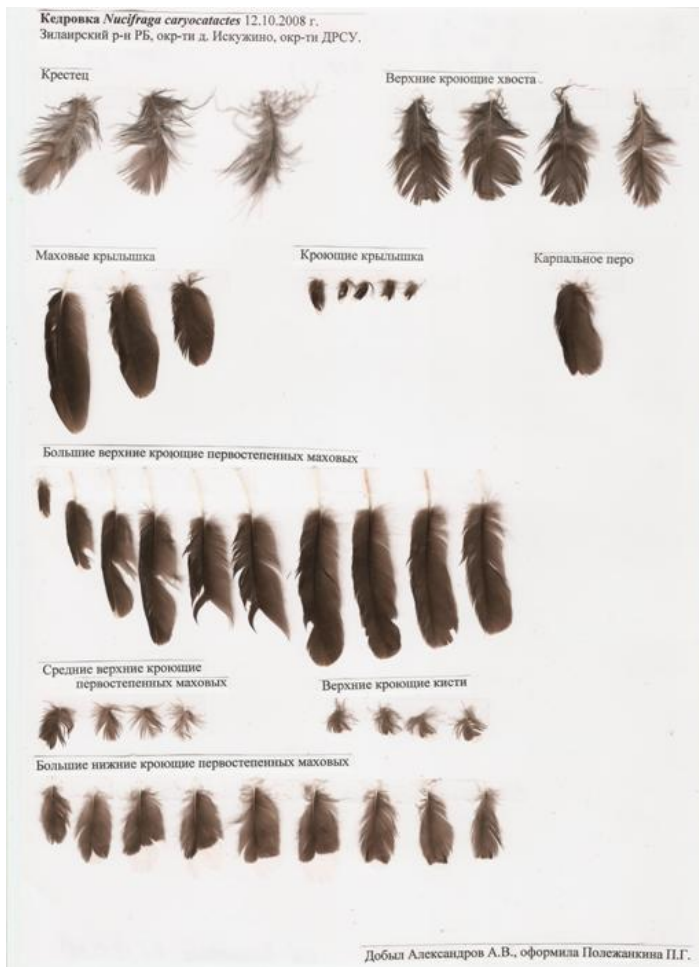


Рисунок IV-7.4. Кедровка — крестец, верхние кроющие хвоста, маховые крылышка, кроющие крылышка, карпальное перо, большие верхние кроющие первостепенных маховых, средние верхние кроющие первостепенных маховых, верхние кроющие кисти, большие нижние кроющие первостепенных маховых



Рисунок IV-7.5. Кедровка — средние нижние кроющие первостепенных маховых, нижние кроющие кисти, большие верхние кроющие второстепенных маховых, средние верхние кроющие второстепенных маховых, малые верхние кроющие второстепенных маховых, верхние кроющие пропатагиальной складки, верхние маргинальные кроющие



Рисунок IV-7.6. Кедровка —
большие нижние кроющие
второстепенных маховых,
средние нижние кроющие
второстепенных маховых,
нижние маргинальные
кроющие, кроющие
метапогиальной складки



Рисунок IV-7.7. Кедровка —
первостепенные маховые



Рисунок IV-7.8. Кедровка —
второстепенные маховые,
третьестепенные маховые



Рисунок IV-7.9. Кедровка —
рулевые

Чучела серой вороны и кедровки из Музея природы Центральной России ИПЭЭ РАН (биогеоценологическая станция «Малинки»)



Рисунок IV-8.1. Серая ворона (*Corvus cornix L.*).

Чишминский р-н РБ. Добыл и изготовил К. В. Валуев. 2001.



Рисунок IV-8.2. Кедровка (*Nucifraga caryocatactes L.*).

Кугарчинский р-н РБ. Добыл и изготовил К. В. Валуев.

Октябрь 2002.

Приложение V
Краткий словарь терминов

Апикальный (от лат. *apex* — верхушка) — верхушечный, конечный, располагающийся у вершины.

Аптерии (от греч. *ápteros* — беспёрый) — участки кожи птиц, лишённые контурных или покровных перьев. Они перемежаются с оперёнными участками — птерилиями. Топография аптерий и птерилий — существенный систематический признак для определения семейств, родов и видов птиц. Важнейшие аптерии: спинная, брюшная, латеральные, шейная, верхние и нижние крыловые, ножные, головная, анальная.

