

УДК 598.241.3(470.44)

**ФАКТОРЫ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ
МНОГОЛЕТНЮЮ ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ
ЗАВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ДРОФЫ (*OTIS TARDA* L.)**

**М. Л. Опарин¹, О. С. Опарина¹, И. А. Кондратенков²,
А. Б. Мамаев¹, В. В. Пискунов¹**

¹ *Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН
Россия, 410028, Саратов, Рабочая, 24
E-mail: oparinml@mail.ru*

² *Комитет охотничьего хозяйства и рыболовства Саратовской области
Россия, 410026, Саратов, Степана Разина, 52*

Поступила в редакцию 07.11.11 г.

Факторы, обуславливающие многолетнюю динамику численности Заволжской популяции дрофы (*Otis tarda* L.). – Опарин М. Л., Опарина О. С., Кондратенков И. А., Мамаев А. Б., Пискунов В. В. – Представлены результаты учетов дрофы в южной части саратовского Заволжья на площади 12000 тыс. км² за 1990 – 2010-е гг., проведен анализ динамики численности и выявлены факторы, ее обуславливающие. Исследованы данные по распределению дроф по биотопам в период предмиграционных кочевок, а также выполнен анализ демографической и пространственной структуры популяции.

Ключевые слова: *Otis tarda*, динамика численности, факторы динамики численности, демографическая структура, пространственная структура.

Factors causing the long-term dynamics of the numbers of Trans-Volga bustard population (*Otis tarda* L.). – Oparin M. L., Oparina O. S., Kondratenkov I. A., Mamayev A. B., and Piskunov V. V. – The results of our survey of bustards in the southern part of the Saratov Trans-Volga region over the area of 12,000 thousand sq. km for 1990 – 2010 are presented, analysis of the abundance dynamics was done, and factors causing it were revealed. Data on the distribution of bustards over their biotopes in the period of premigratory roaming were studied, and the demographic and spatial structure of the population was analyzed.

Key words: *Otis tarda*, abundance dynamics, abundance dynamics factors, demographic structure, spatial structure.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время дрофа в международном аспекте относится к числу глобально угрожаемых видов. Она занесена в Приложение I Директивы Совета Европы, в Приложение II Бернской конвенции, в Приложение I Боннской конвенции, в Приложение II СИТЕС, в Красный Список МСОП-1996 («угрожаемый вид»). Дрофа занесена в Красную книгу Российской Федерации (III категория), в Красную книгу Казахстана (I категория – исчезающий вид), в Красную книгу Украины (I категория – исчезающий вид) и Красную книгу Молдавии (I категория).

Таким образом, сохранение и восстановление популяций дрофы является важной задачей не только в национальном, но и международном масштабе. В саратовском Заволжье, по данным учетов 1998 – 2000 гг. (Опарин и др., 2003), обитало от

4.5 до 6.0 тыс. дроф (*Otis tarda* L.), что составляло не менее 80% от численности этого вида в Центральной и Восточной Европе. В настоящее время саратовское Заволжье является единственным и последним крупным очагом гнездования восточно-европейской популяции дрофы, обеспечивающим ее репродукцию. От состояния Заволжской популяции зависит все дальнейшее существование восточно-европейской группы популяций дрофы. Однако данные, полученные нами в 2000-е гг. при выполнении работ на отдельных наиболее заселенных дрофой ранее токовых участках (Опарина, Опарин, 2006; Опарина и др., 2008) показали тенденцию сокращения численности описываемой популяции. Полномасштабные учетные работы, выполненные нами в 2011 г. по методике, применявшейся в 1998 – 2000 гг., на той же территории и практически тем же составом учетчиков выявили сокращение численности исследуемой популяции дрофы почти на 70%.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Характеристика района исследования. Обследованная территория, составляющая 12000 км², располагалась в южной половине саратовского Заволжья на территориях Ровенского, Энгельсского, Советского, Краснокутского, Федоровского, Питерского, Ершовского, Дергачевского и Новоузенского районов области, где отмечается наибольшая плотность особей исследуемого вида. Она входит в Заволжскую провинцию сухостепной зоны, для которой характерны суббореальные умеренно континентальные восточно-европейские южные степные ландшафты. Это низменные аллювиальные равнины, пологоволнистые, плоские и пологонаклонные с покровом лесса, лессовидных суглинков, сыртовых глин (Тарасов, 1968; Юго-Восток Европейской части СССР, 1971; Ландшафтная карта СССР, 1987; Исаченко, Шляпников, 1989).

Климат описываемого района, по данным Краснокутской метеостанции, сухой континентальный. Лето здесь жаркое (средняя температура июля 23 – 24°C), а зима холодная (средняя температура января -13°C). Годовое количество осадков 300 мм. Основное количество осадков выпадает летом, а испаряемость с открытой водной поверхности в 2 – 2.5 раза превосходит количество выпадающих осадков. Годовой коэффициент увлажнения по Высоцкому – Иванову 0.33 – 0.50. Вероятность сухих и засушливых лет более 30%.

Рельеф территории довольно однообразен и представлен сыртовой равниной, сформировавшейся вследствие постепенного перехода высоких сыртов в Прикаспийскую низменность. Абсолютные высоты невелики (30 – 80 м). Превышение водоразделов над долинами балок незначительное, днища балок врезаны лишь на несколько метров, характерны пологие склоны.

В почвенном покрове преобладают зональные каштановые-суглинистые и супесчаные почвы, характерны солонцеватые почвы и солонцовые комплексы. Долевое участие зональных суглинистых почв в сухостепной зоне Поволжья составляет 62%, солонцеватых 24%, супесчаных и песчаных автоморфных почв и песков 6%, лугово-степных почв 5%, аллювиальных почв 3% (Сельскохозяйственное использование..., 1988).

Для обследуемой территории характерна высокая земледельческая освоенность. По официальным данным Саратовского областного управления сельского

хозяйства, пахотные земли занимают 70% общей площади территории (из них 20–25% приходится на залежи и пары). Около 25 – 27% площади занимают природные пастбища, которые имеют существенное значение для животноводства, и 1 – 2% – луговые сенокосы. На пашне преобладают зерновые (озимая и яровая пшеницы, яровой ячмень, просо, озимая рожь), кормовые культуры и однолетние травы (суданка). В хозяйствах представлено также мясо-молочное скотоводство и овцеводство.

В ботанико-географическом отношении изучаемая территория относится к типчаково-ковыльным степям Заволжско-Казахстанской степной провинции (Ергенинско-Заволжской подпровинции) в составе Евразийской степной области (Ботанико-географическое районирование..., 1979).

