

УДК 56.074.6(571.151)

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРА БЕСПОКОЙСТВА
НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ
ЗАВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ДРОФЫ (*OTIS TARDA* L.) (OTIDIDAE, AVES)**

**М. Л. Опарин, И. А. Кондратенков, О. С. Опарина,
А. Б. Мамаев, Е. И. Тихомирова**

*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 27.10.16 г.

Статистический анализ влияния фактора беспокойства на формирование пространственной структуры заволжской популяции дрофы (*Otis tarda* L.) (Otididae, Aves). – Опарин М. Л., Кондратенков И. А., Опарина О. С., Мамаев А. Б., Тихомирова Е. И. – В статье исследуется влияние расположения населенных пунктов, железнодорожных магистралей и автомобильных дорог на пространственную структуру заволжской популяции дрофы, исследованной в период с 1998 по 2016 г. на модельной территории в 12000 км², расположенной в южной части саратовского Заволжья. Зону влияния оцениваемого нами фактора беспокойства, обусловленного движением людей и различных наземных транспортных средств по дорогам различного назначения, на территориальное распределение дроф в осенний период времени, можно определить как полосу шириной не менее 300 и не более 500 м с обеих сторон транспортных коммуникаций. Благоприятное влияние на распределение дроф и снижение воздействия фактора беспокойства оказывают защитные лесополосы, созданные вдоль транспортных коммуникаций. Кроме того, поля севооборота с размерностью сторон более 1 км можно считать фактором, компенсирующим беспокойство птиц. Нами установлено, что в саратовском Заволжье из-за больших размеров полей севооборота и значительного развития придорожных и полезащитных лесополос для охраны дрофы не требуется специальных мер по ограничению передвижения людей и транспортных средств по территории, где обитает этот вид.

Ключевые слова: дрофа, фактор беспокойства, транспортные коммуникации, населенные пункты, пространственная структура популяции дрофы, лесополосы, поля севооборота.

Statistical analysis of the disturbance factor influence on the spatial structure formation of the Great Bustard (*Otis tarda* L.) (Otididae, Aves) population in the Trans-Volga region. – Oparin M. L., Kondratenkov I. A., Oparina O. S., Mamayev A. B., and Tikhomirova E. I. - The paper examines the influence of the location of settlements, railroads and highways on the spatial structure of the *Otis tarda* population in the Trans-Volga region studied on a model area of 12,000 km², located in the southern part of the Saratov Trans-Volga region in 1998 – 2016. The zone of influence of our estimated disturbance factor caused by the movement of people and a variety of ground vehicles along roads of various purposes, on the territorial distribution of bustards in the autumn can be located as a 300 – 500 m width band on both sides of the transport communications. Shelter belts created along transport communications render a beneficial effect on the distribution of *O. tarda* and the disturbance influence reduction. Besides, crop rotation fields with the side sizes more than 1 km can be considered a factor to compensate for the birds' anxiety. We have found that in the Saratov Trans-Volga region, because of the large size of crop rotation fields and the significant development of roadside and shelter belts, no special measures are required to protect *O. tarda* as to restrict the movement of people and vehicles on the territory where this species lives.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРА БЕСПОКОЙСТВА

Key words: *O. tarda*, disturbance factor, transport communications, settlements, spatial structure of Great Bustard population, shelter belts, crop rotation fields.

DOI: 10.18500/1684-7318-2016-4-424-433

ВВЕДЕНИЕ

Распашка степей поставила перед многими аборигенными животными, особенно наземными позвоночными, сложную задачу адаптации к происходящим изменениям. Среди ее разных форм важное место занимает способность адекватно реагировать на опасность как естественного, так и антропогенного характера (Владышевский, 2004). На необходимость специального изучения «фактора беспокойства» одним из первых обратил внимание П. Б. Юргенсон (1962). В. Е. Флинт (1983) отметил, что хотя фактор беспокойства постоянно упоминается как один из значимых, однако конкретные данные о величине этой значимости практически отсутствуют. Чаще всего в современной литературе фактор беспокойства рассматривается при анализе причин снижения численности охотничьих животных и наиболее крупных, осторожных видов птиц (особенно журавлей и орлов). Исследованию этого вопроса посвящаются не только отдельные публикации, но и специальные конференции (Нейфельдт, 1974; Галушин, 1980; Березовиков, 1981; Кустов, 1981; Голованова, 1985; Савченко, Емельянов, 1995). Другим направлением исследований по рассматриваемой проблеме является описание птиц антропогенных ландшафтов. При этом в этих работах внимание уделяется также роли фактора беспокойства как одной из основных причин, обуславливающих особенности их населения (Тейхман, Флинт, 1967; Владышевский, 1975; Бобров, 1980; Егорова, Френкина, 1981; Константинов, Бабенко, 1981; Ткаченко, 1984; Некрасов, 1986; Полушкин, 1986; Шибаев, Глущенко, 1988).