Базальный (от греч. *basis* — основа, основание) — относящийся к основанию, лежащий в основании, обращённый к нему.

Бородка (*бородка первого порядка*; лат. *ramus*; англ. *barb*) — первичный отросток, обычно симметрично прикреплённый на латеральных сторонах стержня пера, ближе к его наружной поверхности, начиная от верхнего отверстия (рис. 1, 12–14, 19).

Вентральный (лат. *ventralis*, от *venter* — живот, брюхо) — брюшной, расположенный на брюшной стороне (орган или его часть). По отношению к перу — его нижняя сторона, обращённая к телу птицы.

Вентральный гребень (лат. *crista ventralis*) — утолщение, тянущееся по вентральной поверхности бородки, уплощённой с латеральных сторон.

Верхнее отверстие (лат. *umbilicus superior*, *umbilicus distalis*) — ямка с отверстием на верхнем конце вентральной, обращённой к

телу птицы, стороне утолщённого ствола пера, в который переходит очин пера при выходе из кожи (рис. 4).

Ворсинки (лат. villi) — отростки на основании пухового луча (рис. 12).

Дистальный (лат. distalis, от disto — отстою) — расположенный дальше от начала органа.

Дистальный контурный луч — луч, расположенный дальше от тела птицы, чем проксимальный.

Дополнительное перо (побочный ствол; лат. hyporachnae; англ. afterfeather) — дополнительное перо, крепящееся в основании верхнего отверстия, на границе очина и стержня пера. Обычно представляет собой уменьшенную копию контурного, полупухового или пухового пера, если его опахало располагается на *дополнительном (побочном) стержне* (лат. hyporachis; англ. aftershaft).

Дорзальный, дорсальный (от лат. dorsualis, e [dorsum], позднее dorsalis) — находящийся на спине, спинной; часть тела, его поверхность, орган, расположенные на спине, обращённые в сторону спины. У пера — верхняя сторона, направленная наружу от тела птицы.

Клиновидная структура, клин — клиновидной формы специфическая пуховая структура медиальных контурных частей опахал, расположенная с обеих сторон стержня; образуется за счет бородок с модифицированными пуховыми лучами (рис. 4–11).

Кластерный анализ (analysis of clustering, от англ. cluster — скопление) — задача разбиения заданной выборки объектов (ситуаций) на подмножества, называемые кластерами, так, чтобы каждый кластер состоял из схожих объектов, а объекты разных кластеров существенно отличались. Цель анализа —

нахождение групп схожих объектов, характеризующихся общим свойством.

Контурная бородка (лат. *barbula pennata*; англ. *pennaceous barbule*) — бородка первого порядка, несущая контурные лучи, дистальные и проксимальные. Эти бородки обычны в медиальной и апикальной частях опахал пера (рис. 14).

Контурные перья (лат. *penna formans*; англ. *contour feathers*) в совокупности образуют несущую поверхность крыльев (маховые, кроющие), хвоста (рулевые) и покрывают тело (покровные). Контурные перья формируют контур птицы, придавая её телу обтекаемую форму.

Корковый слой (кора, лат. cortex) — ороговевшая структура, образующая внутренний слой всех структур пера. Ороговевшие «клетки» имеют веретеновидную форму, заполнены кератином, ориентированным вдоль длинной оси «клетки». Они содержат воздушные полости, меланин и другие пигменты. Кора обеспечивает механическую прочность структурам пера (Приложение II).

Кроющие перья (лат. *tectrices*; англ. *coverts*) покрывают маховые перья и вместе с ними формируют крыло.

Крючочки (лат. *hamuli*; англ. *hooklets*) — крючковидные отростки на апикальных концах дистальных лучей, служащие для скрепления бородок. Крючочки цепляются за складки (карнизы) проксимальных лучей соседнего пера, образуя плотное соединение структур опахала.

Кутикулярный слой (кутикула; англ. cuticle) — поверхностный ороговевший слой элементов пера, состоящий из плоских ороговевших «клеток». Орнамент кутикулы и форма её

«клеток» (чешуек) разнообразны и специфичны для таксонов разного уровня (Приложение II).

Латеральный (от лат. *latus*, *lateris*, позднее *laterālis* — бок) — боковой, удалённый от срединной линии, расположенный дальше от центра органа.

