

УДК [598.321:591.526](470.44-12)

**ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ЖАВОРОНКОВ (ALAUDIDAE, AVES)
ПОЛУПУСТЫНИ ЗАВОЛЖЬЯ
В СВЯЗИ С ДИНАМИКОЙ УВЛАЖНЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ**

М. Л. Опарин, А. Б. Мамаев, О. С. Опарина

*Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции
им. А. Н. Северцова РАН
Россия, 410028, Саратов, Рабочая, 24
E-mail: oparinml@mail.ru*

Поступила в редакцию 10.07.2019 г., после доработки 24.07.2019 г., принята 12.08.2019 г.

Опарин М. Л., Мамаев А. Б., Опарина О. С. Плотность населения жаворонков (Alaudidae, Aves) полупустыни Заволжья в связи с динамикой увлажнения ландшафтов // Поволжский экологический журнал. 2019. № 3. С. 335 – 347. DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-3-335-347>

Рассматривается динамика плотности гнездящихся пар пяти видов жаворонков (Alaudidae), обитающих на территориях Межузенской и Узено-Дюринской равнин на северо-западной оконечности Прикаспийской низменности в полупустыне Александрово-Гайского района Саратовской области, и ее связь с гидротермическим коэффициентом (ГТК) Селянинова. Работы выполнялись в гнездовой период годового цикла жаворонков ежегодно с 2011 по 2019 г. на 40 стационарных маршрутах по 1 км каждый. Установлено, что тренды динамики численности были отрицательными у четырех видов жаворонков: степного (*Melanocorypha calandra*), белокрылого (*M. leucoptera*), чёрного (*M. yeltoniensis*), серого (*Calandrella rufescens*), и положительными у полевого жаворонка (*Alauda arvensis*). Рассчитанный нами тренд показателей ГТК для описываемой территории демонстрирует ежегодное увеличение увлажнения полупустынной зоны района наших исследований на 5.4%. Для оценки связи плотности разных видов жаворонков со значениями ГТК нами были рассчитаны коэффициенты корреляции Спирмена. При анализе полученных данных было выявлено, что у полевого, степного и чёрного жаворонков наблюдается высокая положительная корреляция плотности с ГТК, у белокрылого жаворонка такой связи не выявлено, а у серого жаворонка обнаружена высокая отрицательная связь плотности гнездовых пар с ГТК. На основании нашего исследования можно предположить, что увлажнение территории полупустыни является одним из основных факторов, обуславливающих динамику численности жаворонков. Соотношение тепла и влаги определяет уровень вегетации растительности и, соответственно, качество местообитаний этих наземно-гнездящихся птиц.

Ключевые слова: плотность жаворонков, увлажнение ландшафтов, гидротермический коэффициент.

DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-3-335-347>

ВВЕДЕНИЕ

Общеизвестно, что от климата зависят температурный и световой режимы и влагообеспеченность, необходимые для развития растений и лимитирующие их географическое распространение. Большинство растений не может расти при тем-

пературе ниже $+5^{\circ}\text{C}$, при увеличении температуры возрастают потребности растений во влаге. Годовая сумма осадков может быть большей или меньшей в областях с холодным и жарким климатом и меньшим или большим суммарным испарением соответственно. В пределах одной и той же природной зоны при одном и том же типе климата условия увлажнения отдельных участков земной поверхности и отдельных местообитаний сильно различаются в результате влияния почвенных факторов, рельефа, растительности и др. Эти различия условий увлажнения являются важнейшей причиной пространственной неоднородности почв и растительности. Режим увлажнения почв в каждом отдельном местообитании существенно различается по отдельным годам и сезонам в зависимости от погодных условий. Главным образом он зависит от режима осадков и суммарного испарения.

В статье рассматриваются закономерности действия экологических факторов на динамику населения модельной группы наземно-гнездящихся птиц (Alaudidae) в полупустыне Прикаспийской низменности. Основное внимание нами уделено рассмотрению влияния погодно-климатических факторов, воздействие которых на популяции птиц изучали и другие специалисты (Дольник, Кинжевская, 1980; Марковец, 1991; Минин, 1992; Ананин, 2002; Равкин, 2002; Амосов и др., 2006; Burton, 1995; Harrison et al., 2001; Parmesan, Yohe, 2003; Root et al., 2003; Golovatin, 2008). Для анализа связи межгодовой динамики птиц с погодными условиями нами использован гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова – интегральный показатель, отражающий условия вегетации растений, определяющий состояние растительности, а следовательно, и местообитаний птиц в семиаридном климате заволжской полупустыни в конкретные годы. Рядом исследователей отмечено большое значение параметров растительности при формировании гнездового населения птиц (Равкин и др., 1985; Дольник, 1995; Fisher, 1960; MacArthur et al., 1966; Кагг, 1975; Oparin et al., 2018). Главным лимитирующим фактором, определяющим уровень вегетации растительности в полупустыне, является увлажнение. Развитие растительного покрова в заволжской полупустыне определяет условия гнездования жаворонков – основной группы кампофильных птиц безлесных пространств Прикаспийской низменности.

