

О ПРОСТРАНСТВЕННОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВАЛЬДШНЕПА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ В ПЕРИОД ИНТЕНСИВНОЙ ТЯГИ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

© 2019 г. Ю. Ю. Блохин^{а, *}, Д. В. Артеменков^б

^аФГБУ Контрольный информационно-аналитический центр охотничьих животных и среды их обитания, Россия 117218 Москва, ул. Кржижановского, 15, корп. 7

^бМСОО Московское общество охотников и рыболовов, Россия 119311 Москва, ул. Строителей, 6, корп. 7

*e-mail: yuri-blokhin@ya.ru

Поступила в редакцию 07.06.2018 г.

После доработки 07.06.2018 г.

Принята к публикации 04.07.2018 г.

Анализ выполнен по материалам всероссийского учета вальдшнепа на вечерней тяге. В 2016 г. по данным 2001 анкеты число контактов на тяге составило 14242, в 2017 г. — 2538 и 17024 соответственно. Впервые геостатистическим методом кригинга на большом материале описано пространственное распределение населения вальдшнепа в разные годы. Выявлены площадки с интенсивной тягой, содержащие максимальное число контактов (в среднем >9), на которых спутниковым мониторингом определены погодные условия. Найдены температурные изотермы от 2 до 9°C, динамично и неравномерно распространявшиеся в Европейской России в 2016 и 2017 гг., повлияв на перераспределение вальдшнепа. Достоверность связи распределения населения вальдшнепа с различными погодными условиями подтверждена статистически.

Ключевые слова: вальдшнеп, *Scolopax rusticola*, интенсивность тяги, распределение, погодные условия

DOI: 10.1134/S0367059719030016

Вальдшнеп (*Scolopax rusticola* L., 1758) — один из самых многочисленных и широко распространенных куликов лесной зоны России. Несмотря на длительную историю изучения вальдшнепа, одним из недостаточно исследованных вопросов его экологии остается количественная (статистическая) оценка влияния погодных условий на тягу и пространственное распределение гнездового населения вида. Необходимые для тяги местные погодные условия довольно полно описаны в охотничьей и научной литературе [1, 2], однако статистически связь погоды и тяги не оценивалась. Благодаря тому, что в качестве объекта охоты эта птица пользуется популярностью в Европейской России, стала возможна регулярная организация на больших площадях массовых учетов самцов вальдшнепа в период весенне-летнего токования с помощью анкетирования [1, 4–6]. Анкетная информация об интенсивности тяги из многих точек внутри ареала вальдшнепа позволяет провести анализ ее связи с погодными условиями, зафиксированными с орбитальных спутников. Цель данного исследования — определение влияния погодных условий на интенсивность тяги и распределение гнездового населения вальдшнепа на территории Европейской России.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Относительный учет самцов вальдшнепа в период весенне-летнего токования проводится с 1999 г. в рамках всероссийского учета на вечерней тяге. Учетом охвачено 37 субъектов Российской Федерации, сроки едины — с 27 мая по 11 июня. Методика учета и организация анкетирования достаточно подробно описаны ранее [6–8]. Основной показатель — число контактов за 2 ч вечернего учета в определенной точке — характеризует интенсивность вечерней тяги. Учет проводится только в благоприятную погоду, а при неблагоприятных метеоусловиях (гроза, ливень, шквалистый ветер и т.п.) переносится на другой день. Таким образом исключается влияние локальных неблагоприятных условий погоды на учеты. Предусмотрен только один учет в каждой точке, результаты которого записываются в анкету. В работе использованы данные 2016 и 2017 гг., соответственно 2001 анкета (общее число контактов, или встреч, 14242) и 2538 анкет (17024 контактов). Географическая привязка данных анкеты была сделана нами к ближайшему населенному пункту.

