
REVIEW ARTICLE

УДК 574.2:574.3

А.В. Мацюра

**МИГРАЦИЯ ПТИЦ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ:
КРАТКИЙ ОБЗОР. ЧАСТЬ I***Алтайский государственный университет*amatsyura@gmail.com

Обобщен передовой научный опыт и современные гипотезы о влиянии погодных условий на характер миграции птиц, существующие в орнитологической литературе на конец двадцатого столетия. Приводятся результаты исследований, выполненных в различных регионах мира, выделена стимулирующая и блокирующая роль погодных факторов. Систематизированы разнообразные научные данные о взаимосвязи миграции и погодных условий. Выявлены основные атмосферные факторы, оказывающие мощное влияние на характер и интенсивность миграционных процессов.

Ключевые слова: миграция, птицы, метеорологические параметры, обзор

Matsyura A.V.

**BIRD MIGRATION AND METEOROLOGICAL PARAMETERS
– A REVIEW (PART I)***Altai State University, Barnaul, Russia*amatsyura@gmail.com

The advantage scientific experience and contemporary hypotheses about weather impact on the bird migration pattern is summarized up to the 2000. The principal scientific results from various regions are given; the stimulating and blocking role of climate factors is underlined. The diverse research data regards to interrelations between migration and weather conditions are concluded, the principal atmospheric factors that have power influence on the intensity and character of bird migration are presented.

Key words: migration, birds, meteorological parameters, review

Исследования, выполненные в разных географических регионах и посвященные проблеме влияния погодных условий на миграцию птиц, довольно многочисленны и характеризуются разнообразием выводов. Безусловно, создание унифицированной схемы влияния погодных факторов на миграцию птиц – процесс весьма сложный и неоднозначный, поскольку степень этого влияния зависит от климатических условий данной географической широты и от видового состава птиц, принимающих участие в миграционных перемещениях в пределах исследуемого пролетного пути.

В данной статье предпринята попытка обзора существующих, уже ставших классическими, и сравнительно недавних работ в этой области орнитологии с

целью систематизации данных о степени влияния погодных условий на характер миграций птиц.

Погода и климат имеют стимулирующее и модулирующее значение для миграционных процессов. Метеорологические факторы зачастую выполняют роль триггера для начала миграций. Они могут замедлить или остановить мигрантов, заставить их отклониться от курса, приземлиться, иногда приводят к летальному исходу. Например, массивные дождевые фронты блокируют миграцию. У птиц существует тенденция избегать миграционных перелетов под воздействием холодных воздушных масс, в то же время есть определенные погодные условия, когда миграция усиливается. Так, осенняя массовая миграция в высоких широтах северного полушария сопутствует перемещению зоны низкого давления антициклонами. Весной массовые пролеты птиц происходят в условиях мягкой погоды, когда приближается фронт низкого давления. Мигранты преимущественно реагируют на местные изменения погоды - ветра или температуру, в большей степени, чем на синоптические условия. Большинство исследователей склоняется к мысли, что ветер и осадки являются двумя наиболее значимыми факторами, влияющими на интенсивность миграции. Роль температуры несколько меньше (Able, 1985).

Основной фактор, вызывающий различия в интенсивности пролета - ветер. Во многих исследованиях обнаружена достоверная положительная корреляция с давлением и видимостью и отрицательная - с колебанием минимальной температуры и дождем. При помощи радиолокации весеннего ночного пролета птиц, Bruderer (1971) определил, что большой объем миграций на малых высотах зависел от местных метеоусловий. Высота полета снижалась во время осадков, перемещаясь по вертикали или горизонтали, птицы избегали полетов в тумане или облаках. Минимальный объем миграции наблюдался, когда область низкого давления была слева, а высокого - справа от главного вектора миграции. Низкая плотность миграции отмечена к востоку от области высокого давления, в районе осадков и на заднем крае циклонов. Интенсивность миграции канадской казарки достоверно коррелировала с попутным ветром и переменной температуры, происходя у западного края области высокого давления, в одном случае - у западного края (Gauthier & Blokroel, 1980).

Ультимативные факторы, определяющие влияние условий погоды на интенсивность миграции, включают характер погоды по маршруту миграции и в точках отлета-прилета (Richardson, 1978). Ряд птиц мигрирует при любых погодных условиях, однако максимальное количество - при попутном ветре и благоприятных температурах, атмосферном давлении и влажности воздуха. Во время местных полетов влияние погоды менее выражено. Так, отлет скворцов с мест ночевки не коррелирует с переменными температуры, скорости ветра, облачности и относительной влажности (Allerstam, 1975).