Лиофильная сушка (сублимационная сушка, лиофилизация; англ. *freeze drying*, *lyophilization*) — удаление влаги из продуктов, тканей и других биологических объектов путём их замораживания и последующего перехода льда в пар, минуя жидкую фазу, под разрежением. При этом влага перемещается в продукте в виде пара, не захватывая с собой ферментов, витаминов, экстрактивных веществ.

Луч (*бородка второго порядка*; лат. *radius*; англ. *barbule*; нем. *Strahl*) — проксимальная контурная бородка второго порядка. В нашем случае — вторичный отросток независимо от его структурных особенностей (рис. 1, 12, 13, 14).

Маховые перья (лат. *remiges*) образуют вместе с кроющими перьями крыло птицы. Это самые крупные перья крыла птицы, налегающие одно на другое и образующие упругую и подвижную несущую поверхность крыла. Первостепенные маховые прикрепляются к костям кисти. Второстепенные маховые крепятся к локтевой кости. Третьестепенные — к локтевому суставу (рис. 2, 3).

Медиальный (от лат. *medius*, позднее *medialis* — средний) — расположенный ближе к средней линии тела. Указывает на расположение какой-либо части тела организма ближе к его срединной (медианной) плоскости.

Междоузлие (лат. *internodus*; англ. *internode*) — зауженная удлинённая цилиндрическая часть пухового луча пуховой части опахала пера, располагающаяся между соседними узлами (рис. 12–13).

Модифицированные (пуховые) лучи (МЛ) — своеобразные лучи с удлинёнными опахальцами, образующие клиновидную структуру опахала пера (рис. 4–11).

Нижнее отверстие (лат. *umbilicus inferior, umbilicus proximalis*) — отверстие в углублении на закруглённом основании очина пера (рис. 4).

Опахало (англ. *vane*, лат. *vexillum*) — пластинка пера, образованная сцепленными бородками. Разделена на внутреннюю (ближе к телу) и наружную (ближе к поверхности тела) части. Большая часть внутренней части опахала обычно закрыта наружной частью опахала соседнего пера. Наружная часть опахала асимметричных перьев более узкая, чем внутренняя; и эта асимметрия возрастает к дистальной части крыла и латеральной части хвоста. На обеих частях опахала таких перьев обычны вырезки, размеры и форма которых, имеет таксономическое значение. Опахало разделяют на проксимальную и дистальную части в зависимости от степени удаления от стержня в боковом направлении, а также на плотную верхнюю контурную часть и нижнюю рассученную пуховую часть (рис. 4).

Опахальце (лат. *vexillum barbae*; англ. *vane of barb*, или *vanule*) — симметричная или асимметричная пластинка бородки пера, образованная лучами (рис. 12).

Основной ствол пера (лат. *scapus*; англ. *quill*) — главная ветвь пера, проходящая от нижнего отверстия до апикального конца. Ствол включает в себя очин и стержень.

Очин (лат. *calamus*) — проксимальная часть стержня пера, находящаяся частично в коже птицы и ограниченная в проксимальном конце нижним отверстием, а в дистальном — верхним (рис. 4).

Паттерн (от лат. *patronus* — модель, образец для подражания, шаблон, стиль, узор, выкройка; англ. *pattern*) — шаблон, система, структура, модель, образец, пример, принцип, характерная черта, особенность.

Перьевой фолликул (от лат. *folliculus* — мешочек) — обособленное от остальной кожи мешотчато-цилиндрическое образование, место развития перьев разных генераций.

Полевые признаки животного — характерные видовые признаки, по которым в природе можно определить вид животного: экстерьер, окрас, акустическая сигнализация, характер локомоции и т. д.

Полупуховые перья (лат. *semipluma*; англ. *semiplume*) — перья, пуховая часть опахала которых занимает не менее двух третей стержня.

Проксимальный (от лат. *proximus*, позднее *proximalis* — ближайший, ближний) — расположенный ближе к телу.

Проксимальный контурный луч (лат. *radius*; англ. *barbule*; нем. *Strahls*) — луч, расположенный ближе к телу птицы, чем дистальный.

Птерилии (от греч. *pterón* — перо и *hýle* — лес) — участки на теле птицы, на которых растут контурные или покровные перья (Приложение III).

Птерилография (от греч. *pterón* — перо и *graphy* — описываю; англ. *pterylography*) — область анатомии птиц, изучающая топографию и морфологию перьевого покрова птицы.

Пупочный пух (лат. *hupopluma*; англ. *umbilical barbs*) — бородки первого порядка, непосредственно прикрепляющиеся к ободку верхнего отверстия пера, без дополнительного стержня.