Результаты массовых учетов на тяге в целом отражают относительную численность и пространственное распределение вальдшнепа на больших территориях [4, 8]. Нельзя приравнивать относительную численность к интенсивности тяги, но наличие их тесной связи присутствует. Высокая интенсивность тяги во многих точках наблюдений косвенно свидетельствует о более высокой численности вальдшнепа в районе учета. На это указывали многие авторы, а некоторые из них [3, 4] считали возможным по оригинальным формулам пересчитывать интенсивность тяги в плотность населения и определять ресурсы вальдшнепа.

Анализ данных учетов, проведенных в гнездовой сезон (при отсутствии весенних миграций в это время), выявляет районы, наиболее благоприятные для размножения вальдшнепа, а многолетний мониторинг дает возможность оценивать общее состояние населения этих куликов, позволяет проследить тенденции изменения гнездовой численности птиц [6–8].

Задача описания пространственного распределения решена геостатистическим методом кригинга, реализованным в программе Surfer 11 [9, 10]. Предполагая изменчивость погодных условий в разные годы и, следовательно, различное распределение точек с разной интенсивностью тяги вальдшнепов в регионах, применена форма универсального кригинга, когда математическое ожидание случайной функции Z неизвестно и непостоянно. Такой подход позволил учесть пространственную корреляцию данных, распределенных неравномерно, и дал возможность вычислить изучаемую пространственную переменную Z -значения в узлах $1/4$ градусов северной широты и восточной долготы на прямоугольной регулярной сетке изучаемой площади каждого года. При этом для минимизации ошибки интерполяции проведен анализ на всей прямоугольной площади учета (всероссийского) вальдшнепов по крайним максимально оконтуренным точкам.

Для изучения связи тяги и распределения вальдшнепа с погодными условиями определены условные площадки, отражающие весомую часть популяции и локализованные нешироко. Необходимо отметить, что фенология годовых циклов птиц проанализирована аналогично принятой практике исследований при характеристике весенних миграций на ежегодно фиксированных площадках [11, 12]. Количественно определив пространственную переменную Z -значений в узлах $1/4$ градусов на прямоугольной регулярной сетке, установили взвешенный показатель как произведение рассчитанного значения интенсивности тяги на количество квадратов 0.15° с.ш. $\times 0.15^\circ$ в.д. [13]. “Вес” каждого значения интенсивности тяги позволил вычислить процент взвешенного показателя и сформировать на карте площадки с точными координатами, на которых

локализованы максимальное число контактов и высокая интенсивность тяги вальдшнепов.

Среди важных факторов окружающей среды, меняющих биологическую активность вальдшнепов, исследователи выделяют количество осадков, давление и температуру воздуха [14–17]. Сумму таких факторов окружающей среды можно охарактеризовать уравнением состояния воздуха:

$$pv = Rc \times T(1 + 0.608s),$$

где p – атмосферное давление, v – объем водяного пара, Rc – удельная газовая постоянная сухого воздуха, T – температура, s – масса водяного пара [18]. Поэтому основным, частично статистически подтвержденным допущением для биоклиматологического анализа является связь между состоянием атмосферы и интенсивностью тяги вальдшнепов.

В качестве исходной погодной информации использованы спутниковые данные по температуре, давлению воздуха и количеству осадков из массива Giovanni v. 4.24 [19]. Этот массив содержит результаты объективного анализа средних значений погодных параметров по выделенным условным площадкам за каждый день, на которых отмечены максимальное число контактов и высокая интенсивность тяги вальдшнепов в период с 27 мая по 11 июня (период всероссийского учета на тяге) каждого года.

