



Check for updates

<https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2025-17-4-654-669>  
<https://zoobank.org/References/2E30FC8F-C3A3-4F4A-8C6E-6A6761BC9D86>

УДК 598.292.2

## Данные о гнездовом поведении и питании сорокопутов Дальнего Востока, полученные с применением метода видеорегистрации

Т. В. Гамова<sup>✉</sup>, С. Г. Сурмач, Т. А. Сватко

ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр-т 100-летия Владивостока, д. 159,  
690022, г. Владивосток, Россия

### Сведения об авторах

Гамова Татьяна Владимировна  
E-mail: [birdsdv@mail.ru](mailto:birdsdv@mail.ru)  
SPIN-код: 7751-7050  
ResearcherID: L-3275-2016  
ORCID: 0000-0003-4771-8784

Сурмач Сергей Григорьевич  
E-mail: [ussuriland@mail.ru](mailto:ussuriland@mail.ru)  
SPIN-код: 3264-8899  
Scopus Author ID: 26423339100  
ResearcherID: P-6145-2016  
ORCID: 0000-0002-2250-0546

Сватко Татьяна Алексеевна  
E-mail: [limian85@gmail.com](mailto:limian85@gmail.com)  
SPIN: 3804-3309

**Аннотация.** Получены данные о режиме обогрева кладок, кормлении птенцов, составе кормовых объектов у трех видов сорокопутов (сибирский жулан *Lanius cristatus*, тигровый *Lanius tigrinus* и клинохвостый *Lanius sphenocercus* сорокопуты) с применением метода видеонаблюдений за гнездами. Среди трех видов сорокопутов у сибирского жулана питание было самым разнообразным (20 типов кормовых объектов). Основными кормовыми объектами взрослых птиц и птенцов были пауки — 35,7 %, гусеницы — 34,5 % и прямокрылые — 19,6 %. Позвоночные животные (ящерицы, их яйца и лягушки) составляли в среднем не более 3 %. У тигрового сорокопута в питании идентифицировано 11 типов кормов, среди них также преобладали гусеницы (34,6 %), прямокрылые (27,6 %) и пауки (23,7 %), позвоночные животные в питании птенцов отсутствовали. У клинохвостого сорокопута обнаружено 9 типов объектов питания, наибольший процент встречаемости составили жуки (21,9 %) и пауки (14,5 %), а в гнезде незадолго до вылета птенцов кормили в основном мясом мышей (45,8 %).

**Права:** © Авторы (2025). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY 4.0.

**Ключевые слова:** питание, сибирский жулан, тигровый сорокопут, клинохвостый сорокопут, гнездовое поведение, видеонаблюдение, Дальний Восток

# Data on nesting behaviour and diet of Far Eastern shrikes obtained through video recording

T. V. Gamova<sup>✉</sup>, S. G. Surmach, T. A. Svatko

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, 159 Stoletiya Vladivostoka Ave., 690022, Vladivostok, Russia

## Authors

Tatiana V. Gamova

E-mail: [birdsdv@mail.ru](mailto:birdsdv@mail.ru)

SPIN: 7751-7050

ResearcherID: L-3275-2016

ORCID: 0000-0003-4771-8784

Sergey G. Surmach

E-mail: [ussuriland@mail.ru](mailto:ussuriland@mail.ru)

SPIN: 3264-8899

Scopus Author ID: 26423339100

ResearcherID: P-6145-2016

ORCID: 0000-0002-2250-0546

Tatiana A. Svatko

E-mail: [limian85@gmail.com](mailto:limian85@gmail.com)

SPIN: 3804-3309

**Abstract.** Using the data collected from 2010 to 2018, we studied the nesting behavior and diet of three shrike species: Brown shrike (*Lanius cristatus*), Tiger shrike (*Lanius tigrinus*), and Chinese grey shrike (*Lanius sphenocercus*). The focus on shrike feeding ecology is motivated by their distinctive trophic behaviour, their accessibility for research, and the poor knowledge of their diet's quantitative and qualitative composition, particularly for the Tiger shrike. This work describes the spectrum and quantitative ratio of food consumed by shrikes in summer, considering local-geographical and age-related differences. In all three species, males participated to varying degrees in feeding females and nestlings but did not incubate eggs or brood nestlings. The highest feeding intensity was recorded in the Brown shrike during the period of feeding nestlings of all ages (up to 19 deliveries per hour), nearly double that of the other two species (9–13 deliveries per hour). During egg-laying and incubation, the primary food items for female Brown shrikes (12 items total) were spiders (36–42 %), caterpillars (30–32 %), and orthopterans (13–26 %). The nestling diet was more diverse (20 items), but was also dominated by caterpillars (41 %) and spiders (30 %). Vertebrates (lizards, their eggs, and frogs) constituted no more than 3 % on average. In the Tiger shrike, 11 food types were identified for both adults and nestlings, with caterpillars (35 %), orthopterans (28 %), and spiders (24 %) predominating; vertebrates were absent from the nestling diet. In the Chinese grey shrike, 9 food types were found; beetles (22 %) and spiders (15 %) had the highest frequency of occurrence, and nestlings were fed primarily with mouse meat (46 %) shortly before fledging.

**Keywords:** food, Brown shrike, Tiger shrike, Chinese grey shrike, nesting behavior, video recording, Far East

**Copyright:** © The Authors (2025). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under CC BY License 4.0.

## Введение

В настоящее время одной из основных задач НИР лаборатории ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН является изучение экологии, поведения и систематики птиц с использованием современных высокотехнологичных методов и подходов. Одним из современных и перспективных методов изучения в орнитологии является применение методов видео- и аудиoreгистрации.

Многие группы видов из-за скрытного образа жизни, способа устройства гнезд (дуплогнездники, виды, гнездящиеся в густой растительности) являются трудными объектами для изучения. Многие аспекты их биологии (гнездовая биология, внутривидовые отношения птиц и их взаимодействия с другими видами животных, в том числе с хищниками, вокальный репертуар, используемый возле гнезд) остаются вне поля зрения специалистов. Для работы с

такими видами требуется применение специального оборудования и методов дистанционных видеонаблюдений и съемки. Видеокамеры, установленные в непосредственной близости от гнезд, позволяют фиксировать и записывать информацию о гнездовой активности птиц, которую невозможно получить при обычных визуальных наблюдениях. Возможность использования видеокамер на протяжении нескольких суток, в том числе в ночное время и в любую погоду, дает ценную информацию и существенно минимизирует человеческий фактор беспокойства.

В настоящее время получен обширный (более восьми тысяч часов видеозаписи) видеоматериал о 103 видах птиц. Систематизация полученного материала начата с 2008 г., данные о видах птиц, находящихся под наблюдением, помещены в журнал видеосъемок в формате Excel. По данным, полученным в 2010–2018 гг., нами изучал-

ся репертуар, структурные и функциональные особенности звуковых сигналов и сопровождающего их гнездового поведения и питания у трех видов сорокопутов — сибирского жулана, тигрового и клинохвостого. Внимание к изучению особенностей питания сорокопутов обусловлено их специфическим трофическим поведением и доступностью для проведения исследований, а также слабой изученностью количественного и качественного состава питания, особенно для тигрового сорокопута. Цель настоящей работы — характеристика спектра и количественного соотношения кормов, потребляемых сорокопутами в летний период, с учетом локально-географических и возрастных различий. Основные задачи настоящего исследования: 1) изучить состав питания и режим кормления взрослых и птенцов методом определения объектов питания со стоп-кадрами видеозображения; 2) проанализировать литературные данные по питанию исследуемых видов птиц и сравнить их с результатами настоящего исследования.

### **Материал и методы исследования**

Исследования проводили в окрестностях нескольких населенных пунктов Приморского края и на о. Сахалин в 2010–2018 гг.: гнездовые биотопы сибирского жулана находились в Спасском районе (села Гайворон и Сосновка), в Хасанском районе (пос. Хасан), на побережье Лунского залива и залива Чайво (северо-восточное побережье о. Сахалин), тигрового сорокопута — в Пограничном р-не (с. Барбаш-Левада), клинохвостого сорокопута — в Уссурийском ГО (с. Пуциловка). Под наблюдением находились шесть гнезд сибирского жулана — четыре из Приморского края и два с о. Сахалин, по два гнезда тигрового и клинохвостого сорокопутов. Кроме того, авторами получены данные из визуальных наблюдений за 20 гнездами сибирского жулана в Хасанском районе.