Карта растительности европейской части СССР (1979) характеризует данную территорию как сельскохозяйственные земли (пашни, а также залежи и сбитые полынные, ромашниково-белополенные, белополенные пастбища) на месте сухих бедноразнотравных типчаково-ковыльных заволжско-казахстанских степей (*Stipa lessingiana*, *S. capillata*, *Festuca valesiaca*, *Tanacetum achilleifolium*). Здесь представлены два варианта степи: а) северные сухие степи на темно-каштановых почвах, часто в комплексе с типчаково-белополенными (*Artemisia lercheana*), типчаково-ромашниковыми и белополенными сообществами на солонцах; б) южные сухие степи на темнокаштановых солонцеватых и каштановых почвах с участием в комплексе также и ксерофитноразнотравно-чернополенных и чернополенно-ромашниковых (*Artemisia pauciflora*, *Kochia prostrata*, *Tanacetum achilleifolium*) сообществ на солонцах.

На фоне этих сообществ встречаются фрагменты гемипсаммофитных и реже псаммофитных степей. Сельскохозяйственные земли (пашни, залежи, сбитые пастбища с господством *Euphorbia seguierana* и др.) расположены на месте гемипсаммофитных разнотравно-типчаково-тырсовых и типчаково-тырсовых (бедноразнотравных) заволжско-казахстанских степей (*Stipa capillata*, *Festuca valesiaca*, иногда *Stipa borystenica*, реже другие виды ковылей, местами *Agropyron fragile* и *Cleistogenes squarrosa*, гемипсаммофильное разнотравье – *Euphorbia seguierana*, *Helichrysum arenarium*, *Artemisia marschalliana*) на супесчаных темнокаштановых и каштановых почвах, преимущественно на надлуговых террасах рек. Реже встречаются псаммофитные разнотравно-типчаково-песчаноковыльные и типчаково-песчаноковыльные степи (*Stipa borystenica*, *Festuca beckeri*, *Agropyron fragile*, гемипсаммофильное и псаммофильное разнотравье (*Euphorbia seguierana*, *Thymus pallasianus*, *Achillea micrantha*, *Artemisia marschalliana*)) на темно-серых песках, а также бугристые пески, более или менее заросшие псаммофилами (*Leymus racemosus*, *Agropyron fragile*, *Artemisia arenaria*).

Низкое степное Заволжье издавна считалось одной из главных зерновых житниц страны. Об этом говорит его высокая сельскохозяйственная освоенность, чрезмерные антропогенные нагрузки на степные экосистемы. Однако серьезным препятствием земледелию являются негативные природные процессы. Бедствием для сельского хозяйства Заволжья, имеющего в основном зерновое направление, являются довольно устойчивая суховеино-засушливая погода, большая повторяемость сухих восточных ветров, вызывающих пыльные бури, портящих посевы и особенно гу-

бительных в пору созревания урожая. В этих условиях пахотные земли дают крайне неустойчивые и пониженные урожаи, нередко и совсем неурожайные годы (Юго-Восток европейской части СССР, 1971).

По данным Государственного (национального) доклада о состоянии и использовании земель Российской Федерации (1997), распаханность степной территории превышает экологически допустимые пределы, что усиливает процессы деградации почв, вызывает ухудшение гидрологического режима водосборных бассейнов, снижает способность степных ландшафтов к саморегуляции, уменьшает продуктивность сельскохозяйственных угодий.

В целом экологическая ситуация, складывающаяся на исследуемой территории, оценивается как умеренно острая (Экологическая карта России, 1999). Состояние природных элементов окружающей среды не оказывает негативного влияния на здоровье человека, однако естественные ресурсы территории существенно деградированы. Основные негативные факторы: понижение естественного плодородия почв (дегумификация), ускоренная эрозия почв, вторичное засоление почв, деградация природных пастбищ.

По утверждению В. В. Докучаева (1953, с. 131), сделанному уже более 100 лет назад на основании анализа накопленных к тому времени данных, степные территории подвергаются «хотя и очень медленному, но упорно и неуклонно прогрессирующему иссушению». В настоящее время проблемы, связанные с глобальным потеплением климата, особенно актуальны для регионов, подверженных засухе, поскольку такое потепление может усилить процессы деградации окружающей среды, обострить их социальные и экономические последствия. На территории России за последние 100 лет (1891 – 1998 гг.) зафиксировано повышение температуры воздуха на 0.56°C, хотя в отдельных районах, в том числе и в саратовском Заволжье, повышение температуры существенно (в 2-3 раза) выше. Прогнозируется дальнейшее повышение температур в зонах степи и лесостепи на 1-2°C. В европейской части степи при этом ожидается еще большее иссушение (Глазовский, Орловский, 1996).

На обследованной нами территории в 1990-х гг. местообитания дроф имели следующую структуру: посевы занимали 43.2% от общей площади территории, пары – 8.9%, залежи – 18.0%, целинные земли (пастбища и сенокосы) – 19.6%, непригодные для обитания дрофы земли (населенные пункты, водоёмы, лесные насаждения, дороги и т.п.) – 10.3%. Посевы имели следующую структуру (в процентах от площади района исследования): озимые зерновые – 9.8%, ранние яровые зерновые – 17.4%, многолетние травы – 0.6%, поздние яровые зерновые и суданка – 8.6%, пропашные – 6.8% (Структура посевных площадей..., 2000).

В начале 1900-х гг. пашня занимала 35.7% площади Заволжья, населенные пункты, лесные насаждения, водные объекты – 2.3%, целинные земли – 62.0%. Из-за практиковавшейся переложной структуры севооборота залежи составляли 15.1% от общей площади территории, озимая рожь – 4.6%, ранние яровые – 14.9%, поздние яровые – 0.9%, пропашные – 0.2%, пары практически отсутствовали (Новоузенский уезд..., 1912).

В 1980-х гг. посевные площади занимали 61.2%, пары – 8.9%. Посевы имели следующую структуру в процентах от площади района: озимые зерновые – 12.8%,

ранние яровые зерновые – 22.9%, многолетние травы – 4.4%, поздние яровые и суданка – 11.9%, пропашные – 9.2%. Целинные земли и земли под населенными пунктами, водоёмами, лесными насаждениями, дорогами имели ту же площадь, что и в настоящее время (Структура посевных площадей..., 1986).

