

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЫЖЕЙ ВЕЧЕРНИЦЫ (*NYCTALUS NOCTULA*) В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОБЛЕМА РАСШИРЕНИЯ СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАСТИ ЕЁ ЗИМОВКИ

© 2023 Смирнов Д.Г.^{a, *}, Забашта А.В.^{b, **}

^a Пензенский государственный университет, Пенза, 440026, Россия

^b ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора, Ростов-на-Дону, 344002, Россия
e-mail: *eptesticus@mail.ru; **zabashta68@mail.ru

Поступила в редакцию 08.02.2023. После доработки 18.08.2023. Принята к публикации 31.08.2023

Приводятся материалы по распространению *Nyctalus noctula* в Ростовской области, на основании которых уточняется северная граница его зимнего обитания и сезонный характер пребывания. Находки на юге и крайнем востоке региона, сделанные летом и в межсезонье, свидетельствуют об использовании этой территории, как в период миграции, так и в качестве летних мест обитания. В течение последних десятилетий в научной литературе отмечается расширение зимнего ареала вида на север за пределы известной области зимовки. В качестве подтверждающих фактов экспансии рассматривают находки зимующих зверьков в высотных зданиях городов. Однако вопрос о расширении границ зимовки остаётся неоднозначным, так как все эти находки сделаны в климатической «зоне риска». Результаты моделирования вероятностной области зимнего обитания *N. noctula* в условиях естественных убежищ (дупла деревьев) показали, что за последние 70 лет изменения границ не происходили, а её северные пределы не соответствует тем, которые были обозначены ранее. На востоке европейского ареала вида северная граница области зимовки проходит через Ростовскую область и заканчивается восточнее на широте г. Астрахани. Важнейшими биоклиматическими факторами, определяющими зимовку в пределах такой территории, являются средняя температура самой сухой и средняя температура самой холодной четвертой года, а также минимальная температура самого холодного месяца. В северных от этой области регионах из-за суровости зим зимовка животных в естественных убежищах маловероятна. Поэтому находки зимующих колоний вечерниц далеко за пределами естественной области зимовки можно рассматривать как попытку адаптации к климатической «зоне риска» в условиях изменения климата и урбанизированной среды. На основании полученных результатов общую область зимовки *N. noctula* следует делить на две зоны. Первая – территория, где зимовка носит массовый характер и возможна в слабозащищённых естественных убежищах; вторая – территория с климатической «зоной риска», где остаётся лишь очень небольшая часть популяции вида, а убежищами служат защищённые от внешних факторов пространства в многоэтажных строениях населённых пунктов.

Ключевые слова: рыжая вечерница, *Nyctalus noctula*, летние находки, область зимовки, моделирование, Ростовская область.

DOI: 10.35885/1996-1499-16-3-168-183

Введение

Ростовская область находится на юге Европейской России и занимает обширные равнины в бассейне Среднего и Нижнего Дона, включает также часть Северного Приазовья и Западного Предкавказья. С точки зрения зоогеографии её территория имеет ключевое положение, поскольку представляет переходную зону между двумя фаунистическими комплексами, сформированными с одной стороны неморальной фауной средней полосы, а с другой – фауной Северо-Кавказского

региона. Эколого-генетическая связь между комплексами обеспечена рядом общих видов, а также регулярными сезонными перемещениями группы перелётных. Показательными в этом отношении являются рукокрылые, у ряда видов которых через территорию области проходят осенне-весенние миграции [Каменева, Панютин, 1960; Панютин, 1968, 1980; Газарян, Казаков, 2002] и формируются границы областей сезонного пребывания [Стрелков, 1997, 2002]. В последнее десятилетие особый интерес представляет информа-

ция, связанная с появлением новых сведений о местах зимовок, находящихся за пределами известного зимнего ареала. Анализ таких данных даёт основание делать предположения о попытках изменения миграционного поведения вида [Стрелков, 2002; Смирнов и др., 2010] и смещении границ области зимовки [Godlevska, 2015].

В последней сводной работе по рукокрылым Ростовской обл. констатируется недостаточная изученность этой группы млекопитающих; особенно крайне мало информации о летучих мышах, обитающих в северных, южных и восточных районах области [Газарян и др., 2010]. Поэтому материалы о новых находках рукокрылых сохраняют свою актуальность.