Исследование включало погодные условия на площадках: среднюю минимальную температуру воздуха за сутки, атмосферное давление в тропосфере в ночное время (так как активность вальдшнепа во время токования ночная), итоговое количество осадков за сутки. Температура (T) является одним из основных параметров уравнения состояния воздуха. Атмосферное давление в тропосфере в ночное время и итоговое количество осадков за сутки относятся к параметрам окружающей среды, косвенно отражающим соответственно атмосферное давление (p) и массу (s) с объемом (v) водяного пара, включенные в уравнение состояния воздуха. Поэтому из-за отсутствия исходной информации по атмосферному давлению в более низких (приземных) слоях нами рассмотрено понижение давления в слое тропосферы, с которым наблюдается отрицательная корреляция, т.е. давление воздуха снижается (разряжается) с высотой и в слое тропосферы становится равным $1/10$ – $3/10$ давления на поверхности земли. В то же время осадки, выпадающие на поверхность грунта, являются основным элементом характеристики продуктов атмосферной конденсации климата [18, 20].

Статистическую обработку полученных на условных площадках данных по интенсивности тяги вальдшнепов, температуре, давлению воздуха и количеству осадков производили в програм-

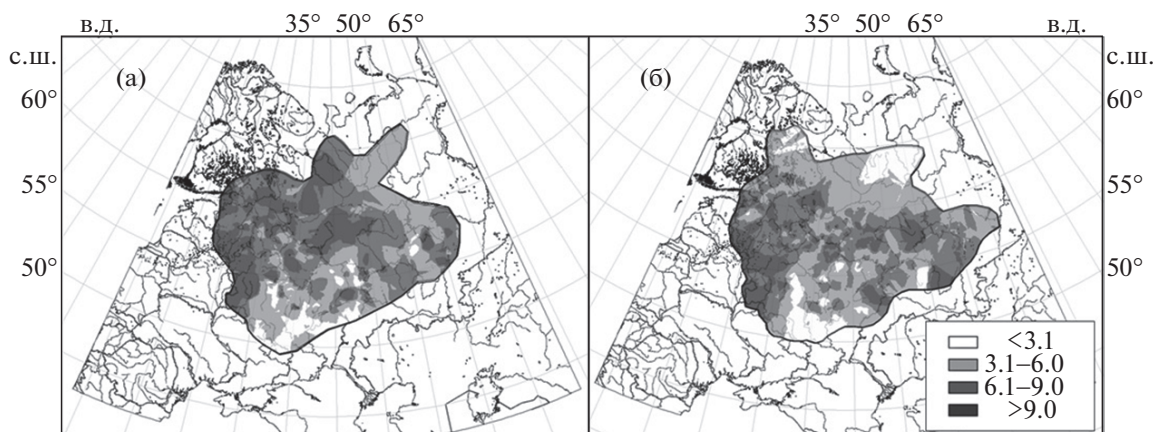


Рис. 1. Распределение вальдшнепа по показателю интенсивности тяги (количество контактов) в европейской части России в 2016 (а) и 2017 (б) гг., полученное методом кригинга на территории всероссийского учета (оконтурено жирной линией).

ме Statistica 10 [21]. Для выявления однородности между интенсивностью тяги вальдшнепов и “предпочитаемых” погодных условий на площадках в 2016 и 2017 гг. применен кластерный и дискриминантный анализы.

У сформированных площадок были также определены центроиды как средние координаты их вариаций по широте и долготе. Для визуализации распределения центроидов площадок и выявленной связи с температурными изотермами в Европейской России за период с 27 мая по 11 июня каждого исследуемого года аналогично использован массив данных Giovanni v. 4.24 [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Учеты на тяге ежегодно проводятся одновременно на всей территории ареала вальдшнепа в Европейской России в одни календарные сроки: конец мая–1-я декада июня. Фенология природных явлений и погода в этот период в разные годы несколько различаются (как, например, в 2016 и 2017 гг.). Это, вероятно, влияет на интенсивность тяги и ежегодное перераспределение вальдшнепа в пределах ареала. Сроки учета таковы, что даже в самых северных районах о весенней миграции хотя бы части населения вальдшнепа речь уже не идет, поэтому проведен анализ гнездового распределения населения вида. Установлено (например, в Подмосковье, Вологодской области), что в исследуемый отрезок времени (2 недели) происходит наиболее интенсивные тяги [23, 24]. Это значит, что процесс размножения вальдшнепа в разгаре и, следовательно, связь особей вида с территорией максимальная, а распределение вида внутри ареала в этот период сравнительно постоянно.