Данные Bruderer & Liechti, полученные на основании изучения миграции птиц в Израиле, доказывают, что в данном регионе господствующие ветра способствуют полетам на более малых высотах осенью, чем весной. Примерно

90% всех ночных мигрантов концентрируются ниже отметки 1.8 км. Весной около 50% всей миграции зарегистрировано выше данной отметки, миграция на низких высотах соответствует преимущественно поднимающимся одиночным птицам. Данные множественной регрессии показали, что единственным фактором, статистически достоверно стимулирующим высотное распределение птиц, является изменение попутного (хвостового) ветра по высотным интервалам.

Для территории Израиля этими исследователями не было обнаружено выраженной корреляции между объемом ночной миграции и относительными изменениями погоды в течении недели, ночные мигранты летят практически в любую погоду, поскольку всегда находят подходящие ветра на разных высотах в системе господствующих ветров (Bruderer, 1994, Bruderer et al. 1995, Liechti & Bruderer 1998). Последние авторы отмечают значение ветра для оптимизации миграции воробьиных птиц в особенности.

Птицы, мигрирующие через Центральную Европу и Средиземноморье, способны справиться с ветром, скорость которого составляет от 50 до 100% от их собственной скорости. В отличие от центральной Европы, в районах Средиземного моря попутные и встречные ветра встречаются с одинаковой частотой. В южной части Израиля птицы способны поймать благоприятные ветра в определенной части высотного диапазона, тогда как севернее они вынуждены выбирать ночи с подходящими ветрами.

Richardson (1978), в ходе исследования влияния погодных факторов на процессы обратной миграции, т.е. неблагоприятных факторов, пришел к выводу, что основной фактор, действие которого подтверждается статистически - ветер (у поверхности земли и геострофический). Видимость, облачность, осадки, магнитное возмущение, вертикальная видимость, непрозрачность воздуха не имеют достоверного влияния на образование обратной миграции.

Niziol (1996) сообщает, что уровень миграции (особенно осенью) часто связан с направлением синоптической фронтальной системы. Мощный встречный ветер, в сочетании с осадками, заставляет птиц прекратить миграцию в обычном направлении и, изменив курс, в конечном итоге приземлиться и переждать неблагоприятные условия.

Разные виды птиц по-разному относятся к направлению и силе ветра. Большое число радиолокационных наблюдений имеется для воробьиных птиц. По Able (1974), воробьиные птицы ночью обычно летят с попутным ветром. При этом они мигрируют по ветру при любом его направлении, и при изменении последнего от нескольких градусов до 70 градусов меняли направление пролета (Gauthreaux, 1970). В Южной Швеции пик ночной осенней миграции воробьиных птиц постоянно коррелировал с сильными попутными ветрами, благодаря чему птицы летели в два раза быстрее, чем при безветрии (Allerstam et al., 1973).

В целом, птицы выбирают для полета высоты с благоприятным направлением и силой ветра. При сильном ветре любого направления, а также при встречном ветре, воробьиные птицы предпочитают лететь низко над

землей или водой, где скорость ветра меньше из-за трения воздуха о земную поверхность.

Ряд неворобьиных птиц, обладающих стремительным скоростным полетом - голуби, стрижи, кулики, гусеобразные - во время перелетов меньше зависят от направления и силы ветра. Особенно это заметно при полете над направляющими линиями (морское побережье). В то же время при перелетах экологически неблагоприятных территорий или в условиях отсутствия видимости наземных ориентиров, ночью они могут лететь и при сильном попутном ветре.

Чувство сноса или дрейфа по ветру связано с некоторыми реакциями птиц на ветер (Bruderer, 1977, 1978): полет с благоприятными попутными ветрами, полет в попутном ветре, несмотря на отклонение от цели, что компенсируется пересечением водных пространств и неблагоприятных областей, частичная компенсация сноса при полете над морем.

Попутный ветер предпочитают даже голуби-вахири, которые в принципе независимы от направления и силы ветра (Allerstam, 1978). Наибольшее количество вяхирей мигрирует из Швеции при прохождении холодного фронта с северо-западными или северо-восточными ветрами. Зависимость от попутного ветра более сильно выражена при длительных пересечениях моря. Направления пролета над Балтикой в значительной мере коррелировали с направлением ветра и показывали большие вариации, чем над сушей (Allerstam, 1974). В противоположность этому стрижи во время летних миграций предпочитают встречные ветры (Evans, 1966).