В данном сообщении приводятся дополнительные материалы по распространению на территории Ростовской обл. такого вида как рыжая вечерница (*Nyctalus noctula* Schreber, 1774). Среди них есть сведения, которые были опубликованы относительно давно, либо представлены в коллекциях музеев, но никогда не упоминались в специальной литературе. Их учёт в общем анализе данных даёт возможность по-иному взглянуть на характер сезонного пребывания вида в регионе и провести переоценку его модели распространения. Основанием для пересмотра могут быть и появившиеся в последнее время многочисленные материалы о находках зимующих колоний вида, сделанных за пределами известных северных границ области его зимнего пребывания. Подавляющее большинство таких находок относится к многоэтажным строениям различных населённых пунктов. Пока непонятно, принимать ли их как реальное расширение, связанное с действием каких-то определённых факторов, либо как результат интенсификации в последние десятилетия исследовательской деятельности и потока полезной информации через широкий спектр информационных ресурсов. В связи с этим, ещё одной задачей нашего исследования было построение при использовании биоклиматических данных вероятностной модели северной границы области зимовки *N. noctula* на востоке Европы и установление ключевых факторов, её определяющих.

Материал и методы

Материалом для настоящего сообщения послужили сведения о находках *N. noctula* на юге Европейской России, в Предкавказье, на Северном Кавказе, в Крыму и в континентальной Украине, опубликованные с начала прошлого века по настоящее время в литературе [Акимов, 1904; Заварзина, Кузенков, 1929; Кузенков, 1929; Газарян, 2002а, 2002б; Газарян, Бахтадзе, 2002; Газарян, Казаков, 2002; Ильин и др., 2002; Стрелков, 2002; Дулицкий, Коваленко, 2003; Газарян и др., 2010; Godlevska, 2015; Ильюхин, 2018], полученные в ходе собственных исследований, а также представленные в музейных коллекциях (Ростовский государственный университет – РГУ, Зоологический институт РАН – ЗИН, Саратовский государственный университет – СГУ) и на портале «Млекопитающие России» [Портал «Млекопитающие России», 2023]. Всего в пределах обозначенных территорий проанализированы 342 точки регистрации вида, среди которых 89 мест зимовок.

Моделирование проводили на основе метода максимальной энтропии в программе MaxEnt [Phillips et al., 2006; Phillips, Dudik, 2008; Elith et al., 2011]. В ходе машинного обучения осуществлялся поиск территорий с подходящими для вида климатическими условиями зимовки и предсказание его присутствия в это время в определённой области географического пространства. В качестве исходного материала для моделирования использована информация о 59 точках зимних находок (ТР – точки регистрации).

N. noctula относится к типичным дендрофилам, для которых характерно использование слабо защищённых от колебания температуры и относительной влажности воздуха зимних убежищ [Газарян, 2002а; Газарян, Малиновкин, 2010]. Данное обстоятельство заставляет предполагать, что естественные северные границы области зимовки вида должны определяться не по совокупности на данный момент всех известных северных точек зимнего пребывания вида, а неким диапазоном оптимальных климатических параметров, способствующих успешной его перезимовки в слабо защищённых убежищах.

Именно поэтому в процедуру моделирования были включены только те ТР, где отмечены многочисленные зимние скопления животных в естественных надземных убежищах – дуплах деревьев и трещинах скал, а также прочие зимние находки вида, сделанные южнее самых северных находок в естественных надземных убежищах. Зимние находки отдельных особей, а также их скопления в постройках человека, сделанные в более высоких широтах по отношению к самым северным находкам в естественных надземных убежищах, мы относили к нетипичным и в анализ не включали.

Для создания модели с ресурса WorldClim2 [Fick, Hijmans, 2017] заимствованы климатические данные за периода 1970–2000 гг. с разрешением 2.5 м (~21 км²), которые представлены 19 параметрами. С целью избежать чрезмерной подгонки модели [Mateo et al., 2013] и проблемы мультиколлинеарности [Dormann et al., 2013] был проведён тест корреляции Пирсона между переменными, где наиболее зависимые, при значениях $r > 0.75$ и $p \leq 0.05$, были исключены. По результату анализа для построения модели отобраны 8 наименее коррелирующих биоклиматических параметров: Bio02 – средняя дневная разница температур, Bio04 – температурная сезонность, Bio05 – максимальная температура самого тёплого месяца, Bio08 – средняя температура самой влажной четверти года, Bio09 – средняя температура самой сухой четверти года, Bio11 – средняя температура самой холодной четверти года, Bio15 – сезонность выпадения осадков, Bio16 – осадки самой влажной четверти года.