Ранее нами по многолетним средним показателям были выявлены территории с тягой высо-

кой интенсивности. К ним принадлежат некоторые области Северо-Запада, а также Центра России и юга Урала, относящиеся к зонам оптимума ареала вальдшнепа [7, 8]. Тяги очень низкой интенсивности, по крайней мере в исследуемый период времени, характерны для юга и северо-востока Европейской России. Ежегодные учеты на тяге показывают, что имеют место не только региональные и зональные особенности распространения, но также перераспределение птиц в разные годы в связи с погодными условиями.

Мы сравнили полученное в 2016 и 2017 гг. в рамках всероссийского учета пространственное распределение тяги, впервые рассчитанное по геостатистическому методу кригинга. Было выявлено, что в 2016 г. высокая интенсивность тяги (в среднем >9.0 контактов) наблюдалась в ряде районов Центра России и на Северо-Западе. В 2017 г. территории высокой интенсивности тяги распределялись несколько иначе (рис. 1).

По данным о распределении гнездового населения вальдшнепа была рассчитана пространственная переменная Z -значений, характеризующая интенсивность тяги вальдшнепов в узлах широт и долгот на всей исследуемой территории по прямоугольной регулярной сетке. Шаг формирования узлов по широте и долготе составил $1/4$ градуса, а их количество в 2016 г. равнялось 9024 шт., а в 2017 г. — 9536 шт.

Рассчитанная интенсивность тяги геостатистическим методом кригинга для двух лет по каждому из них имеет вид положительного унимодального распределения. Результаты тестов Колмогорова–Смирнова и поправки к данным тестам Лиллиефорс отвергли гипотезу о нормальности распределения рассчитанных Z -значений тяги (2016 — Kolmogorov–Smirnov $d = 0.12578$, Lilliefors $p < 0.01$ и 2017 — Kolmogorov–Smirnov $d = 0.12559$, Lilliefors $p < 0.01$), но совершенно ти-

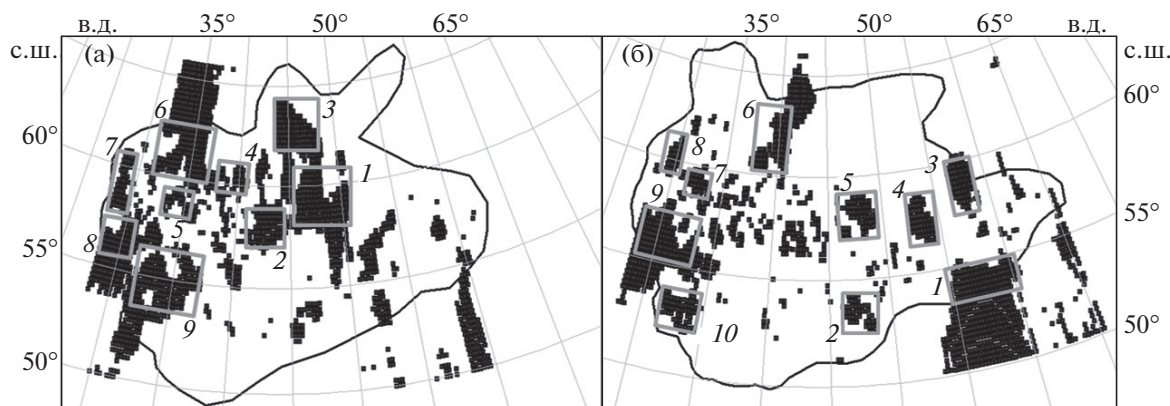


Рис. 2. Площадки (1–10), сформированные в 2016 (а) и 2017 (б) гг. по наибольшему числу контактов (>9, отмечены мозаикой квадратов) на территории всероссийского учета на тяге (оконтурено жирной линией).