Пастбищная нагрузка в те же отрезки времени, когда рассматривалась структура севооборота, имела следующие значения: 10-е годы XX в. – 1.5 условных голов овец на 1 га; 80-е годы XX в. – 7.3 условных голов овец на 1 га; 2000 год – 0.7 условных голов овец на гектар. Для определения уровня пастбищной нагрузки использовались данные статистического сборника «Новоузенский уезд в естественноисторическом и хозяйственном отношении» (1912) и статистические данные Саратовского областного управления сельского хозяйства (1986, 2000). Значительная концентрация скота на естественных пастбищных угодьях, имевшая место с конца 50-х по начало 90-х гг. XX в., по всей вероятности, привела к элиминации потомства тех самок популяции дрофы, которые гнездились на целинных участках. По устному сообщению В. Л. Маркелова (натуралист), который с 1967 по 1993 г. пас скот в окрестностях с. Дьяковка Краснокутского района Саратовской области, он до 1977 г. ежегодно находил 1 – 3 гнезда дрофы на целине. После 1977 г. ни одной находки гнёзд дрофы на пастбищах им сделано не было. Данные факты указывают на верность нашего предположения. Первое сообщение о гнездовании дроф на посевах зерновых находим у В. Левшина (1813), использовавшего данные XVIII – XIX вв. По нашему предположению, в процессе земледельческого освоения степей часть самок дроф начала гнездится в агроценозах. Резкое сокращение площадей естественных степных участков и значительное увеличение на них пастбищной нагрузки обусловило элиминацию потомства самок, которые в качестве гнездовых стадий выбирали целинные участки. Таким образом, к концу 70-х гг. XX в. в саратовском Заволжье завершился процесс отбора, и популяция дрофы стала состоять лишь из тех птиц, которые гнездятся в агроценозах.

Кроме этого следует указать, что с середины 60-х гг. до конца 80-х гг. XX в. пестицидами (гербициды, инсектициды) обрабатывались практически все посевные площади. Высев производился протравленными гранозаном семенами. Как известно, гранозан обладает выраженным эмбриотаксическим эффектом, то же можно сказать и о гербициде (2,4-Д аминная соль), который использовался в дозах 1.5 – 2.0 кг на га, стоит вспомнить и об инсектицидах, в число которых до конца 60-х гг. входили севин и ДДТ. Все это не могло не влиять на репродукцию и продолжительность жизни дроф. Кроме того, в 60 – 80-е гг. прошедшего столетия применялась масса гранулированных минеральных удобрений, которые часто в нарушение правил хранения и применения могли сваливаться около полей, что вызывало отравление птиц, склевывавших гранулы в качестве гастролитов.

С конца 80-х гг. в связи со складывающейся экономической ситуацией резко сократилось применение пестицидов и минеральных удобрений. И в настоящее время негативные факторы, связанные с применением в сельскохозяйственном производстве химических препаратов, практически не влияют на Заволжскую популяцию дрофы (если не считать отдаленных последствий их прежнего применения).

Методы. В задачу нашего исследования входило изучение динамики численности дрофы в южной части саратовского Заволжья при изменении сельскохозяй-

ственной нагрузки и структуры севооборота. Работы были проведены с 1998 по 2011 г. Учёты численности дроф выполнялись в осеннее время перед отлетом на зимовку в период с 20 по 29 сентября.

Первая оценка численности дрофы в южной половине саратовского Заволжья, основанная на широкомасштабных полевых учетных работах на значительной по площади территории, была выполнена нами (Опарин и др., 2003). В остальной литературе имеются лишь упоминания о наличии этих птиц на данной территории (Паллас, 1773, 1778; Богданов, 1871; Радищев, 1903; Бостанжогло, 1911; Волчанецкий, Яльцев, 1934; Волчанецкий, 1937; Барабаш-Никифоров, Козловский, 1941; Спангенберг, 1951; Кириков, 1966; Лебедева, 1968). Ряд авторов в период 1970 – 1980 гг. ориентировочно оценивали численность дрофы в саратовском Заволжье в 1.5 – 2.5 тыс. особей (Исаков, 1974; Исаков, Флинт, 1987; Хрустов, 1989; Опарина и др., 1998).

Учётные работы на описанной территории проводились в 1998 – 1999 гг. на площади 12000 км², а в 2000 г. – на площади 11600 км². В 1998 г. учёты проведены в период с 20 по 29 сентября, в 1999 – 2000 гг. – с 15 по 24 сентября. В качестве картографической основы использовалась общегеографическая карта масштаба 1 : 100000. Система стратификации учётной площади сохранялась на протяжении всего периода обследований. В 1998 – 2000 гг. учёты осуществлялись 6 группами учётчиков на автомобилях. За каждой группой был закреплен фиксированный участок в 2000 км². В 2000 г. на одном участке было обследовано не 10 страт, как обычно, а 8.

Страта 10×20 км являлась дневной учётной площадью каждой группы учётчиков. Учёт проводился на маршрутах, закладываемых таким образом, чтобы была обследована вся территория. На картографическую основу наносились местообитания дрофы и места обнаружения этих птиц. Данные о количестве птиц, при возможности количество ♀♀, ♂♂ и молодых, времени обнаружения, заносились в учётную карточку.

Статистический анализ полученного материала производился с помощью непараметрических и параметрических критериев (Урбах, 1963; Гублер, 1978; Мардиа, Земроч, 1984; Чибисов, Пагурова, 1990; Джогман и др., 1998). Графический анализ распределения плотности населения дрофы на обследованной территории производился путем построения плоскостной диаграммы методом сглаживания полученных данных при помощи скользящей средней (Виноградов, 1998; Демьянов и др., 1999; Каневский и др., 1999). Единицей области пространства (геометрическим полем) была взята квадратная площадка с величиной стороны 5 км, размеры которой были определены эмпирически по результатам наблюдений за перемещением дроф, а также по результатам спутниковой телеметрии (данные о перемещении в течение лета одной из меченых самок).