Во избежание эффекта смещения выборки в модели, которое может быть вызвано «перегруженностью» точками регистрации определённых областей пространства, на основе исходных данных был сгенерирован отдельный файл с разреживанием ТР. Шаг разреживания составил не менее 25 км, а количество ТР по итогу оказалось 44.

В настройках программы MaxEnt были выбраны следующие параметры: максимальное количество итераций – 1000; количество прогонов программы с использованием одного файла с координатной привязкой – 10; тип

повторений с возможностью выбора процента тестовых точек вручную. Для описания взаимосвязей ТР с условиями окружающей среды были использованы три класса функций: линейные, квадратичные и линейно пороговые функции предикторов [Merow et al., 2013]. В ходе моделирования исходную выборку случайно разбивали на обучающую (75%) и тестовую (25%). Для предотвращения чрезмерной параметризации видового распределения проведено дополнительное моделирование с разными параметрами сложности (Regularization multiplier): 0.5, 1, 1.5, 2.5, 5. После процедуры репликации была отобрана модель, обладающая наибольшей предсказательной способностью. В качестве критерия для отбора использовали наименьшие значения показателя AUC_{diff} : [Warren, Seifert, 2011; Borja et al., 2014]. Расчёты модели проводили с использованием логистического выхода.

Для оценки качества модели был использован индекс AUC [Fielding, Bell, 1997]. Значение AUC выше 0.75 и близкое к единице означает высокую степень достоверности построенной модели и хорошую её способность различать ТР и ФТ (функциональные точки) [Elith, 2002]. Для оценки вклада каждой переменной среды в предсказания пригодности территории обитания использовали метод расчёта (в процентах) с помощью критерия складного ножа [Phillips, Dudik, 2008; Phillips, 2010]. Обработка растровых данных и визуализация карт проведены с помощью программы QGIS.

Результаты и обсуждение

Места летних находок. На севере Ростовской обл., кроме известных здесь находок [Газарян и др., 2010], *N. noctula* были отмечены нами в Миллеровском р-не: 6 июня 2004 г. визуально и с помощью ультразвукового детектора летающие животные зарегистрированы на р. Калитва в окрестностях сл. (слободы) Кудиновка (рис. 1, точка 1; 49.208° с. ш., 40.534° в. д.), а 8 июня этого же года отловлен взрослый самец в окрестностях хут. Ключковка (рис. 1, точка 2; 49.131° с. ш., 40.673° в. д.). На самом юге региона известно лишь две находки. Первая сделана в окр. с. Жуковского (рис. 1, точка 3; 46.088° с. ш., 40.673° в. д.),