пично описывают природное явление — тягу вальдшнепов. В 2016 г. унимодальное распределение характеризуется средним значением 6.5 и медианой 6 контактов, в 2017 г. — 5.9 и 5 контактов соответственно. Рассчитанные Z -значения, характеризующие интенсивность тяги, использованы для формирования площадок. В процессе такого формирования принято условие максимальных числа контактов и интенсивности тяги (>9.0 контактов) на изучаемой территории, что позволило сопоставить существенную часть населения вальдшнепа (в 2016 г. — 46.0%, в 2017 г. — 42.7%) с погодными условиями двух лет. Получены точные координаты прямоугольных участков территорий, или площадок, на которых концентрируется весомая часть изучаемой популяционной группировки вальдшнепа (рис. 2). Необходимо отметить, что внутри сформированных площадок присутствуют и высокие, и низкие значения интенсивности тяги вальдшнепов.

Для территорий сформированных площадок были вычислены показатели интенсивности тяги, температуры воздуха, давления и осадков. Помимо указанных показателей, получены данные, усредненные по всем площадкам за год, которые сравнивали между собой. Интенсивность тяги, рассчитанная методом кригинга, на площадках в 2016 г. варьировалась от 1 до 26 контактов, в 2017 г. — от 1 до 30. При этом усредненные значения интенсивности тяги ($M \pm SE$) за 2016 и 2017 гг. достоверно не различались и составляли соответственно 10.31 ± 0.08 и 10.57 ± 0.12 контактов. Температура, давление и осадки, наоборот, достоверно различались, что соответствует разным погодным условиям конца весны—начала лета 2016 и 2017 гг. на всей территории Европейской России. Варьирование температуры на площадках в 2016 г. составляло от 1 до 14°C, в 2017 г. — от 4 до 14°C. В это время давление в 2016 г. составляло от 202 до 342 гПа, в 2017 г. — от 197 до 384 гПа. Данный анализ характеризует погодные условия в период

размножения птиц в 2016 г. как более стабильные и теплые. При этом осадков выпало больше в 2017 г. и составляло максимально 38 мм за день, тогда как в 2016 г. — 23 мм.

Для определения связи интенсивности тяги и распределения населения вальдшнепа в период гнездования с погодными условиями проведен кластерный анализ показателей площадок в 2016 и 2017 гг. Кластеризация площадок по двум факторам — интенсивности тяги и температуре — показала одинаковую дистанцию по евклидовому расстоянию. Колебания расстояний между площадками в 2016 г. составили от 0.78 до 5.39, а в 2017 г. — от 0.09 до 6.91. При сравнении дистанций площадок двух лет между собой наблюдалась схожая ситуация. Евклидовы расстояния между площадками составили от 0.30 до 6.79, что свидетельствует об однородности связи интенсивности тяги и температуры между годами.

Четырехфакторная кластеризация, включавшая интенсивность тяги, температуру, давление и осадки, проведена по 16 площадкам, на которых установлено наличие всех перечисленных факторов. Евклидовы расстояния между площадками в 2016 г. составили от 2.41 до 15.47, а в 2017 г. — от 2.10 до 61.80. Вероятно, такое отличие дистанций связано с более стабильной и теплой погодой в период размножения вальдшнепа в 2016 г. и высоким уровнем осадков в 2017 г. При анализе дистанций между площадками по годам колебания евклидова расстояния уменьшились до интервала от 2.79 до 44.37. Однородность площадок между собой по всем четырем факторам в двух вариантах отмечалась по результатам кластеризации при построении дендрограмм.

