

УДК 591.5:577.4.620.197

## ИССЛЕДОВАНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ С ПТИЦАМИ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРТИЗ 2002–2019 гг.

© 2020 г. О. Л. Силаева\*<sup>@</sup>, М. В. Холодова\*, Т. В. Свиридова\*, С. А. Букреев\*, А. Н. Вараксин\*

\*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Ленинский просп., 33, Москва, 119071 Россия  
<sup>@</sup>E-mail: silaeva.o@gmail.com

Поступила в редакцию 08.04.2020 г.

После доработки 03.06.2020 г.

Принята к публикации 03.06.2020 г.

Представлены результаты идентификации видов птиц, ставших виновниками столкновений преимущественно с воздушными судами Публичного акционерного общества “Аэрофлот”. Отмечено, что идентификационная экспертиза как комплексное исследование включает в себя анализ ДНК, а также макро- и микроструктуры группы перьев, одиночного пера или его фрагмента. Установлено место столкновения воздушного судна с птицей. Рассмотрены причины и факторы, которые привели к появлению особи того или иного вида на аэродроме, даны краткие рекомендации по минимизации столкновений самолетов с птицами на данном аэродроме. За указанный период выявлены 32 вида птиц 10 отрядов, виновных в столкновениях с воздушными судами. Обнаружено, что большинство столкновений происходит с Ржанкообразными (в основном, с чайками), Соколообразными и Стрижеобразными. Отмечено, что >90% столкновений происходит на территории аэропорта или вблизи от него; при взлете в 1.5 раза больше, чем при посадке; наибольшее число столкновений приходится на весенне-летнее время и на светлое время суток; от столкновений с птицами страдают преимущественно двигатель, носовая часть и фюзеляж.

DOI: 10.31857/S0002332920060120

Столкновение самолетов с птицами — одно из проявлений биоповреждающей деятельности животных. В авиационной орнитологии эта активность птиц наиболее опасна, так как ее результатом могут быть очень тяжелые последствия, связанные не только с потерей дорогостоящего оборудования, но и с гибелью людей. Столкновения авиационной техники с птицами наносят миллионные ущербы авиакомпаниям во всем мире. С 1912 по 2002 г. по вине птиц в мире произошло 55 катастроф, унесших жизни 276 человек, было разрушено 108 воздушных судов (Thorpe, 2012).

В настоящее время как в нашей стране, так и в мире ситуация со столкновениями самолетов с птицами усложняется. Это связано с увеличением числа воздушных перевозок и скоростей полетов. По данным Международной организации гражданской авиации (ИКАО) на каждые 2000 полетов приходится по одному инциденту. Но это число очень занижено, так как по заявлению той же организации и по данным Федерального управления гражданской авиации США (ФУГА США) регистрируется только 20% случаев попадания птиц в воздушное судно (ВС). С 2008 по 2015 г. в 105 странах произошло 97 751 столкновение ВС с животными, при этом вид животного

был определен только в 47 748 инцидентах (International..., 2017).

В соответствии со статистикой ФУГА в США в 2015 г. произошло 13 795 столкновений с птицами, в то время как в 1990 г. — 1851. С 1990 по 2015 г. было зарегистрировано всего 169 856 случаев: 166 276 с ВС США и 3580 столкновений с самолетами, зарегистрированными в других государствах (Wildlife..., 1990–2015, 2016).

По данным Европейской базы по столкновениям птиц с самолетами (EURBASE) с 1980 по 2003 г. произошло 40 640 столкновений (Dekker *et al.*, 2003). В военной авиации Европы (девять стран) с 1991 по 2000 г. произошло 43 145 инцидентов с птицами, закончившихся повреждениями истребителей и штурмовиков (Dekker, Gasteren, 2005).

Федеральным агентством воздушного транспорта (Росавиация) в письме от 29.06.2016 № АН1.02-2302 (информация по безопасности полетов № 11) было отмечено, что только за полгода по состоянию на 27.06.2016 в гражданской авиации произошло 26 авиационных инцидентов, связанных с птицами. Кроме этого было получено 89 сообщений о столкновениях с птицами, не приведших к повреждению ВС. В 2014 г. было зарегистрировано 68 столкновений, в 2015 г. их число увеличилось до 85. С 2010 г. по июнь 2016 г.

