

УДК 351.814.24:[598.2:59.087]  
DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-4-48-59

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ОРНИТОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА АЭРОДРОМЕ

В.А. ЮДКИН<sup>1,2</sup>, М.А. ГРАБОВСКИЙ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения  
Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия*

<sup>2</sup> *Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

<sup>3</sup> *АО «Аэропорт Толмачево», г. Новосибирск, Россия*

Предложены формализованные параметры оценки напряженности орнитологической обстановки на аэродроме. Интегральная характеристика напряженности выражается в величине суммарной биомассы всех птиц, находящихся в зоне движения воздушных судов. Эта характеристика динамическая и имеет размерность кг/час • км<sup>2</sup>. Биомасса дифференцируется по высотным слоям и направлениям перемещения. В качестве составных частей напряженности оценивается активность на аэродроме каждого вида птиц в отдельности. Эту характеристику целесообразно выражать в количестве особей/час • км<sup>2</sup>. Еще один параметр напряженности при оценке активности отдельных видов – это характер пребывания птиц в воздушном пространстве аэродрома. Он помогает выявить источники и причины появления здесь птиц конкретного вида. Для выявления основных источников орнитологической опасности и для объективного подбора мероприятий по ее снижению рассчитывается вклад каждого вида птиц в интегральную величину напряженности обстановки. Для получения количественных характеристик основных параметров напряженности разработана методика учета птиц и их активности на аэродроме. Учет проводится с наблюдательных пунктов, расположенных у противоположных концов ВПП. Учет основан на визуальном обнаружении птиц, определении их видовой принадлежности, пола и возраста, экспертной оценке высоты и направления их перемещения. Учитываются все птицы, в том числе и те, направления перемещения которых не выражены, а также птицы, сидящие на летном поле. Вклад каждой такой особи в общую величину напряженности больше, чем вклад пролетающей транзитно. Подробно изложена методика проведения учета. Обоснованы нормы и повторность учетов для получения сведений о суточной и сезонной динамике напряженности. Приведен алгоритм обработки результатов учета и расчетов величин основных параметров напряженности орнитологической обстановки. Предложены градации напряженности и соответствующие им меры по уменьшению количества птиц на аэродроме.

**Ключевые слова:** авиационная орнитология, аэродром, безопасность полетов, биоповреждения, орнитологическая обстановка, орнитологическая опасность, столкновения воздушных судов с птицами, учеты птиц.

### ВВЕДЕНИЕ

Проблема орнитологической опасности для авиации наиболее остро проявляется над территорией аэродромов и в непосредственной близости от них. На больших высотах (выше 1000 м) птицы перемещаются в основном в периоды сезонных миграций [1]. Эти периоды составляют незначительную часть года. Вне миграционных бросков подавляющая часть птиц перемещается не выше 300 м над поверхностью земли. На таких высотах воздушные суда чаще всего находятся над летным полем аэродрома или в непосредственной (до 1000 м) близости от него во время взлета и посадки. Как следствие, именно над территорией аэродромов происходит наибольшее количество инцидентов с птицами [2, 3]. На основе данной информации разработаны требования, изложенные в РООП ГА-89<sup>1</sup> – при оценке орнитологической обстановки уделять особое внимание территории аэродрома.

Характеристика «орнитологическая обстановка» в районе аэродрома в первую очередь должна отражать степень опасности, которую представляют здесь птицы для воздушных судов. В большинстве руководств по контролю численности птиц на аэродромах предлагаются расчеты вероятности инцидентов, основанные на статистике столкновений воздушных судов с пти-

<sup>1</sup> Руководство по орнитологическому обеспечению полетов в гражданской авиации (РООП ГА-89): утверждено приказом МГА № 209 от 26.12.1988 г.

цами за ряд последних лет<sup>2,3</sup> [3–5]. Наши исследования на территории Западной и Средней Сибири показали, что использование статистики инцидентов для расчета вероятности столкновений с птицами в реальных условиях большинства аэродромов субъективно. Субъективность порождена тем, что аэродромные службы, несмотря на требования РООП ГА-89 и ФАП-128<sup>4</sup>, при любой возможности стараются не документировать эти случаи, поскольку инциденты с птицами негласно воспринимаются как негативные элементы работы аэродромных служб. В тех случаях, когда инциденты документируются, достоверное определение видовой принадлежности птиц чаще всего невозможно, поскольку для этого требуется высококвалифицированный орнитолог. Большинство аэродромов не имеет быстрого доступа к таким специалистам. Без достоверного определения видовой принадлежности птиц невозможно выявить источники опасности и разработать меры ее снижения. Кроме того, степень опасности для воздушных судов зависит не только от вероятности столкновения. При прочих равных тяжесть столкновения воздушного судна с птицей зависит от массы тела птицы. Для учета этого фактора и при отсутствии объективной информации об инцидентах с отдельными видами в качестве более доступного для орнитолога и надежного показателя используется суммарная биомасса птиц в зоне движения воздушных судов [6–8].

В основных государственных документах, регламентирующих действия по обеспечению орнитологической безопасности полетов, сформулированы требования оценки интенсивности перелетов птиц<sup>5</sup>, присутствуют понятия «большие скопления птиц», «массовые перелеты»<sup>6</sup>, «сложная орнитологическая обстановка»<sup>7</sup>. При этом нигде не дается разъяснений, по какой методике следует оценивать интенсивность перелетов, нет четких количественных критериев величины скоплений птиц, а сложность обстановки рекомендуется оценивать только по количеству задокументированных инцидентов с птицами. Все перечисленное свидетельствует о том, что давно существует потребность в конкретизации концепции орнитологической обстановки на аэродроме, а также в ее формализованной количественной оценке. В первую очередь необходимо определиться с сущностью самого понятия «орнитологическая обстановка» и с количественными показателями, которые будут ее характеризовать.