Дискриминантный анализ площадок 2016 и 2017 гг. дополнительно поможет проверить и закрепить исходное предположение о влиянии погодных условий на интенсивность тяги и пространственное распределение вальдшнепа. Дистанции Махаланобиса составили при двух- и четырех-

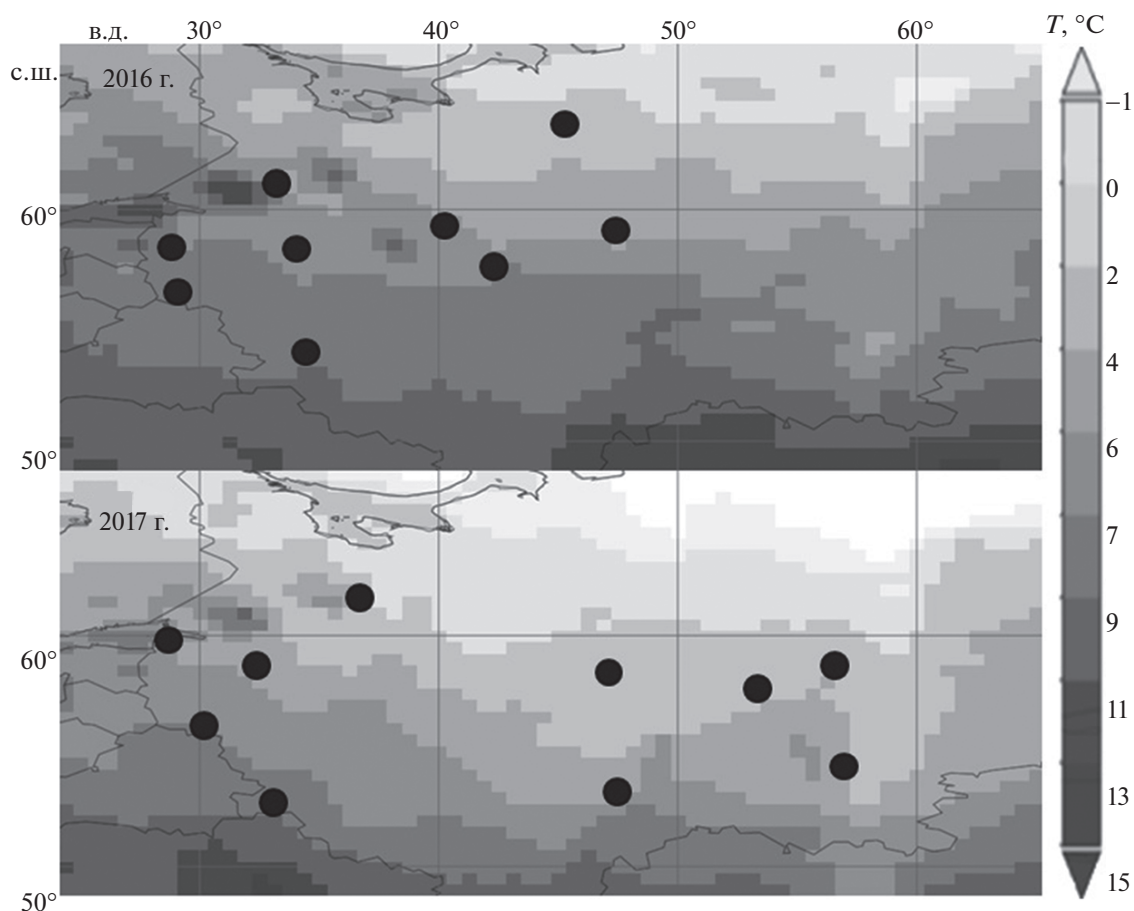


Рис. 3. Расположение центроидов площадок (отмечены черными кругами) на территории европейской части России и температурных изотерм (легенда справа) в 2016 и 2017 гг.

факторном анализе соответственно 1.17 и 3.20 при недостоверности различий площадок 2016 и 2017 гг. ($p = 0.1$). При построении этой объясняющей модели отсутствуют критерии, по которым можно было бы классифицировать данные. Дискриминантный анализ и кластеризация статистически подтвердили связь интенсивности тяги и распределения вальдшнепа в период гнездования с погодными условиями на территории Европейской России. При этом, рассматривая температурные условия как один из основных параметров уравнения состояния воздуха, можно выделить оптимальный диапазон в 2016 г. от 3.5 до 8.7°C, а в 2017 г. — от 2.5 до 9.3°C.