В 2011 г. учётные работы были выполнены по той же методике, что и в 1998 – 2000 гг., на той же территории, теми же учётчиками в период с 20.09.2011 по 29.09.2011 гг. Исходя из этого мы можем говорить о тенденциях изменения численности дрофы и структуры ее местообитаний в рассматриваемом районе саратовского Заволжья. Следует отметить, что здесь обитает основная часть Заволжской популяции этого вида.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Современная структура местообитаний Заволжской популяции дрофы. В результате проведенных авторами работ установлено, что структура местообитаний дрофы на обследованной территории осенью 2011 г. была следующей: посевы озимых составляли 2399.3 км² (20.0%), пропашные культуры – 1640.9 км² (13.7%), стерня – 1926.1 км² (16.1%), зябь – 1109.9 км² (9.3%), залежи – 2186.1 км² (18.2%), целина – 2026.1 км² (16.9%), прочие – 711.6 км² (5.8%), всего – 12000.0 км² (100%). Следует отметить, что яровые культуры в это время занимали всего 5.4%, причем ранние яровые занимали 4.0%, а поздние 1.4%, тогда как озимые – 20% территории. Исходя из представленных цифр, полученных авторами в результате натурных съемок на репрезентативной площади в 12000 км², можно сделать заключение, что пригодными для размножения дроф являются всего 24.0% обследованной территории (посевы озимых и ранних яровых зерновых), условно пригодными – 18.2% (залежи), непригодными – 57.8% обследованной территории (посевы пропашных культур, целинные пастбищные земли, земли поселений, водоёмы, лесонасаждения, дороги и др.). Если сравнить эти цифры с нашими данными 10-летней давности, то видно, что площадь пригодных для гнездования дрофы местообитаний сократилась практически на 8%, а условно пригодных осталась прежней. Однако следует остановиться на том факте, что площади пропашных культур, поздних зерновых и однолетних кормовых культур, на которых дрофы устраивают гнёзда, но кладки заведомо гибнут из-за поздних сроков посева, а также многократных обработок, возросли за десятилетие практически в полтора раза. Естественно, все это не могло не сказаться на успешности размножения исследуемого вида, что в совокупности с неблагоприятными условиями зимовок последних нескольких лет в северо-восточном Причерноморье (устное сообщение старшего научного сотрудника Мелитопольской орнитологической станции, кандидата биологических наук Ю. А. Андрущенко) и привели к результатам, на которых остановимся ниже.

Динамика численности Заволжской популяции дрофы в конце 1990 – 2010-х гг. Несмотря на абсолютный характер учёта, количество птиц, обнаруживаемых на одной учётной площадке, из-за перемещения последних, являлось, в той или иной сте-

пени, случайной величиной. В связи с чем сравнение результатов учёта дрофы в указанные годы, которые приведены в табл. 1, было проведено методами, основанными на определении различий в средних тенденциях для связанных выборок с последовательным применением критерия знаков и парного критерия Вилкоксона при уровне значимости,

Таблица 1
Результаты учётов численности дрофы на территории Саратовской области, особей

Сектор	Годы исследований			
	1998	1999	2000	2011
А	214	176	325	55
Б	193	684	574	324
В	549	653	649	86
Г	267	317	217	24
Д	462	415	427	195
Е	177	230	426	143
Всего	1862	2475	2618	827

ФАКТОРЫ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ МНОГОЛЕТНЮЮ ДИНАМИКУ

равном 0.05. Для анализа выбирались только те учётные площадки, где птицы были учтены хотя бы в одном из сравниваемых годов, в каждом учётном секторе в 2000 км² таких площадок было 10.

Проведенный анализ говорит о значимости в различиях между данными учёта дрофы в 2011 г., с одной стороны, и данными учета дрофы в 1998, 1999 и 2000 гг., с другой стороны, т.е. имеет место достоверное снижение численности этих птиц на обследованной территории за последнее десятилетие. Изменение численности за период с 2000 по 2011 г. составило 68.6%. Как видно из приведенных данных, численность дрофы в границах полигона учёта за последнее десятилетие сократилась почти на 70%.

Таблица 2

Результаты сравнения данных учёта дрофы в 2011 г.
с данными учёта в 1998, 1999 и 2000 гг.

Показатели	Сравнение результатов учёта 2011 г. с:		
	1998 г.	1999 г.	2000 г.
Всего сравнивалось учётных площадок	54	57	58
Количество учётных площадок с увеличением количества обнаруженных птиц	19	11	7
Сумма их рангов	337.5	226.5	80.5
Количество учётных площадок с уменьшением количества обнаруженных птиц	35	46	51
Сумма их рангов	1147.5	1426.5	1630.5
Значение критерия знаков	20	21	22
Значение критерия Вилкоксона для больших выборок	3.49	4.78	6.01

Примечание. Жирным шрифтом выделены значения критериев, говорящих о значимости различий между данными учетов.

Таким образом, на всей учётной площади в 12000 км² за 10 дней сентября-октября 2011 г. было учтено 827 дроф в 115 стаях, из них стай на посевах озимых – 49, на стерне зерновых – 31, на залежи – 11, на зяби, поросшей падалицей – 11, на целине – 4, на стерне подсолнечника – 4, на парах – 1, на бахче – 1, еще три стаи наблюдались в момент их полета. Самая крупная стая состояла из 47 дроф и была обнаружена на стерне зерновых, а средний размер одной стаи составил всего 7 птиц.

Дисперсионный анализ данных учета дрофы показал, что размер стай птиц не зависит от стаций обнаружения, сектора учета, расстояния и направления их обнаружения.

Анализ плотности распределения. Данные учёта, сгруппированные для сравнения теоретической и фактической плотности распределения количества встреч стай дроф, включая одиночных особей, в зависимости от направления их обнаружения, исходя из предположения о случайном характере размещения птиц относительно маршрута движения, представлены в табл. 3.

Рассчитанный по данным, приведённый в табл. 3, критерий значимости для плотности распределения меньше критического значения распределения χ^2 с 6

степенями свободы при 5%-ном уровне значимости – 12.6, что говорит о случайном характере размещения птиц относительно маршрута движения.

Таблица 3

Сравнение теоретической и фактической частоты встречаемости стай дроф, включая одиночных особей, в зависимости от направления обнаружения птиц

Направление обнаружения, градусов	Частота		Разности частот	Квадрат разности частот
	ожидаемая	наблюдаемая		
-90	15.14	14	-1.14	1.31
-60	15.14	17	1.86	3.45
-30	15.14	13	-2.14	4.59
0	15.14	10	-5.14	26.45
30	15.14	23	7.86	61.73
60	15.14	20	4.86	23.59
90	15.14	9	-6.14	37.73
Сумма	106		158.86	
Критерий значимости для плотности распределения			10.49	

Данные учёта, сгруппированные для сравнения теоретической и фактической плотности распределения количества встреч стай дроф, включая одиночных особей, в зависимости от расстояния их обнаружения, исходя из предположения о равномерном распределении обнаруженных птиц относительно радиуса обнаружения, представлены в табл. 4.