Целью настоящего исследования является разработка метода количественной оценки напряженности орнитологической обстановки (степени опасности пространства для воздушных судов) на территории аэродрома и над ней.

Для достижения данной цели решались следующие задачи.

1. Определить основные параметры напряженности орнитологической обстановки.
2. Разработать методику учета посещения птицами территории аэродрома и их перемещений над ней (для получения количественных характеристик основных параметров напряженности).
3. Изложить основные способы обработки и интерпретации результатов учета.
4. Разработать шкалу напряженности орнитологической обстановки.

---

<sup>2</sup> ACI. Aerodrome Bird Hazard Prevention and Wildlife Management Handbook (2005). First Edition / Airports Council International. Geneva, 2005, 72 p.

<sup>3</sup> Wildlife Hazard Management at Aerodromes. CA 772 [Электронный ресурс] // Civil Aviation Authority. 2014. Режим доступа: <https://www.ascendxyz.com/wp-content/uploads/regulatory-requirements> (последнее обращение: 20.03.2018).

<sup>4</sup> Федеральные авиационные правила. Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации. ФАП-128: введены в действие приказом Минтранса РФ от 31 июля 2009 г. № 128.

<sup>5</sup> Руководство по орнитологическому обеспечению полетов в гражданской авиации (РООП ГА-89): утверждено приказом МГА № 209 от 26.12.1988 г.

<sup>6</sup> Авиационные правила. Часть 139. Сертификация аэродромов (АП-139): введены в действие приказом Минтранса РФ от 05.07.1994 № 48.

<sup>7</sup> Федеральные авиационные правила полетов в воздушном пространстве Российской Федерации. ФАП-136: введены в действие приказом Минобороны РФ, Минтранса РФ и Российского авиационно-космического агентства от 31 марта 2002 г. № 136/42/51.

## ПАРАМЕТРЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ОРНИТОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ НА ТЕРРИТОРИИ АЭРОДРОМА

Количественная характеристика орнитологической обстановки на аэродроме должна включать три основные группы параметров:

- 1) активность отдельных видов птиц на аэродроме и ее характер;
- 2) интегральная характеристика орнитологической напряженности, в основе которой лежит сумма активностей всех видов птиц на аэродроме и их видовой специфики;
- 3) вклад каждого вида в общую орнитологическую напряженность.

Все эти параметры получают количественное выражение в результате учетов птиц с постоянных наблюдательных пунктов (НП).

Активность каждого встреченного вида в отдельности выражается в количестве особей, пролетевших за час над 1 км<sup>2</sup>. Данная характеристика складывается из отдельных показателей по каждому румбу перемещения, это отображено в уравнениях (1) и (2):

$$A_{ib} = n_{ib}/S \cdot T; \quad (1)$$

$$A_i = \sum_{b=1}^9 A_{ib}, \quad (2)$$

где  $A_{ib}$  – активность (интенсивность перемещения) вида  $i$  в направлении  $b$ ;  $n_{ib}$  – количество особей вида  $i$ , переместившихся в направлении  $b$ ;  $S$  – обследованная площадь;  $T$  – время наблюдения;  $A_i$  – общая активность (интенсивность перемещения) вида  $i$  (во всех направлениях);  $b$  1–8 – направления основных и производных от них румбов, 9 – не выраженное направление перемещения.

Желательно этот показатель дифференцировать не только по направлению, но и по высотным интервалам. Показатель активности вида более информативен в совокупности с представлениями о плотности и распределении каждого вида птиц в 15-километровой зоне аэродрома.

Из-за различия в размерах разных видов интегральную величину опасности птиц для воздушных судов целесообразно выражать в суммарной биомассе всех птиц, находящихся в определенный момент времени на аэродроме, над аэродромом, а также и тех птиц, которые могут переместиться в течение нескольких минут на аэродром из его ближайших окрестностей. За основной показатель принимается перемещающаяся над аэродромом биомасса птиц (или находящаяся непосредственно на взлетно-посадочной полосе (ВПП), нормированная по площади и времени. Данная характеристика будет выражаться в кг/час · км<sup>2</sup>. Сущность этой величины отображена уравнениями (3) и (4):

$$D_b = \sum_{i=1}^x A_{ib} \cdot m_i / 1000; \quad (3)$$

$$D = \sum_{b=1}^9 D_b, \quad (4)$$

где  $D_b$  – суммарная биомасса всех птиц, переместившихся в направлении  $b$  за час над 1 км<sup>2</sup>;  $x$  – количество встреченных видов птиц,  $m_i$  – средняя сырая масса одной взрослой особи вида  $i$  (традиционно выражается в граммах);  $D$  – суммарная биомасса всех птиц, переместившихся во всех направлениях за час над 1 км<sup>2</sup>.

Показатели перемещающейся биомассы предварительно оцениваются отдельно для каждого из основных и производных от основных румбов, как предусмотрено в РООП ГА-89<sup>8</sup>. Кроме того, целесообразно биомассу еще дифференцировать и для разных высотных уровней. Эта дифференциация дает представление о высотных различиях опасности в определенный период времени и о сезонных трендах этой характеристики.