По нашему мнению, в условиях семиаридного климата полупустыни климатические факторы играют главенствующую роль в определении динамики численности конкретных видов животных опосредованно через изменение качества их местообитаний. Они по уровню своего воздействия превосходят в настоящее время антропогенные факторы на фоне значительного снижения интенсивности сельскохозяйственного производства. Внутрипопуляционные процессы в жестких условиях среды обитания также играют свою роль, но, по нашему мнению, оказывают лишь модифицирующее влияние на состояние популяций населяющих полупустыню видов животных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Физико-географический очерк. Территория наших исследований расположена в северо-западной оконечности заволжской части Прикаспийской низменности на территории Александрово-Гайского и Новоузенского административных районов Саратовской области. Она занимает междуречные пространства рек Малый Узень

и Большой Узень, Большой Узень и Дюра, которые объединяются под названием Приузенская равнина (Ковда, 1950). Приузенье находится на юго-востоке европейской части России на северной окраине Прикаспийской низменности. Описываемая территория приурочена к бассейнам бессточных рек Волго-Уральского междуречья (Большой Узень, Малый Узень и Дюра). В Саратовской области северная полупустыня охватывает Александрово-Гайский муниципальный район (96.8% от площади района) и юго-западную часть Новоузенского муниципального района (25.0%). Протяженность исследуемой территории с северо-запада на юго-восток составляет около 80.0 км, площадь – 3642.8 км² (Макаров, Пичугина, 2015). В состав Приузенской равнины входят Межузенская равнина, Узенско-Дюринская равнина и Узенско-Большелиманская равнина. На севере невысокий абразионный уступ отделяет Приузенскую равнину от покато-пологих (2.0 – 4.0°) склонов низкой Сыртовой равнины, а на востоке к ней примыкает Большелиманская низина (Доскач, 1954 *а, б*, 1979). Для Приузенской равнины характерно развитие микро-рельефа. Западины представляют собой неглубокие понижения различного генезиса с диаметром от 1.0 до 30.0 м. Они чередуются с небольшими микроповышениями, которые всего на 25.0 – 50.0 см возвышаются над ними (Доскач, 1954; Пичугина, 2006, 2012; Николаев и др., 1995; Макаров, Пичугина, 2015). Большие падьи отличаются значительными размерами (глубиной 1.0 – 1.5 м и диаметром от 0.5 до 3.0 – 5.0 км) (Доскач, 1954, 1979; Буяновский и др., 1956). Не менее ярким структурным элементом рельефа Приузенской равнины являются лиманы, достигающие 1.5 – 4.0 м в глубину и 1.0 – 8.0 км в поперечнике (Доскач, 1954, 1979). От окружающих равнин лиманы отделяются пологими склонами, нередко осложненными микроовражками и микроувальчиками (Доскач, 1954). Приузенская равнина находится в пределах Прикаспийской низменности, которая относится к одной из наиболее засушливых частей европейской территории России. Климатические условия отличаются резко континентальным характером со средним годовым количеством осадков 347.0 мм при величине испаряемости 906.0 мм и с суммой температур воздуха выше плюс 10.0°С, равной 3200.0 – 3300.0°С (Макаров, Пичугина, 2015). Почвенный покров Приузенской равнины характеризуется господством трехчленных и двухчленных комплексов (около 83.0% от общей площади). На исследуемой территории преобладают светло-каштановые мало- и среднемощные почвы, образующие двухчленные и трехчленные комплексы с солонцами и лугово-каштановыми почвами. В целом следует отметить, что: 1) трехчленные почвенные комплексы занимают 60.9% от площади рассматриваемой территории; 2) двухчленные почвенные комплексы охватывают 21.9% площади (Макаров, Пичугина, 2015). Растительность Приузенской равнины отнесена к полупустынному типу, в котором степные дерновинные злаки сочетаются с полукустарничками и весенне-эффемерной растительностью (Растительность..., 1936). Наличие микрокомплексной дифференциации поверхности в пределах исследуемой территории приводит к сочетанию различных типов растительности в двухчленных и трехчленных почвенно-растительных комплексах. Например, микроповышения с солонцами осваивают чернопопынные ассоциации, плоские и слабонаклонные поверхности равнин («микросклоны») со светло-каштановыми почвами характеризуют сизотипчаково-белопопынные и сизотипчаково-ромашниково-белопопынные сообщества, а в западинах с лугово-каштановыми почвами распространена разнотравно-злаковая

растительность, в том числе с зарослями степных кустарников (Растительность..., 1936). На падины приходится 14.4% от площади междуречных ландшафтов. Они заняты луговостепными сообществами на лугово-каштановых почвах. Меньшее распространение на междуречных равнинах получили лиманные урочища. На них приходится 7.9% от площади междуречных ландшафтов. Лиманы представляют собой избыточно увлажняемые бессточные неглубокие (до 1.5 – 4.0 м) понижения разных размеров и формы, часто ограниченные хорошо выраженными склонами. Весной в лиманах поверхностные отложения и грунтовые воды несколько опресняются за счет притока талых вод. Летом уровень воды в лиманах резко снижается, а иногда она полностью испаряется с поверхности лиманных понижений. В это время происходит капиллярное подтягивание к поверхности солей из минерализованных грунтовых вод и засоление почв. В связи с этим по периферии лиманов формируется галофитная растительность на луговых солонцах. Двучленные солонцово-луговые комплексы подобных лиманов охватывают 3.5% от площади междуречных равнин. От периферии к центру происходит смена почвенно-растительных группировок. На луговых почвах распространены пырейные, бекманиевые и вейниковые луга с участием разнотравья. Такие луговые сообщества составляют 3.9%. В наиболее глубоких участках лиманных понижений встречаются осока, рогоз, тростник и клубникамыш на лугово-болотных почвах. Такие варианты охватывают 0.5% междуречных равнин. Лиманы на Приузенской равнине используются в качестве сенокосных угодий, реже по отаве выпасают скот (Макаров, Пичугина, 2015).