Есть ряд сведений о том, что быстролетящие кулики и гусеобразные птицы, по сравнению с воробьиными видами, могут лететь лишь в более сильном попутном ветре (Able, 1974). Более того, лишь утки, кулики и гуси могут делать поправки на снос ветром слабой или умеренной силы (Gauthreaux, Able, 1979).

При дневной миграции также преобладает полет в попутном ветре. Так летят скворцы, в том числе и при обратной миграции (Richardson, Haight, 1970). По Allerstam (1976), зяблики, юрки и скворцы почти не избирательны к ветру. Выбор направления перелета дроздов-белобровиков определялся направлением ветра (Allerstam, 1979). Не только белобровики, но и другие виды дроздов в Южной Швеции совершали миграцию при попутном ветре. Richardson (1974) отмечал, что численность воробьиных птиц, мигрировавших над островом Пуэрто-Рико, положительно коррелировала с попутным ветром. При этом трассы полета редко шли по ветру и варьировали так, чтобы компенсировать, хотя бы частично, боковой снос. Различия в преобладающих ветрах определяли особенности весеннего и осеннего пролета. Внутри континента в большинстве случаев наблюдался дрейф мигрантов по ветру, и, одновременно с этим в прибрежных районах на малых высотах шла миграция навстречу ветру (Rabol, 1974).

Вообще, при исследованиях подобного рода, большинство противоречий связано с методами наблюдений - противоречие визуальных и радиолокационных наблюдений.

Так, особенно сильный пролет коньков и вьюрковых птиц вдоль морского побережья Англии на небольшой высоте при встречном ветре наблюдался только визуально. А максимальный пролет этих птиц на большой высоте с попутным или слабым боковым ветром отмечался только радаром (Evans, 1966).

Прогноз весенней миграции белых гусей в районе аэропорта Виннипег, Канада был основан на данных радиолокатора и визуальных наблюдений, показавших, что пролет шел преимущественно с попутным ветром (Blokpoel, Richardson, 1978). Отлет белых гусей из Южного Квебека, Канада шел двумя волнами во время попутных ветров. Морские утки - синьга, морянка - во время весенней миграции в Южной Финляндии летели в попутном ветре на больших высотах (Bergman, Donner, 1964).

На западном побережье Эстонии массовый весенний пролет этих уток стартует с акватории Финского залива при встречном ветре. Это облегчает набор высоты и полет на север вдоль берега при частично боковом ветре (Якоби, 1983). Отлет уток шел преимущественно при попутных или очень слабых ветрах и в штиль, но никогда не отмечался при сильных встречных или боковых ветрах, которые вызывали бы снос более 20 градусов от нормального направления (Bergman, 1978).

Попутные ветры облегчают сезонные перелеты птиц, но они же и приводят к тому, что молодые птицы сбиваются с пути и залетают иногда за тысячи километров от обычных мест пребывания, тогда как взрослые особи способны компенсировать снос их ветром (Williams et al., 1972).

Ветры могут определять даже места пролета. На северо-западе Флориды, США, ветры северо-восточных румбов способствуют перелету через залив, а северо-западные ветры заставляют птиц лететь круговым путем с п-ова Флорида по берегам залива (Crawford, 1980). На юго-восточном побережье Канады и северо-восточном побережье США на протяжении 500 км собираются осенью миллионы птиц (древесницы, кулики, славки) и ждут попутного ветра в океан, чтобы совершить 3-4-суточный беспосадочный трансатлантический (3000 км) перелет из Северной Америки в Южную (Williams & Williams, 1979). Таким образом, направление и сила ветра влияют на высоту, скорость пути и сроки массовой миграции птиц и являются важными факторами.

В США долгое время изучался кратковременный эффект погоды на интенсивность ночной миграции птиц с использованием многофакторного анализа 19 переменных (Nisbet, 1968). Были проанализированы такие параметры: облачное покрытие, высота облачности, видимость, атмосферное давление, относительная влажность, температура, дождь попутный ветер, боковой ветер, прибрежный ветер, дни задержки, дни с прохождением холодного фронта, непостоянство атмосферы. Миграция птиц в значительной

степени коррелировала с высокой температурой, высокой облачностью и отсутствием дождя на месте прилета птиц на следующий день. Не коррелировала с облачным покрытием и слабо коррелировала с направлением ветра. Миграция водоплавающих птиц была более редкой на 2-3 ночь после большого отлета, но более плотная на 4 и последующие ночи после задержки. Этой тенденции нет у певчих птиц. После ночи миграции отмечена тенденция снова лететь на следующую ночь. Миграция подавлялась холодными дождями, а при холодном северо-западном ветре отмечалась обратная миграция.