С целью изучения гнездовой биологии сорокопутов в 1–2 м от гнезд устанавливались видеокамеры Sony FX7, Sony HDR-

XR550 и Canon XL. Продолжительность непрерывной видеосъемки для каждого гнезда составила 1–3 суток (включая ночное время). Всего с полученных стоп-кадров визуализировано 790 объектов питания для сибирского жулана (174,6 часа видеозаписей), 181 — для тигрового сорокопута (125,2 часа) и 82 — для клинохвостого сорокопута (70,1 часа).

### **Результаты исследований и их обсуждение**

#### **Места обитания и устройства гнезд, сроки гнездования**

В Приморском крае сибирский жулан — обычный, в подходящих местообитаниях многочисленный гнездящийся перелетный вид. В большей степени вид приурочен к участкам со слабо выраженным рельефом, в частности к речным долинам и обширным низменностям, при этом селится на опушках, в редколесье и в кустарниках, не проникая в горные районы. Кроме того, гнездится по окраинам и заросшим участкам дачной и частной застройки, а также среди диффузных населенных пунктов. В небольшом числе гнездится в разреженных слабоградиентных сопковых дубняках и в разреженных широколиственных лесах (Глущенко и др. 2016).

Гнезда, находившиеся под наблюдением, располагались как на земле (в багульнике сухой лиственнично-багульниковой мари на о. Сахалин) и вблизи ее поверхности (в ивовом подросте сухого разнотравно-кустарникового луга на месте заброшенных полей), так и на высоте 2,5 м (на боковых ветвях боярышника *Crataegus sp.* на опушке дубняка) в южном и центральном Приморье. Гнездовой период сибирского жулана растянут со второй половины мая до конца августа. В полной кладке обычно 4–8 яиц (Воробьев 1954; Назаров 2004; Глущенко и др. 2006). По нашим данным, насиживает ♀ в течение 13–16 суток, а птенцы оставляют гнездо на 13–16-й день после вылупления.

Тигровый сорокопут — редкий, спорадично распространенный гнездящийся перелетный вид, населяющий южные и

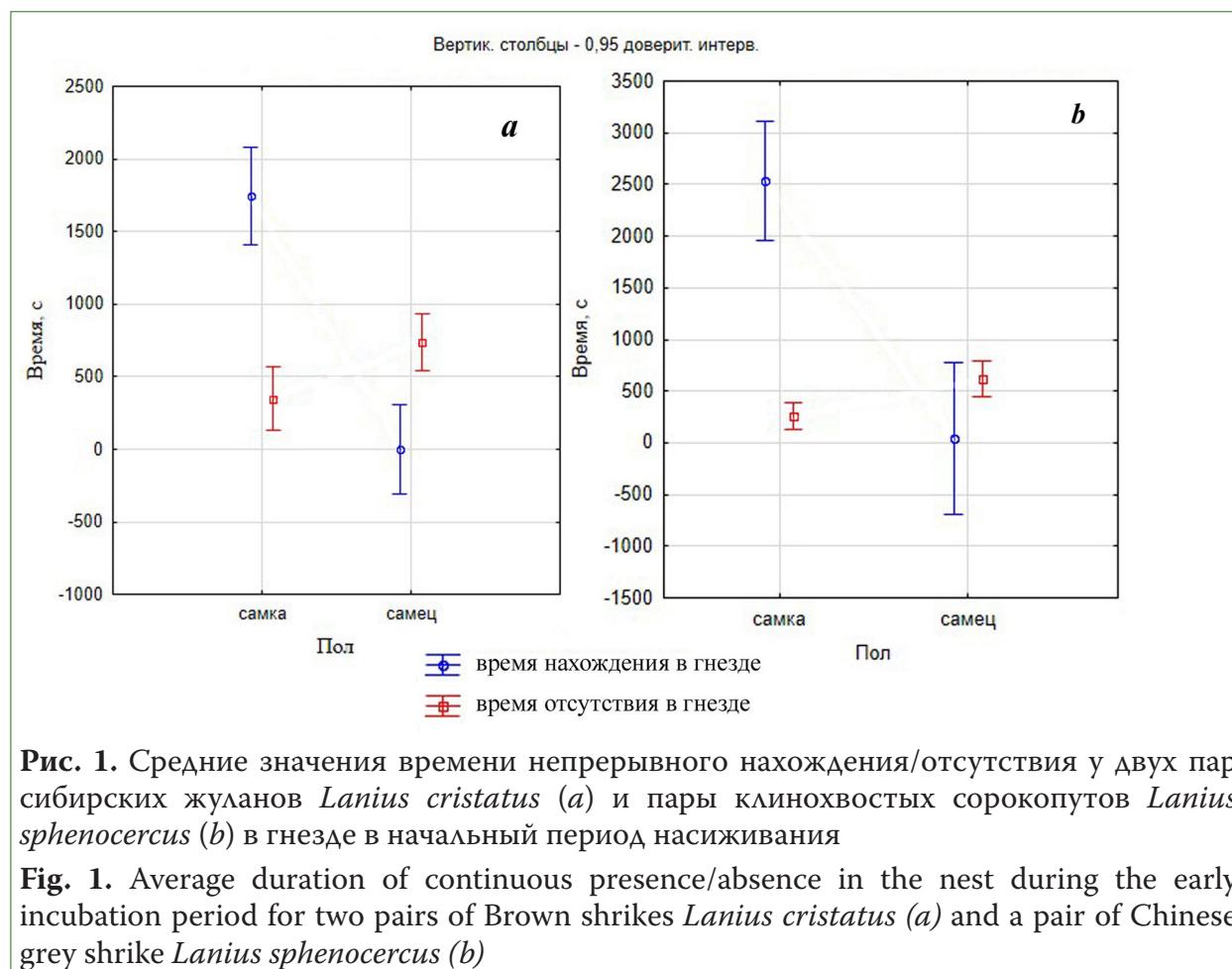
юго-западные районы Приморского края (Глущенко и др. 2023а). На юго-западе Приморского края, в бассейне реки Комиссаровка, тигровые сорокопуты населяют разреженные ильмовые и дубовые леса, как в долине реки, так и на прилегающих пологих склонах (Нечаев 1971). Гнезда, находившиеся под наблюдением в пойме реки Комиссаровки, были построены на высоте 1,2–3 м, на боковых ветвях ильма *Ulmus sp.* и жимолости Маака *Lonicera maackii* в древесно-кустарниковом редколесье. Гнездовой период тигрового сорокопута длится с начала июня до конца июля, а у отдельных птиц он заканчивается только в августе. По нашим данным и данным разных авторов, в полной кладке 4–7 яиц, насиживает ♀ в течение 15–16 суток. Молодые покидают гнездо в возрасте 15–16 суток (Нечаев 1971; Панов 1973).

Клинохвостый сорокопут — редкий гнездящийся, кочующий и зимующий вид, населяющий южные, юго-западные

и западные районы Приморского края. Населяет редколесья, придерживаясь открытых, а часто почти безлесных территорий, включая перелески и полезащитные лесополосы среди сельскохозяйственных угодий, залежей и вдоль грунтовых дорог (Глущенко и др. 2023б). Наблюдавшиеся гнезда находились на отдельных деревьях дуба монгольского *Quercus mongolica* среди разнотравно-кустарниковых зарослей. Гнездовой период клинохвостого сорокопута растянут с конца марта до начала июля. По нашим данным и данным разных авторов, полные кладки содержат от трех до девяти яиц, чаще от шести до восьми яиц. ♀ насиживает кладку 16–19 дней, птенцы покидают гнезда на 19–22 сутки (Глущенко и др. 2023с).