<sup>8</sup> Руководство по орнитологическому обеспечению полетов в гражданской авиации (РООП ГА-89): утверждено приказом МГА № 209 от 26.12.1988 г.

Практика показывает, что для значительного количества птиц не удается выявить направление перемещения, поскольку через короткие промежутки времени это направление существенно меняется и общей тенденции не выражено. Часто таких птиц бывает больше, чем тех, у которых выражены основные направления перемещений. В качестве примера можно привести парителей, которые паря кружат в восходящих потоках воздуха, охотящихся ласточек, стрижей, сов, которые в течение десятков секунд многократно меняют направление полета и относительно долго остаются над аэродромом. При этом они долгое время не садятся на землю или какую-либо присаду. Эти птицы находятся в воздухе над территорией аэродрома значительно дольше, чем летящие транзитно. Поэтому, при одинаковом количестве и размерах, для кружащих над летным полем птиц вероятность столкновения с воздушным судном выше, чем для летящих транзитно. Эта совокупность птиц должна учитываться отдельно в характеристике направлений.

Отдельно следует остановиться на птицах, сидящих на территории аэродрома. Это или отдыхающие здесь какое-то время птицы, или кормящиеся на земле. Эти птицы не находятся в полете, их интенсивность перемещения формально равна «0». Но в отличие от территорий, располагающихся за пределами аэродрома, где сидящие на земле птицы безопасны для воздушных судов, птицы, сидящие в пределах аэродрома, особенно на ВПП или в непосредственной близости от нее, представляют не меньшую опасность для летательных аппаратов, чем летящие птицы. При приближении воздушного судна птицы, которых испугнули, поднимаются в воздух, их перемещения не всегда направлены от воздушного судна, часто они стремятся пересечь курс движения самолета. Поэтому в рамках данного метода опасность сидящих на аэродроме птиц для воздушных судов определяется по аналогии с кружащими птицами.

Необходимо оценивать вклад каждого отдельного вида птиц в суммарную биомассу. Это целесообразно делать также дифференцированно по направлениям. Такая оценка в совокупности со знаниями о распределении каждого вида в 15-километровой зоне аэродрома позволит выявить на окружающих территориях наиболее значимые источники орнитологической опасности для аэродрома.

Количество птиц, их видовой состав и характер их активности на аэродроме существенно меняется в течение года. Поэтому оценка орнитологической обстановки должна даваться отдельно для каждого из четырех фенологических аспектов в жизни птиц: период весенних миграций и начала гнездования, период завершения гнездования основной части самолетоопасных видов и их послегнездовых кочевок, период осенних миграций, зимний период [9, 10]. В большинстве случаев наиболее опасный – это второй период. Именно в это время бывает наибольшее количество инцидентов, спровоцированных чаще всего молодыми птицами.

Для каждого из перечисленных фенологических аспектов оценка выполняется дифференцированно для трех периодов светлого времени суток: для ранних утренних часов, для полуденного времени и для вечера. Выбор перечисленных временных интервалов обусловлен следующим. Учеты в утренние и вечерние часы в значительной степени характеризуют суточные кормовые перемещения. Кроме того, в гнездовое время утром сразу после восхода солнца у большинства видов бывает наибольшая токовая активность. В период сезонных миграций именно в эти часы визуально наблюдается наибольшее количество садящихся или стартующих стай дальних мигрантов. Учеты в полуденное время совпадают с наибольшей полетной активностью воздухореев, особенно парителей, поскольку к полудню поверхность земли успевает прогреться, и формируются устойчивые восходящие потоки воздуха.

Протяженность ВПП (следовательно, и летного поля) значительна, поэтому условия в окрестностях аэродрома у разных его концов зачастую сильно различаются (противоположные концы летного поля могут быть окружены разными ландшафтами). Как следствие, и орнитологическая обстановка на пространстве аэродрома может быть очень разнородной. Поэтому изначально перечисленные характеристики необходимо оценивать не для аэродрома в целом, а дифференцированно, минимум для разных его половин (если на аэродроме одна ВПП).

## МЕТОДИКА УЧЕТА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПТИЦ НА АЭРОДРОМЕ

*Квалификационные требования к учетчику:* опыт профессионального визуального дистанционного определения видовой принадлежности, пола и возраста птиц.

*Необходимое оборудование:* бинокль, компас, навигатор.

*Основные положения организации учетов.* Предлагаемая методика основана на тех же принципах, что и традиционная методика изучения интенсивности видимых миграций птиц [1, 11, 12]. При этом традиционная методика изучения миграций в целом оказалась малоприменимой для оценки орнитологической обстановки на аэродроме. В частности, она не учитывает птиц, сравнительно долго присутствующих на аэродроме, и птиц-посетителей (прилетающих сюда в поисках корма и для отдыха). Поэтому положения взятой за основу методики значительно переработаны и адаптированы для условий и задач аэродромов. Разработка предлагаемой методики проходила в процессе мониторинга орнитологической обстановки на десяти аэродромах в Западной и Средней Сибири (Новосибирская и Тюменская области, Алтайский и Красноярский края) в период с 2001 по 2017 год.