Материал и методы. Материалами для данной работы послужили учеты жаворонков на постоянных маршрутах с переменной шириной учетной полосы (Равкин, Челинцев, 1990; Bibby et al., 1998), выполненные в гнездовой период 2011 – 2019 гг. в полупустыне Прикаспийской низменности в саратовском Заволжье. Учеты на маршрутах выполнялись преимущественно в утренние и предзакатные часы, во время наибольшей активности птиц, в гнездовой период со времени занятия птицами гнездовых участков до вылета птенцов. Расчеты плотности по каждому маршруту и отдельному виду на маршруте мы проводили по методу, предложенному Н. Г. Челинцевым (Равкин и др., 1985). Территория, на которой были проведены исследования, характеризуется большей аридностью климата относительно других эколого-географических районов саратовского Заволжья (Сажин, 1993; Зайдельман и др., 1998; Золотокрылин, 2003). Наши стационарные маршруты расположены на территориях ландшафтов Межузенской междуречной суглинистой полупустынной равнины и Узено-Дюринской междуречной суглинистой полупустынной равнины (Доскач, 1979; Пичугина, 2006). Территория, на которой проводились наши исследования, характеризуется семиаридным климатом и отсутствием полей севооборота. Антропогенное воздействие на экосистемы района наших исследований сводится к невысокой пастбищной нагрузке, не более 0.7 условных голов овец на 1 га пастбищ, и к сенокосению в лиманах (Опарин и др., 2016). Таким образом, ведущую роль в динамике численности изученной нами таксономической группы кампофильных птиц (*Alaudidae*) кроме внутривидовых и межвидовых взаимодействий играют природные процессы, а антропогенным факторам отводится второстепенная роль. Поскольку территория, на которой

ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ЖАВОРОНКОВ

выполнены наши исследования, характеризуется значительной аридностью климата, ее увлажнение в конкретные годы оказывает основное влияние на уровень вегетации растительности и, как следствие этого, на качество местообитаний наземно-гнездящихся видов жаворонков, населяющих ее, а численность любого вида животных зависит от структуры его местообитаний и их качества (Hanski, 2007).

В работе нами рассчитаны ежегодные коэффициенты увлажнения в период с устойчивыми температурами выше $+5^{\circ}\text{C}$. Для оценки уровня увлажнения был использован гидротермический коэффициент (ГТК) Г. Т. Селянинова (1958). ГТК рассчитан с использованием данных Новоузенской метеостанции (<http://meteo.ru/data>) в период с 2010 по 2018 г. по формуле

$$K = R \times 10 / \sum t,$$

где R – сумма осадков в миллиметрах за период с устойчивыми температурами выше $+5^{\circ}\text{C}$, $\sum t$ – сумма температур в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) за то же период.

Нами выявлено, что самым засушливым сезоном за период наблюдений был 2010 г. (ГТК = 0.21), средняя температура за указанный выше период составила $+21.9^{\circ}\text{C}$ при сумме осадков 81.8 мм (рис. 1). В следующем сезоне произошло резкое увлажнение территории на максимальное значение ГТК до 0.52. Соответственно, средняя температура составила 18.8°C , а количество осадков возросло до 189.3 мм.

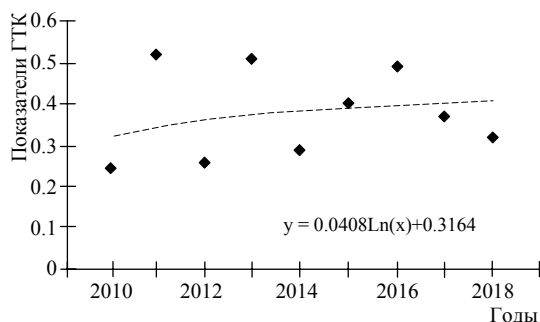


Рис. 1. Динамика ГТК (Селянинова) за период исследований в полупустыне саратовского Заволжья

Среднее значение ГТК за весь период исследований составило 0.37 при значении температуры 19.8°C и сумме осадков 132.8 мм (см. рис. 1). Согласно градации Г. Т. Селянинова (1958) данная территория относится к зоне с очень сухим климатом. Рассчитанный нами тренд показателей ГТК для описываемой территории демонстрирует ежегодное увеличение увлажнения полупустынной зоны саратовского Заволжья на 5.4%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований на постоянных маршрутах нами ежегодно учитывались пять видов жаворонков: полевой (*Alauda arvensis*), степной (*Melanocorypha calandra*), белокрылый (*M. leucoptera*), чёрный (*M. yeltoniensis*), серый (*Calandrella rufescens*). Кроме этого, на описываемой территории отмечен и хохлатый жаворонек (*Galerida cristata*), но он распространен локально на выгонах возле населенных пунктов и на наших маршрутах не встречался. На рис. 2 представлена динамика плотности гнездовых пар учтенных нами видов жаворонков по годам и ее логарифмические тренды. Выявлено, что тренд динамики численности полевого жаворонка имеет положительное значение, а ежегодные колебания его численности невелики. Другие представители этой группы демонстрируют отрицательные

тренды динамики численности (см. рис. 2). Требования к местообитаниям у перенаселенных видов разные и они различно реагировали на изменение увлажнения территории в конкретные годы наших исследований.