#### **Режим обогрева кладок, питание взрослых птиц**

У сибирского жулана в нашем исследовании лишь в трех гнездах ♂ кормили ♀ на гнезде, в остальных случаях кормление



**Рис. 1.** Средние значения времени непрерывного нахождения/отсутствия у двух пар сибирских жуланов *Lanius cristatus* (a) и пары клинохвостых сорокопутов *Lanius sphenocercus* (b) в гнезде в начальный период насиживания

**Fig. 1.** Average duration of continuous presence/absence in the nest during the early incubation period for two pairs of Brown shrikes *Lanius cristatus* (a) and a pair of Chinese grey shrike *Lanius sphenocercus* (b)

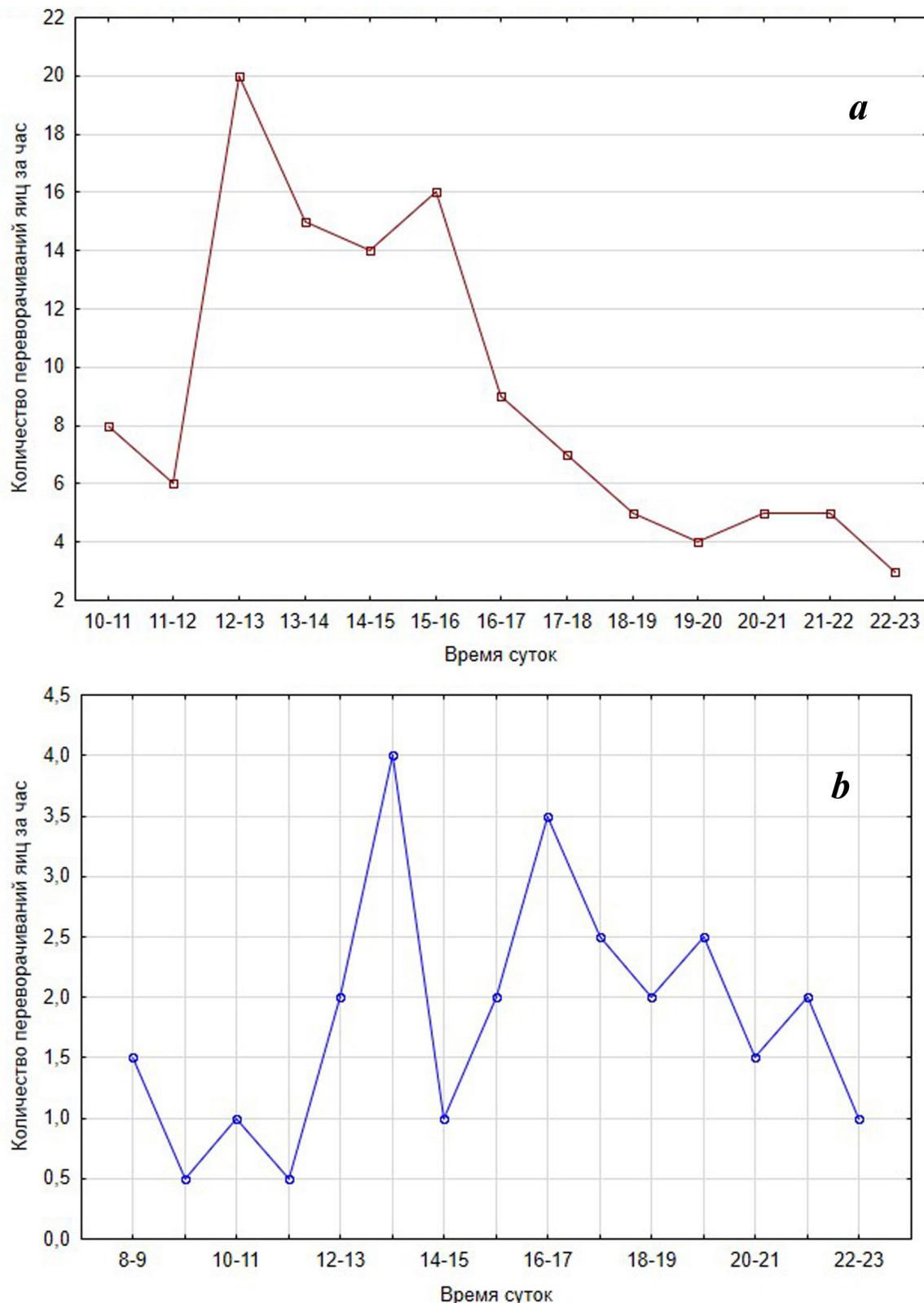


Рис. 2. Интенсивность проветривания кладки у сибирского жулана *Lanius cristatus* (а) и клинохвостого сорокопута *Lanius sphenocercus* (б) в период насиживания

Fig. 2. Clutch ventilation intensity in the Brown shrike *Lanius cristatus* (a) and Chinese grey shrike *Lanius sphenocercus* (b) during the incubation period

происходило за пределами поля зрения камеры. Самцы не участвовали в насиживании. В период откладки яиц и достраивания гнезда в одном из гнезд ♂ приносил самке корм в среднем каждые 12 минут (с интервалом 120–2400 ( $741 \pm 128$ ) секунд,  $N = 23$ ),  $3,7 \pm 0,8$  прилетов с кормом за час ( $N = 9$ ). Однократное время нахождения ♀ в гнезде в среднем составляло 30 минут ( $60\text{--}3000 (1820 \pm 321)$  секунд,  $N = 9$ ), а время отсутствия в гнезде — 18 минут ( $240\text{--}4200 (1080 \pm 399)$  секунд,  $N = 9$ ). В период откладки яиц нами отмечено три вида кормовых объектов ( $N = 31$ ): пауки — 41,9 %, гусеницы чешуекрылых — 32,3 % и прямокрылые — 25,8 %.

На начальном этапе насиживания полной кладки время непрерывного однократного нахождения ♀ в гнезде сходно с таковым в период откладки яиц, при сокращении времени отлучек. Это, видимо, связано с риском паразитизма кукушками (*Ciculus micropterus*). Так, на 1–4 дни насиживания ♀ обогревала кладку в среднем по 29 минут ( $2\text{--}7980 (1747 \pm 250)$  секунд), отлучаясь на 6 минут ( $11\text{--}3600 (350 \pm 79)$  секунд,  $N = 46$ ) (рис. 1 а). ♂ приносил ей корм каждые 12 минут (с интервалом 60–3660 ( $737 \pm 119$ ) секунд,  $N = 55$ ),  $5 \pm 0,5$  прилетов за час ( $N = 29$ ), оставаясь в гнезде не более чем на 1 секунду.

Всего для ♀ в период насиживания отмечено 12 видов кормовых объектов ( $N = 67$ ), из которых преобладали пауки (35,8 %), гусеницы, преимущественно пядениц (29,9 %), и прямокрылые (кузнечики и кобылки) — 13,4 %. Остальные насекомые (двукрылые, стрекозы, цикады, бабочки, осы, жуки), ящерицы (корейская долгохвостка *Tachydromus wolteri*) и их яйца составляли не более 1,5–4,5 %.

На 10–16 дни насиживания ♀ насиживала кладку в среднем непрерывно по 26 минут ( $24\text{--}7080 (1578 \pm 354)$  секунд), отлучаясь на 4 минуты ( $13\text{--}840 (246 \pm 36)$  секунд,  $N = 31$ ).

Во время нахождения в гнезде ♀ регулярно проветривала кладку (в среднем  $9 \pm 1,5$  раз/час,  $N = 13$ ), привставая и по-

ворачивая яйца. Наиболее активно (до 20 раз/час) это происходило в самое жаркое время суток, с 12 до 16 часов (рис. 2 а), наименее активно — ночью (1–3 раза, в среднем  $2 \pm 0,3$  раз/час,  $N = 7$ ). С вылуплением птенцов ♀ продолжает переворачивать невылупившиеся яйца, но с меньшей интенсивностью — до 13 раз/час (в среднем  $7 \pm 1,5$  раз/час,  $N = 8$ ).

Изредка ♀ ловила насекомых и пауков прямо с гнезда.

У тигрового сорокопута в насиживании яиц участвует только ♀, поэтому в период инкубации она почти не покидает гнездо, а ♂ кормит ее 1–2 раза в час (Нечаев 1971; Панов 2008). Мы не располагаем данными о насиживании кладки у тигрового сорокопута, но в гнезде с недавно вылупившимися птенцами и яйцами ♀ однократно проводит по 25 минут ( $60\text{--}3900 (1507 \pm 120)$  секунд,  $N = 66$ ), а время отсутствия в среднем составляет 9 минут ( $41\text{--}3480 (510,7 \pm 215,7)$  секунд,  $N = 15$ ). При этом ♂ находится в гнезде не более 3 минут ( $0\text{--}180 (23 \pm 4,7)$  секунд,  $N = 66$ ). ♀ регулярно (в среднем  $2,6 \pm 0,8$  раз/час,  $N = 16$ ) проветривает кладку и охлаждает птенцов, наиболее интенсивно (до 12 раз) в 6–7 и 14–17 часов. ♀ изредка ловила насекомых (мух) с гнезда.