Для минимальной характеристики орнитологической обстановки определенного фенологического периода в жизни птиц необходимо проводить не менее трех учетов на каждой половине аэродрома (если на аэродроме имеется лишь одна ВПП). Один учет продолжается в течение двух часов. Первый учет начинается с момента восхода солнца, второй – за час до полудня и третий – за два часа до захода солнца. При сильной облачности или значительном задымлении атмосферы утренние сумерки наступают в более позднее время, а вечерние – в более раннее. Поэтому в данных условиях завершение утренних учетов должно быть перенесено на 0,5 часа позднее, а начало вечерних – на 0,5 часа раньше, т. е. продолжительность каждого из этих учетов в такие дни составит 2,5 часа. В осеннее время завершение вечернего учета также может быть перенесено на более позднее время (до наступления полной темноты), т. к. массовые перелеты вороновых с мест кормежки на коллективные ночевки или старт стай ночных мигрантов в это время года часто проходят уже после захода солнца. Перед началом учетов из справочных источников или эмпирическим путем необходимо получить информацию о времени восхода, захода солнца и наступления полудня.

Для каждой ВПП закладывается два наблюдательных пункта (НП), по одному с каждой стороны ВПП. НП закладывается по возможности ближе к курсу воздушных судов на промежутке между окончанием ВПП и ближним приводным маяком. НП должен находиться в месте с максимальным обзором во все стороны света. В непосредственной близости нежелательны высокие кустарники, деревья с густой кроной, крупные строения.

Выбрав НП, учетчик определяет его географические координаты с помощью навигатора.

*Алгоритм проведения учета.* Перед началом учета учетчик с помощью компаса определяет стороны света. Удобно начертить основные румбы на земле перед собой, чтобы быстро оценивать направление перемещений птиц. Желательно зафиксировать высотные ориентиры (строения, мачты антенн, высокие деревья), высота которых заранее определена. Они помогут в экспертной оценке определения высоты полета птиц.

В начале учета в полевом дневнике делается запись, где указывается дата, положение НП на аэродроме и время начала учета. Учетчик находится на постоянном НП и внимательно (без помощи оптических устройств) осматривает все пространство в секторе своего обзора. Сектор обзора должен быть максимально приближенным к 360°. Учетчик фиксирует в полевом дневнике все встречи птиц, появляющихся в секторе его обзора, независимо от того, пролетает птица над территорией аэродрома или над площадью, находящейся вне границ аэродрома. (Даже далеко летящая птица, внезапно изменив направление полета, буквально через несколько секунд может оказаться на пути воздушного судна.)

При появлении птицы в поле зрения определяется ее видовая принадлежность, а там, где это возможно, – пол и возраст. При этом определении уже используется бинокль. При невозможности определить вид, определяется, по возможности наиболее детально, таксономическое

положение птицы (семейство, род) и указывается ее сходство по размеру и силуэту с одним из широко распространенных видов (например, «размером с канюка» или «чуть мельче серебристой чайки» и т. д.). Для обнаруженной птицы или группы птиц в полевом дневнике указывается количество особей. Для них учетчик оценивает и фиксирует в дневнике всего два параметра перемещения – направление полета и высоту над поверхностью земли (оценивается экспертно в метрах). Для обозначения направления, в котором перемещается птица, указывается один из восьми (основных и производных от основных) румбов: С – север, СВ – северо-восток, В – восток, ЮВ – юго-восток, Ю – юг, ЮЗ – юго-запад, З – запад, СЗ – северо-запад. Более детальное определение направления нецелесообразно, поскольку в течение десятков секунд полета птицы могут заметно менять его направление. Практика показала, что среднестатистический учетчик не может объективно оценить более двух параметров, характеризующих перемещение птицы. Поэтому расстояние от учетчика до места обнаружения птицы не оценивается.

Для птиц, направление перемещения которых определить не удастся (кружащие парители, охотящиеся совы, хищники, ласточки, стрижи), при записи в полевом дневнике в категории «направление» выставляется «Кр» – кружит. Кружащая птица фиксируется в полевом дневнике при первом ее появлении в поле зрения учетчика. В течение всего последующего времени запись для нее повторяется с указанием новых высотных параметров каждые пять минут, пока она находится в поле зрения учетчика. Временной интервал в 5 минут для повторной записи долго кружащей особи условно выбран потому, что примерно столько времени находится в поле зрения учетчика парящий черный коршун, круги которого постепенно смещаются в одном постоянном направлении.

Как уже говорилось выше, сидящие на летном поле птицы (особенно на ВПП) представляют не меньшую опасность для летательных аппаратов, чем летящие. Учет сидящих птиц делается точно так же, как кружащих. Обозначение направления выбирается «Кр» – кружит, высота записывается «0», если птица сидит на поверхности земли, или более, если птица сидит на присаде. Таким образом, сидящих птиц пересчитывают и записывают заново каждые пять минут столько времени, сколько они находятся на аэродроме. Дистанция вспугивания, как правило, прямо пропорциональна размерам тела одной особи вида. Чем крупнее сидящие птицы, тем на большем расстоянии от ВПП они представляют опасность для взлетающих и садящихся воздушных судов. Поэтому виды, средняя масса одной взрослой особи которых не превышает 70 г, учитываются как кружащие только тогда, когда они сидят непосредственно на твердом покрытии ВПП или на скошенном участке до 5 м от ВПП. Птицы данных видов, сидящие на большем удалении от ВПП, учетчиком во внимание не принимаются. Сидящие особи видов, средняя масса одной особи которых составляет от 70 до 1000 г, учитываются как кружащие на всем летном поле аэродрома в поле зрения учетчика. Замеченные учетчиком особи видов, средняя масса одной особи которых превышает 1000 г, учитываются как кружащие, если они сидят в любом месте в пределах территории аэродрома.