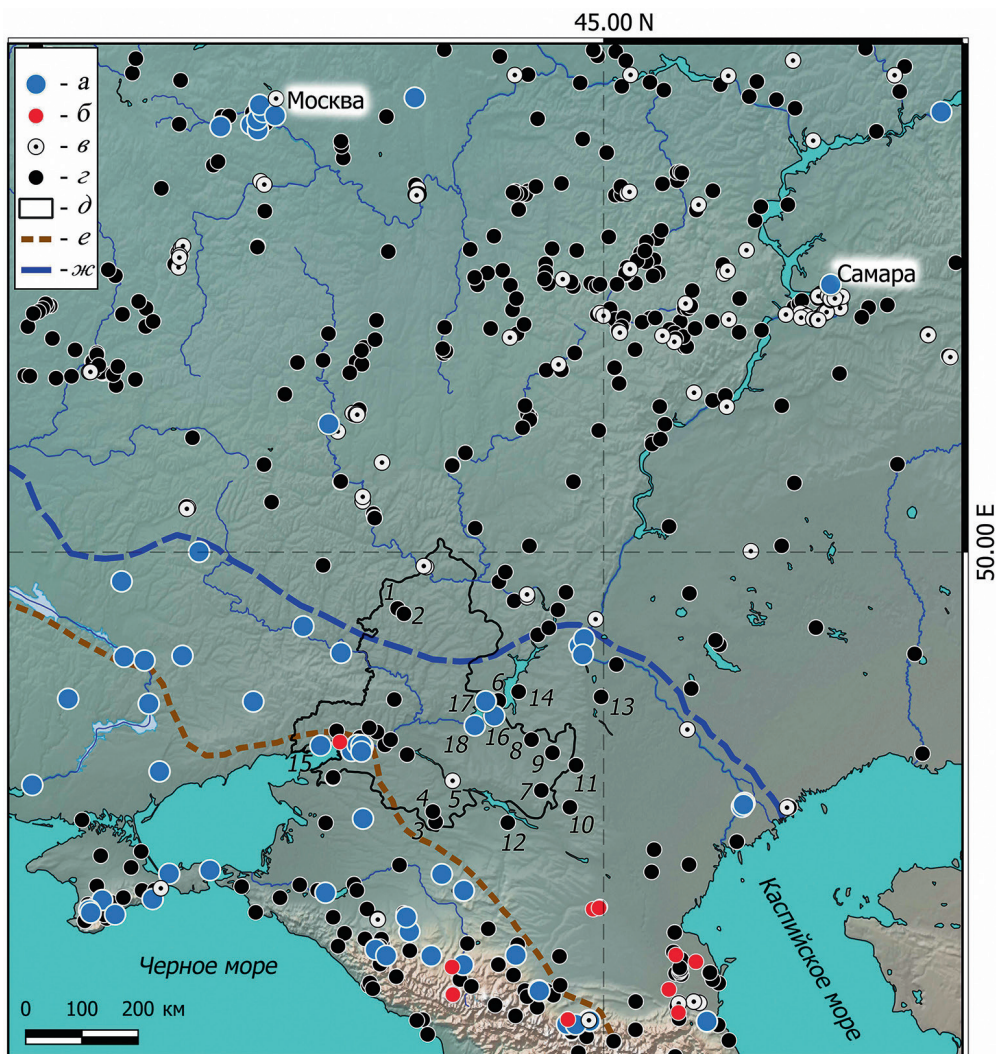


Рис. 1. Места находок *Nyctalus noctula* на юго-востоке Европейской России и сопредельных территориях: *a* – зимние, *b* – колонии взрослых самцов, *v* – размножающиеся самки, *z* – прочие находки, *d* – границы Ростовской обл., *e* – предполагаемые северные границы области зимовки до 2002 г. [по Стрелкову, 2002], *ж* – предполагаемые северные границы области зимовки до 2015 г. [по Godlevska, 2015]. Находки взрослых самцов, размножающихся самок и прочие находки представлены только для территории Европейской части России, Крыма, Северного Кавказа и Западного Казахстана. Цифры – см. объяснения в тексте.

где 3 сентября 1958 г. пойман молодой самец, который был окольцован 7 августа этого же года в Воронежском заповеднике [Панютин, 1968]. Вторая – в с. Развильное (рис. 1, точка 4; 46.244° с. ш., 41.300° в. д.), здесь 23 августа 1990 г. добыта самка (колл. РГУ, № 355).

Самые восточные места обитания *N. noctula* в Ростовской обл., обнаруженные ещё в середине прошлого века – г. Пролетарск в долине Западного Маныча (рис. 1, точка 5) и постройки человека на Цимлянских песках (рис. 1, точка 6) [Критская, 1956]. Однако случайные находки указывают на обитание рыжих вечерниц и восточнее – в населённых пунктах, расположенных в засушливых районах области. Так, 21 июля 2018 г. погибший

самец был обнаружен на внутреннем дворе у здания гостиницы в с. Ремонтном (рис. 1, точка 7; 46.559° с. ш., 43.651° в. д.), а в вечерних сумерках, поблизости от неё, отмечали высокие полёты нескольких рыжих вечерниц.

Рыжие вечерницы были известны из населённых пунктов восточных районов Ростовской обл. и в более ранний период – почти столетие назад. Об этом свидетельствуют поминки двух особей этого вида (пол не указан) сотрудниками Атаманской противочумной лаборатории, которые во второй половине 1920-х гг. вели работы по исследованию чумы, выяснению носителей и переносчиков возбудителя этого заболевания в степях верховьев р. Сал и на западных склонах Ергенинской

возвышенности. Одна рыжая вечерница была поймана в 1927 г. в станице Атаманской (рис. 1, точка 8) [Заварзина, Кузенков, 1929], располагавшейся ниже слияния рек Джурак-Сал и Кара-Сал, где исследования проводили в июне. Ещё одна особь отловлена в июле 1928 г. в с. Заветном (рис. 1, точка 9), с которой были сняты блохи *Ischnopsyllus elongatus* [Кузенков, 1929]. В то время деятельность зоологов противочумных отрядов и лаборатории в целом, не предполагала целенаправленных поисков рукокрылых. Поэтому отлов одиночных рыжих вечерниц был случайным, о чём сообщают сами авторы, а это может указывать, что зверьки в населённых пунктах были не редки.