Таблица 4

Сравнение теоретической и фактической частоты встречаемости стай дроф, включая одиночных особей, в зависимости от расстояния обнаружения птиц

Интервалы расстояний обнаружения, м	Частота		Разности частот	Квадрат разности частот
	ожидаемая	наблюдаемая		
1–200	10.4	20	9.6	92.16
201–400	10.4	21	10.6	112.36
401–600	10.4	24	13.6	184.96
601–800	10.4	20	9.6	92.16
801–1000	10.4	14	3.6	12.96
1001–1200	10.4	2	-8.4	70.56
1201–1400	10.4	1	-9.4	88.36
1401–1600	10.4	1	-9.4	88.36
1601–1800	10.4	0	-10.4	108.16
1801–2000	10.4	1	-9.4	88.36
Сумма	106		158.86	
Критерий значимости для плотности распределения			90.23	

Рассчитанный по данным, приведённый в табл. 4, критерий значимости для плотности распределения больше критического значения распределения χ^2 с 9 степенями свободы при 5%-ном уровне значимости – 16.9, что говорит о неравномерном распределении обнаруженных птиц относительно радиуса обнаружения. Вид-

но, что количество обнаружений стай птиц резко сокращается с увеличением расстояния обнаружения более 1000 м. Поэтому дополнительно был проведен анализ встречаемости стай птиц на расстояниях до 1000 м включительно.

Критерий значимости, рассчитанный для стай птиц, обнаруженных на расстояниях до 1000 м включительно, равняется 2.67, что меньше критического значения распределения χ^2 с 4 степенями свободы при 5%-ном уровне значимости – 9.49. Это свидетельствует о равномерном характере распределения отмеченных птиц относительно радиуса обнаружения на дистанциях до 1000 м включительно.

Рассчитанный по данным, приведённым в табл. 5, критерий значимости для плотности распределения больше критического значения распределения χ^2 с 6 степенями свободы при 5%-ном уровне значимости – 12.6, что говорит о зависимости распределения наблюдаемых птиц от стаций обнаружения.

Таблица 5

Сравнение теоретической и фактической частоты встречаемости стай дроф, включая одиночных особей, в зависимости от стаций обнаружения птиц

Стации обнаружения	Частота		Разности частот	Квадрат разности частот
	ожидаемая	наблюдаемая		
Зябь	11	11	0	0
Пары	2	1	-1	1
Озимь	22	49	27	729
Стерня	17	35	18	324
Залежь	22	11	-11	121
Целина	20	4	-16	256
Прочие	18	1	-17	289
Сумма		112		1720

Критерий значимости для плотности распределения **87.05**

При сравнении различных стаций обитания дрофы между собой попарно были выделены следующие группы:

наиболее предпочитаемые стации: озимь и стерня;

умеренно предпочитаемые стации: зябь, пары и залежь;

наименее предпочитаемые стации: целина и прочие.

Демографическая структура Заволжской популяции дрофы в 1990 – 2010-х гг.

В период предмиграционных кочёвок Заволжская популяция дроф состоит из отдельных стай самцов, самок и самок с сеголетками. В силу понятных обстоятельств при изучении данного вида невозможно получить полноценный материал для анализа демографической структуры популяции. Для приведенного ниже небольшого материала по половой и возрастной структуре описываемой популяции авторы использовали данные 2000 г., полученные во время учётных работ тремя наиболее опытными учётчиками. Ими было зарегистрировано 147 групп исследуемых птиц, у которых был определен половой состав и дифференцированы сеголетки. В упомянутых группах дроф подсчитано 906 особей. Из них самцы составляли 41.2%, самки – 36.1%, сеголетки – 22.7%.

Соотношение полов среди сеголеток было близко 1:1 (99 самцов на 107 самок). Соотношение полов в целом по всем возрастным группам в исследуемой популяции также близко 1:1 (52.1% составляют самцы и 47.9% – самки).

Преобладания в группе взрослых (перезимовавших) птиц самцов согласуется с данными других авторов, полученных на других видах (Паевский, 1993). Самки с выводками составили 32.1% от всех учтенных самок за исключением сеголеток. Всего этими учётчиками было зарегистрировано 55 групп самцов, 35 групп самок, 57 групп самок с птенцами. Таким образом, после завершения репродуктивной фазы годового цикла в период предмиграционных кочёвок и подготовки к отлету Заволжская популяция дрофы на 20% состоит из птиц, появившихся на свет в текущем году. Мы не знаем выживаемости птиц в различных половозрастных группах. Однако, если предположить, что до следующего года доживают практически все прибылые, поднявшиеся на крыло, а половая зрелость у самок наступает в среднем в 3 года, то путем несложных расчётов можно сделать заключение, что в 2000 г. в исследованной популяции дроф приблизительно 37% половозрелых самок имели поднявшееся на крыло потомство (32% всех самок, переживших хотя бы одну зиму).

В 2011 г. были использованы данные двух наиболее опытных учётчиков, обследовавших два наиболее заселенных дрофами сектора. Из посчитанных ими 420 птиц с определением возраста самцы составили 53%, самки – 28.2%, сеголетки – 18.8%, причем в группе сеголетков соотношение самцов и самок следующее: 46.0% к 54.0%. Самки с выводками составляли 32.2% от всех зарегистрированных взрослых самок. Изменение соотношения самцов и самок среди сеголеток в пользу самок является, видимо, ответом популяции на сокращение численности.

Из приведенных цифр следует, что в начале 2010-х гг. количество самок в Заволжской популяции дрофы, по сравнению с концом 1990-х гг., сократилось практически на 8%, как следствие этого уменьшилось на 4% количество сеголеток. По нашему мнению, это является следствием тяжелых зимовок, о которых мы говорили выше, так как практически в два раза более крупные, чем самки, самцы легче переносят низкие температуры и могут легче добывать себе корм. Кроме этого к моменту зимовки организм самок более истощен за время репродуктивного периода в результате насиживания и длительного выращивания потомства. Самцы же после окончания периода токования с начала июня месяца имеют гораздо больше времени для восстановления сил, так как не несут заботы о потомстве. Все их участие в репродуктивном процессе сводится к демонстрационному поведению и копуляции.

Следует отметить, что все европейские популяционные группировки этого вида являются осёдлыми. Описываемая нами популяция дрофы – перелетная и ежегодно дважды совершает миграцию протяженностью свыше 1000 км от мест гнездования в саратовском Заволжье к местам зимовки в Восточном Причерноморье и обратно (Watzke et al., 2001), следовательно, показатели ее смертности могут значительно отличаться от подобных показателей осёдлых популяций.