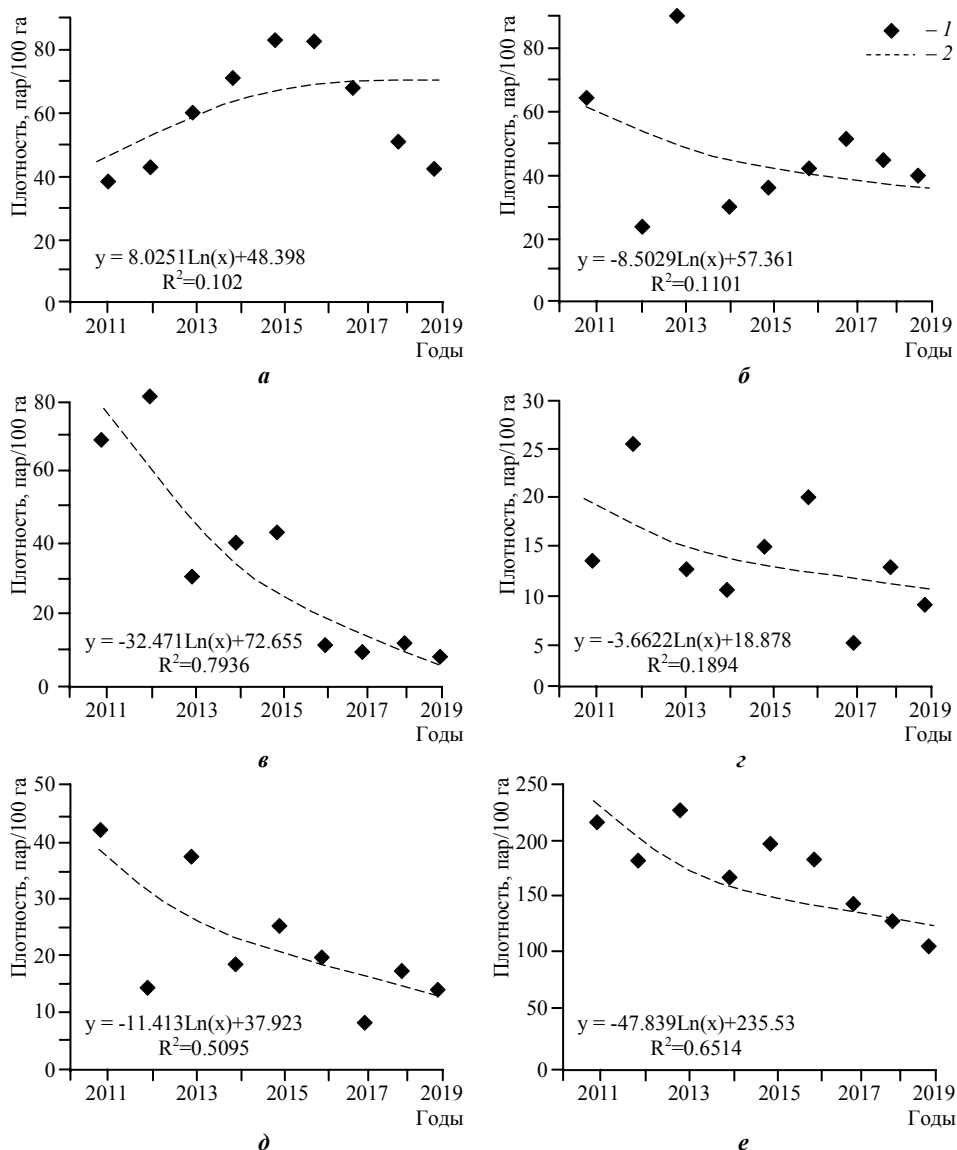


Рис. 2. Динамика плотности жаворонков в полупустыне саратовского Заволжья за 2011 – 2019 гг.: а – полевой жаворонок, б – степной жаворонок, в – белокрылый жаворонок, г – чёрный жаворонок, д – серый жаворонок, е – все виды; 1 – эмпирические данные; 2 – логарифмические тренды плотности

ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ЖАВОРОНКОВ

При помощи корреляционного анализа мы оценили связь гидротермического коэффициента увлажнения (ГТК) с плотностью населения жаворонков разных видов, установленной на стационарных маршрутах для каждого гнездового сезона всех лет исследований. На рис. 3 представлены корреляционные поля и линии трендов