В другой работе (Drury, Nisbet, 1964), было установлено, что пик миграции в Новой Англии обычно совпадал с переменной погоды. Миграция шла более интенсивно при сочетании высокой температуры воздуха, низкого или падающего атмосферного давления, не слишком большой влажности, южного или северного ветра. При исключении одного из факторов зависимость не наблюдалась. Дождь всегда подавлял миграцию.

Многофакторный анализ влияния 12 погодных факторов на осеннюю ночную миграцию над Мексиканским заливом показал, что у воробьиных птиц имеется четкая корреляция между направлением ветра и направлением полета из-за преобладания ночных миграций с попутным ветром, а также слабую корреляцию с давлением. У водоплавающих и куликов подобной корреляции, кроме как с ветром, ни с одним из факторов не замечено (Able, 1974).

На основании многофакторного анализа, Allerstam (1975) обнаружил, что весенний пролет дроздов в Южной Швеции положительно коррелирует с юго-западными и западными ветрами, приходом теплого фронта и понижением давления; осенний - с северо-западными и северо-восточными ветрами, холодным фронтом, понижением влажности и температуры, хорошей видимостью и малой облачностью. Таким же методом был проведен анализ осенней миграции 15 видов птиц, и оказалось, что волнообразность пролета большинства из них была результатом влияния погоды на изменения внутреннего состояния птиц (1978).

В Советском Союзе был выполнен мультивариантный многофакторный анализ влияния погоды на миграцию птиц. Интенсивность миграции птиц в Литве на побережье Балтийского моря и в материковой части сравнивались с изменениями 20 погодных параметров: температура воздуха у поверхности земли, изменение ее по сравнению с прошлыми сутками, атмосферное давление у поверхности земли, его изменение по сравнению с прошлыми сутками, относительная влажность у поверхности земли, ее изменение, видимость, общее кол-во осадков, кол-во нижних облаков, высота облаков, форма облаков, наличие дождя, направление ветра у поверхности, температура воздуха на высоте 500м, ее изменение, направление ветра на высоте 500м, прохождение теплых и холодных фронтов, индекс синоптической ситуации погоды (Жалакявичус, 1984).

Было установлено, что интенсивная континентальная весенняя миграция определялась безоблачным небом и попутным ветром. Морская миграция - высокой температурой воздуха и хорошей погодой (высокое атмосферное

давление, отсутствие общего и нижнего слоя облаков и дождя, зона антициклона, слабая сила ветра). Интенсивной осенней миграции способствовали быстрый спад температуры и попутные ветры, особенно на побережье. Эти данные были получены пошаговой множественной регрессией. Факторный анализ, кроме того, установил, что зависимость миграции от погоды более выражена весной в континентальной части. Форма облаков играет важную роль для весенней и осенней миграции. Направление ветра на высоте 500м и его скорость у поверхности земли лучше всего коррелировали с интенсивностью осенней миграции, а температура воздуха у земли и на высоте 500м - весенней.

В качестве прогностических работ в данной области следует упомянуть работу Влокроел (1973), где для прогноза миграции белых гусей использовались: ветер у поверхности земли, ветер на высоте 900м, ветер на высоте 1515м и осадки. Ветры на всех высотах способствовали массовому прилету птиц: юго-восточные ветры - весной и северо-западные - осенью. Неблагоприятные ветры весной - северо-западные, осенью - юго-восточные. Отсутствие осадков являлось благоприятным фактором, тогда как нейтральным фактором были небольшие, широко рассеянные дожди, сильные дожди были неблагоприятным фактором.

При большинстве положительных факторов миграция была выше среднего, достигая пика при сочетании всех благоприятных факторов. Минимальная интенсивность отмечена для наличия всех отрицательных факторов, однако сильный продолжительный дождь подавлял миграцию даже при оптимуме всех прочих факторов. Если один фактор ветра был в позитиве, а другой - в негативе, то они нейтрализовали друг друга. Если все или большинство факторов были негативны в течение трех ночей, то их подавляющий эффект снижался и птицы начинали миграцию при неблагоприятных условиях даже в большем числе. В конце сезона, когда все факторы носили позитивный характер в течение 2-3 ночей, миграция падала.