Пример записи учета в полевом дневнике приведен в табл. 1.

Таблица 1  
Table 1

Пример записи учета в полевом дневнике  
The example of note in observation logbook

Вид	Количество особей, направление и высота полета
Сизая чайка	2юз80; 1юз110
Серая ворона	1ю15; 1кр0; 1кр0
Черный коршун	1кр70
Кряква	15св60; 8св70; 4св90

На приведенном фрагменте записи видно, что за отмеченный период времени на юго-запад дважды пролетали сизые чайки: две – на высоте 80 м, одна – 110 м. Серая ворона в южном

направлении прилетела на территорию аэродрома и села на летном поле на поверхности земли, где чуть более 10 минут находилась в поле зрения учетчика, после чего была потеряна из видимости. Черный коршун был замечен кружащим на высоте 70 м, но находился в видимости учетчика менее 5 минут. Трижды в северо-восточном направлении пролетали группы крикв: стайка из 15 птиц пролетела на высоте 60 м, из 8 птиц – на 70 м, а 4 птицы пролетели на высоте 90 м.

## АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕТА

В камеральных условиях для каждого учета в отдельности делается выборка из дневниковых записей, а на ее основе проводятся все необходимые расчеты.

1. Выборка делается отдельно для каждого вида. В заранее подготовленную таблицу все встречи особей разносятся по следующим высотным интервалам (0–50, 50–100, 100–300, выше 300 м), а для каждого из этих интервалов – по восьми (плюс отдельно «кружащие») румбам. В выборку как отдельные встречи включаются повторные записи «кружащих» особей. Таким образом, получается таблица, в содержательной части которой каждая отдельная строка выделена для отдельного вида птиц. Помимо первого столбца с названием вида имеется еще 36 столбцов, каждый из которых содержит количество особей определенного вида птиц, пролетевших в определенном высотном интервале в определенном направлении (например, второй столбец содержит количество особей, пролетевших на высоте 0–50 м в северном направлении, третий – на высоте 0–50 м в северо-восточном направлении и т. д.).

2. Из каждого поля таблицы полученное количество «встреч» особей в дальнейшем нормируется по времени и площади, как показано в уравнении (1). Для нормирования по времени количество «встреч» за весь период учета делится на время, выраженное в часах. В результате получается размерность – «количество особей в час». Нормирование по площади заключается в приведении количества пролетов на один км<sup>2</sup>. Дальность обнаружения различных видов существенно различается, и, как следствие, обследованная площадь для каждого вида получается тоже различной. Поэтому для нормирования по площади использован принцип Хейне [13]. Поскольку во время учета расстояние до птицы не оценивается, то использование индивидуального пересчета или традиционных градаций дальностей обнаружения птиц [14] невозможно. Вместо этого рационально сгруппировать виды по их средней дальности обнаружения во время полета над открытым пространством и использовать для каждой группы видов среднегрупповые радиальные множители. Эти множители получены эмпирическим путем в разных условиях и округлены для удобства пользования. Заметность летящей птицы в первую очередь зависит от величины ее силуэта. Поэтому полученные множители обратно пропорциональны максимальной площади силуэта летящей птицы (табл. 2).

Сопоставление с серией примеров, приведенных в последней колонке табл. 2, поможет орнитологу отнести любой вид птиц к соответствующей группе по дальности обнаружения.

Нормируемая по площади величина умножается на соответствующий каждому виду множитель. Соотношение данного расчета с сущностью активности вида, приведенной в уравнении (1), следующее:

$$n_{ib}/S = n_{ib} \cdot k_c, \quad (5)$$

где  $k_c$  – множитель для размерной группы  $c$ , к которой относится вид  $i$  (табл. 2).

Полученная в результате преобразований величина имеет размерность особей/час  $\cdot$  км<sup>2</sup>.

После этого нормирования в каждой строке таблицы для каждого вида готова характеристика его активности на аэродроме дифференцированно по каждому направлению и в каждом из выделенных высотных интервалов. При суммировании всех полей по строке получаем суммарную характеристику активности каждого вида в данный период суток на соответствующей половине аэродрома.

3. Полученные результаты переводятся в биомассу, как показано в уравнении (3). Для этого полученные в пункте 2 величины по каждому виду в каждом поле таблицы умножаются на среднюю сырую массу одной взрослой особи данного вида. Среднюю величину биомассы можно рассчитать, заимствовав информацию из фундаментальных справочных изданий<sup>9,10,11,12</sup> [15]. По большинству видов Северной Евразии такие расчеты уже сделаны, а выверенные результаты хранятся в банке данных ИСиЭЖ СО РАН<sup>13</sup>.

Таблица 2  
Table 2

Множители для нормирования по площади количества встреч отдельных видов в зависимости от максимальной площади силуэта летящей птицы\*  
The normalizing factors to converting of absolute number of noted birds to relative values (individuals per km<sup>2</sup>) according to maximal size of flying birds silhouette