В начальный период насиживания (1–4 дни) ♀ клинохвостого сорокопута не покидала гнездо более чем на несколько минут для предотвращения перехлаждения яиц (в наблюдаемые сроки, 20–23 апреля днем были сильные ветры, а ночью температура понижалась до  $2^{\circ}\text{C}$ ). ♂ обеспечивал ее кормом, принося его с частотой 0–5 ( $1,6 \pm 0,3$ ,  $n = 18$ ) прилетов в час. Нами не было отмечено ни одной попытки самца подменить самку на гнезде. В отсутствие ♀ он сидел на краю гнезда по 5–120 ( $42,8 \pm 7,2$ ,  $N = 18$ ) секунд. Непрерывное время обогрева кладки самкой клинохвостого сорокопута составило 48 минут ( $13\text{--}9092 (2898 \pm 421)$ ,  $N = 32$  секунды), в то время как у сибирского жулана и тигрового сорокопута самки в среднем находились в гнездах по 28 и 25 минут (в гнездах с 1-суточными птенцами) соответственно. Клад-

ка оставалась без обогрева не более 4 минут (2–1194 (237,5 ± 48,8) секунды), когда птицы удалялись за кормом или отгоняли сорок (рис. 1 b). ♀ регулярно проветривала кладку (в среднем 1,8 ± 0,3 раз/час, N = 15), привставая и поворачивая яйца, наиболее активно (до 4 раз/час) в обеденное время — в 13–16 часов (рис. 2 b).

Мелкие объекты питания (насекомые, пауки), приносимые самцом, поедаются самкой непосредственно на гнезде, при этом ♀ не покидает лотка, реже ест на краю гнезда. Более крупные объекты (мышевидные грызуны — от небольших фрагментов до ½ тушки), которые птица не в состоянии проглотить целиком, поедаются вне гнезда. ♀ при этом перемещается на кормовое дерево и там расправляет с пищей. Эта процедура занимает от 15 секунд до 4 минут (в среднем в пределах одной минуты). ♂ в течение нескольких секунд после передачи корма находится у гнезда. В случае, если ♀ улетает с кормом, он может задержаться дольше обычного, дожидаясь возвращения ♀ на гнездовой участок, но никогда не пересекается с нею на гнезде.

#### **Режим выкармливания и обогрева птенцов**

После вылупления птенцов ♀ продолжают большую часть времени проводить в гнездах, так как ♂ не участвуют в обогреве птенцов (рис. 3). При этом среднее время непрерывного нахождения самок в гнезде наибольшее у клинохвостого сорокопута из-за ранних сроков вылупления птенцов (18–23 мая) в сравнении с сибирским жуланом и тигровым сорокопутом (19 июня — 20 июля). В жаркие часы ♀ охлаждают маленьких птенцов, привставая над ними и расправляя крылья. У сибирского жулана это происходит с периодичностью 11 ± 2 раз/час (N = 8), а у тигрового сорокопута 2,5 ± 0,6 раз/час (N = 15).

В первые дни после вылупления птенцов ♂ передают корм самке, а та отдает его птенцам. В дальнейшем выводок кормят оба родителя: у сибирского жулана и тигрового сорокопута — с 2-суточного возраста птенцов, но изредка ♂ отдает корм

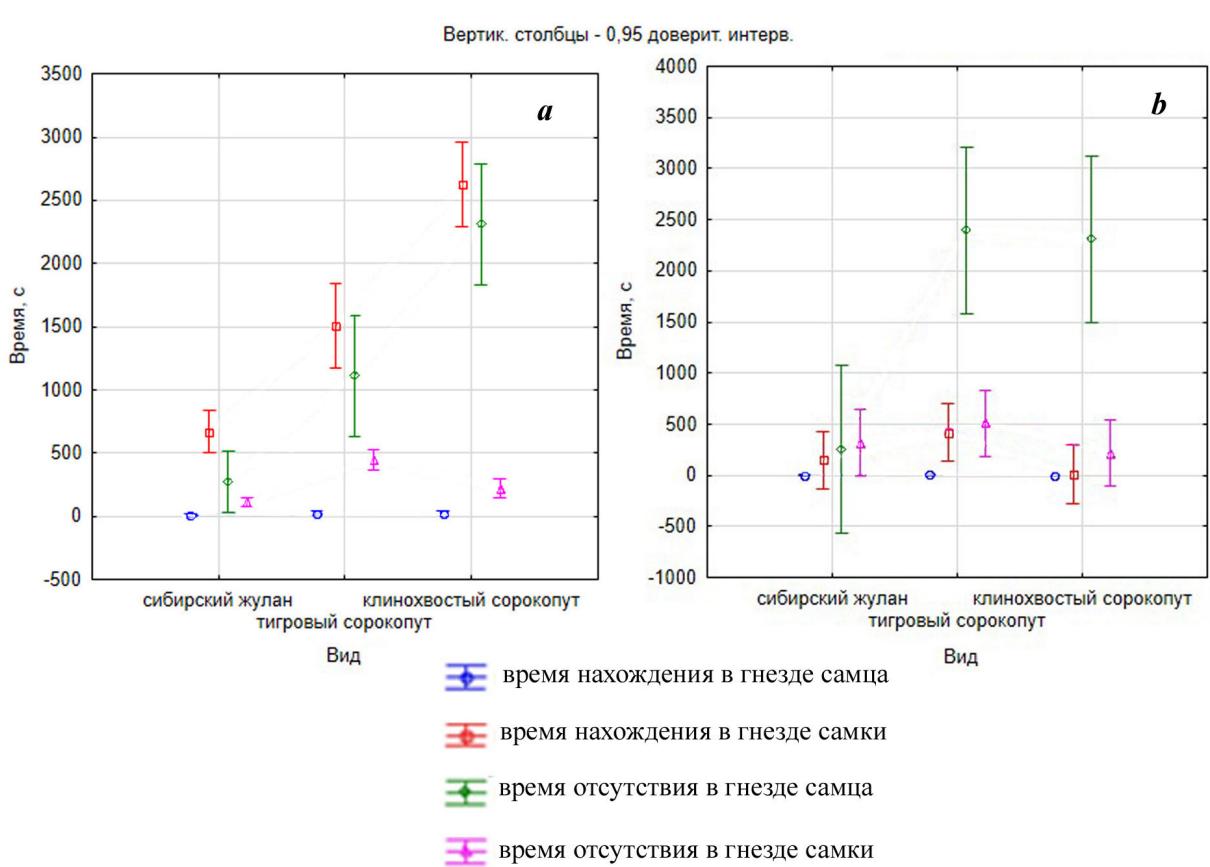
и 1-суточным птенцам, если птицы прилетают с кормом одновременно. Принесенный для маленьких птенцов корм родители часто пытаются скормить в течение нескольких минут, предлагая его разным птенцам и издавая кормовые позывки. В случаях отказа принять пищу ♂ съедает корм или отдает его самке, а та после нескольких неудачных попыток съедает корм сама. У клинохвостого сорокопута ♀ начинает приносить корм, наоборот, позже самца, с 6–11-суточного возраста птенцов. Помет у маленьких птенцов родители не выносят, а съедают. Если размер пищи, приносимой сибирским жуланом, был избыточным для птенцов, ♀ съедала его сама или улетала, чтобы разделать его на кусочки, подходящие для скармливания птенцам. Для сибирского жулана известен случай, когда при гибели ♀ птенцов, которые впоследствии успешно покинули гнездо, с трехдневного возраста согревал и кормил только ♂ (Винтер, Мысленков 2011).

По мере роста птенцов ♀ проводят в гнезде с 6–8-суточными птенцами гораздо меньше времени, присоединяясь к активному выкармливанию (рис. 3 b).

Графики суточной активности выкармливания у трех видов сорокопутов различаются. В гнездах с птенцами разных возрастов пики количества прилетов взрослых с кормом приходятся на разное время: в 6–7 часов у сибирского жулана и тигрового сорокопута (19 и 9 прилетов в час), в 8–9 часов у клинохвостого сорокопута (10 прилетов в час); вторые пики в 11–12 часов у клинохвостого сорокопута (13 прилетов в час), в 14–15 часов у сибирского жулана (17 прилетов в час) и в 18–21 час у тигрового сорокопута (9 прилетов в час). Наибольшая интенсивность выкармливания отмечена у сибирского жулана при выкармливании птенцов всех возрастов (рис. 4, 5).