82% всех инцидентов с ВС российских авиакомпаний произошли в пределах Российской Федерации. Из них на территориях или в окрестностях аэропортов – 127 (Пулково – 38, Шереметьево – 32, Домодедово – 14, Внуково – 12, Сочи – 7, Челябинска и Симферополя – по 6, Сургута и Ростова-на-Дону – по 5 инцидентов). С 2004 по 2016 г. наибольший риск столкновений ВС с птицами был отмечен в Южном, Западно-Сибирском, Северо-Западном и Приволжском регионах.

С января по май 2019 г. также по данным Росавиации официально зарегистрировано 26 инцидентов, а сообщений о столкновениях было получено во много раз больше – 324 (Федеральное..., 2019).

В компании “Аэрофлот” была отмечена тенденция к увеличению числа столкновений с птицами ВС этой компании. Следует обратить внимание на то, что в настоящее время возросло число зарегистрированных инцидентов с идентификацией вида, по крайней мере на маршрутах компании “Аэрофлот”, благодаря многолетним совместным усилиям руководства и сотрудников этой авиакомпании, с одной стороны, инженеров и ученых ИПЭЭ РАН – с другой. Для военной авиации России статистики о столкновениях с птицами нет, регистрируются только данные о серьезных инцидентах и катастрофах.

Цель работы – анализ базы данных ИПЭЭ РАН о столкновениях ВС преимущественно компании “Аэрофлот” с птицами по результатам идентификационных экспертиз вида-виновника летного инцидента.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для идентификации вида по сохранившимся после летных инцидентов перьев применили макро- и микроструктурный анализ с учетом признаков структуры пера. Первично метод исследования опирался на наличие структурных вариаций пуховых боронок и их элементов, демонстрирующих принадлежность к разным таксонам. Практическое идентификационное направление сформировалось на основе фундаментальных классических работ (Nitzsch, 1840; Chandler, 1916; Lucas, Stettenheim, 1972). В качестве идентификационных признаков использовались преимущественно элементы пухового луча (узлы с зубцами, междоузлия, ворсинки, пигментация) и частично контурного, а именно флексулы (Brom, 1991; Laybourne *et al.*, 1992; Laybourne, Dove, 1994; Prast, Shamoun, 1996, 2001). В последние годы эти методики были расширены и уточнены в Лаборатории экологии и управления поведением птиц ИПЭЭ РАН (ЛЭУПП). Была создана система диагностических признаков, которая включила в себя такие элементы, как конусы и билатеральные полосы, а также дополнительные пуховые образования в виде дополнительного пера, пупочного пуха и модифицированных лучей (Силаева, 2019). Для сопоставительных исследований использовались

макро- и микроструктурные коллекции перьев ЛЭУПП (Силаева и др., 2018).

Для проведения визуального осмотра и морфометрии перьев использовали сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) TescanVega TS 5130 MM (CamScan MV 2300), светооптический микроскоп Leica DMR 2700 (Leica, Германия), оснащенный фотокамерой JVC 3 CCD C-MOUNT, микроскоп AmScope  $\times 40$ – $\times 2500$  LED (Lab Compound Microscope, Китай) вместе с 3D Two-Layer Mechanical Stage с увеличением  $\times 4/0.1$ ,  $\times 10/0.25$ ,  $\times 40/0.65$ ,  $\times 100/1.25$  oil., бинокулярную лупу МБС 9 (СССР). Для обеспечения проводимости перед исследованием в СЭМ на биологические образцы напылялось золото S150A Sputter Coater в соответствии с отработанными в ИПЭЭ РАН методиками подготовки пера для исследования его архитектоники (Чернова и др., 2009). Обработка изображений проводилась в программе Adobe Photoshop CS 2014.

Исследования структуры одиночного пера и ДНК проводятся параллельно. Их результаты взаимно дополняются и подтверждаются друг другом (Dove *et al.*, 2007). Видовая идентификация проводится на основе анализа фрагмента митохондриального гена CO1 (первой субъединицы гена цитохромоксидазы С), традиционно используемого для видовой идентификации позвоночных, в том числе птиц (Kerr *et al.*, 2007, 2009; Yang *et al.*, 2010; Saitoh *et al.*, 2015).

Тотальная ДНК из образца предположительных фрагментов тканей была выделена с использованием набора D Neasy Blood&Tissue Kit (QIAGEN, Германия) согласно протоколу производителя (Spin-Column Protocol: Purification of Total DNA from Animal Tissues).