Площадь силуэта, см <sup>2</sup>	Множитель	Средняя для группы дальность обнаружения, м	Примеры видов**
до 300	5	250	<i>Riparia riparia</i> , <i>Anthus trivialis</i> , <i>Motacilla alba</i> , <i>Hirundo rustica</i> , <i>Tringa glareola</i> , <i>Charadrius dubius</i> , <i>Apus apus</i> , <i>Alauda arvensis</i> , <i>Sturnus vulgaris</i> , <i>Turdus philomelos</i>
300–900	2	400	<i>Gallinago gallinago</i> , <i>Turdus atrogularis</i> , <i>T. pilaris</i> , <i>Philomachus pugnax</i> , <i>Dendrocopos major</i> , <i>Falco columbarius</i> , <i>F. vespertinus</i> , <i>Streptopelia orientalis</i> , <i>Anas querquedula</i> , <i>Cuculus canorus</i> , <i>Nucifraga caryocatactes</i> , <i>Falco tinnunculus</i> , <i>Accipiter nisus</i> , <i>Vanellus vanellus</i> , <i>Pica pica</i>
900–2000	1	550	<i>Columba livia</i> , <i>Larus ridibundus</i> , <i>Anas platyrhynchos</i> , <i>Falco peregrinus</i> , <i>Circus pygargus</i> , <i>C. Cyaneus</i> , <i>C. macrourus</i> , <i>Asio flammeus</i> , <i>Corvus cornix</i> , <i>Larus canus</i>
2000–4000	0,5	800	<i>Corvus corax</i> , <i>Accipiter gentilis</i> , <i>Circus aeruginosus</i> , <i>Buteo buteo</i> , <i>Larus argentatus sensu lato</i> , <i>Milvus migrans</i> , <i>Anser anser</i> , <i>Aquila clanga</i>
Более 4000	0,2	1250	<i>Ardea cinerea</i> , <i>Aquila nipalensis</i> , <i>Aquila chrysaetos</i> , <i>Haliaeetus albicilla</i> , <i>Aegyptius monachus</i>

\* При обнаружении стаи более 10 птиц для особей, составляющих стаю, коэффициент из таблицы уменьшается вдвое.

\*\* Виды в каждом поле таблицы упорядочены по возрастанию площади силуэта, в начале и конце списка приведены виды с размерами, близкими к крайним для группы значениям.

<sup>9</sup> Птицы Советского Союза. Т. I–VI. М.: Сов. наука, 1951–1954.

<sup>10</sup> Птицы СССР. Т. I–IV. М.; Л.: Наука, 1987–1990.

<sup>11</sup> Птицы России и сопредельных регионов. М.: Наука, 1993. 400 с.

<sup>12</sup> Птицы России и сопредельных регионов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005, 2011.

<sup>13</sup> Банк данных: информация, правила для вкладчиков [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://eco.nsc.ru/zoomonit/zoomonit\\_r.htm](http://eco.nsc.ru/zoomonit/zoomonit_r.htm) (дата обращения: 20.03.2018).

## КРИТЕРИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ОРНИТОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

В рамках предложенных принципов и методов, используя опыт исследований на десяти аэродромах Западной и Средней Сибири, орнитологическую обстановку по уровню орнитологической напряженности целесообразно характеризовать в пяти градациях.

Орнитологическая обстановка:

1) *спокойная* (максимально благоприятная) – в течение всего светлого времени суток интенсивность перемещений птиц не превышает  $5 \text{ кг/час} \cdot \text{км}^2$ .

Никаких дополнительных мероприятий по снижению вероятности инцидентов не требуется, необходим лишь контроль орнитологической обстановки;

2) *удовлетворительная* – в течение  $2/3$  светлого времени суток интенсивность перемещений птиц попадает в интервал  $5\text{--}20 \text{ кг/час} \cdot \text{км}^2$ , отдельные значения не превышают  $40 \text{ кг/час} \cdot \text{км}^2$ .

Лишь в отдельных случаях требуются дополнительные мероприятия, направленные на снижение привлекательности летного поля для птиц. Чаще всего это формирование травяного покрова на большей части площади аэродрома не ниже  $40 \text{ см}$ , в отдельные периоды отстрелы самолетоопасных птиц, сочетание акустических и пиротехнических воздействий;

3) *умеренно-напряженная* – в течение  $2/3$  светлого времени суток интенсивность перемещений птиц попадает в интервал  $20\text{--}60 \text{ кг/час} \cdot \text{км}^2$ , отдельные значения не превышают  $100 \text{ кг/час} \cdot \text{км}^2$ .

Требуются дополнительные мероприятия, направленные на снижение привлекательности летного поля для птиц. Чаще всего это обязательное формирование травяного покрова на большей части площади аэродрома не ниже  $40 \text{ см}$ , регулярное сочетание визуальных, акустических и пиротехнических средств отпугивания с отстрелами самолетоопасных птиц, иногда – ликвидация гнездовых колоний или крупных коллективных ночевок в окрестностях аэродрома;

4) *чрезвычайно напряженная* – в течение  $2/3$  светлого времени суток интенсивность перемещений птиц попадает в интервал  $60\text{--}100 \text{ кг/час} \cdot \text{км}^2$  отдельные значения не превышают  $300 \text{ кг/час} \cdot \text{км}^2$ .

Помимо основных мероприятий, направленных на снижение привлекательности территории аэродрома для птиц, отпугивания и отстрела птиц у взлетно-посадочной полосы, необходимы масштабные мероприятия по изменению условий обитания самолетоопасных птиц на территории  $15\text{-километровой}$  зоны вокруг аэродрома (изменение ландшафтной структуры местности и характера деятельности хозяйствующих субъектов);

5) *критическая* – в течение  $2/3$  светлого времени суток интенсивность превышает  $100 \text{ кг/час} \cdot \text{км}^2$ .

Помимо перечисленных в пункте 4 мер периодически требуются чрезвычайные меры перед каждым взлетом и посадкой воздушного судна, вплоть до изменения времени взлета и посадки.