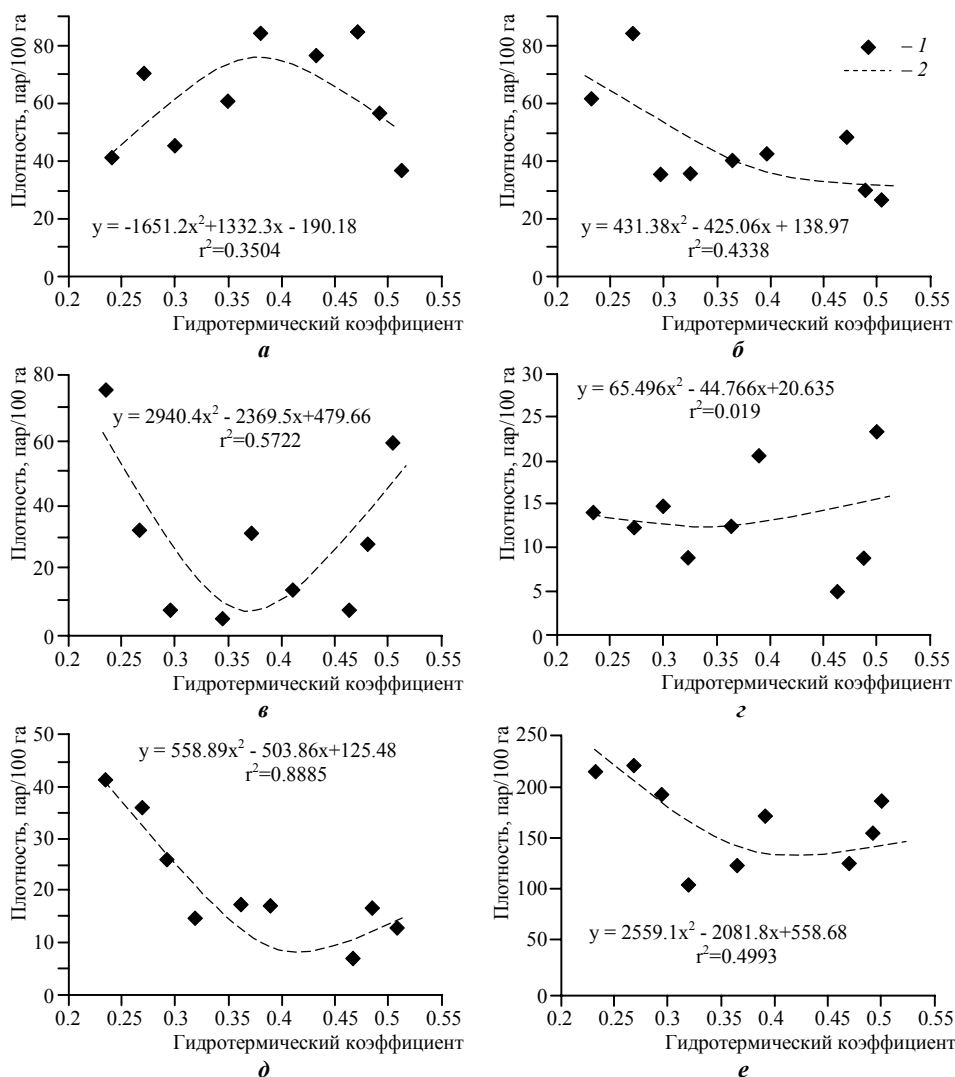


Рис. 3. Связь изменений плотности жаворонков с гидротермическим коэффициентом в полупустыне саратовского Заволжья: *а* – полевой жаворонок, *б* – степной жаворонок, *в* – белокрылый жаворонок, *г* – чёрный жаворонок, *д* – серый жаворонок, *е* – все виды; 1 – эмпирические данные; 2 – линии регрессии в виде полиномов второй степени

в виде полиномов второй степени для каждого вида жаворонков и для их сообщества в целом. Для полинома представлена формула и рассчитан индекс детерминации, который используется для оценки нелинейных связей. Индекс детерминации в отличие от коэффициента детерминации показывает, на сколько процентов построенная модель регрессии объясняет разброс значений зависимой переменной относительно среднего значения, т.е. какая доля общей дисперсии результативного признака объясняется вариацией факторных модельных признаков. Чем больше кривизна линии регрессии (полинома), тем индекс детерминации выше.

Для оценки связи плотности разных видов жаворонков со значениями ГТК Селянинова нами были рассчитаны коэффициенты корреляции Спирмена с использованием электронных ресурсов сайта (www.math.semestr.ru). На ключевых участках в полупустыне саратовского Заволжья для оценки корреляции плотности жаворонков со значениями ГТК мы использовали данные, полученные на 40 стационарных маршрутах. Из этого следует, что на 5%-ном уровне достоверности значимы коэффициенты корреляции, если они превышают 0.304, а на 1%-ном уровне – если больше 0.393 (Доспехов, 1985). При анализе результатов исследования нами было выявлено, что у полевого, степного и чёрного жаворонков наблюдается высокая положительная корреляция плотности с ГТК ($r_{xy} = 0.66$ и $r_{xy} = 0.87$, $r_{xy} = 0.52$ при $p \leq 0.01$).

Гнездование полевого жаворонка в условиях полупустыни приурочено к лиманам, палинам и западинам с луговой и степной растительностью соответственно. Гнездовые местообитания степного жаворонка приурочены к западинам, а чёрного жаворонка к солончакам, дислоцированным по периферии лиманных понижений. У белокрылого жаворонка такой связи не выявлено ($r_{xy} = -0.004$). Это можно объяснить тем, что гнездовые местообитания данного вида приурочены к участкам с разреженной растительностью, в частности к прошлогодним гарям и скотосбоям вокруг стоянок животноводов, где растительность не дает таких откликов на увлажнение, как на территориях с меньшими антропогенными нагрузками. Высокая отрицательная корреляция с ГТК обнаружена у серого жаворонка ($r_{xy} = -0.82$ при $p \leq 0.01$), данное обстоятельство можно объяснить тем, что гнездовые местообитания серого жаворонка связаны с участками оголенной почвы и разреженной низкотравной растительности (Oparin et al., 2018).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов проведенного нами исследования можно предположить, что увлажнение территории полупустыни является одним из основных факторов, обуславливающих динамику численности жаворонков. Соотношение тепла и влаги определяет уровень вегетации растительности, а соответственно, и качество местообитаний этих наземно-гнездящихся птиц. Таким образом, гидро-термический коэффициент Селянинова, а также и вегетационный индекс NDVI (Мамаев, 2018) могут быть использованы для прогнозов изменения численности кампофильных птиц, населяющих аридные географические зоны, поскольку оба эти показателя коррелируют с уровнем вегетации растительности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и биологических ресурсов России» (проект № 0109-2018-0067 «Закономерности изменения биоразнообразия в антропогенно-трансформированных экосистемах») (50%) и плановой научной темы (проект № 0109-2018-00010) (50%).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Амосов П. Н., Брагин А. В., Добрынин Д. А. Влияние изменений климата на фауну птиц Европейского севера России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2006. № 5. С. 30 – 35.

Ананин А. А. Многолетняя динамика численности зимнего населения птиц Баргузинского заповедника // Анализ многолетних рядов наблюдений за природными компонентами в заповедниках Дальнего Востока. Владивосток : Дальнаука, 2002. С. 4 – 17.

Буяновский С. М., Доскач А. Г., Фридланд В. М. Природа и сельское хозяйство Волго-Уральского междуречья. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1956. 232 с.

Дольник В. Р. Ресурсы энергии и времени у птиц в природе. СПб. : Наука. С.-Петербург. отд-ние, 1995. 360 с.

Дольник В. Р., Кинжеская Л. И. Бюджеты времени и энергии в гнездовой период у стрижа (*Apus apus*) и ласточек (*Delichon urbica* и *Hirundo rustica*) // Зоол. журн. 1980. Вып. 12. С. 1841 – 1851.

Доскач А. Г. К вопросу о бессточных впадинах и бессточных реках Волго-Уральского междуречья // Тр. Ин-та геогр. АН СССР. 1954 а. Т. 62. С. 69 – 96.

Доскач А. Г. Материалы к геоморфологической карте южного Заволжья и Прикаспийской низменности // Геоморфологические исследования в Прикаспийской низменности. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1954 б. С. 47 – 87.