В работе Nisbet & Drury (1968), для анализа были использованы: облачность, высота облачности, видимость, давление, влажность, температура, нормальная температура для каждого дня, осадки, скорость ветра, направление ветра, главное его направление в секторе обратной миграции, главное направление в секторе нормальной миграции, интенсивность нормальной миграции, интенсивность обратной миграции, полная интенсивность миграции; суточные изменения в температуре, влажности, температуре относительно нормальной температуры и в вариациях направления ветра. Были получены такие результаты - весной массовая миграция идет при наличии, по крайней мере, двух условий из:

- ветер между юго-западным и юго-восточным;
- скорость ветра менее 10км/ч;
- температура дня на 2 или более градусов выше нормы.

Осенью массовую миграцию определяют как минимум три условия из:

- ветер между северо-северо-западным и северо-восточным;
- скорость ветра менее 10 км/ч;

- температура на 2 или более градусов более низкая, чем нормальная температура дня;
- облачность менее 50%;
- давление выше 1020мбар.

Однако, если 4 и 5 из условий представлены весной или все три весенних осенью, то можно ожидать миграцию в обратном направлении.

Некоторые модели, созданные для прогнозов интенсивности миграции, использовали данные радаров, визуальных наблюдений, акустической регистрации голосов, отлова птиц и оценки энергетического состояния пролетных птиц. На основании этих данных была создана динамическая модель прогноза миграции птиц (Дольник, 1981a) и сделан прогноз осеннего дневного пролета птиц на Куршской косе (Дольник, 1981b). Из совокупности рассмотренных факторов, достоверными были признаны модели по средним многолетним данным прохождения предыдущей волны и увлечению птиц волной полета. На основе всех погодных факторов модель не дала удовлетворительного прогноза волн полета. Прогноз пролета по всем факторам оказался правильным для 9 волн из 10.

Ряд исследователей сообщают о возможности птиц лететь под углом к ветру, компенсируя снос. Это происходит, когда направление ветра не совпадает с маршрутом полета. Компенсировать снос ветра возможно при условии наземных или иных ориентиров. Согласно Gauthreaux (1970), кулики и водоплавающие часто способны компенсировать снос ветром умеренной силы благодаря использованию различных методов ориентации. В то же время многие воробьиные мигрируют ночью, выбирая попутный ветер независимо от его направления.

По результатам исследования, выполненного Назаренко и Амонским (1986), метеорологические факторы относительно интенсивности миграции птиц могут быть охарактеризованы как блокирующие (1) и стимулирующие (2), к которым весной относят соответственно: атмосферные фронты циклона, теплый сектор циклона, гребень антициклона, ложбину циклона, зону между антициклоном и циклоном а осенью: циклоны, атмосферные фронты, зоны турбулентности и сильных ветров, гроз, дождей, туманов, восточную периферию антициклона, малоградиентную зону между циклоном и антициклоном, пик циклона.

В более поздних исследованиях (Bruderer, 1995), при создании модели высотного распределения мигрантов в пустынной зоне единственной статистически достоверной вариантой было определено различие попутного ветра по градиентам высоты. В обзоре Richardson (1991) приводятся факты, что мигрирующие птицы имеют тенденцию лететь на более низких высотах, когда полет происходит против ветра, чем при попутном ветре, что подтверждает более ранние исследования. Он же (1990) склоняется к мысли, что способность птицы к дрейфу по ветру и к поправке на ветер определяется наличием четких линейных ориентиров.