В случае, если обстановка не в полной мере соответствует приведенным параметрам наиболее близкого ранга, то при каком-либо превышении заданных параметров по времени или величине биомассы, обстановке дается характеристика более высокого по напряженности ранга.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный метод позволяет дать формализованную количественную характеристику основных аспектов орнитологической обстановки на аэродроме. Он дает возможность выявлять главные источники орнитологической опасности, отделять их от второстепенных. Без этой информации невозможна разработка рациональной системы эффективных мер по снижению

напряженности орнитологической обстановки. Использование методики учета птиц и их активности на аэродроме в разные периоды времени и на разных аэродромах дает сравнимые между собой количественные характеристики орнитологической обстановки. Такая сравнимость позволяет проводить комплексный мониторинг орнитологической опасности для воздушных судов, в том числе объективно оценивать эффективность мероприятий по снижению орнитологической напряженности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Дольник В.Р.** Программа «Эксперимент»: сравнение методов наблюдения пролета птиц // Методы обнаружения и учета миграций птиц. Л.: Наука, 1981. С. 3–7.
2. **Рогачев А.И., Лебедев А.М.** Орнитологическое обеспечение безопасности полетов: учебное пособие. М.: Транспорт, 1984. 126 с.
3. **Ильичев В.Д., Бирюков В.Я., Нечваль Н.А.** Техничко-экологическая стратегия защиты от биоповреждений. М.: Наука, 1995. 248 с. (Биологические повреждения).
4. **Allan J.R., Bell J.C., Jackson V.S.** An assessment of the world-wide risk to aircraft from large flocking birds // Proceedings of Birdstrike '99. Ottawa: Transport Canada, 1999. pp. 217–226.
5. **Allan J.R.** The costs of bird strikes and bird strikes prevention / DigitalCommon@University of Nebraska. Lincoln, 2000. pp. 147–153.
6. **Beklova M.** Prognosis of the degree of danger represented to czechoslovak airport traffic by birds // Folia zool. 1988. Vol. 37, № 2. pp. 145–155.
7. **Юдкин В.А.** Опыт создания геоинформационной системы для мониторинга численности и распределения птиц // Сибирская зоологическая конференция, посвященная 60-летию Института систематики и экологии животных СО РАН, 15–22 сентября 2004 г.: тезисы докладов. Новосибирск, 2004. С. 204–205.
8. **Юдкин В.А.** Экологические аспекты географии птиц Северной Евразии. Новосибирск: Наука, 2009. 408 с.
9. **Юдкин В.А.** Территориальная изменчивость летней динамики обилия птиц // Миграции птиц в Азии. Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1986. С. 252–260.
10. **Юдкин В.А.** Птицы подтаежных лесов Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2002. 488 с.
11. **Гаврилов Э.И.** Методика сбора и обработки материалов по количественной характеристике видимых миграций птиц // Методы изучения миграций птиц. М.: Наука, 1977. С. 96–117.
12. **Гаврилов Э.И.** Сезонные миграции птиц на территории Казахстана. Алма-Ата: Наука КазССР, 1979. 254 с.
13. **Haune D.W.** An examination of the strip census methods for estimating animal population. // J. Wildlife Management. 1949. 13(2). pp. 145–157.
14. **Челинцев Н.Г.** Математические основы учета животных. М.: Центрохотконтроль, 2000. 431 с.
15. **Рябицев В.К.** Птицы Сибири: справочник-определитель: в 2-х т. Т. 1. М.; Екатеринбург: Кабинетный ученый, 2014. 438 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Юдкин Владимир Алексеевич**, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории зоологического мониторинга ИСиЭЖ СО РАН, профессор кафедры общей биологии и экологии НГУ, yudkin\_v@mail.ru.

**Грабовский Максим Александрович**, ведущий инженер по орнитологическому обеспечению безопасности полетов АО «Аэропорт Толмачево», gramax@mail.ru.

## QUANTITATIVE METHOD OF ESTIMATE OF AERODROME BIRDS HAZARD RISK

Vladimir A. Yudkin<sup>1,2</sup>, Maksim A. Grabovski<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Systematic and Ecology of Animals Siberian Branch Russian Academy of Sciences,  
Novosibirsk, Russia*

<sup>2</sup>*Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia*

<sup>3</sup>*Tolmachevo Airport, Novosibirsk, Russia*

### ABSTRACT

The formalized parameters of bird hazard assessment at the aerodrome are presented. The size of total biomass of all birds that are in a zone of aircraft movement reflects the aggregate characteristic of ornithological hazard. This is a dynamic parameter, its dimensionality is  $\text{kg}/\text{hour} \cdot \text{km}^2$ . The size of biomass is differentiated on high-altitude layers and the directions of its movement. In addition, it is necessary to estimate activity of each bird species at the aerodrome as component parts of bird hazard. Its dimensionality is  $\text{individuals}/\text{hour} \cdot \text{km}^2$ . One more parameter of aerodrome bird hazard in the assessment process of activity of each bird species is the behavior pattern of birds in aerodrome airspace. This parameter will allow to reveal the sources of bird arrivals at the airfield and to detect the causes of it. Assessment of this share is necessary to choose the effective measures to decrease bird strike risk. The birds recording technique at airfield has been designed to obtain quantitative values of main parameters of bird hazard. The birds recording is carried out from the observation points located on the opposite sides of the runway. The birds recording technique is based on visual detection of birds, identification of species, sex and age determination, expert estimate of altitude and direction of their movement. Except the flying birds, the foraging and resting birds on the ground are also considered. The contribution of these birds to the aggregate value of ornithological hazard is bigger than overflying birds. The birds recording technique is described in detail. The norms and frequency of birds recording to obtain data on daily and seasonal dynamics of aerodrome bird hazard are substantiated. The algorithm of processing the results of birds recording and calculation of the main parameters value of bird hazard is stated. Gradations of bird hazard and relevant measures to decrease quantity of birds at airfield are proposed.