Наша статья посвящена изучению влияния факторов беспокойства на пространственную структуру заволжской популяции дрофы (*Otis tarda tarda* L.). В исследованиях посвященных изучению дрофы фактор беспокойства очень часто упоминается как один из основных лимитирующих для этого вида, но конкретные данные кроме отдельных умозрительных заключений практически отсутствуют.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для настоящего исследования послужили данные осенних учетов заволжской популяции дрофы на стационарной модельной территории площадью в 12000 км², выполняемые нами по одной и той же методике с 1998 г. по настоящее время, причем основной состав учетчиков сохранялся постоянным все это время. Учетные работы были выполнены нами в 1998 – 2000 гг., 2011 – 2012 гг., 2014 – 2016 гг. Методика учетов подробно описана нами ранее (Опарин и др., 2003), и в данной статье мы остановимся на ней вкратце.

В 1998 г. учёты проведены в период с 20 по 29 сентября, в 1999 – 2000 гг. – с 15 по 24 сентября. Во все последующие годы они проводились с 15 по 24 сентября, за исключением 2016 г., когда учёты были проведены в период с 05 октября по

14 октября из-за сложившихся погодных условий. В качестве картографической основы использовалась топографическая карта масштаба 1:100000. Система стратификации учётной площади сохранялась на протяжении всего периода обследований. Учёты осуществлялись 6 группами учётчиков на автомобилях. За каждой группой был закреплен фиксированный участок в 2000 км². 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, определяемые при помощи GPS навигаторов. Данные о количестве птиц, при возможности количество ♀♀, ♂♂ и молодых (sad), 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). Во все последующие годы учётные работы выполнялись по той же методике, что и в 1998 – 2000 гг., на той же территории, теми же учётчиками. 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.

Кроме того, нами были использованы материалы маршрутного учета дрофы, проведенные в 2012 г. на всей территории саратовского Заволжья.

Учет проводился на автомобильных маршрутах длиной от 120 до 150 км, проходивших, как правило, по грунтовым дорогам среди сельскохозяйственных угодий. В ходе учета фиксировались радиальные расстояния обнаружения дроф и направления их обнаружения, кроме того, определялись радиальные расстояния вспугивания птиц – под ними понималось расстояние, на котором они взлетали или начинали перемещаться в сторону от учётчиков.

Общая длина учетного хода составила 7644 км, всего в ходе учета было встречено 72 стаи дроф, в которых было подсчитано 689 птиц.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе территориального размещения дроф во всех учетах, проводившихся с 1998 г., за наименьшую единицу области пространства бралась площадка с величиной стороны 5 км. Для определения верхней границы влияния фактора беспокойства, обусловленного интенсивным движением различных наземных транспортных средств, на территориальное распределение дроф в осенний период

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРА БЕСПОКОЙСТВА

времени нами были выделены следующие транспортные коммуникации, проходящие через полигон учета:

- железные дороги;
- часть автомобильных дорог общего пользования регионального значения, связывающих населенные пункты, являющиеся районными центрами, с г. Саратовом и между собой (далее – автомобильные дороги);
- грунтовые автомобильные дороги, связывающие населенные пункты, расположенные вдоль рек Еруслан, Большой и Малый Узени (далее – дороги вдоль рек).

Анализ влияния проводился как в целом для всех транспортных коммуникаций, так и отдельно для каждой выделенной группы.

Сначала были определены буферные зоны, полосы шириной 5 км, расположенные с каждой стороны вдоль указанных выше транспортных коммуникаций. Всего было выделено по 5 таких зон общей шириной 25 км (рис. 1).