Доскач А. Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни. М. : Наука, 1979. 143 с.

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

Зайдельман Ф. Р., Тюльпанов В. И., Ангелов Е. Н., Давыдов А. И. Почвы мочарных ландшафтов : формирование, агроэкология и мелиорация. М. : Изд-во МГУ, 1998. 160 с.

Золотокрылин А. Н. Климатическое опустынивание. М. : Наука, 2003. 246 с.

Ковда В. А. Почвы Прикаспийской низменности. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1950. 256 с.

Макаров В. З., Пичугина Н. В. Полупустынное Саратовское Приузенье : структура почвенного покрова, ландшафты и проблемы природопользования. Саратов : ИЦ «Наука», 2015. 193 с.

Мамаев А. Б. Динамика орнитокомплексов степной и полупустынной зон Заволжья в XX – XXI вв. : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2018. 16 с.

Марковец М. Ю. Затраты времени на различные типы активности и поведения молодых больших синиц после вылета из гнезда // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1991. Т. 231. С. 137 – 147.

Минин А. А. Пространственно-временная изменчивость дат начала некоторых фенологических явлений у птиц на Русской равнине // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1992. Т. 97, № 5. С. 28 – 33.

Николаев В. А., Копыл И. В., Пичугина Н. В. Фациальная структура полупустынного ландшафта в Северном Прикаспии // Вестн. Моск. ун-та, Сер. 5. Геогр. 1995. № 2. С. 74 – 83.

Опарин М. Л., Опарина О. С., Трофимова Л. С. Закономерности динамики биоресурсов степных ландшафтов. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2016. 202 с.

Пичугина Н. В. Геоэкологические аспекты природопользования в полупустынном Саратовском Приузенье : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Астрахань, 2012. 18 с.

Пичугина Н. В. Ландшафтная структура полупустынного Саратовского Приузенья // Ландшафтоведение : теория, методы, региональные исследования, практика : материалы XI междунар. ландшафтной конф. М. : Изд-во МГУ, 2006. С. 230 – 232.

Равкин Ю. С. Птицы, пространство и климат // Многолетняя динамика численности птиц и млекопитающих в связи с глобальными изменениями климата : материалы междунар. симп. Казань : ЗАО «Новое знание», 2002. С. 47 – 50.

Равкин Ю. С., Гуреев С. П., Покровская И. В. Пространственно-временная динамика животного населения (птицы и мелкие млекопитающие). Новосибирск : Наука. Сиб. отделение, 1985. 206 с.

Равкин Е. С., Челинцев Н. Г. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т охраны природы и заповедного дела. М., 1990. 36 с.

Растительность Каспийской низменности между реками Волгой и Уралом / под ред. Б. А. Келлера. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1936. Т. 1. 295 с.

Сажин А. Н. Природно-климатический потенциал Волгоградской области. Научное исследование природно-климатических ресурсов области за 100-летний период. Волгоград : Изд-во Волгогр. с.-х. ин-та, 1993. 28 с.

Селянинов Г. Т. Принципы агроклиматического районирования в СССР. М. : Сельхозгиз, 1958. 172 с.

Bibby C., Jones M., Marsden S. Expedition Field Techniques: Bird Surveys. London : Royal Geographical Society, 1998. 168 p.

Burton J. F. Birds and Climate Change. London : A. & C. Black, 1995. 376 p.

Fisher A. G. Latitudinal Variation in Organic Diversity // *Evolusion*, 1960. Vol. 14. P. 64 – 81.

Golovatin M. G. Formation of the Spatial Structure of Bird Populations as Exemplified by the Willow Warbler and Little Bunting, Species Differing in Site Fidelity // *Russ. J. of Ecology*. 2008. № 2. P. 111 – 119

Hanski I. The Shrinking World : Ecological Consequences of Habitat Loss. Helsinki : Gaudeamus, 2007. 308 p.

Harrison P. A., Berry P. M., Dawson T. E. Climate Change and Nature Conservation in Britain and Ireland. Oxford : UK Climate Impacts Programme, 2001. 272 p.

Karr J. R. Production Energy Pathways and Community Diversity in Forest Birds // *Ecological Studies*. 1975. Vol. 11. P. 161 – 176.

MacArthur R. H., Recher H., Cody M. On the Relation Between Habitat Selection and Species Diversity // *The American Naturalist*. 1966. Vol. 100. P. 319 – 332.

Oparin M. L., Nukhimovskaya Y. D., Konyushkova M. V., Trofimova L. S., Oparina O. S., Mamaev A. B., Trofimov I. A. Analysis of Soil and Vegetation Cover from Satellite Imagery to Assess its Relation to Lark Habitats (Alaudidae, Aves) in the Trans-Volga Semi-Desert // *Biology Bulletin*. 2018. Vol. 45, № 10. P. 168 – 176.

Parmesan C., Yohe G. A Globally Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts Across Natural Systems // *Nature*. 2003. Vol. 421. P. 37 – 42.

Root T. L., Price J. T., Hall K. R., Schneider S. H., Rosenzweig C., Pounds J. A. Fingerprints of Global Warming on Wild Animals and Plants // *Nature*. 2003. Vol. 421. P. 57 – 60.