Для амплификации фрагмента митохондриального гена CO1 с выделенной ДНК проведена серия полимеразных цепных реакций (ПЦР) с использованием набора MasterMix (Диалат, Россия) и праймерами, разработанными для фрагмента гена CO1 (цитохромоксидазы С, 1 субъединица) мтДНК птиц (Kerr *et al.*, 2007):

BirdF1 (прямой)

(TTCTCCAACCACAAAGACATGGGCAC),

BirdR1 (обратный)

(ACGTGGGAGATAATTCCAAATCCTG),

FalcoFA (прямой)

(TCAACAACCACAAAGACATCGGCAC),

BirdR2 (обратный)

(ACTACATGTGAGATGATTCCG AATCCAG),

VertebrateR1 (обратный)

(TAGACTTCTGGGTGGCCAAAGAATCA).

ПЦР проводили в термоциклере “Tetrad2” (BioRad, США) при следующем температурном режиме: I – 94°C (1 мин); II – 94°C (1 мин), 45°C (1 мин 30 с), 72°C (1 мин 30 с) – 6 циклов; III – 94°C (1 мин), 55°C (1 мин 30 с), 72°C (1 мин 30 с) – 40 циклов; IV – 72°C (6 мин).

На предварительном этапе было проведено несколько ПЦР с использованием разных сочетаний прямых и обратных праймеров. Продукты ПЦР подвергали электрофорезу в 1.5%-ном агарозном геле, окрашенном бромистым этидием. Визуализацию результатов ПЦР проводили в ультрафиолетовом трансиллюминаторе. ПЦР-продукты очищали методом осаждения в спиртовом растворе ацетата натрия и промывкой охлажденного до  $-20^{\circ}\text{C}$  этилового спирта (70%).

Определение нуклеотидных последовательностей в изучаемом фрагменте ДНК проводили методом автоматического секвенирования на генном анализаторе AB 3500 (Applied Biosystems, США) с использованием набора Big Die 3.1 (Applied Biosystems).

Полученные нуклеотидные последовательности выравнивали с помощью программы Bioedit (Hall, 1999). Видовую идентификацию проводили с помощью программы BLAST, включенной в международную компьютерную базу генетических данных GenBank, ncbi. Полученные нуклеотидные последовательности были отправлены в GenBank (номера MT773152-MT773184).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С 2002 по 2019 г. в ИПЭЭ РАН в результате экспертиз было выявлено 32 вида птиц-виновников столкновений с ВС, принадлежащих к 10 отрядам, и еще три экземпляра были определены до рода или семейства. В базе данных ИПЭЭ РАН были учтены не все инциденты с птицами; в нее попали лишь случаи с повреждениями ВС, место и характер которых регистрировались аэродромными службами (рис. 1). База включает в себя случаи, для которых была установлена видовая принадлежность птицы. Экспертиза видовой принадлежности птицы после столкновения с ВС — неотъемлемая часть расследования авиационного события и первый шаг к минимизации инцидентов с птицами. В аэропортах нет условий для определения видовой и популяционной принадлежности птицы. Расследования авиационных происшествий проводятся преимущественно специалистами технического профиля, которые не могут правильно оценить информацию биологического характера. Иногда определение вида приводит к анекдотическим утверждениям (Рыжов, 2013).

С помощью эколого-биологической экспертизы устанавливалось также место столкновения ВС с птицей, что чрезвычайно важно для авиакомпаний и аэропортов, так как помогало определить аэропорт, в котором произошло столкновение и который, соответственно, понесет материальную и/или административную ответственность за повреждения ВС.

Первенство по числу столкновений с ВС принадлежит Ржанкообразным *Charadriiformes*, Соколообразным *Falconiformes* и Стрижеобразным *Apodiformes* (табл. 1). На первое место отряд Ржанкообразных вышел за счет числа столкновений с чайковыми *Laridae*. В отряде Соколообразных по числу инцидентов доминирует обыкновенная пустельга; у остальных семи видов число столкновений с ВС одинаковое. Благодаря трем видам (черный, белопопый и иглохвостый стрижи) отряд Стрижеобразных занял третье место по инцидентам.