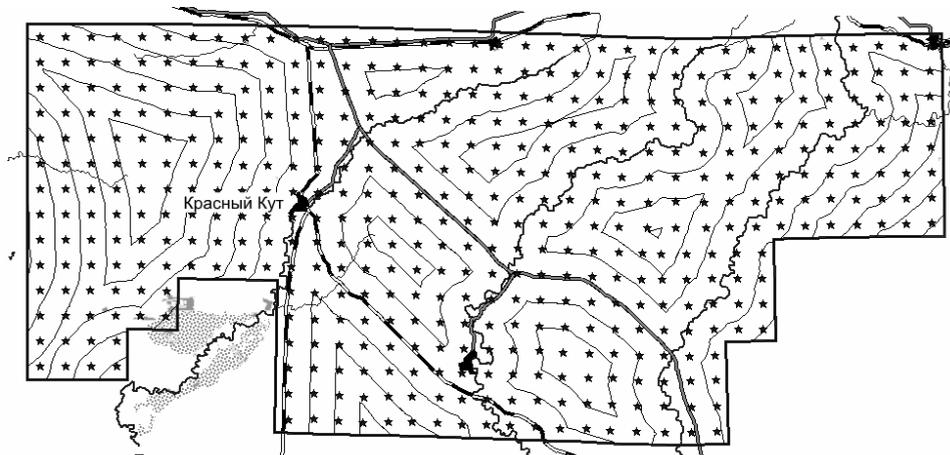


Рис. 1. Расположение 5-километровых буферных зон вдоль всех названных транспортных коммуникаций и центров 5-километровых площадок на модельной территории в саратовском Заволжье

Для проведения анализа было принято следующее: если центр 5-километровой площадки попадал в определенную буферную зону, то все птицы, обнаруженные на данной площадке, относились к этой буферной зоне. Учитывая характер взаимного расположения 5-километровых площадок и выделенных транспортных коммуникаций, а также вероятностный характер обнаружения дроф на каждой 5-километровой площадке, можно утверждать, что число попадающих в определенную буферную зону центров 5-километровых площадок, где были обнаружены дрофы, а также число самих птиц, попадающих в определенную буферную зону, являются случайными величинами. Возможные ошибки, обусловленные тем, что в качестве места обнаружения всех дроф, встреченных на 5-километровых площадках, принимаются центры этих площадок, а не их истинные места обнаружений, будут носить разнонаправленный характер и взаимно погашаться. В связи с чем

при достаточно больших объемах учетных данных, этими ошибками можно пренебречь.

Для анализа были использованы результаты учетных работ 1999, 2011, 2012, 2014, 2015 и 2016 годов.

В ходе дисперсионного анализа определялось, являются ли выделенные буферные зоны фактором, влияющим на среднее число дроф, обнаруживаемых на 5-километровых площадках. В ходе корреляционного анализа выявлялась зависимость плотности населения дроф в различных буферных зонах от их удаления от транспортных артерий. Указанные анализы проводились при помощи программы Statistica 6.0, как в целом для всех вышеуказанных транспортных коммуникаций вместе, так и для каждой их выделенной группы в отдельности.

Результаты, приведенные в табл. 1 и 2, показывают, что такое влияние отсутствует.

Таблица 1

Результаты однофакторного дисперсионного анализа влияния транспортных коммуникаций на количество дроф в разрезе выделенных 5-километровых буферных зон

Группа транспортных коммуникаций	Значение <i>F</i> -критерия	Уровень значимости <i>p</i>
Железные дороги	1.264	0.284
Автомобильные дороги	0.277	0.893
Дороги вдоль рек	1.936	0.103
Всего транспортных коммуникаций	0.590	0.670

Таблица 2

Результаты корреляционного анализа влияния транспортных коммуникаций на количество дроф в разрезе выделенных 5-километровых буферных зон

Группа транспортных коммуникаций	Коэффициент корреляции	Уровень значимости <i>p</i>
Железные дороги	-0.320	0.084
Автомобильные дороги	0.006	0.975
Дороги вдоль рек	0.281	0.133
Всего транспортных коммуникаций	-0.218	0.247

Далее в первой 5-километровой буферной зоне нами были выделены полосы шириной в 1 километр (рис. 2), и аналогичный анализ был проведен уже в отношении километровых зон (табл. 3, 4). Как и в предыдущем случае, влияния изучаемого фактора не выявлено.

Таким образом, в качестве верхней границы влияния фактора беспокойства, обусловленного интенсивным движением различных наземных транспортных средств, на территориальное распределение дроф в осенний период времени можно принять половину ширины выделенной 1-километровой буферной зоны, в противном случае наблюдались бы существенные различия в количестве птиц, обнаруженных в различных буферных зонах.

Для определения нижней границы влияния фактора беспокойства, обусловленного движением людей и различных наземных транспортных средств, на тер-

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРА БЕСПОКОЙСТВА

риториальное распределение дроф в осенний период времени были использованы результаты маршрутного учета дрофы.