Пространственная структура Заволжской популяции дрофы в 1990 – 2010-х гг.
При оценке пространственной структуры населения дроф на исследуемой терри-

тории мы исходили из предположений, высказанных нами в предыдущей статье (Опарин и др., 2003).

Оценка математического ожидания плотности населения дроф рассчитывалась по формуле:

$$\bar{n}_a = \frac{\sum_{i=a}^e n_i v_i}{\sum_{i=a}^e v_i},$$

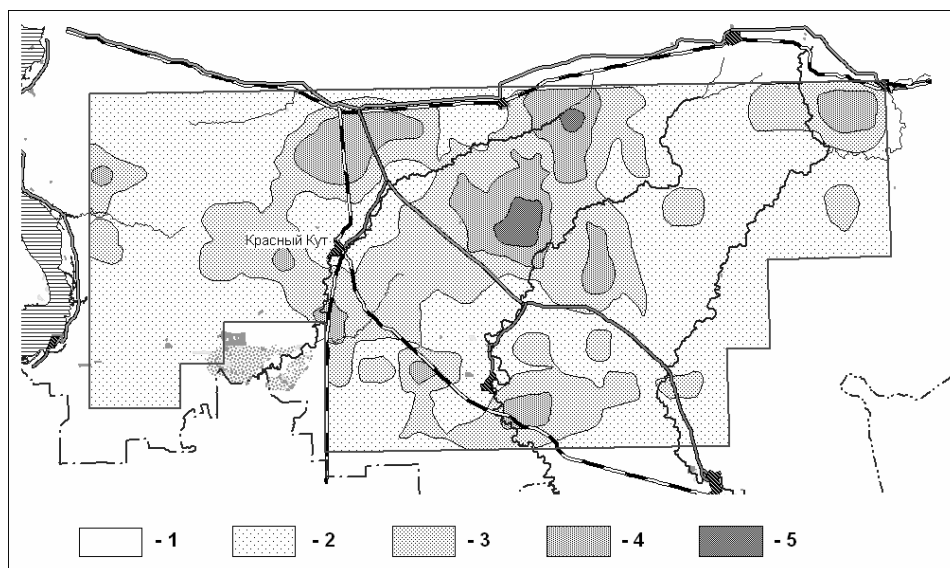
где $\bar{n}_a$ – сглаженная оценка средней численности дроф на площадке a , n_i – учтённое число птиц на i -й площадке, v_i – весовые коэффициенты.

При определении весовых коэффициентов мы исходили из предположения о том, что вероятность удаления птиц от места встречи обратно пропорциональна квадрату расстояния. За единицу расстояния была принята длина стороны геометрического поля (5 км).

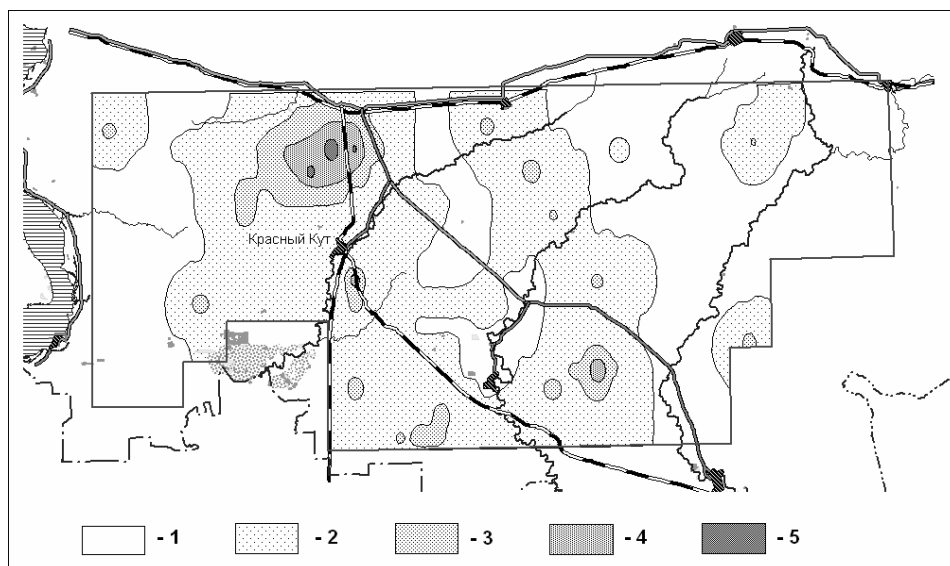
Результаты, получаемые путем сглаживания, начинают обладать признаками пространственной непрерывности, что позволило построить плоскостную диаграмму распределения плотности населения дрофы на обследованной территории.

На основании отсутствия достоверных различий в оценках численности дрофы за период с 1998 по 2000 годы, с целью исключения нетипичных отклонений было проведено усреднение численности птиц в пределах геометрических полей по трем годам. На тех территориях, которые в отдельные годы по разным причинам выпадали из наблюдений, усреднение проводилось по двум годам. По полученным данным была построена плоскостная диаграмма плотности распределения птиц в среднем за три года на обследованной территории, которая затем была нанесена на карту (рисунок).

Население дрофы неравномерно распределено на изученной территории. Хотя мы анализируем распределение усредненной за три года плотности населения вида на части ареала Заволжской популяции дрофы, можно отметить, что по годам картина распределения в общих чертах постоянна. Нами для анализа пространственной структуры распределения плотности населения дрофы было выделено 5 интервалов этого показателя численности. На большей части обследованной территории плотность ниже 0.2 особи на 1 км². Участки с повышенной плотностью приурочены к плакорам, долины рек имеют, как правило, очень низкую плотность населения вида. По нашему мнению, это объясняется следующим образом: к плакорам приурочены лучшие, используемые в сельскохозяйственном обороте, пахотные земли. Расположенные здесь поля сельскохозяйственных культур имеют наибольшую плотность населения дрофы. Долины рек и надпойменные террасы из-за засоления перестали распахиваться и перешли в залежь. Распаханность этих территорий изначально была невысокой: здесь сосредоточены пастбища – малопривлекательные для дроф угодья. Именно по долинам рек сосредоточена основная масса населенных пунктов, проходит основная часть автомобильных дорог, их связывающих, т.е. интенсивность воздействия на исследуемый вид факторов беспокойства значительно выше. В количественном выражении пространственное распре-



a



б

Распределение плотности населения дрофы на учётной площади в 12000 км²: *a* – учёт 1998 – 2000 гг., *б* – учёт 2011 г.; плотность: 1 – менее 0.04 особ./км², 2 – от 0.04 до 0.2 особ./км², 3 – от 0.2 до 0.4 особ./км², 4 – от 0.4 до 0.8 особ./км², 5 – более 0.8 особ./км²