Для наглядной демонстрации связи распределения центроидов площадок с температурными изотермами ночного времени приведем карты Европейской России за период с 27 мая по 11 июня (рис. 3). Самый северный центроид в 2016 г. располагался на широте 62°45' и долготу 45°38', что севернее на 1° и восточнее на 7°, чем он оказался в 2017 г. Аналогичная ситуация наблюдалась и с самым южным центроидом: в 2016 г. он распола-

гался на 2° севернее и восточнее, чем в 2017 г. В 2016 г. самый восточный центроид оказался расположен на долготу 47°00', а в 2017 г. — 57°23'.

Все центроиды площадок, отражающих максимальное число контактов вальдшнепов в этих местах, были расположены на температурных изотермах от 2 до 9°C, видимо, наиболее оптимальных для интенсивной тяги и размножения. В разные годы северные холодные (до 2°C) и южные теплые (от 9°C) изотермы неравномерно наступали и отступали севернее и восточнее к началу летнего периода. Оптимальные условия среды, в т.ч. погодные особенности, находят свое закономерное отражение в характере распределения и локализации мест размножения вальдшнепа, а также тяге высокой интенсивности на этих территориях. Очевидно, что влияние на распределение данного вида изменяющихся абиотических факторов среды (погоды) происходит прямо и опосредованно, на начальном этапе через внешне незначительные изменения гнездовых местообитаний, а также изменения разнообразия и доступности пищевых объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере двух лет учетов на тяге, существенно отличавшихся погодными условиями, что установлено по спутниковым данным, проанализирована информация об особенностях размещения населения вальдшнепа в период размножения в Европейской России. Обработанные геостатистическим методом кригинга данные об интенсивности тяги выявили картину перераспределения вальдшнепа на исследуемой территории в 2016 и 2017 гг. в связи с изменением в эти годы таких погодных условий, как осадки, давление и температура воздуха. Более холодный, с большим количеством осадков и менее стабильный (в период учетов) сезон 2017 г. был менее благоприятным, чем 2016 г., что повлияло на смещение “центров” интенсивной тяги, или “центров” повышенной плотности населения вальдшнепа, внутри гнездового ареала вида. Установлена адекватность метода кригинга при решении поставленных задач. Достоверность происходивших процессов – связи тяги и распределения вальдшнепа с погодными условиями на территории Европейской России – подтверждена статистически.