#### **Кормовые объекты гнездовых птенцов**

Сорокопуты отлавливают добычу, выискивая ее с открыто расположенных присад — вершин деревьев и высоких кустарников, телеграфных столбов и стогов сена на высоте до 30 м, или собирают на



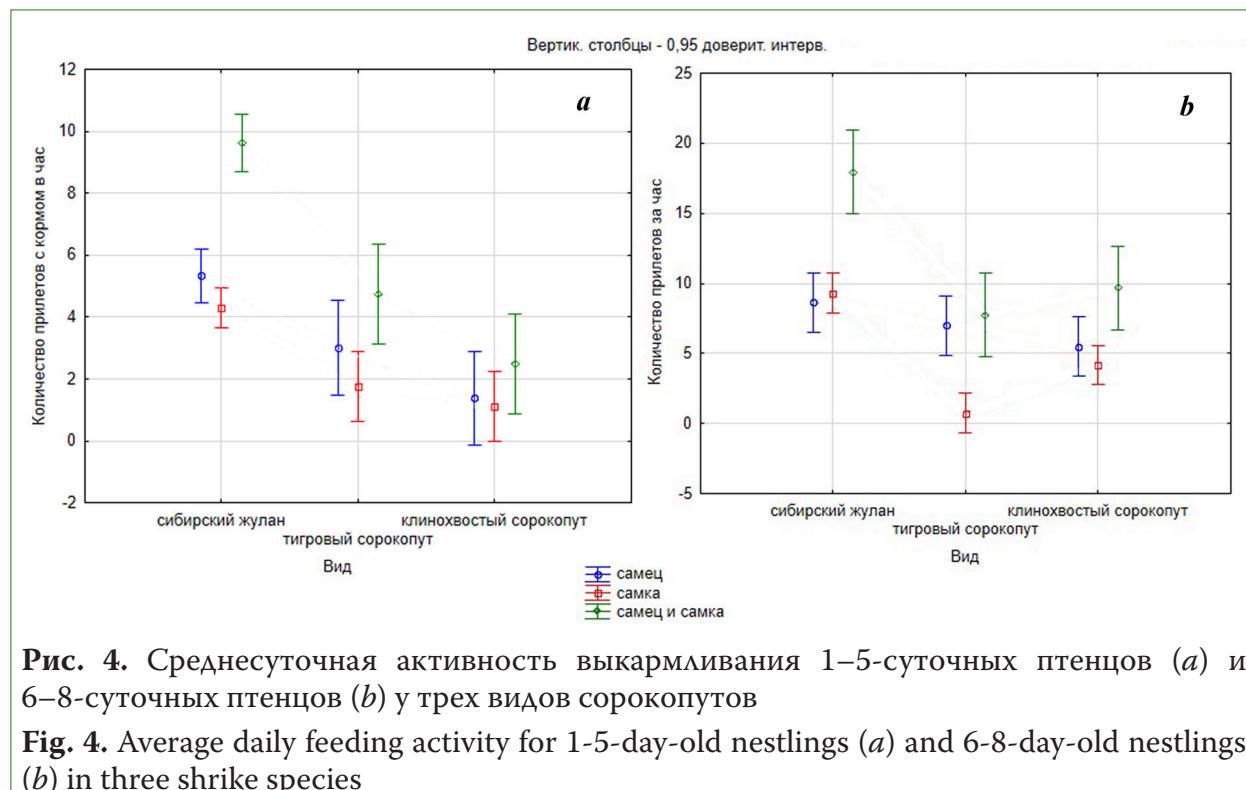
**Рис. 3.** Интенсивность обогрева (непрерывное время нахождения в гнезде и интервалы между ними) в гнездах с 1–5-суточными птенцами (a) и 6–8-суточными птенцами (b)  
**Fig. 3.** Brooding intensity (continuous time spent in the nest and intervals between them) in nests with 1–5-day-old nestlings (a) and 6–8-day-old nestlings (b)

земле, в кронах деревьев, а иногда схватывают насекомых на лету. Характерная манера охотничьего поведения клинохвостого сорокопута — способность зависать в воздухе, подобно пустельге *Falco tinnunculus*, на высоте до 30 м и, обладая маневренным полетом, преследовать птиц и насекомых на расстоянии до 100 м. Сибирский жулан и клинохвостый сорокопут регулярно запасают пищу, накалывая ее сверху вниз на сучок или колючку или заклинивая в развилах ветвей. Своими кладовыми птицы пользуются весной во время внезапного похолодания и затяжных дождей (Панов 2008). Пища сорокопутов — в основном насекомые, другие членистоногие и мелкие позвоночные (рис. 6).

В нашем исследовании в питании всех трех видов отмечены гусеницы чешуекрылых (41,2 % встреч у сибирского жулана, 34,6 % — у тигрового сорокопута и 3,4 % — у

клинохвостого), пауки (29,5 % у сибирского жулана, 23,7 % у тигрового сорокопута, 14,5 % у клинохвостого сорокопута) и жуки (21,9 % у клинохвостого сорокопута, 4 % у тигрового сорокопута, 2,1 % у сибирского жулана). В небольшом количестве обнаружены бабочки (4,2 % у сибирского жулана, 2,1 % у тигрового и 1,4 % у клинохвостого сорокопутов). Из-за ранних сроков гнездования в питании клинохвостого сорокопута не отмечались стрекозы (5,1 % у сибирского жулана и 0,3 % у тигрового), кузнечики (27,6 % у тигрового сорокопута и 2,5 % у сибирского жулана), мухи (3,8 % у тигрового сорокопута и 2,5 % у сибирского жулана) и слепни (1,7 % у тигрового сорокопута и 0,6 % у сибирского жулана) (табл. 1).

В питании сибирского жулана нами обнаружено 20 типов объектов питания, из которых преобладали гусеницы (41,2 %) и пауки (29,5 %), незначительную долю составляли



**Рис. 4.** Среднесуточная активность выкармливания 1–5-суточных птенцов (a) и 6–8-суточных птенцов (b) у трех видов сорокопутов

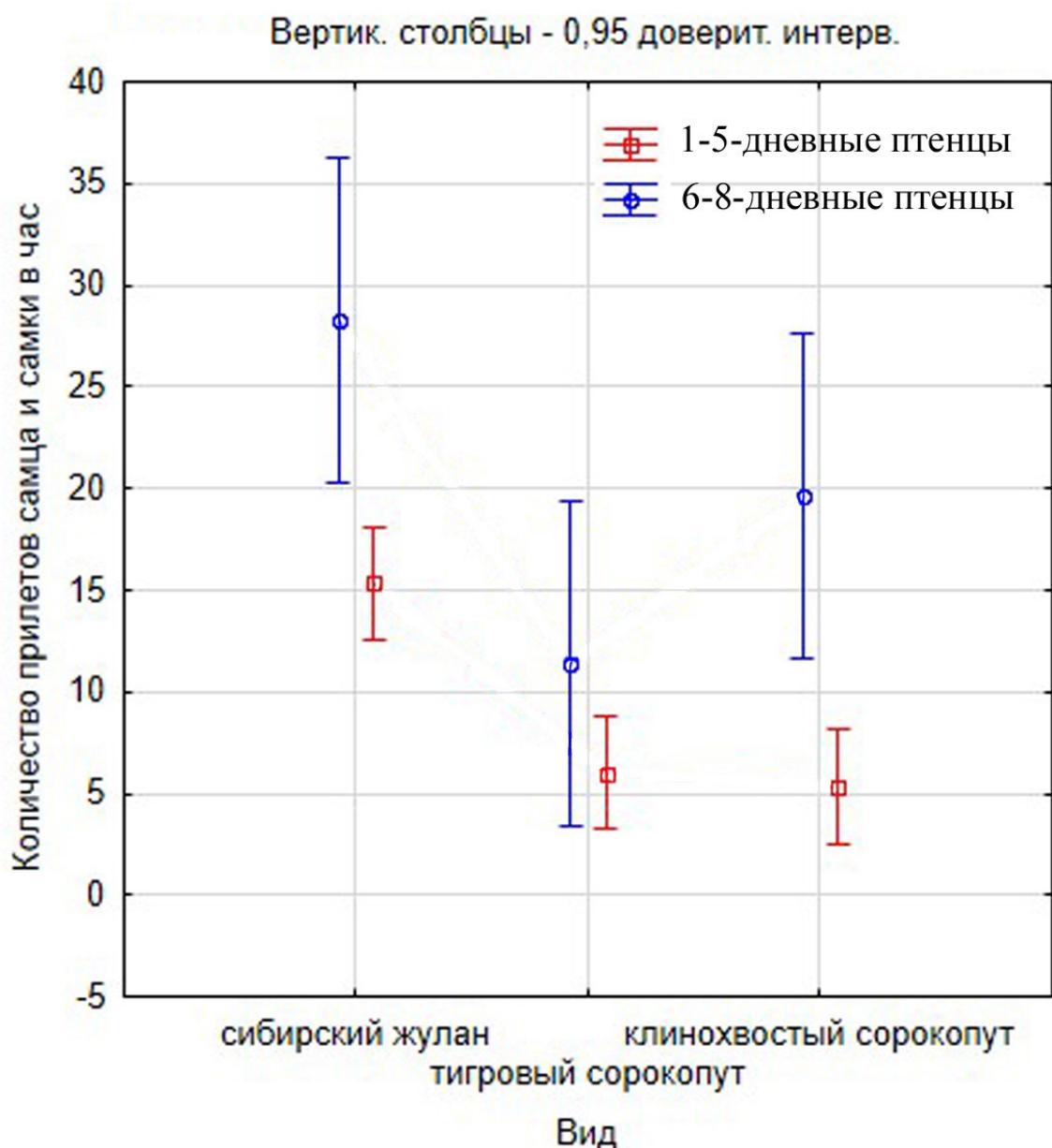
**Fig. 4.** Average daily feeding activity for 1–5-day-old nestlings (a) and 6–8-day-old nestlings (b) in three shrike species