Как видно из этого обзора, существует определенная вариация в выводах многочисленных исследователей, занимающихся проблемой оценки влияния погодных факторов на характер миграции птиц. Проблема нуждается в постоянной разработке и унификации данных этих исследований, которые позволили бы применять модели, полученные в каком-либо регионе, с определенной поправкой для любого другого места земного шара. Также, налицо очевидность применения комбинированных методов изучения миграций птиц – от визуальных наблюдений и кольцевания - до использования телеметрии и радарных технологий. Подобные исследования, в сочетании с метеорологической информацией, в конечном итоге приведут к созданию интегрированных моделей влияния атмосферных явлений на характер миграции птиц.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Дольник В. Р. Динамическая модель прогноза миграции птиц // Методы обнаружения и учета миграций птиц. - Л., - 1981а. - С. 123-133.
- Дольник В. Р. Программа "Эксперимент": сравнение методов наблюдения пролета птиц // Методы обнаружения и учета миграций птиц. - Л., - 1981b. - С. 3-7.
- Жалакявичус М. Связь миграций птиц с погодными условиями. Моделирование и прогнозирование / Изучение, моделирование и прогнозирование сезонных миграций птиц, Вильнюс, - 1987. - С. 116-149.
- Назаренко Л.Ф., Амонский Л.А. Влияние синоптических процессов и погоды на миграцию птиц в Причерноморье. – Киев-Одесса: Вища школа, 1986. – 183 с.
- Якоби В.Э. Радиолокационные и визуальные наблюдения за весенним перелетом морских уток на западном побережье Эстонии. // Сообщения Прибалтийской комиссии по изучению миграций птиц. – Тарту. – 1983. - №16. – С. 24-37.
- Able K.P. The role of weather variables and flight direction in determining the magnitude of nocturnal bird migration // Ecology. -1973. -54. -P. 1031-1041.
- Alerstam T. Nocturnal migration of thrushes (*Turdus* spp.) in southern Sweden // Oikos. -1976. -27. -P. 467-75.
- Alerstam T. Optimal use of wind by migrating birds: combined drift and overcompensation // J. Theor. Biol. -1979. -79. -P. 341-353.
- Alerstam T. Wind as selective agent in bird migration // Ornis Scand. -1979. -10.- P. 76-93.
- Bergman G., Donner K.O. An analysis of the spring migration of the Common Scoter and the Long Tailed Duck in southern Finland // Acta Zool. Fenn. -1964. -105. -P. 1-59.
- Bingman V.P., Aple K.P., Kerlinger P. Wind drift, compensation and the use of landmarks by nocturnal bird migrants // Anim. Behav. - 1982. -30. -P. 49-53.

- Blokpoel H., Richardson W.J. Weather and spring migration of Snow geese across southern Manitoba // *Oikos*. -1978. -30. -P. 350-363.
- Bruderer B. Radar studies on nocturnal bird migration in the Negev // *Ostrich*. -1994. -65. -P. 204-212.
- Bruderer B. Migratory directions of birds under the influence of wind and topography // *RIN Symposium Orientation & Navigation Birds, Humans & other animals*. Oxford. -1997. - 27. -P. 1-10.
- Bruderer B. Three decades of tracking radar studies on bird migration in Europe and the Middle East // *Proc. Intern. Seminar on Birds and Flight Safety in the Middle East Israel*, April 25-29. -1999. -P. 21-29.
- Bruderer B., Leichti F. Variation in density and height distribution of nocturnal migration in the south of Israel // *Israel J. Zoology*. -1997. -41(3).- P. 477-489.
- Bruderer B., Underhill L.G., Leichti F. Altitude choice of night migrants in a desert area predicted by meteorological factors // *Ibis*. -1997. -137. -P. 44-45.
- Drury W.H., Nisbet I.C.T. Radar studies of orientation of songbird migrants in south eastern New England // *Bird Banding*. -1964. -35. -P. 69-119.
- Evans P.R. Migration and orientation of passerine night migrants in northeast England // *J. Zool*. -1966. -150. - P. 319-369.
- Flock W.L., Bellrose F.C. Radar detection of birds: a radar study of bird migration in the Central United States // *Proc., World Conf. on Bird Hazards to Aircraft*, Sept. 2-5, 1969, Ottawa, Ontario. -1970. -P. 35-38.
- Fortin D., Leichti F, Bruderer, B. Variation in the nocturnal flight behavior of migratory birds along the northwest coast of the Mediterranean Sea // *Ibis*. -1999. - 141. -P. 480-488.
- Gauthreaux S.A. Weather radar quantification of bird migration // *Bioscience*. -1970. -20. -P. 17-20.
- Gauthreaux S.A. A radar and direct visual study of passerine spring migration in southern Louisiana // *Auk*. 1971. -88. -P. 343-365.
- Hassler S.S., Graber R.R., Bellrose F.C Fall migration and weather, a radar study // *Wilson Bull*. -1963. -75. -P. 56-77.
- Helbig A.J., Wiltshko W., Laske V. Optimal use of the wind by Mediterranean migrants // *Proc . First Conf. Birds Wintering Mediterranean Region Aulla*. -1986. -P. 169-197.
- Hilgelroh G. Autumn migration of trans Saharan migrating passerines in the Straits of Gibraltar // *Auk*. -1989. -106. -P. 233-239.
- Kerlinger P., Moore F.R. Atmospheric structure and avian migration. In: Power D. (ed) *Current ornithology*, N.Y.: Plenum. 1989. Vol 6. -P. 109-142.
- Leichti, F., Bruderer, B., Paproth H. Quantification of nocturnal bird migration by moonwatching comparison with radar and infrared observations // *J. Field Orn*. - 1995. -66. -P. 574-568.
- Nisbet I.C.T., Drury W.H. Short term effects of weather on bird migration: a field study using multivariate statistics // *Anim. Behav*. -1968. -16. -P. 496-530.
- Rabol J. The orientation systems of long distance passerine migrants displaced in autumn from Denmark to Kenya // *Ornis Scand*. -1993. -24. -P. 183-196