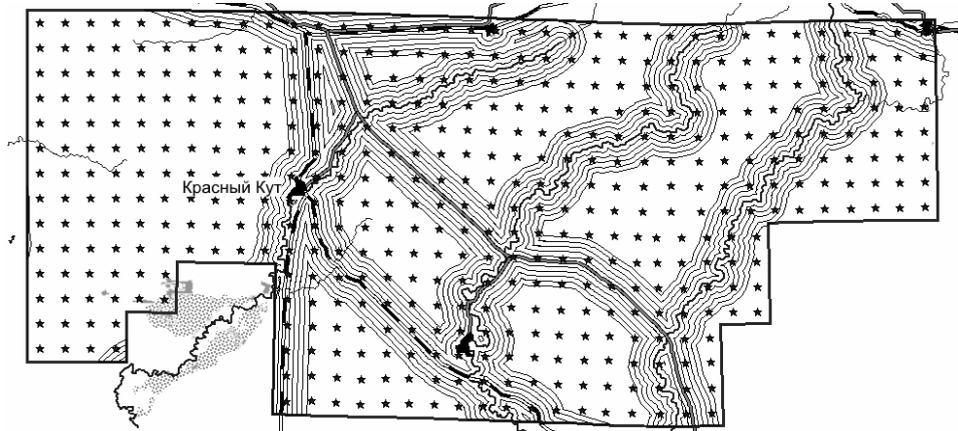


Рис. 2. Расположение 1-километровых буферных зон вдоль всех названных транспортных коммуникаций и центров 5-километровых площадок на модельной территории в саратовском Заволжье

Таблица 3

Результаты однофакторного дисперсионного анализа влияния транспортных коммуникаций на количество дроф в разрезе выделенных 1-километровых буферных зон

Группа транспортных коммуникаций	Значение F -критерия	Уровень значимости p
Железные дороги	1.868	0.123
Автомобильные дороги	0.909	0.465
Дороги вдоль рек	0.844	0.501
Всего транспортных коммуникаций	0.708	0.587

Таблица 4

Результаты корреляционного анализа влияния транспортных коммуникаций на количество дроф в разрезе выделенных 1-километровых буферных зон

Группа транспортных коммуникаций	Коэффициент корреляции	Уровень значимости p
Железные дороги	-0.032	0.867
Автомобильные дороги	0.108	0.569
Дороги вдоль рек	0.063	0.742
Всего транспортных коммуникаций	0.094	0.623

Распределение числа обнаруженных птиц в зависимости от направления обнаружения относительно движения учетчика по маршруту представлено на рис. 3. Направления обнаружения обозначены условно в часах.

Прямо по ходу маршрута было встречено небольшое количество птиц, большинство из них было обнаружено в стороне от него. Это можно объяснить влия-

нием фактора беспокойства, вызванным движением здесь транспортных средств, в процессе сельскохозяйственной и другой деятельности человека, что вынуждает птиц перемещаться в сторону от дорог ближе к центру сельскохозяйственных полей.

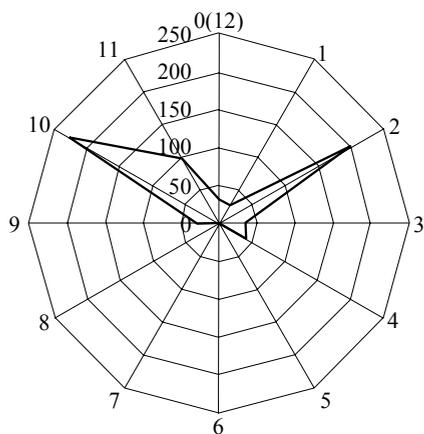


Рис. 3. Распределение числа обнаруженных птиц в зависимости от направления обнаружения относительно движения учетчика по маршруту (направления обнаружения обозначены условно в часах)

перемещением людей и транспортных средств по указанным дорогам.