**Density of Larks (Alaudidae, Aves) of the Semi-desert of the Trans-Volga Region
in Connection with the Landscape Wetting Dynamics**

Mikhail L. Oparin, <https://orcid.org/0000-0001-8575-5418>; oparinml@mail.ru

Askhat B. Mamaev, <https://orcid.org/0000-0002-3810-6324>; acxat_86@mail.ru

Olga S. Oparina, <https://orcid.org/0000-0001-5581-4122>; otis07@mail.ru

*Saratov branch of A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution,
Russian Academy of Sciences
24 Rabochaya St., Saratov 410028, Russia*

Received 10 July 2019, revised 24 July 2019, accepted 12 August 2019

Oparin M. L., Mamaev A. B., Oparina O. S. Density of Larks (Alaudidae, Aves) of the Semi-desert of the Trans-Volga Region in Connection with the Landscape Wetting Dynamics. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2019, no. 3, pp. 335–347 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-3-335-347>

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 License

The density dynamics of nesting pairs of five lark species (Alaudidae) living in the territories of the Mezhuzensky and Uzeno-Dyurinsky plains, on the northwestern tip of the Caspian lowland, and in the semi-desert of the Aleksandrovo-Gaysky district of the Saratov region, and its relationship with Selyaninov's hydrothermal coefficient are considered. Our research was carried out on 40 fixed routes of 1 km each in the nesting period of the annual lark cycle from 2011 till 2019 (annually). It was established that the abundance dynamics trends were negative in four lark species, namely: the calandra lark (*Melanocorypha calandra*), white-winged lark (*M. leucoptera*), black lark (*M. yeltoniensis*), and lesser short-toed lark (*Calandrella rufescens*); and were positive in the skylark (*Alauda arvensis*). The calculated trend of hydrothermal coefficient indicators for the described territory demonstrates a 5.4% annual increase in the moistening of the semi-desert zone of our survey area. To assess the relationship of the density of different lark species with the values of Selyaninov's hydrothermal coefficient, we calculated the Spearman correlation coefficients. When analyzing the data obtained, it was found that a high positive density-moisture correlation was observed for the skylark, calandra lark, and black lark. No such relationship was found in the white-winged lark, and a high negative correlation of the density of nesting pairs with the hydrothermal coefficient was found in the lesser short-toed lark. Based on our research, it can be assumed that moistening of the semi-desert territory is one of the main factors that determine the abundance dynamics of larks. The heat-moisture ratio determines the level of vegetation and, accordingly, the quality of the lark habitats.

Key words: lark density, landscape moistening, hydrothermal coefficient.

DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-3-335-347>

Acknowledgments: This work was supported by the Presidium of the Russian Academy of Sciences “Biodiversity of Natural Systems and Biological Resources of Russia” (project No. 0109-2018-0067 “Regularities of Biodiversity Changes in Anthropogenic-transformed Ecosystems”) (50%) and the planned research topic (project No. 0109-2018-00010) (50%).

REFERENCES

- Amosov P. N., Bragin A. B., Dohrinin D. A. Toward Evaluation of Climate Change Influence of the Birds Fauna of European North. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk, Ser. Geograficheskaya*, 2006, no. 5, pp. 30–35 (in Russian).
- Ananin A. A. Long-term dynamics of the winter population birds of the Barguzinsky reserve. In: *Analiz mnogoletnikh riadov nabludenii za prirodnymi komponentami v zapovednikakh Dal'nego Vostoka* [Analysis of long-term series of observations of natural components in the reserves of the Far East]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2002, pp. 4–17 (in Russian).
- Buyanovskiy M. S., Doskach A. G., Fridland V. M. *Priroda i sel'skoe khoziaistvo Volgo-Ural'skogo mezhdurech'ia* [Nature and Agriculture of Volga-Ural Area]. Moscow, Leningrad, Izdatel'stvo AN SSSR, 1956. 232 p. (in Russian).
- Dolnik V. R. *Resources of Energy and Time in Birds in Nature*. St. Petersburg, Nauka Publ., 1995. 360 p. (in Russian).
- Dolnik V. R., Kinshevskaya L. I. Time and energy budgets during the nest period in the swift, *Apus apus*, and swallows, *Delichon urbica* and *Hirundo rustica*. *Zoologicheskii zhurnal*, 1980, vol. 59, no. 12, pp. 1841–1851 (in Russian).
- Doskach A. G. On the question of drainless hollows and drainless rivers of the Volga-Ural interfluv. *Trudy Instituta geografii AN SSSR*, 1954, vol. 62, pp. 69–96 (in Russian).
- Doskach A. G. The materials to the geomorphological map of the southern Volga Region and Caspian lowland. In: *Geomorfologicheskie issledovaniya v Prikaspiyskoy nizmennosti* [Geomorphological researches in the Caspian lowland]. Moscow, Leningrad, Izdatel'stvo AN SSSR, 1954, pp. 47–87 (in Russian).
- Doskach A. G. *Prirodnoye rayonirovaniye Prikaspiyskoy polupustyni* [Natural Zoning of the Cis-Caspian Semidesert]. Moscow, Nauka Publ., 1979. 141 p. (in Russian).
- Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field Experiment Method (with the Fundamentals of Statistical Processing of the Survey Results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 351 p. (in Russian).
- Zaidelman F. R., Tyulpanov V. I., Angelov E. N., Davydov A. I. *Soils of Mochar Landscapes-formation, Agroecology and Reclamation*. Moscow, Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1998. 160 p. (in Russian).
- Zolotokrylin A. N. *Klimaticheskoe opustynivanie* [Climatic Desertification]. Moscow, Nauka Publ., 2003. 246 p. (in Russian).
- Kovda V. A. *Pochvy Prikaspiyskoi nizmennosti* [Soils of the Caspian Lowland]. Moscow, Leningrad, Izdatel'stvo AN SSSR, 1950. 256 p. (in Russian).
- Makarov V. Z., Pichugina N. V. *Polupustynnoye Saratovskoye Priuzenye: struktura pochvennogo pokrova, landshafty i problemy prirodopolzovaniya* [Semi-desert Saratov Priuzenye: soil structure, landscapes and nature management problems]. Saratov, ITs "Nauka" Publ., 2015. 193 p. (in Russian).
- Mamaev A. B. *Dinamika ornitokompleksov stepnoi i polupustynnoi zon Zavolzh'ia v XX–XXI vv.* [Dynamics of ornithocomplexes of the steppe and semi-desert zones of the Volga region in the XX – XXI centuries]. Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Moscow, 2018. 16 p. (in Russian).
- Markovets M. Yu. Timetable on various types of activity and behavior of young great tits after departure from the nest. *Proceedings of the Zoological Institute of Academy of Sciences of the USSR*, 1991, vol. 231, pp. 137–147 (in Russian).
- Minin A. A. Spatial-temporal variability of the dates of the beginning of some phenological phenomena in birds on the Russian Plain. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists, Biological Ser.*, 1992, vol. 97, no. 5, pp. 28–33 (in Russian).
- Nikolaev V. A., Kopyl I. V., Pichugina N. V. Facial Structure-opustenog Landscape in the North Caspian Region. *Moscow University Bulletin, Ser. 5. Geography*, 1995, no. 2, pp. 74–83 (in Russian).