- Richardson W.J. Temporal variations in the volume of bird migration: a radar study in Canada // Proc. World Conf. on Bird Hazards to Aircraft. Kingston, Ontario. -1970. -P. 323-334.
- Richardson W.J. Reorientation of nocturnal landbird migrants over the Atlantic ocean near Nova Scotia on autumn // Auk. -1978. -95. -P. 717-732.
- Richardson W.J. Timing of bird migration in relation to weather: updated review. In: Bird Migration: Physiology and Ecophysiology (ed. E. Gwinner), Springer, Berlin, Heidelberg, New York. 1990. -P. 78-101.
- Richardson W.J. Wind and orientation of migrating birds: a review. In: Orientation in Birds (ed. P. Berthold), Birkhauser, Basel, Boston, Berlin. 1991. -P. 226-249.
- Walker J.M., Venables W.A. Weather and bird migration // Weather. -1990. -46. -P. 47-56.
- Zalakevicius M., Zalakevicius R. Global climate change impact on birds: a review of research in Lithuania // Folia Zoologica. -2001. -50(1). -P. 1-17.

REFERENCES

- Dol'nik, V. R. (1981). Dinamicheskaja model' prognoza migracii ptic. In: Metody obnaruzhenija i ucheta migracij ptic. Leningrad.
- Dol'nik, V. R. (1981). Programma "Jeksperiment": sravnenie metodov nabljudenija proleta ptic. In: Metody obnaruzhenija i ucheta migracij ptic. Leningrad.
- Zhalakjavichus, M. (1987). Svjaz' migracij ptic s pogodnymi uslovijami. Modelirovanie i prognozirovanie. In: Izuchenie, modelirovanie i prognozirovanie sezonnyh migracij ptic. Vil'njus.
- Nazarenko, L.F., Amonskij, L.A. (1986). Vlijanie sinopticheskikh processov i pogody na migraciju ptic v Prichernomor'e. Kiev-Odessa: Vishha shkola.
- Jakobi, V.Je. (1983). Radiolokacionnye i vizual'nye nabljudenija za vesennim pereletom morskikh utok na zapadnom poberezh'e Jestonii. Soobshhenija Pribaltijskoj komissii po izucheniju migracij ptic. 16, 24-37.
- Able, K.P. (1973). The role of weather variables and flight direction in determining the magnitude of nocturnal bird migration. Ecology. 54, 1031-1041.

- Alerstam, T. (1976). Nocturnal migration of thrushes (*Turdus* spp.) in southern Sweden. *Oikos*. 27, 467-475.
- Alerstam, T. (1979). Optimal use of wind by migrating birds: combined drift and overcompensation. *J. Theor. Biol.* 79, 341-353.
- Alerstam, T. (1979). Wind as selective agent in bird migration. *Ornis Scand.* 10, 76-93.
- Bergman, G., Donner, K.O. (1964). An analysis of the spring migration of the Common Scoter and the Long Tailed Duck in southern Finland. *Acta Zool. Fenn.* 105, 1-59.
- Bingman, V.P., Aple, K.P., Kerlinger, P. (1982). Wind drift, compensation and the use of landmarks by nocturnal bird migrants. *Anim. Behav.* 30, 49-53.
- Blokpoel, H., Richardson, W.J. (1978). Weather and spring migration of Snow geese across southern Manitoba. *Oikos*. 30, 350-363.
- Bruderer, B. (1994). Radar studies on nocturnal bird migration in the Negev. *Ostrich*. 65, 204-212.
- Bruderer, B. (1997). Migratory directions of birds under the influence of wind and topography. *RIN Symposium Orientation & Navigation Birds, Humans & other animals*. Oxford.
- Bruderer, B. (1999). Three decades of tracking radar studies on bird migration in Europe and the Middle East. *Proc. Intern. Seminar on Birds and Flight Safety in the Middle East*. Israel.
- Bruderer, B., Leichti, F. (1997). Variation in density and height distribution of nocturnal migration in the south of Israel. *Israel J. Zoology*. 41(3), 477-489.