деление населения Заволжской популяции дрофы в 1998 – 2000 гг. на обследованной территории характеризуется следующими цифрами: плотности свыше 0.8 особей на 1 км² представлены на площади 106 км²; плотности от 0.4 до 0.8 особей – на 1155 км²; плотности от 0.2 до 0.4 особей – на 3676 км²; плотности от 0.04 до 0.2 особей – на 7063 км²; плотности менее 0.04 особей – на обследованной территории не были представлены (см. рисунок, *а*). Для площадей, занятых населением дрофы с выделенными градациями плотности по нижеприведенной формуле, были рассчитаны коэффициенты консолидации S_{ss} :

$$S_{ss} = \sum_{i=1}^n S_i / Stest,$$

где S_i – площадь i -го контура, n – их число; $Stest$ – суммарная площадь обследованной территории.

Для приведенных выше площадей коэффициенты консолидации составили соответственно: 1 – 0.009, 2 – 0.096, 3 – 0.306, 4 – 0.589, 5 – 0.000. Данные показатели наглядно демонстрируют «удельный вес» описанных пространственных структур обследованной части ареала Заволжской популяции дрофы.

Та же процедура была выполнена нами при изучении пространственной структуры Заволжской популяции дрофы по учётным данным 2011 г. По полученным данным была построена плоскостная диаграмма плотности распределения птиц за 2011 г. на обследованной территории, которая затем была нанесена на карту (см. рисунок, *б*).

В количественном выражении пространственное распределение населения Заволжской популяции дрофы на обследованной территории характеризуется следующими цифрами: плотности свыше 0.8 особей на 1 км² представлены на площади 15 км²; плотности от 0.4 до 0.8 особей – на 188 км²; плотности от 0.2 до 0.4 особей – на 610 км²; плотности от 0.04 до 0.2 особей – на 5861 км²; площади с плотностью менее 0.04 особей на 5326 км². Для площадей, занятых населением дрофы с выделенными градациями плотности по вышеприведенной формуле, были рассчитаны коэффициенты консолидации S_{ss} .

Для представленных выше площадей коэффициенты консолидации составили соответственно 0.001, 0.016, 0.051, 0.488, 0.444. Эти показатели наглядно демонстрируют «удельный вес» описанных пространственных структур обследованной в 2011 г. части ареала Заволжской популяции дрофы и разительные перемены, связанные с резким сокращением площадей с повышенной плотностью населения этих птиц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные широкомасштабные исследования по изучению численности, пространственной и демографической структуры Заволжской популяции дрофы и структуры ее местообитаний на репрезентативной площади 12000 км², составляющей 24% от всего саратовского Заволжья, позволили установить, что за период, прошедший с момента проведения подобных работ в конце 1990-х гг., численность исследованной популяции сократилась практически на 70%, а положение популяции становится критическим. Одним из основных объяснений этого явля-

ния авторы считают стихийное землепользование и несоблюдение правил севооборота сельхозпроизводителями. Выяснено, что из-за чрезвычайно широкого распространения пропашных, в основном подсолнечника, кладки дрофы элиминируются на большей части полей, являющихся гнездовыми местообитаниями, что, видимо, и послужило причиной столь резкого снижения численности популяции. Поля с посевами озимых и ранних яровых зерновых, на которых дрофы могут нормально гнездиться и выводить потомство, занимают всего 24% площади ареала Заволжской популяции дрофы. По сравнению с 1990-ми гг. их площадь сократилась практически на 8%. Возможно, что негативную роль в изменении численности Заволжской популяции дрофы сыграли и необычно суровые зимы, имевшие место в последние три года в местах зимовки в северо-восточном Причерноморье.

Заволжская популяция дрофы еще 10 лет назад являлась крупнейшей в Центральной и Восточной Европе, такой она остается пока и до настоящего времени. Изменения численности, демографической структуры, интенсивности репродуктивного процесса Заволжской популяции дрофы с конца 1990 до начала 2020-х гг. указывают на дестабилизацию, которая в достаточно короткие сроки может привести популяцию к полному исчезновению. Население дрофы распределено в пределах обследованной части ареала неравномерно. Большая часть территории заселена с низкой плотностью. Участки с повышенной плотностью населения дрофы приурочены к нормально эксплуатируемым пахотным сельскохозяйственным угодьям. Картина пространственной структуры Заволжской популяции дрофы оставалась в общих чертах постоянной в течение всего периода наблюдений, но за последнее десятилетие произошло резкое сокращение удельного веса площадей с повышенной плотностью населения этого вида.

Работы проводились в рамках Российско-Британского проекта «Разработка научных основ реинтродукции дрофы в природу» при содействии Комитета охотничьего хозяйства и рыболовства Саратовской области. В проведении этих работ кроме авторов принимали участие научные сотрудники ИПЭЭ РАН и СФ ИПЭЭ РАН: П. Л. Богомолов, Т. А. Капранова, О. А. Рубан, В. Г. Табачишин; руководитель группы «Большой Дрофы» Великобритании Д. Вотерс. Всем им авторы выражают глубокую благодарность. Работа выполнена также при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 05-10-0049) и Программ ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий» и фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» (подпрограмма «Биоразнообразие: состояние и динамика»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богданов М. Н. Птицы и звери черноземной полосы Поволжья и долины Средней и Нижней Волги (биогеографические материалы) // Тр. о-ва естествоиспытателей при императорском Казан. ун-те. 1871. Т. 1, № 1. С. 4 – 158.

Ботанико-географическое районирование европейской части СССР, м 1 : 12 000 000. М. : ГУГК, 1979. 1 л.

Барабаш-Никифоров И. И., Козловский П. Н. Материалы по авифауне Нижнего Поволжья // Учён. зап. Сарат. гос. пед. ин-та, фак. естествознания. 1941. Вып. 7. С. 162 – 173.