Сопоставляя списки видов, обитающих в районах аэропортов, с одной стороны, и сталкивающихся с самолетами, с другой стороны, мы пришли к выводу, что не все экологические группы птиц представляют одинаковую угрозу для ВС. Исследования, проводимые в международном аэропорту Хуанхуа, показали, что живущие в лесах и лесостарничьих биотопах виды менее активны и, соответственно, менее опасны для ВС, а активность околородных птиц значительно чаще приводит к столкновениям (Yang *et al.*, 2010). И не всегда решающую роль играет высокая весовая категория вида. Ущерб также могут причинить и мелкие птицы, в частности уже упомянутые стрижи и ласточки. Чаще всего эти птицы повреждают предкрылки и обшивку обтекателя радиолокационной станции ВС, у военных самолетов — воздухозаборник и лопатки двигателя. У стрижей значительная скорость полета (до 120 км/ч), а свои стайные воздушные перемещения они совершают на высотах 150–300 м, которые активно используются авиацией при взлетах и приземлениях. Стрижи почти постоянно находятся в воздухе и поэтому имеют больше шансов столкнуться с ВС. Скорость ВС в сочетании с высокой встречной скоростью стрижей и ласточек, дает значительное ускорение, что приводит, несмотря на небольшие размеры птиц, к вышеупомянутым серьезным повреждениям.

Место инцидента (рис. 1) и фазу полета, в которой произошло столкновение (табл. 2), мы устанавливаем по анализу биологических и экологических особенностей вида-виновника инцидента (географическое распространение в разные сезоны года, биотопические предпочтения, пути и сроки миграции, суточная активность, питание и кормодобывающее поведение, высота и характер полета, стайность и др.), учитывая также сообщения экипажей ВС об инциденте.

**Фаза полета.** В нашей базе данных почти нет сведений о столкновении птиц непосредственно во время крейсерского полета. Наибольшее число инцидентов происходит в зонах взлетно-посадочной полосы (ВПП) и искусственной взлетно-посадочной полосы (ИВПП). При выходе ВС из зоны высоты  $>1000$  м вероятность попадания в него птицы значительно уменьшается, а в результате



**Рис. 1.** Геоинформационная база столкновений с птицами на рейсах самолетов компании “Аэрофлот”. Аэропорты (в скобках указано количество проанализированных столкновений): 1 – Шереметьево (12) и Домодедово (2); 2 – Иркутск (2); 3 – Улан-Батор (1); 4 – Кемерово (1); 5 – Барнаул (1); 6 – Кольцово (1); 7 – Омск (1); 8 – Казань (3); 9 – Костанай (1); 10 – Нурсултан Назарбаев (1); 11 – Оренбург (1); 12 – Алматы (1); 13 – Бишкек (1); 14 – Шымкент (1); 15 – Ташкент (1); 16 – Волгоград (1); 17 – Дубай (1); 18 – Минеральные Воды (1); 19 – Ростов-на-Дону (3); 20 – Краснодар (2); 21 – Сочи (1); 22 – Тель-Авив (1); 23 – Симферополь (1); 24 – Анталья (2); 25 – Верона (1); 26 – Женева (1); 27 – Франкфурт-на-Майне (1); 28 – Лондон (1); 29 – Копенгаген (1); 30 – Стокгольм (1).

более быстрого набора высоты современными лайнерами сокращается также и время пребывания ВС на “птицеопасных” высотах. По нашим данным, >50% столкновений происходит при взлете, несколько меньше – при посадке (табл. 2). Столкновения в этих фазах полета особенно опасны, так как при попадании птицы в двигатель есть опасность для самолета потерять скорость или высоту, что может привести к катастрофе (Рогачев, Лебедев, 1984). При более низких скоростях набора высоты турбовинтовыми ВС птицы, испуганные шумом двигателей самолета, могли успеть увернуться. Теперь современные лайнеры летают на больших скоростях и, соответственно, не могут предоставить птицам такой возможности. Кроме того, шум двигателей современных ВС уменьшился, и у него другая направленность – назад, а не во все стороны.

Таким образом, >90% столкновений происходит на территории аэропорта или в непосредственной близости от него. Начало глиссады находится на довольно большом расстоянии от территории аэропорта. Существенная разница между столкновениями во время взлета и посадки, возможно, объясняется тем, что траектория снижения более пологая, и поэтому у птиц появляется больше шансов избежать столкновения.