-
- Bruderer, B., Underhill, L.G., Leichti, F. (1997). Altitude choice of night migrants in a desert area predicted by meteorological factors. *Ibis*. 137, 44-45.
- Drury, W.H., Nisbet, I.C.T. (1964). Radar studies of orientation of songbird migrants in south eastern New England. *Bird Banding*. 35, 69-119.
- Evans, P.R. (1966). Migration and orientation of passerine night migrants in northeast England. *J. Zool*. 150, 319-69.
- Flock, W.L., Bellrose, F.C. (1970). Radar detection of birds: a radar study of bird migration in the Central United States. *Proc., World Conf. on Bird Hazards to Aircraft*. Ottawa, Ontario.
- Fortin, D., Leichti, F, Bruderer, B. (1999). Variation in the nocturnal flight behavior of migratory birds along the northwest coast of the Mediterranean Sea. *Ibis*. 141, 480-488.
- Gauthreaux, S.A. (1970). Weather radar quantification of bird migration. *Bioscience*. 20, 17- 20.
- Gauthreaux, S.A. (1971). A radar and direct visual study of passerine spring migration in southern Louisiana. *Auk*. 88, 343-365.
- Hassler, S.S., Graber, R.R., Bellrose, F.C. (1963). Fall migration and weather, a radar study. *Wilson Bull*. 75, 56-77.
- Helbig, A.J., Wiltshko, W., Laske, V. (1986). Optimal use of the wind by Mediterranean migrants. *Proc . First Conf. Birds Wintering Mediterranean Region Aulla*.

-
- Hilgelroh, G. (1989). Autumn migration of trans Saharan migrating passerines in the Straits of Gibraltar. *Auk*. 106, 233-239.
- Kerlinger, P., Moore, F.R. (1989). Atmospheric structure and avian migration. In: Power D. (Ed.) *Current ornithology*, N.Y.: Plenum.
- Leichti, F., Bruderer, B., Paproth, H. (1995). Quantification of nocturnal bird migration by moonwatching comparison with radar and infrared observations. *J. Field Orn.* 66, 574-568.
- Nisbet, I.C.T., Drury, W.H. (1968). Short term effects of weather on bird migration: a field study using multivariate statistics. *Anim. Behav.* 16, 496-530.
- Rabol, J. (1993). The orientation systems of long distance passerine migrants displaced in autumn from Denmark to Kenya. *Ornis Scand.* 24, 183-196
- Richardson, W.J. (1970). Temporal variations in the volume of bird migration: a radar study in Canada. *Proc. World Conf. on Bird Hazards to Aircraft*. Kingston, Ontario.
- Richardson, W.J. (1978). Reorientation of nocturnal landbird migrants over the Atlantic ocean near Nova Scotia on autumn. *Auk*. 95, 717-732.
- Richardson, W.J. (1990). Timing of bird migration in relation to weather: updated review. In: *Bird Migration: Physiology and Ecophysiology* (E. Gwinner, Ed.), Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Richardson, W.J. (1991). Wind and orientation of migrating birds: a review. In: *Orientation in Birds* (ed. P. Berthold), Birkhauser, Basel, Boston, Berlin.
- Walker, J.M., Venables, W.A. (1990). Weather and bird migration. *Weather*. 46, 47-56.

Zalakevicius, M., Zalakevicius, R. (2001). Global climate change impact on birds: a review of research in Lithuania. *Folia Zoologica*. 50(1), 1-17.

Поступила в редакцию 18.08.2015

Как цитировать:

Мацюра, А.В. (2015). Миграция птиц и метеорологические параметры: краткий обзор. Часть I. *Acta Biologica Sibirica*, 1 (1-2), 117-131.

crossref <http://dx.doi.org/10.14258/abs.v1i1-2.854>

© *Мацюра, 2015*

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)