Ближнюю к линии маршрута сторону полосы с максимальным числом обнаруженных птиц можно принять за нижнюю границу влияния оцениваемого нами фактора беспокойства. Таким образом, зону влияния фактора беспокойства, обусловленного движением людей и различных наземных транспортных средств по

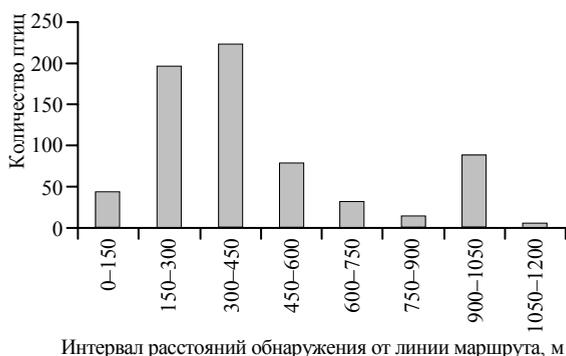


Рис. 4. Гистограмма распределения количества учтенных дроф на автомобильных маршрутах в зависимости от дистанции обнаружения

С целью оценки влияния указанного фактора для всех встреченных птиц были рассчитаны перпендикулярные расстояния от места их обнаружения до линии маршрута. Эти данные представлены в виде гистограммы (рис. 4), на которой высота столбцов обозначает число птиц, обнаруженных в интервале 0 – 150, 150 – 300 и т.д. м от линии маршрута. Из данных, представленных на рис. 4, следует, что по мере удаления от линии маршрута наблюдается возрастание числа обнаруживаемых дроф до интервала 300 – 450 м, затем оно начинает убывать. Последнее связано с недоучетом птиц, которое нарастает по мере увеличения расстояния их обнаружения. Что касается увеличения числа птиц, обнаруженных по мере удаления от линии маршрута, то, безусловно, это влияние периодического вспугивания птиц, вызванного

дорогам различного назначения, на территориальное распределение дроф в осенний период времени можно определить как полосу шириной не менее 300 м и не более 500 м с обеих сторон транспортных коммуникаций.

Это полностью согласуется с данными о влиянии движения учетчиков на поведение дроф; при критическом приближении к ним птицы, как правило, взлетали, дистанция вспугивания составляла от 200 до 800 м, в среднем – 353 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сельскохозяйственные угодья представляют собой специфическую среду обитания для птиц, по многим показателям существенно отличающуюся от той, с которой им приходится сталкиваться в природе. Дело в том, что в антропогенном ландшафте фактор беспокойства особенно ощутим, поскольку это объясняется, во-первых, высокой плотностью населенности таких районов людьми, во-вторых, открытой местностью, изрезанной дорогами, где птицы вынуждены концентрироваться на ограниченных участках, пригодных для кормления и укрытия (Голованова, 1985). Здесь затраты времени на оборонительное поведение против человека часто становятся основным фактором, определяющим возможности использования этих местообитаний теми или иными видами позвоночных. Следует отметить, что ограничивающее воздействие беспокойства прямо пропорционально осторожности птиц. Зависит же осторожность как от частоты преследования естественными врагами, так и от форм и интенсивности антропогенных воздействий (Владышевский, 1975).

В настоящей работе мы изучали зависимость пространственной структуры заволжской популяции дрофы от расположения транспортных магистралей и грунтовых дорог, связывающих сельские населенные пункты. Нами было установлено, что зоной комфортного обитания дроф в осенний период времени, можно считать территорию, удаленную более чем на 500 м от транспортных коммуникаций, в первую очередь федеральных, региональных и внутрирайонных автомобильных дорог и дорог сельскохозяйственного назначения. Отсюда следует, что наличие сельскохозяйственных полей с размерностью сторон более 1 км можно считать фактором, благоприятно влияющим на состояние популяции дрофы и существенно снижающим воздействие фактора беспокойства. Выявленный нами невысокий уровень влияния фактора беспокойства, вызванного интенсивным движением транспорта по автомобильным дорогам, можно объяснить наличием ветрозащитных лесополос, созданных вдоль этих дорог, что значительно снижает визуальное восприятие птицами объектов, вызывающих тревогу. Что касается железных дорог, то, по нашему мнению, они вообще не влияют на территориальное распределение дроф в осенний период времени.

Рассчитанная нами на основе репрезентативных полевых данных дистанция испугивания для дроф заволжской популяции составила в среднем около 350 м и располагалась в пределах от 200 до 800 м.

Настоящая работа имеет практическое значение для оценки негативных воздействий на состояние популяции дрофы, возникающих при строительстве железных и автомобильных дорог различного назначения, объектов добычи углеводородного сырья, площадных и линейных, а также и других объектов, связанных с интенсивным передвижением людей и транспортных средств.