*Сезон.* Наибольшее число столкновений происходит летом (табл. 2). Их пик отмечен в июле, что определяется окончанием сезона размножения у большинства видов птиц, послегнездовыми кочевками по кормным местам на большие расстояния и началом осенней миграции, когда значительно возрастает не только общая численность птиц, но и доля среди них менее опытных молодых особей. Но возможно, что июльский пик столкновений связан и с увеличением интенсивности полетов авиации в разгар курортного сезона. В апреле, мае и июне столкновений ощутимо меньше, несмотря на выраженную миграционную активность птиц и в это время. Данный факт обусловлен, видимо, тем, что численность популяций сокращается из-за гибели птиц во время зимовки, а также при осеннем и весеннем пролете (что особенно актуально для “дальних” мигрантов). В пределах России зимой столкновения единичны, но тем не менее они случаются с оседлыми видами (в средней полосе это сизые голуби и врановые). Осенью число происшествий примерно соответствует таковому весной.

По более полному, чем наша выборка, данным Росавиации наибольшее число столкновений происходит в июне и июле, а следующий, сентябрьский пик, уже значительно ниже (Федеральное..., 2019).

Таблица 1. Распределение столкновений по таксонам

Отряд	Доля столкновений по отрядам, %	Вид/род/семейство	Доля столкновений по видам, %
Аистообразные Ciconiiformes	2	Серая цапля <i>Ardea cinerea</i>	2
Гусеобразные Anseriformes	6	Кряква <i>Anas platyrhynchos</i>	2
		Шилохвость <i>Anas acuta</i>	2
		Широконоска <i>Anas clypeata</i>	2
Соколообразные Falconiformes	22	Браминский коршун <i>Haliaeetus indus</i>	2
		Болотный лунь <i>Circus aeruginosus</i>	2
		Ястреб <i>Accipiter</i> sp.	2
		Тетеревятник <i>Accipiter gentilis</i>	2
		Обыкновенный канюк <i>Buteo buteo</i>	2
		Курганник <i>Buteo rufinus</i>	2
		Чеглок <i>Falco subbuteo</i>	2
		Кобчик <i>Falco vespertinus</i>	2
		Обыкновенная пустельга <i>Falco tinnunculus</i>	6
		Курообразные Galliformes	6
Перепел <i>Coturnix coturnix</i>	2		
Серая куропатка <i>Perdix perdix</i>	2		
Журавлеобразные Gruiformes	2	Лысуха <i>Fulica atra</i>	2
Ржанкообразные Charadriiformes	26	Малый зуек <i>Charadrius dubius</i>	2
		Чибис <i>Vanellus vanellus</i>	8
		Вальдшнеп <i>Scolopax rusticola</i>	2
		Озерная чайка <i>Larus ridibundus</i>	6
		Чайка <i>Larus</i> sp.	2
		Хохотунья <i>Larus cachinnans</i>	4
		Сизая чайка <i>Larus canus</i>	2

Таблица 1. Окончание

Отряд	Доля столкновений по отрядам, %	Вид/род/семейство	Доля столкновений по видам, %
Голубеобразные Columbiformes	4	Сизый голубь <i>Columba livia</i>	4
Совообразные Strigiformes	6	Ушастая сова <i>Asio otus</i>	4
		Сова <i>Strigidae</i> sp.	2
Стрижеобразные Apodiformes	14	Иглохвостый стриж <i>Hirundapus caudacutus</i>	2
		Черный стриж <i>Apus apus</i>	10
		Белопоясный стриж <i>Apus pacificus</i>	2
Воробьинообразные Passeriformes	12	Бледная береговушка <i>Riparia diluta</i>	2
		Галка <i>Corvus monedula</i>	2
		Грач <i>Corvus frugilegus</i>	4
		Серая ворона <i>Corvus cornix</i>	2
		Белобровик <i>Turdus iliacus</i>	2

**Время суток.** В дневное время естественно происходит больше столкновений с птицами, так как, с одной стороны, выше активность птиц, а с другой – выше интенсивность полетов авиации. В темное время суток число столкновений возрастает весной и осенью за счет видов, для которых харак-

терны ночные миграции; причем значительная часть инцидентов происходит на довольно большой высоте. Ночью зарегистрированы столкновения с водоплавающими птицами (широконоска, шилохвость), совами, черным стрижем, чибисом, малым зуйком и галкой.