Выражаем благодарность всем организаторам и участникам ежегодных всероссийских учетов вальдшнепа на вечерней тяге.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романов Ю.М. Размещение вальдшнепа в Московской области и некоторые черты его весенней экологии // Орнитология. М., 1963. № 6. С. 96–100.
2. Мартынов А., Никеров Ю., Петрунин В., Челинцев Н. Опыт учета вальдшнепа на тяге в Московской области // Охотничья библиотечка. 1997. Апрель. С. 44–48.
3. Челинцев Н. Теоретические основы учета вальдшнепа на тяге // Охотничья библиотечка. 1997. Апрель. С. 38–43.
4. Кузякин В.А. Учет и ресурсы гнездящегося вальдшнепа в Европейской России // Гнездящиеся кулики Восточной Европы М.: СОПР, 1999. Т. 2. С. 77–82.
5. Ferrand Y. A census method for roding Eurasian Woodcock in France. Proc.8th American Woodcock Symposium // Biol. Report. 1993. № 16. P. 19–25.
6. Фокин С.Ю., Блохин Ю.Ю., Зверев П.А. Некоторые итоги массового учета вальдшнепа на тяге в Европейской России // Информационные материалы рабочей группы по куликам. М., 2000. № 13. С. 27–30.
7. Blokhin Y.Y., Fokin S.Y. National roding censuses in Russia // Sixth European Woodcock and Snipe Workshop – Proceedings of an International Symposium of the Wetlands International Woodcock and Snipe Specialist Group. Ed. Ferrand Y. // Wetlands International. International Wader Studies. Wageningen, Netherlands. 2006. № 13. P. 44–47.
8. Блохин Ю.Ю., Фокин С.Ю. Общие итоги “всероссийских” учетов вальдшнепа // Кулики в изменяющейся среде Северной Евразии: Мат-лы IX междунар. научн. конф. Ред. Шубин А.О. М.: ТЕЗАУРУС, 2014. С. 184–188.
9. Golden Software, Inc – Surfer Version 11.6.1159 (64-bit) – Метод кригинга [Electronic resource]. – URL: <http://www.goldensoftware.com> (дата обращения: 01.11.2017 г.).
10. Hoodless A.N., Lang D., Aebischer N.J. et al. Densities and population estimates of breeding Eurasian Woodcock *Scolopax rusticola* in Britain in 2003 // Bird Study. 2009. № 56. P. 15–25. doi 10.1080/00063650802674768
11. Carey C. The impacts of climate change on the annual cycles of birds // Phil. Trans. R. Soc. B. 2009. № 364. P. 3321–3330. doi 10.1098/rstb.2009.0182
12. Marra P.P., Francis C.M., Mulvihill R.S., Moore F.R. The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration // Oecologia. 2005. № 142. P. 307–315. doi 10.1007/s00442-004-1725-x
13. Quinn G.P., Keough M.J. Experimental design and data analysis for biologists. New York: Cambridge University Press, 2002. 537 p.
14. Bagg A.M., Gunn W.W.H., Miller D.S. et al. Barometric pressure-patterns and spring bird migration // The Wilson Bulletin. 1950. № 62(1). P. 5–19.
15. Clausager I. Migration of Scandinavian Woodcock (*Scolopax rusticola*) with special reference to Denmark. Kalo: Vildtbiologisk Station, 1974. 40 p.
16. Zalakevicius M. Biophysical impacts of climate change on bird populations and migration in Lithuania // GeoJournal. 2002. № 57(3), P. 183–193. doi 10.1023/B:GEJO.0000003618.10088.ee
17. Высоцкий В.Г., Ильинский И.В. Что влияет на выживаемость и численность вальдшнепа северо-западной популяции России? // Достижения в изучении куликов Северной Евразии: Мат-лы 7-го междунар. совещ. Ред. Околелов А.Ю., Томкович П.С., Шубин А.О. Мичуринск: МГПИ, 2008. С. 36–43.
18. Троян П. Экологическая биоклиматология. М.: Высшая школа, 1988. 207 с.
19. NASA Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC) – Giovanni v. 4. 24 – Температура, давление воздуха и количество осадков [Electronic resource]. – URL: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/> (дата обращения: 03.11.2017 г.).
20. Погосян Х.П. Общая циркуляция атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 394 с.
21. StatSoft, Inc. – Statistica 10.0.1011.0 (64-bit) – Базовая статистика, кластерный и дискриминантный анализы [Electronic resource]. – URL: <http://www.statsoft.com> (дата обращения: 08.12.2017 г.).
22. NASA Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC) – Giovanni v. 4.24 – Температурные изотермы [Electronic resource]. – URL: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/> (дата обращения: 10.01.2018 г.).
23. Блохин Ю.Ю. Материалы по тяге вальдшнепа в северном Подмоскowie // Вестник Журавлиной родины. Вып. 2. М.: Голос, 2014. С. 171–180.
24. Блохин Ю.Ю., Фокин С.Ю., Каплин И.В. Материалы по весенней тяге, добыче и миграциям вальдшнепа Вологодской области // Вестник охотоведения. 2012. Т. 9. № 2. С. 215–221.