Пуховая бородка (лат. *barba plumea*; англ. *plumulaceous barb*) — бородка первого порядка пуховой части опахала, несущая пуховые лучи.

Пуховые перья (лат. *pennopluma*; англ. *down feathers*) — имеют полностью пуховое рассученное опахало. Бородки этих перьев несут пуховые лучи. Стержень такого пера всегда короче самой короткой бородки первого порядка. Пуховые перья лежат под кроющими.

Пуховой луч (лат. *barbula plumea*; англ. *plumulaceous barbule*) — бородка второго порядка пуховой части опахала, которая состоит из основания и длинного узкого опахальца. Пуховые лучи обычно расположены в базальной части опахала и специфичны для таксонов разного ранга (рис. 12). Типичные пуховые лучи отличаются от модифицированных (МЛ), характерных для клиновидной структуры опахала, а также от боронок пупочного пуха.

Реснички (лат. *cilia*, *cilium dorsale*, *cilium ventrale*; англ. *dorsal cilium*, *ventral cilium*) — дорзальные и вентральные отростки контурных структур, встречающиеся на дистальных лучах дистальнее крючочков.

Рулевые перья (лат. *rectrices*; англ. *tail feathers*) образуют хвост птицы и выполняют функцию руля, сверху прикрыты кроющими перьями, имеют диагностическое значение.

Сердцевинный слой (*сердцевина*; лат. *medulla*; англ. *pith*) обычно занимает центральную часть стержня или бородки (первого порядка). Иногда сердцевинный слой сдвинут к дорзальной поверхности и тянется в виде тяжа по всей бородке или стержню, повторяя форму, расширяясь в основании и сужаясь у вершины. Состоит из полостей разной конфигурации, разделенных стенками из остатков ороговевших клеток, заполненных воздухом. Особенности его топографии и строения имеют диагностическое значение (Приложение II).

Стержень пера (лат. *rachis*; англ. *shaft*) — часть ствола пера от верхнего отверстия до апикального конца ствола (вершины). По обеим сторонам стержня крепятся бородки, образуя опахала (рис. 4).

Стержневые лучи (лат. *barbula rachidialis*; англ. *rachidial barbule*) — короткие лучи, отходящие непосредственно от стержня пера (рис. 4).

Таксономия (от др.- греч. *τάξις* — строй, порядок и *νόμος* — закон) — учение о классификации и систематизации сложноорганизованных систем, имеющих обычно иерархическое устройство. В биологии таксономия — теория научной систематики и классификации, раздел систематики, учение о соподчинении таксономических категорий.

Таксон (лат. *taxon*, мн. ч. *taxa*, от *taxare* — ощупывать, определять посредством ощупывания цену, оценивать) — группа в

классификации, состоящая из дискретных объектов, объединяемых на основании общих свойств и признаков.

Узел (лат. *nodus*; англ. *node*) — место соединения сегментов ороговетших чешуек, обёртывающих пуховой луч. В области узла чешуйки в разной степени расширяются, а их сердцевина и кора утолщаются. Узлы могут содержать пигментные гранулы. Полиморфизм узлов очень велик, однако их конфигурация и плотность расположения на луче, а также характер пигментации имеют диагностическое значение. Обычно узел представляет собой вздутие на апикальной части сегмента, снабжённое несколькими выступами или зубцами разной длины. Известны кольцевидные узлы, скользящие по бороздке и собирающиеся в кластеры (рис. 12).

Узловой зубец (лат. *dens nodosus*; англ. *nodal prong*) — короткий вырост. На вздутых узлах пуховых лучей узловые зубцы могут быть разнообразной конфигурации. На дистальном конце одного узла может быть до 3–4 узловых зубцов (рис. 12).

Филогенетика (*филогенетическая систематика*; от греч. *phylōs* — племя, раса и *geneticos* — имеющий отношение к рождению) — область биологической систематики, которая занимается реконструкцией путей и закономерностей исторического развития живых организмов.

Флексулы (от лат. *flexuosus* — извилистый) — изогнутые дорзальные выросты, расположенные на базальной части дистальных и проксимальных контурных лучей. Характерны для контурной части опахал перьев туловища у некоторых групп птиц, в то время как у большинства видов вместо них присутствуют зубчатые образования.

Цевка (лат. *tarsometatarsus*) — кость задней (тазовой) конечности птицы, расположенная между голенью и пальцами.