Таблица 2. Распределение столкновений в зависимости от обстоятельств полета

Обстоятельства полета	Доля столкновений, %
Фаза полета	
Посадка	37
Взлет	56
Не установлено	7
Сезон	
Весна	27
Лето	51
Осень	16
Зима	6
Время суток	
Светлое	56
Темное	32
Сумерки	12

**Метеоусловия.** Появление птиц на аэродроме может определяться и погодными условиями. При теплой сухой погоде многие виды используют восходящие потоки воздуха над ВПП для набора высоты или греются и обсыхают здесь после дождя. В дождливую погоду на поверхность почвы выползает масса почвенных беспозвоночных животных, норки которых оказываются залитыми водой. Это привлекает разные виды птиц, в первую очередь чаек и врановых. При ясной погоде и хорошей видимости птицы выбирают большие высоты для полетов, чем в облачную погоду, а дождь и туман стараются переждать в укрытиях. Анализ имеющихся у нас данных показал, что большинство столкновений происходит при так называемых простых метеоусловиях – ясной, малооблачной погоде (рис. 2). При таких погодных условиях происходили столкновения с чайками разных видов, грачом, совами, стрижами, обыкновенной пустельгой, шилохвостью, сизым голубем и чеглоком. Серая куропатка терпима к плохим метеоусловиям (снег, дождь и ту-



Рис. 2. Распределение столкновений в зависимости от метеословий.

ман). Обыкновенный канюк может охотиться и в снегопад, и при дымчатом тумане, и при сплошной облачности ниже 240 м. Поэтому столкновения с этими видами отмечены и при неблагоприятных для перемещения большинства видов птиц метеословиях.

Распределение столкновений по месту удара в ВС. Наибольшей опасности подвержены лобовые и выступающие детали ВС, и в первую очередь двигатель (рис. 3). В хвостовые части самолета

птицы попадают реже. Это обусловлено конструкцией самолета: расположением двигателей на передних поверхностях крыла и большой силой всасывания двигателя (Рогачев, Лебедев, 1984).

Анализ происшествий с птицами в аэропорту Шереметьево. В табл. 3 приведены данные по случаям столкновений с птицами в аэропорту Шереметьево, а также факторы, которые могли привлечь на территорию аэропорта тот или иной вид.



Рис. 3. Распределение столкновений по месту удара.

**Таблица 3.** Инциденты с воздушными судами в аэропорту Шереметьево

Вид	Дата и время (МСК)	Взлет/посадка	Возможные причины, привлекшие птиц на ВПП или глиссаду
Серая куропатка	24.03.2016 20:47	Взлет	Возможно, птица искала корм на оголенных участках грунта по обочине ВПП или на образовавшихся снежных проталинах
Обыкновенная пустельга	10.04.2018 11:25	Взлет	Птица могла охотиться на мелких мышевидных грызунов, используя в качестве присады опоры линий электропередач и связи, отдельно стоящие деревья, указатели и рекламные щиты
Чибис (стая)	06.09.2003 18:35	Посадка	В данное время проходил пик пролета; возможно, птиц вспугнули во время отдыха или кормежки
	06.09.2003 19:40		
Чибис	19.06.2017 14:46	Посадка	Это могла быть местная птица, гнездящаяся на травянистом покрытии вдоль ВПП
Сизая чайка	02.07.2018 03:00	Посадка	Птиц, видимо, вспугнули во время ночного отдыха вблизи ВПП
Грач	15.02.2018 03:10	Посадка	Птица могла кормиться пищевыми отходами, и ВС вспугнул ее при взлете
Обыкновенный канюк	11.01.2019 10:23	Взлет	Птица могла охотиться на мышевидных грызунов, используя в качестве присады опоры линий электропередач и связи или отдельно стоящие деревья, указатели и рекламные щиты

Примечание. ВПП – взлетно-посадочная полоса.

Эти факторы риска необходимо учитывать при контроле аэродромной среды.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На фоне тенденции к увеличению числа случаев столкновений ВС с птицами в российских аэропортах возрастает и число случаев, когда место столкновения не было однозначно определено. Это не позволяет объективно оценивать риски в аэропортах и прилегающих к ним зонах.