**Key words:** aviation ornithology, aerodrome, flight safety, biodamages, airfield bird picture, bird hazard, bird strike, birds recording.

### REFERENCES

1. **Dol'nik, V.R.** (1981). *Programma «Jeksperiment»: sravnenie metodov nabljudenija proleta ptic* ["Experiment" Program: comparison of methods of observation of bird migrations]. *Metody obnaruzhenija i ucheta migracij ptic* [Methods of detection and calculation of bird migrations]. Leningrad: Nauka Publ., pp. 3–7. (in Russian)
2. **Rogachev, A.I. and Lebedev, A.M.** (1984). *Ornitologicheskoe obespechenie bezopasnosti poletov: Uchebnoe posobie* [Ornithological safety of flights: manual]. Moscow: Transport Publ., 126 p. (in Russian)
3. **Il'ichev, V.D., Birjukov, V.Ja. and Nechval', N.A.** (1995). *Tehniko-jekologicheskaja strategija zashhity ot biopovrezhdenij (Serija «Biologicheskie povrezhdenija»)* [Technical and ecological strategy of protection against biodamages ("Biological damages" series)]. Moscow: Nauka Publ., 248 p. (in Russian)
4. **Allan, J.R., Bell, J.C. and Jackson, V.S.** (1999). *An assessment of the world-wide risk to aircraft from large flocking birds*. Proceedings of Bird strike '99, Transport Canada, Ottawa, pp. 217–226.
5. **Allan, J.R.** (2000). *The costs of bird strikes and bird strikes prevention*. DigitalCommon@University of Nebraska. Lincoln, pp. 147–153.
6. **Beklova, M.** (1988). *Prognosis of the degree of danger represented to Czechoslovak airport traffic by birds*. *Folia zool.*, vol. 37, no. 2, pp. 145–155.

7. **Yudkin, V.A.** (2004). *Opyt sozdaniya geoinformacionnoj sistemy dlja monitoringa chislennosti i raspredelenija ptic* [The experience of creation of the geo-information system of monitoring of bird number and distribution]. *Sibirskaja zoologicheskaja konferencija, posvjashhennaja 60-letiju Instituta sistematiki i jekologii zhivotnyh SO RAN, 15–22 sentjabrja 2004 g. (tezisy dokladov)* [The Siberian zoological conference devoted to the sixtieth anniversary Institute of Systematization and Ecology of Animals SB RAS, 15–22 September 2004], Novosibirsk, pp. 204–205. (in Russian)
8. **Yudkin, V.A.** (2009). *Ekologicheskie aspekty geografii ptic Severnoy Evrazii* [Ecological aspects of bird geography in North Eurasia]. Novosibirsk: Nauka Publ., 408 p. (in Russian)
9. **Yudkin, V.A.** (1986). *Territorial'naja izmenchivost' letnej dinamiki obilija ptic* [Spatial variability of summer dynamics of bird density]. *Migracii ptic v Azii* [Migrations of birds in Asia]. Novosibirsk: Nauka Publ., pp. 252–260. (in Russian)
10. **Yudkin, V.A.** (2002). *Pticy podtaezhnyh lesov Zapadnoj Sibiri* [The birds of a subtaiga subzone of West Siberian]. Novosibirsk: Nauka Publ., 488 p. (in Russian)
11. **Gavrilov, Je.I.** (1977). *Metodika sbora i obrabotki materialov po kolichestvennoj harakteristike vidimyh migracij ptic* [The technique of obtaining and processing of quantitative data about visible bird migrations]. *Metody izuchenija migracij ptic* [The methods of study of bird migrations]. Moscow: Nauka Publ., pp. 96–117. (in Russian)
12. **Gavrilov, Je.I.** (1979). *Sezonnye migracii ptic na territorii Kazahstana* [Seasonal birds migrations in Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka Publ., 254 p. (in Russian)
13. **Hayne, D.W.** (1949). *An examination of the strip census methods for estimating animal population*. *J. Wildlife Management*, no. 13(2), pp. 145–157.
14. **Chelincev, N.G.** (2000). *Matematicheskie osnovy ucheta zhivotnyh* [Mathematic foundations for calculation of animals]. Moscow: Centrohotkontrol', 431 p. (in Russian)
15. **Ryabitsev, V.K.** (2014). *Pticy Sibiri: spravocnik-opredelitel': v 2 t.* [Birds of Siberia: Field Guide in two Volumes]. Moscow; Ekaterinburg: Kabinetnyj Uchenyj Publ., vol. 1, 438 p. (in Russian)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Vladimir A. Yudkin**, Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher of Laboratory of Zoological Monitoring of Institute of Systematics and Ecology of Animals, Professor of the General Biology and Ecology Chair, NSU, yudkin\_v@mail.ru.

**Maksim A. Grabovski**, Leading Engineer on Ornithological Safety of Flights, Tolmachevo Airport, gramax@mail.ru.

Поступила в редакцию 28.03.2018  
Принята в печать 17.07.2018

Received 28.03.2018  
Accepted for publication 17.07.2018