Что касается саратовского Заволжья в целом, то преобладание здесь сельскохозяйственных полей больших размеров и значительное развитие придорожных и полезащитных лесополос создают благоприятную обстановку, не требующую в настоящее время принятия специальных мер по ограничению передвижения людей и транспортных средств по территории, где обитает этот вид.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-05-00488) и Программы Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем. Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» (проект № 0109-0026).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Березовиков Н. Н.* Гнездование журавля-красавки на полях // Охота и охотничье хозяйство. 1981. № 9. С. 10 – 11.
- Бобров Г. С.* Использование северной части Волжско-Ахтубинской поймы в качестве мест отдыха и влияние рекреационных нагрузок на природные комплексы // Антропогенное влияние на экосистемы. Волгоград : Изд-во Волгогр. гос. пед. ин-та, 1980. С. 153 – 160.
- Виноградов Б. В.* Основы ландшафтной экологии. М. : Геос, 1998. 418 с.
- Владышевский А. Д.* Значение фактора беспокойства для диких птиц и млекопитающих : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2004. 23 с.
- Владышевский Д. В.* Птицы в антропогенном ландшафте. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1975. 200 с.
- Галушин В. М.* Современное состояние численности дневных хищных птиц в европейской части СССР // Экология, география и охрана птиц. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. С. 156 – 167.
- Голованова Э. Н.* Птицы в антропогенном ландшафте // Охота и охотничье хозяйство. 1985. № 4. С. 14 – 15.
- 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.
- Джозман 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. 306 с.
- Егорова С. А., Френкина Г. И.* Население птиц и размещение их гнезд в лесах с разным антропогенным воздействием // Фауна Верхневолжья, ее охрана и использование. Калинин : Изд-во Калинин. гос. ун-та, 1981. С. 72 – 90.
- 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.
- Константинов В. М., Бабенко В. Г.* Зимняя фауна и население птиц антропогенных ландшафтов центрального района европейской части СССР // Фауна Верхневолжья, ее охрана и использование. Калинин : Изд-во Калинин. гос. ун-та, 1981. С. 45 – 72.
- Кустов Ю. И.* Особенности экологии орла-могильника // Гнездовая жизнь хищных птиц. Пермь : Изд-во Перм. гос. пед. ин-та, 1981. С. 71 – 74.
- Мардиа К., Земроч П.* Таблицы F-распределений и распределений, связанных с ними. М. : Наука, 1984. 256 с.
- Нейфельдт И. А.* Стерх // Охота и охотничье хозяйство. 1974. № 4. С. 26 – 27.
- Некрасов Е. С.* О зимней орнитофауне Свердловска // Фауна позвоночных Урала и сопредельных территорий. Свердловск : Изд-во «Уральский рабочий», 1986. С. 109 – 113.
- Опарин М. Л., Кондратенков И. А., Опарина О. С.* Численность заволжской популяции дрофы (*Otis tarda* L.) // Изв. РАН. Сер. биол. 2003. № 6. С. 675 – 682.
- Полушкин Д. М.* Трансформация населения птиц пригородной зоны заповедника «Столбы» под воздействием рекреации // Изучение птиц СССР, их охрана и рациональное

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРА БЕСПОКОЙСТВА

использование : тез. докл. 1-го съезда Всесоюз. орнитол. о-ва и IX Всесоюз. орнитол. конф. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1986. Ч. 1. С. 157 – 158.

Савченко А. П., Емельянов В. И. Видовой состав и численность гусей на основных путях пролета // Природа и хозяйство Красноярского края. Красноярск, 1995. С. 63 – 66.

Тейхман А. Л., Флинт В. Е. Новые данные об орнитофауне Измайловского парка // Животное население Москвы и Подмосковья : материалы совещ. М. : Изд-во МГУ, 1967. С. 89 – 91.

Ткаченко А. А. Характеристика орнитофауны города Житомира // Птицы и урбанизированный ландшафт / Ин-т зоологии и паразитологии АН ЛитССР. Каунас, 1984. С. 133 – 134.

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

Флинт В. Е. Современные аспекты охраны хищных птиц // Охрана хищных птиц : материалы I совещания по экологии и охране хищных птиц Москвы. М. : Изд-во МГУ, 1983. С. 3 – 7.

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

Шибяев Ю. В., Глуценко Ю. Н. Состояние популяции японского (*Grus japonensis* P. L. S. Muller) и даурского (*Grus vipio* Pallas) журавлей на Приханканской равнине в 1986 г. // Журавли Палеарктики / Биолого-почвенный ин-т. Владивосток, 1988. С. 184 – 187.

Юргенсон П. Б. Роль фактора беспокойства в экологии зверей и птиц // Зоол. журн. 1962. Т. 73, вып. 7. С. 1056 – 1060.