В Российской Федерации происходит увеличение не только абсолютного, но и относительно (на 100 тыс. взлетов и посадок) числа случаев столкновений воздушных судов с птицами. Это происходит по разным причинам, как по техническим, так и по экологическим. К техническим причинам относится в первую очередь увеличение скоростей полетов ВС. К экологическим факторам в зоне аэропорта Шереметьево можно отнести снижение пресса охоты в Подмоскowie и, соответственно, увеличение численности лисиц,

одичавших собак и других животных, которые стали чаще посещать территории аэропортов и их окрестностей, погибать под колесами рулящих ВС и привлекать хищных и всеядных птиц. Есть и еще одна причина – более полная статистика по столкновениям ВС с птицами, осуществляемая в последние годы относительно судов компании “Аэрофлот” в результате сотрудничества с ИПЭЭ РАН.

Полная статистика по инциденту предполагает выявление всех обстоятельств происшествия, в том числе и места столкновения, для установления организации, которая должна нести материальную ответственность за нанесенный столкновением ущерб. Полная статистика способствует созданию геоинформационной орнитологической базы данных каждого аэропорта (рис. 1), которая должна войти в национальную геоинформационную орнитологическую базу. Без такой базы невозможно принятие правильных мер защиты территории аэродрома от птиц. Несмотря на утверждение авиационных специалистов о

том, что не нужно расследовать случаи столкновений с мелкими птицами, не приведшие к повреждениям, на примере стрижей и ласточек показано, что мелкие виды также могут быть опасны.

Идентификация останков птиц по структуре пера имеет как прикладное, так и фундаментальное значение. Работая с перьевыми структурами разных видов, мы выявляем их особенности, которые потом могут использоваться не только в диагностических, но и в таксономических исследованиях.

Авторы благодарят сотрудников ИПЭЭ РАН Ю.А. Богданову, Ю.А. Горохову и А.С. Чубракову за помощь в микроскопировании и оформлении рукописи.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования “Инструментальные методы в экологии” при ИПЭЭ РАН.