муравьи (3,1 %, n = 20), сверчки (1,2 %, n = 1), шмели (1,2 %, n = 13), осы (1,1 %, n = 10), ручейники (1 %, n = 5), поденки (0,4 %, n = 3), цикады (0,4 %, n = 2), журчалки (0,2 %, n = 3) и пчелы (0,1 %, n = 1). Позвоночные (ящерицы, их яйца и лягушки) составили в среднем 3 % (n = 14), 1,5 % (n = 7) и 0,3 % (n = 2). Из позвоночных животных приморские птицы приносили корейских долгохвосток и головастиков бесхвостых амфибий, в одном случае взрослым птенцам принесли половину птичьего яйца; сахалинские птицы кормили птенцов живородящими ящерицами *Zootoca vivipara*. Мясо позвоночных неопределенной принадлежности (вероятно, мышей и птиц) обнаружено в питании только у птиц с о. Сахалин, его процентная встречаемость составила 0,2 % у ♂ и 0,9 % у ♀ (n = 7).

У сибирских жуланов из Приморья и Сахалина процентный состав преобладающих кормов различался и был следующим: в приморских гнездах в кормах птенцов разных возрастов преобладали гусеницы чешуекрылых и ложногусеницы пилильщиков из сем. Tenthredinidae (56,7 %), пауки (12,2 %), а в одном из гнезд оба члена пары приносили стрекоз из сем. Libellulidae

(10,2 %); в сахалинских гнездах в корме преобладали пауки (46,9 %), особенно в гнездах с маленькими птенцами, гусеницы (25,8 %) и бабочки (4,9 %) чешуекрылых. В сахалинских гнездах зафиксированы редкие, но регулярные приносы перепончатокрылых (пчелы, осы, шмели) в количестве 0,2–2,4 %, которые отсутствовали в кормах приморских птенцов.

По литературным данным, сибирские жуланы выкармливают молодых главным образом беспозвоночными животными — прямокрылыми, жуками, гусеницами чешуекрылых, перепончатокрылых (шмелями), а случаи нападения на позвоночных носят единичный характер (Панов 1973; 2008; Назаров 2004; Винтер, Мысленков 2011). Среди запасенных впрок животных находили жуков, перепончатокрылых, лягушек, ящериц, птенцов. Поедаются запасы в течение 1–13 суток (Панов 2008; del Hoyo et al. 2008). Взрослые жуланы, кроме того, поедали мелких позвоночных: сибирскую лягушку *Rana amurensis*, малую белозубку *Crocidura suaveolens*, молодого урагуса *Uragus sibiricus* и седоголовых овсянок *Ocyris spodocephalus*, гнездовых птенцов красноухой овсянки



**Рис. 5.** Средняя максимальная интенсивность выкармливания\* разновозрастных птенцов (\*Подсчитана средняя максимальная интенсивность выкармливания в утренние (6–9), дневные (13–15) и вечерние (17–22) часы)

**Fig. 5.** Average maximum feeding intensity\* of nestlings of different age (\*Average maximum feeding intensity was calculated for morning (06:00–09:00), afternoon (13:00–15:00), and evening (17:00–22:00) hours)

*Emberiza cioides* и толстоклювой камышевки *Phragmaticola aëdon*, а также разоряли кладки толстоклювой и короткокрылой *Horeites canturiensis* камышевок (Назаров 2004; Глущенко и др. 2023c).

Для тигрового сорокопута получены стоп-кадры с 11 типами объектов питания, большую часть которых составляли гусеницы (34,6 %), кузнечики (27,6 %) и пауки (23,7 %), случайной добычей вида были ци-

кады (0,7 %, N = 2) и кобылки (2,4 %, N = 4). Маленьких птенцов члены пары выкармливали в основном гусеницами пядениц (49,3–55,6 %) и пауками (11,1–27,4 %). В кормах, приносимых самцом для 6–8-суточных птенцов, преобладали кузнечики (69,9 %), а приносимых самкой — пауки (42,9 %) и гусеницы (28,6 %). Позвоночные в питании птенцов наблюдавших гнезд отсутствовали.



**Рис. 6.** Доминирующие (*a, c, e*) и редкие (*b, d, f*) кормовые объекты сорокопутов (сверху вниз): сибирского жулана *Lanius cristatus*, тигрового *Lanius tigrinus* и клинохвостого *Lanius sphenocercus* сорокопутов

**Fig. 6.** Dominant (*a, c, e*) and rare (*b, d, f*) food items of shrikes from top to bottom: Brown shrike *Lanius cristatus*, Tiger shrike *Lanius tigrinus*, and Chinese grey shrike *Lanius sphenocercus*

По данным разных авторов, этот вид почти полностью насекомоядный. В питании птенцов преобладали прямокрылые и жуки. Реже встречались чешуекрылые, муравьи и пауки. А позвоночные (мелкие птицы, лягушки, ящерицы и грызуны) были редкой добычей птиц (Нечаев 1971; 1988; Глущенко и др. 2023а).

У клинохвостого сорокопута по видеокадрам идентифицировано всего 9 типов объектов питания. Из беспозвоноч-

ных преобладали личинки и взрослые жуки из семейств Carabidae, Silphidae, Curculionidae, Cerambycidae (желтопятнистый усач *Mesosa myops*), Lucanidae, Scarabaeidae (хрущи, навозники и носороги) — 21,9 %, пауки (14,5 %) и муравьи рода *Catoponotus* (11 %); из позвоночных — в одном из гнезд с птенцами незадолго до вылета обнаружено мясо мышей — 45,8 %. В качестве случайной добычи отмечались цикады и клопы (по 1,4 %, N = 1), а из по-

Таблица 1

**Процентная встречаемость основных объектов питания у гнездовых птенцов из 7 гнезд у трех видов сорокопутов**

Table 1

**Percentage frequency of occurrence of main food items in nestlings from seven nests of three shrike species**

Вид/пол/ объект питания	<i>L. cristatus</i>		<i>L. tigrinus</i>		<i>L. sphenocercus</i>
	♀	♂	♀	♂	не определен
Чешуекрылые (Lepidoptera) личинки	17,6–62,7 (38,9±9,9) N = 117*	16,4–60,4 (43,6±10,0) N = 156	28,6–55,6 (42,1±13,5) N = 12	4,8–49,3 (27,1±22,3) N=40	0–6,8 (3,4) N=5
Взрослые	0–10,8 (4,3±2,6) N = 27	0–7,5 (4,0±1,6) N = 15	0–5,6 (2,8) N = 1	1,2–1,4 (1,3±0,1) N=2	0–2,7 (1,4) N=2
Прямокрылые (Orthoptera)	0,6–6,7 (3,2±1,4) N = 7	0–6 (1,8±1,4) N = 5	11,1–14,3 (12,7±1,6) N = 3	15,1–69,9 (42,5±27,4) N=69	—
Пауки (Araneae)	0–44,3 (24,7±10,1) N = 101	5,9–67,2 (34,3±12,8) N = 114	11,1–42,9 (27±15,9) N = 5	13,3–27,4 (20,4±7,1) N=31	12,5–16,4 (14,5±2) N=13
Жесткокрылые (Coleoptera)	0–7,5 (2,2±1,8) N = 14	0–4 (1,9±0,8) N = 8	0–14,3 (7,2) N = 1	0–1,4 (0,7) N=1	0–43,8 (21,9) N=32
Стрекозы (Odonata)	0–21,7 (5,4) N = 18	0–18,8 (4,7) N = 19	—	0–1,2 (0,6) N=1	—
Перепончатокры- лые (Hymenoptera) муравьи	0–10 (5,9±2,1) N = 19	0–1 (0,3) N = 1	—	—	0–21,9 (11) N=16
Шмели	0–5,8 (2,2±1,4) N = 12	0–0,8 (0,2) N = 1	—	—	—
Двукрылые (Diptera) мухи	0–5,8 (3,4±1,2) N = 16	0–4 (1,5±1,0) N = 7	0–11,1 (5,6) N = 2	1,2–2,7 (2±0,8) N=3	—
Слепни	0–0,6 (0,2) N = 1	0,8–1,7 (0,9±0,3) N = 3	0–5,6 (2,8) N = 1	0–1,2 (0,6) N=1	—
Хордовые лягушки	0–1,2 (0,4) N = 1	0–2 (0,5) N = 2	—	—	0–1,4 (0,7) N=1
Ящерицы и их яйца	0–16,7 (4,8±4,0) N = 9	0–3,2 (1,2±0,8) N = 5	—	—	—
Грызуны	—	—	—	—	2,7–88,9 (45,8±43,1) N=10