ФАКТОРЫ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ МНОГОЛЕТНЮЮ ДИНАМИКУ

- Виноградов Б. В. Основы ландшафтной экологии. М. : Геос, 1998. 418 с.
- Волчанецкий И. Б. К орнитофауне Волжско-Уральской степи // Праці науково-дослідного зоолого-біологічного ін-ту Харків. держ. ун-ту. Сектор екології. 1937. Т. 4. С. 21 – 78.
- Волчанецкий И. Б., Яльцев Н. П. К орнитофауне Приерусланской степи АССР НП // Учен. зап. Саратов. ун-та. 1934. Т. 11, вып. 1. С. 63 – 93.
- Глазовский Н. Ф., Орловский Н. С. Проблемы опустынивания и засух в СНГ. Пути их решения // Проблемы освоения пустынь. 1996. С. 13 – 24.
- Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации за 1996 год. М. : РУССЛИТ, 1997. 88с.
- Гублер Е. В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. М. : Медицина, 1978. 294 с.
- Демьянов В. В., Каневский М. Ф., Савельева Е. А., Чернов С. Ю. Вариография : исследование и моделирование пространственных корреляционных структур // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. М. : ВИНТИ, 1999. Вып. 11. С. 33 – 55.
- Джогман Р. Г. Г., Тер Браак С. Дж. С., Ван Тонгерен О. Ф. Р. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов. М. : Изд-во Россельхозакадемии, 1998. С. 306 с.
- Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь М. : 1953. 152 с.
- Исаков Ю. А. Современное распространение и численность дрофы // Охрана природы и рациональное использование диких животных. М., 1974. Т. 72. С. 143 – 163.
- Исаков Ю. А., Флинт В. Е. Семейство дрофины // Птицы СССР : Курообразные и журавлеобразные. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1987. С. 465 – 502.
- Исаченко А. Г., Шляпников А. А. Природа мира: Ландшафты. М. : Мысль, 1989. 504 с.
- Каневский М. Ф., Демьянов В. В., Савельева Е. А., Чернов С. Ю., Тимонин В. А. Кригинг и базовые модели геостатистики // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. М. : ВИНТИ, 1999. Вып. 11. С. 55 – 68.
- Карта растительности европейской части СССР, м 1 : 2500000. М. : ГУГК, 1979. 6 л.
- Кириков С. В. Промысловые животные, природная среда и человек. М. : Наука, 1966. 348 с.
- Ландшафтная карта СССР, м 1 : 2 500 000. М. : ВСЕГЕИ, 1987. 12 л.
- Лебедева Л. А. Видовой состав и распространение птиц // Вопросы биогеографии Среднего и Нижнего Поволжья. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1968. С. 141 – 159.
- Левшин В. Книга для охотников до звериной и птичьей ловли, также до ружейной стрельбы и содержания певчих птиц. М., 1813. С. 1 – 265.
- Мардиа К., Земрох П. Таблицы F-распределений и распределений, связанных с ними. М. : Наука, 1984. 255 с.
- Новоузенский уезд в естественноисторическом и хозяйственном отношении. Новоузенск : Тип. Новоузен. уездного Земства, 1912. Т. 1. 257 с.; Т. 2. 302 с.
- Опарин М. Л., Кондратенков И. А., Опарина О. С. Численность заволжской популяции дрофы (*Otis tarda*) // Изв. АН. Сер. биол. 2003. № 6. С. 675 – 682.
- Опарина О. С., Опарин М. Л. Динамика населения наземногнездящихся птиц в ходе залежной сукцессии растительности в дерновинно-злаковых степях Заволжья // Поволж. экол. журн. 2006. №2/3. С. 154 – 163.
- Опарина О. С., Хрустов А. В., Опарин М. Л., Земляной В. Л., Боровская Л. Ф., Боровский А. Н. Ревизия численности дрофы в Саратовской области по данным весеннего учета 1997 г. // Проблемы сохранения биоразнообразия аридных регионов России. Волгоград : Изд-во Волгогр. гос. ун-та, 1998. С. 142 – 144.
- Опарина О. С., Опарин М. Л., Хрустов А. В. Современные тенденции изменения численности дроф на токовых участках Заволжья // Поволж. экол. журн. 2008. № 4. С. 317 – 324.
- Отчет отдела животноводства Саратовского областного управления сельского хозяйства. Саратов, 1986. 48 с.

М. Л. Опарин, О. С. Опарина, И. А. Кондратенков, А. Б. Мамаев, В. В. Пискунов

Отчет управления животноводства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Саратовской области. Саратов, 2000. 34 с.

Паевский В. А. Половая структура популяций птиц и ее изменчивость // Зоол. журн. 1993. Т. 72, № 1. С. 85 – 97.

Паллас П. С. Путешествие по разным провинциям Российской империи. СПб.: Изд-во Академии наук, 1773. Т. 1. 447 с.

Паллас П. С. Путешествие по разным провинциям Российской империи. СПб.: Изд-во Академии наук, 1778. Т. 3. 345 с.

Радищев М. А. Материалы к познанию орнитофауны Саратовской губернии // Тр. Саратов. о-ва естествоиспытателей и любителей естествознания. 1903 Т. 4. С. 1 – 129.

Сельскохозяйственное использование и структура почвенного покрова : карта, м 1 : 15 000 000. М. : ГУГК, 1988. 1 л.

Спангенберг Е. П. Отряд дрофы // Птицы Советского Союза. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1951. Т. 2. С. 139 – 166.

Структура посевных площадей. Отчет Саратовского областного управления сельского хозяйства. Саратов, 1986. 59 с.

Структура посевных площадей Саратовской области: отчет Министерства сельского хозяйства и продовольствия Саратовской области. Саратов, 2000. 65 с.

Тарасов А. О. Растительность, зоны, геоботанические районы // Вопросы биогеографии Среднего и Нижнего Поволжья. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1968. С. 7 – 56.

Урбах В. Ю. Математическая статистика для биологов и медиков. М. : Наука, 1963. 324 с.

Хрустов А. В. Дрофа (*Otis tarda* L.) в Саратовской области (численность, биология, охрана) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1989. 21 с.

Чибисов Д. М., Пагурова В. И. Задачи по математической статистике. М. : Изд-во МГУ, 1990. 172 с.

Экологическая карта России Состояние окружающей природной среды, м 1 : 8 000 000 / Ин-т географии РАН. М. : Картография, 1999. 1 л.

Юго-Восток Европейской части СССР. (Природные условия и естественные ресурсы СССР). М. : Наука, 1971. 458 с.

Watzke H., Litzbarski H., Oparina O. S., Oparin M. L. Der Zug Großtrappen *Otis tarda* aus der Region Saratov (Russland) – erste Ergebnisse der Satellitentelemetrie im Rahmen eines Schutzprojectes // Die Vogelwelt. 2001. Bd. 122, № 2. S. 89 – 94.