Работы по идентификационным исследованиям в ИПЭЭ РАН проводятся под эгидой Научного совета РАН по биоповреждениям.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Рогачев А.И., Лебедев А.М.* Орнитологическое обеспечение безопасности полетов: Уч. пособие. М.: Транспорт, 1984. 126 с.
- Рыжов С.К.* Столкновения с птицами. Актуальные аспекты: Труды общества независимых исследователей авиационных происшествий. Вып. 25. М.: Общество независимых исследователей авиационных происшествий, 2013. 390 с.
- Силаева О.Л.* Система диагностических признаков кровных перьев птиц отряда Ржанкообразных // Изв. РАН. Сер. биол. 2019. № 6. С. 614–624.
- Силаева О.Л., Вараксин А.Н., Свиридова Т.В., Богданова Ю.А.* Коллекция перьев Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН: Биологические коллекции сегодня и завтра: Матер. Рос. конф. с междунар. участием “Передовые практики и перспективы использования зоологических коллекций в зоологических исследованиях”. М.: КМК, 2018. № 20. С. 139–144.
- Федеральное агентство воздушного транспорта. Официальный сайт. Безопасность полетов. Столкновения с птицами и другими животными. [Электронный ресурс]. <https://www.favt.ru/dejatelnost-bezopasnost-poletov-stolknoveniya-ptici-stat/>. Дата обращения 19.06.2019.
- Чернова О.Ф., Перфилова Т.В., Фадеева Е.О., Целикова Т.Н.* Атлас микроструктуры перьев птиц. М.: РФЦСЭ, 2009. 150 с.
- Brom T.G.T* The diagnostic and phylogenetic significance of feather structures. Amsterdam: Publ. ph. d. Thesis, Univ., 1991. 279 p.
- Chandler A.C.* A study of the structure of feathers with reference to their taxonomic significance // Univ. Calif. Publ. 1916. V. 13. P. 243–446.
- Dekker A., Gasteren H.V.* EURBASE: Military bird strike frequency in Europe // Proc. Conf. Inter. Bird Strike Comm. 2005. V. 27. P. 1–7.
- Dekker A., Gasteren H.V., Shamoun-Baranes J.* EURBASE: Progress report and first impressions on bird species // Proc. Conf. Inter. Bird Strike Comm. 2003. V. 26. P. 225–237.
- Dove C.J., Rotzel N.C., Heacker M., Weigt L.A.* Using DNA barcodes to identify bird species involved in birdstrikes // J. Wildlife Manag. 2007. V. 72. P. 1231–1236.
- Hall T.A.* Bio Edit: a user\_friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT // Nucl. Acids Symp. Ser. 1999. № 41. P. 95–98.
- International civil aviation organization electronic bulletin // EB 2017/25. 12 May 2017. [Электронный ресурс]. [https://www.icao.int/safety/IBIS/2008%20-%202015%20Wildlife%20Strike%20Analyses%20\(1BIS\)%20-%20EN.pdf](https://www.icao.int/safety/IBIS/2008%20-%202015%20Wildlife%20Strike%20Analyses%20(1BIS)%20-%20EN.pdf). Дата обращения 19.06.2019.
- Kerr K.C., Birks S.M., Kalyakin M.V., Red'kin Y.A., Koblik E.A., Hebert P.D.* Filling the gap – COI barcode resolution in eastern Palearctic birds // Front. Zool. 2009. № 6. 29 p.
- Kerr K.C., Stoeckle M.Y., Dove C.J., Weigt L.A., Francis C.M., Hebert P.D.* Comprehensive DNA barcode coverage of North American birds // Mol. Ecol. Res. Mol. Ecol. Notes. 2007. V. 7(4). P. 535–543.
- Laybourne R.C., Dove C.J.* Preparation of bird strikes remains for identification // Bird Strike Com. 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. № 1. P. 195–197.
- Lucas A.M., Stettenheim P.R.* Avian anatomy. Integument. Washington: US Dept. Agricult. Pt 1, 2. 1972. 750 p.
- Nitzsch Ch.L.* System der Pterylographie. Halle: Eduard Anton, 1840. 226 p.
- Prast W., Shamoun J.* BRIS: A computer based bird remains identification system. Further developments. Birds Europe. CD-ROM. Amsterdam: ETI, 1996.
- Prast W., Shamoun J.* Bird Remains Identification System (BRIS). Birds of Europe. CD-ROM, Amsterdam: ETI, 2001.
- Saitoh T., Sugita N., Someya S., Iwami Y., Kobayashi S., Kamigaichi H., Higuchi A., Asai S., Yamamoto Y., Nishiumi I.* DNA barcoding reveals 24 distinct lineages as cryptic bird species candidates in and around the Japanese Archipelago // Mol. Ecol. Res. 2015. V. 15 (1). P. 177–186.
- Thorpe J.* 100 years of fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strike // IBSC Conf. Stavanger, 2012. 16 p.
- Wildlife strikes to civil aircraft in the United States 1990–2015 // Federal aviation administration National Wildlife Strike Database. Ser. Rep. № 22, November 2016. 102 p. [Электронный ресурс]. <https://wildlife.faa.gov/downloads/Wildlife-Strike-Report-1990-2015.pdf>. Дата обращения 19.06.2019.
- Yang D.D., Zhang Z.Q., Hu M.W.* Ranking birdstrike risk: a case study at Huanghua International Airport, Changsha, China // Acta Ecol. Sinica, 2010. V. 30. P. 85–92.

## Research on Aircraft Collisions with Birds According to Identification Examinations 2002–2019

O. L. Silaeva<sup>1, #</sup>, M. V. Kholodova<sup>1</sup>, T. V. Sviridova<sup>1</sup>, S. A. Bukreev<sup>1</sup>, and A. N. Varaksin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Leninsky prosp. 33, Moscow, 119071 Russia*

<sup>#</sup>*e-mail: silaeva.o@gmail.com*

The results of IPEE RAS research on identification of birds' species involved in collisions mainly with aircraft of "Aeroflot–Russian Airlines" are presented. Identification examination, as a complex study, includes DNA analysis, as well as macro- and microstructure of a group of feathers, a single feather or a fragment of it. A bird strike place is established. The reasons and factors leading to the appearance of a species at the airfield are considered, brief recommendations are given to minimize bird strikes at the airfield. During this period, 32 species of 10 birds orders involved in strikes were identified. Most collisions occur with *Charadriiformes* (mostly with gulls), *Falconiformes* and *Apodiformes* orders. More than 90% of collisions occur on the airport or in its vicinity, there is a half times more strikes by taking off than by landing. The largest number of collisions is in spring and summer time and during daylight hours. From birds' collisions suffer mainly engine, nose cone and fuselage.