- Oparin M. L., Oparina O. S., Trofimova L. S. *Zakonomernosti dinamiki bioresursov stepnykh landshaftov* [Mechanism of the Dynamics of Bioresources of Steppe Landscapes]. Saratov, Izdatel'stvo Saratovskogo universiteta, 2016. 202 p. (in Russian).
- Pichugina N. V. *Geoekologicheskiye aspekty prirodopolzovaniya v polupustynnom sara-tovskom Priuzenye* [Geoenvironmental aspects of nature use in the semi-arid Cis-Uzen' region of Saratov oblast]. Thesis Diss. Cand. Sci. (Geogr.). Astrakhan, 2012. 18 p. (in Russian).
- Pichugina N. V. Landscape structure of the semi-arid Cis- Uzen' region of Saratov oblast. *Landscape Science: Theory, Methods, Regional Studies, and Practice: Proceedings of the XI In-ternational Landscape Conference*. Moscow, Izdatel'stvo MGU, 2006, pp. 230–232 (in Russian).
- Ravkin Yu. S. Birds, Space, and Climate. In: *Long-Term Population Dynamics of Birds and Mammals in Relation to Global Climate Change: Proceedings of the International Symposium*. Kazan, ZAO Novoe Znanie Publ., 2002, pp. 47–50 (in Russian).
- Ravkin Yu. S., Gureev S. P., Pokrovskaya I. V. *Prostranstvenno-vremennaya dinamika zhivot-nogo naseleniya (ptitsy i melkie mlekopitayushchie)* [Spatial and Temporal Dynamics of Animal Population (Birds and Small Mammals)], Novosibirsk, Nauka Publ., 1985. 206 p. (in Russian).
- Ravkin E. S., Chelintsev N. G. *Metodicheskiye rekomendatsii po kompleksnomu marshrut-nomu uchetu ptits* [Guidelines for Integrated Route Counts of Birds]. Moscow, VNII okhrany prirody i zapovednogo dela Publ., 1990. 36 p. (in Russian).
- Rastitel'nost' Kaspiiskoi nizmennosti mezhdu rekami Volgoi i Uralom* [B. A. Keller, ed. Vegetation of the Caspian lowland between the Volga and the Urals]. Moscow, Leningrad, Iz-datel'stvo AN SSSR, 1936, vol. 1, 295 p. (in Russian).
- Sazhin A.N. *Prirodno-klimaticheskii potentsial Volgogradskoi oblasti. Nauchnoe issledovanie prirodno-klimaticheskikh resursov oblasti za 100-letnii period* [Natural Climatic Potential of Volgo-grad Region. A Study of the Natural-Climatic Resources of the Region over a 100-Year Period]. Volgograd, Izdatel'stvo Volgogradskogo sel'skokhoziaistvennogo instituta, 1993. 28 p. (in Russian).
- Selyaninov G. T. *Printsipy agroklimaticheskogo raionirovaniya SSSR* [Principles of Agro-climatic Zoning of the USSR]. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 1958. 172 p. (in Russian).
- Bibby C., Jones M., Marsden S. *Expedition Field Techniques: Bird Surveys*. London, Royal Geographical Society, 1998. 168 p.
- Burton J. F. *Birds and Climate Change*. London, A. & C. Black, 1995. 376 p.
- Fisher A. G. Latitudinal variation in organic diversity. *Evolution*, 1960, vol. 14, pp. 64–81.
- Golovatin M. G. Formation of the Spatial Structure of Bird Populations as Exemplified by the Willow Warbler and Little Bunting, Species Differing in Site Fidelity. *Russian J. of Ecology*, 2008, no. 2, pp. 111–119.
- Hanski I. *The shrinking world: Ecological consequences of habitat loss*. Helsinki, Gaudea-mus, 2007. 308 p.
- Harrison P. A., Berry P. M., Dawson T. E. *Climate change and nature conservation in Brit-ain and Ireland*. Oxford, UK Climate Impacts Programme, 2001. 272 p.
- Karr J. R. Production energy pathways and community diversity in forest birds. *Ecological Studies*, 1975, vol. 11, pp. 161–176.
- MacArthur R. H., Recher H., Cody M. On the relation between habitat selection and species diversity. *The American Naturalist*, 1966, vol. 100, pp. 319–332.
- Oparin M. L., Nukhimovskaya Y. D., Konyushkova M. V., Trofimova L. S., Oparina O. S., Mamaev A. B., Trofimov I. A. Analysis of Soil and Vegetation Cover from Satellite Imagery to Assess its Relation to Lark Habitats (Alaudidae, Aves) in the Trans-Volga Semi-Desert. *Biology Bulletin*, 2018, vol. 45, no. 10, pp. 168–176.
- Parmesan C., Yohe G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natu-ral systems. *Nature*, 2003, vol. 421, pp. 37–42.
- Root T. L., Price J. T., Hall K. R., Schneider S. H., Rosenzweig C., Pounds J. A. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 2003, vol. 421, pp. 57–60.