\*В верхней строке даны минимальные и максимальные значения % встречаемости объекта питания, ниже — средние ± стандартная ошибка среднего, N — всего экземпляров.

\*The top row shows the minimum and maximum percentage occurrence; below are the mean ± standard error. N is the total number of specimens.

звоночных животных — лягушка (0,7 %, n = 1).

В питании вида разными авторами обнаружен широкий спектр кормов. Так, по данным В. А. Нечаева (Нечаев 2009), основной пищей 4–10-дневных птенцов из Приморского края были мышевидные грызуны (61,9 % встреч в порциях и 87,5 % в погадках), медведки *Gryllotalpa africana* (соответственно 30,8 и 51,5 % встреч) и жуки, в основном жужелицы Carabidae (65,6 % встреч в погадках). Летом основная пища молодых и взрослых сорокопутов — насекомые, в другое время года — мышевидные грызуны и в меньшей степени мелкие птицы (Нечаев 2009; Глущенко и др. 2023b). По данным В. С. Винтера, в питании птенцов доминируют жуки (90% встречаемости в погадках и 54 % в экз.), затем грызуны (73 % и 13 %) и птицы (40 % и 8 %). А весь весенне-летний рацион включает, помимо 129 видов беспозвоночных, 45 видов позвоночных. Из них такие крупные виды, как фазан, вертишайка, сибирский бурундук *Tamias sibiricus*. По мнению автора, успех размножения выше в гнездах, где выше доля мясной пищи (Панов 2008).

### **Заключение**

Глобальная депрессия численности сорокопутов, пик которой пришелся на 70-е гг. прошлого столетия, выразилась в сокращении ареалов и численности многих видов по всему северному полушарию и в полной мере затронула представителей дальневосточной фауны. Среди основных факторов, ответственных за снижение численности сорокопутов, называют обусловленное сельскохозяйственной деятельностью упрощение структуры растительности, приведшее к масштабному сокращению пригодных мест гнездования, а также применение химикатов, негативно сказавшееся на разнообразии и численности беспозвоночных. Высказываются и другие представления о возможных причинах депрессии, но все они являются не более чем гипотезами, требующими специального изучения (Панов 2008).

Результаты настоящего исследования вносят вклад в изучение роли видоспецифических особенностей гнездового поведения и специфики выкармливания птенцов, рассматриваемых в качестве факторов, определяющих успех размножения и влияющих на общую устойчивость популяций у трех симпатрических видов сорокопутов: клинохвостого, тигрового и сибирского жулана.

Выраженной кормовой специализации не выявлено. Все изученные виды ориентированы на потребление имеющихся в их распоряжении массовых видов пищи. Основу питания птенцов и взрослых особей у поздно гнездящихся сибирского жулана и тигрового сорокопута составляют преимущественно беспозвоночные животные, представленные насекомыми и пауками. В питании более крупного и рано гнездящегося клинохвостого сорокопута, чьи сроки выкармливания птенцов приходятся на начало вегетации растений и, как следствие, характеризуются меньшим обилием насекомых, присутствуют и более крупные кормовые объекты, такие как жуки, лягушки и мыши. Различия в таксономическом составе и количественном соотношении кормовых объектов в питании птенцов у трех видов сорокопутов четко прослеживаются в зависимости от стадии размножения. Доминирующими (в количественном отношении) группами членистоногих являются пауки и гусеницы в периоды насиживания и выкармливания маленьких птенцов, а пауки, жуки и мясо позвоночных — при выкармливании птенцов более старшего возраста.

У всех изученных видов ♂ не участвовали в обогреве кладок и птенцов, но в разной степени участвовали в кормлении ♀ на стадии насиживания и выкармливания. Наибольшая интенсивность приноса пищи отмечена у сибирского жулана в период кормления птенцов всех возрастов (до 19 прилетов в час), что почти вдвое выше, чем у двух других видов (9–13 прилетов в час).

Ни в одном из гнезд, находившихся под визуальным и видеонаблюдением (N > 20),

не отмечены обусловленные дефицитом корма факты смертности или отставания в развитии отдельных птенцов в выводке, из чего следует, что фактор питания, в нашем случае, не является лимитирующим. В пользу данного заключения свидетельствует и тот факт, что ни в одном из гнезд не отмечено кормление птенцов несвежими кормовыми объектами, взятыми из запасов, предназначенных для обеспечения стабильности кормовой базы в критических ситуациях.

В качестве общей для всех изученных видов поведенческой адаптации, направленной на снижение риска разорения гнезд, является распределение родительских ролей между членами пары таким образом, что гнезда практически не остаются без присмотра. Время однократного отсутствия самки в гнезде в период насиживания и выкармливания птенцов в среднем составило: 4 минуты у клинохвостого сорокопута, 5 и 9 минут у сибирского жулана и тигрового сорокопута соответственно. Соответствующий показатель для самцов этих видов в период выкармливания составил: у сибирского жулана — 4 минуты, у клинохвостого сорокопута — 38 минут, у тигрового — 39 минут. Таким образом, по этому формальному показателю наибольшая потенциальная защищенность гнезд характерна для сибирского жулана. Чередование времени прилетов с пищей самцом и самкой сводит до минимума время пребывания выводков без присмотра, что существенно снижает риск разорения гнезд мелкими хищниками, которым птицы могут оказать эффективное противодействие, однако это не спасает от крупных хищников и от паразитирования кукушками.

### Литература

- Винтер, С. В., Мысленков, А. И. (2011) О птицах Лазовского заповедника. В кн.: М. В. Баник, А. А. Атемасов, О. А. Брезгунов (ред.). *Экология птиц: виды, сообщества, взаимосвязи. Труды научной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Николая Николаевича Сомова (1861–1923)*. Харьков: Изд-во Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина, с. 267–323.
- Воробьев, К. А. (1954) *Птицы Уссурийского края*. М.: АН СССР, 360 с.
- Глущенко, Ю. Н., Нечаев, В. А., Редькин, Я. А. (2016) *Птицы Приморского края: краткий фаунистический обзор*. М.: КМК, 523 с.

Метод видеонаблюдения выявил еще одну поведенческую особенность сорокопутов, которую трудно оценить посредством визуальных наблюдений. Все три изученных вида при свойственной им высокой гнездовой активности крайне молчаливы и малозаметны на гнездовых участках вплоть до стадии вылета птенцов из гнезда. Это также снижает риски разорения иискажает представление о реальной численности популяции, оцениваемой стандартными методиками учетов.

### Благодарности

Авторы выражают признательность за помощь в проведении полевых исследований А. В. Рыжову, Д. В. Коробову и П. Г. Маметьеву; благодарят П. В. Будилова и И. В. Маслову за определение насекомых и ящериц.

### Acknowledgements

The authors express their gratitude for assistance in conducting field research to A. V. Ryzhov, D. V. Korobov and P. G. Mametyev; we thank P. V. Budilov and I. V. Maslova for identifying insects and lizards.

### Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7).

### Funding

The work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (topic No. 124012400285-7).

- Глушенко, Ю. Н., Шибнев, Ю. Б., Volkovskaya-Kurdjukova, E. A. (2006) Птицы. В кн.: А. А. Назаренко (ред.). *Позвоночные животные заповедника «Ханкайский» и Приханкайской низменности*. Владивосток: Идея, с. 77–233.
- Глушенко, Ю. Н., Коробов, Д. В., Тиунов, И. М. и др. (2023а) Гнездящиеся птицы Приморского края: тигровый сорокопут *Lanius tigrinus*. *Русский орнитологический журнал*, т. 32, № 2337, с. 3781–3803.
- Глушенко, Ю. Н., Тиунов, И. М., Коробов, Д. В. и др. (2023б) Гнездящиеся птицы Приморского края: клинохвостый сорокопут *Lanius sphenocercus*. *Русский орнитологический журнал*, т. 32, № 2327, с. 3285–3305.
- Глушенко, Ю. Н., Шохрин, В. П., Бачурин, Г. Н. и др. (2023с) Гнездящиеся птицы Приморского края: сибирский жулан *Lanius cristatus*. *Русский орнитологический журнал*, т. 32, № 2285, с. 1125–1152.
- Назаров, Ю. Н. (2004) *Птицы города Владивостока и его окрестностей*. Владивосток: Изд-во Дальневосточного государственного университета, 274 с.
- Нечаев, В. А. (1971) К распространению и биологии некоторых птиц Южного Приморья. В кн.: А. И. Иванов (ред.). *Орнитологические исследования на юге Дальнего Востока*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, с. 193–200.
- Нечаев, В. А. (1988) К орнитофауне Южного Приморья. В кн.: Н. М. Литвиненко (ред.). *Редкие птицы Дальнего Востока и их охрана*. Владивосток: ДВО АН СССР, с. 71–74.
- Нечаев, В. А. (2009) К биологии клинохвостого сорокопута *Lanius sphenocercus* в Приморье. *Русский орнитологический журнал*, т. 18, № 502, с. 1345–1353.
- Панов, Е. Н. (1973) *Птицы Южного Приморья (фауна, биология и поведение)*. Новосибирск: Наука, 376 с.
- Панов, Е. Н. (2008) *Сорокопуты (семейство Laniidae) мировой фауны. Экология, поведение, эволюция*. М.: КМК, 650 с.
- Del Hoyo, J., Elliott, A., Christie, D. A. (eds.). (2008) *Handbook of the birds of the world. Vol. 13. Penduline-tits to Shrikes*. Barcelona: Linx Edicions Publ., 879 p.

### References

- Del Hoyo, J., Elliott, A., Christie, D. A. (eds.). (2008) *Handbook of the birds of the world. Vol. 13. Penduline-tits to Shrikes*. Barcelona: Linx Edicions Publ., 879 p. (In English)
- Gluschenko, Yu. N., Nechaev, V. A., Red'kin, Ya. A. (2016) *Ptitsy Primorskogo kraya: kratkij faunisticheskij obzor [Birds of Primorsky Krai: Brief review of the fauna]*. Moscow: KMK Scientific Press, 523 p. (In Russian)
- Gluschenko, Yu. N., Shibnev, Yu. B., Volkovskaya-Kurdyukova, E. A. (2006) Ptitsy [Birds]. In: A. A. Nazarenko (ed.). *Pozvonochnye zhivotnye zapovednika "Khankajskij" i Prikhankajskoj nizmennosti [Vertebrates of Zapovednik "Khankajsky" and Prikhankayskaya Lowland]*. Vladivostok: Ideya Publ., pp. 77–233. (In Russian)
- Gluschenko, Yu. N., Korobov, D. V., Tiunov, I. M. et al. (2023a) Gnezdyashchiesya ptitsy Primorskogo kraja: tigrovij sorokoput *Lanius tigrinus* [Breeding birds of Primorsky Krai: The Tiger Shrike *Lanius tigrinus*]. *Russkij ornitologicheskij zhurnal — The Russian Journal of Ornithology*, vol. 32, no. 2337, pp. 3781–3803. (In Russian)
- Gluschenko, Yu. N., Tiunov, I. M., Korobov, D. V. et al. (2023b) Gnezdyashchiesya ptitsy Primorskogo kraja: klinokhvostyj sorokoput *Lanius sphenocercus* [Breeding birds of Primorsky Krai: The Chinese Grey Shrike *Lanius sphenocercus*]. *Russkij ornitologicheskij zhurnal — The Russian Journal of Ornithology*, vol. 32, no. 2327, pp. 3285–3305. (In Russian)
- Gluschenko, Yu. N., Shokhrin, V. P., Bachurin, G. N. et al. (2023c) Gnezdyashchiesya ptitsy Primorskogo kraja: sibirskij zhulan *Lanius cristatus* [Breeding birds of Primorsky Krai: Brown Shrike *Lanius cristatus*]. *Russkij ornitologicheskij zhurnal — The Russian Journal of Ornithology*, vol. 32, no. 2285, pp. 1125–1152. (In Russian)
- Nazarov, Yu. N. (2004) *Ptitsy goroda Vladivostoka i ego okrestnostej [Birds of the city of Vladivostok and its surroundings]*. Vladivostok: Far Eastern State University Publ., 274 p. (In Russian)
- Nechaev, V. A. (1971) K rasprostraneniyu i biologii nekotorykh ptits Yuzhnogo Primor'ya [On the distribution and biology of some birds of the Southern Primorye]. In: A. I. Ivanov (ed.). *Ornitologicheskie issledovaniya na yuge Dal'nego Vostoka [Ornithological research in the south of the Far East]*. Vladivostok: Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences Publ., pp. 193–200. (In Russian)
- Nechaev, V. A. (1988) K ornitofaune Yuzhnogo Primor'ya [To the avifauna of the Southern Primorye]. In: N. M. Litvinenko (ed.). *Redkie ptitsy Dal'nego Vostoka i ikh okhrana [Rare birds of the Far East and their protection]*. Vladivostok: Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences Publ., pp. 71–74. (In Russian)

- Nechaev, V. A. (2009) K biologii klinokhvostogo sorokoputa *Lanius sphenocercus* v Primor'e [To biology of the Chinese Grey Shrike *Lanius sphenocercus* in Primorie]. *Russkij ornitologicheskij zhurnal — The Russian Journal of Ornithology*, vol. 18, no. 502, pp. 1345–1353. (In Russian)
- Panov, E. N. (1973) *Ptitsy Yuzhnogo Primor'ya (fauna, biologiya i povedenie)* [Birds of the Southern Primorye (fauna, biology and behavior)]. Novosibirsk: Nauka Publ., 376 p. (In Russian)
- Panov, E. N. (2008) *Sorokoputy (semejstvo Laniidae) mirovoj fauny. Ekologiya, povedenie, evolyutsiya* [Shrikes (family Laniidae) of the world fauna. Ecology, behavior, evolution]. Moscow: KMK Scientific Press, 650 p. (In Russian)
- Vinter, S. V., Myslenkov, A. I. (2011) O ptitsakh Lazovskogo zapovednika [About the birds of the Lazovsky Reserve]. In: M. V. Banik, A. A. Atemasov, O. A. Brezgunov (eds.). *Ekologiya ptits: vidy, soobshchestva, vzaimosvyazi. Trudy nauchnoj konferentsii, posvyashchennoj 150-letiyu so dnya rozhdeniya Nikolaya Nikolaevicha Somova (1861–1923)* [Bird ecology: Species, communities, interrelations. Proceedings of the conference dedicated to 150<sup>th</sup> anniversary since birthday of Nikolai Nikolaevich Somov (1861–1923)]. Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University Publ., pp. 267–323. (In Russian)
- Vorob'ev, K. A. (1954) *Ptitsy Ussurijskogo kraja* [Birds of the Ussuri region]. Moscow: Academy of Sciences of the USSR Publ., 360 p. (In Russian)

**Для цитирования:** Гамова, Т. В., Сурмач, С. Г., Сватко, Т. А. (2025) Данные о гнездовом поведении и питании сорокопутов Дальнего Востока, полученные с применением метода видеорегистрации. *Амурский зоологический журнал*, т. XVII, № 4, с. 654–669. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2025-17-4-654-669>

**Получена** 15 сентября 2025; прошла рецензирование 25 сентября 2025; принята 20 октября 2025.

**For citation:** Gamova, T. V., Surmach, S. G., Svatko, T. A. (2025) Data on nesting behaviour and diet of Far Eastern shrikes obtained through video recording. *Amurian Zoological Journal*, vol. XVII, no. 4, pp. 654–669. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2025-17-4-654-669>

**Received** 15 September 2025; reviewed 25 September 2025; accepted 20 October 2025.