Древесная растительность в засушливых районах Ростовской обл. в 1920-х гг., когда масштабные облесительные работы только начинались, была очень скудной. Судя по старым фотографиям, в населённых пунктах изредка встречались одиночные, преимущественно плодовые деревья на подворьях и в небольших садах. В таких условиях рыжие вечерницы могли обитать постоянно только в постройках человека. В то время из относительно высоких сооружений были церкви и небольшое число 2–3-этажных зданий. Противочумная лаборатория в с. Заветном, например, где базировался противочумный отряд, располагалась в двухэтажном доме. Атаманская противочумная лаборатория находилась в большом одноэтажном деревянном здании добротной постройки с высокой крышей и навесами. Возможно, и летучие мыши были пойманы в этих же строениях, где работали сотрудники противочумных отрядов. В 1930-х гг. станица Атаманская была упразднена, жители её покинули, постройки частично перевезли, остальные постепенно сами разрушились и к настоящему времени место, где был этот достаточно крупный населённый пункт, в котором обитали *N. noctula*, ничем не выделяется среди степного ландшафта.

На обитание *N. noctula* в степных и засушливых регионах европейской части России указывают находки в некоторых районах Калмыкии, юга Волгоградской обл. и севера Ставропольского края, непосредственно граничащих на востоке с Ростовской обл. Здесь

животных отмечали в г. Элиста (рис. 1, точка 10), в пос. Кегульта (рис. 1, точка 11) [Ункурова, 1984] и в с. Киевка (рис. 1, точка 12) [Орлов, 1928]. В коллекции ЗИН хранится один экземпляр (колл. Хлебников В.А.), добытый в Малодербетском улусе Калмыкии (рис. 1, точка 13), а в колл. СГУ экземпляр из станицы Потёмкинской (рис. 1, точка 14) (ныне ст. Пугачёвская) Волгоградской обл. (все без указания дат).

Места зимовок. В последние десятилетия обнаружено много новых мест зимовок *N. noctula* в Восточной Европе, преимущественно в городах, что связывается с потеплением климата и увеличением числа многоэтажных зданий в населённых пунктах [Портал «Млекопитающие России», 2023; Godlevska, 2015; материалы авторов]. На основании анализа новых данных делается вывод о смещении, начиная с 1990-х гг., границы области массовых зимовок этого вида на северо-восток [Godlevska, 2015] (рис. 1). В то же время, несмотря на формирование в последние десятилетия новых постоянных зимовочных скоплений в ряде населённых пунктов, отмечается, что для *N. noctula* свойственна задержка некоторых особей к северу и востоку за пределами вероятной границы зимовок. Поэтому иногда новые хорошо документированные данные могут быть повторением давних – малоизвестных или вызывавших сомнения [Стрелков, 2002]. Это находит подтверждение в приводимых ниже материалах.

На юге России хорошо задокументированные известные места зимовок *N. noctula* находятся на Северном Кавказе, в Крыму, а также в некоторых крупных городах Предкавказья (Ростов-на-Дону, Краснодар и др.) [Казаков, Ярмыш, 1974; Ярмыш и др., 1980; Газарян, Казаков, 2002; Стрелков, 2002; Дулицкий, Коваленко, 2003; Godlevska, 2015]. Среди них долгое время отсутствовал г. Ставрополь, находящийся в сходных климатических условиях. Однако имеется информация о зимовках в этом городе *N. noctula* уже в первой половине прошлого века. Сведения о зимующих в Ставрополе вечерницах содержатся в определителях некоторых групп паразитических насекомых. В 1920–1940-х гг. шли интенсивные исследования фауны блох

Aphaniptera, как основного переносчика возбудителя чумы человека, обследовались почти все отряды млекопитающих, в том числе и рукокрылые, характеризующиеся специфическим составом этих эктопаразитов. В период с декабря по март, в Ставрополе и его окрестностях были собраны в значительном числе блохи *Nycteridopsylla eusarca* с типичных хозяев – *N. noctula* [Иофф, Тифлов, 1954; Тифлов и др., 1977]. Этот же вид блох также был снят с вечерницы, добытой в одном из зданий города 18 января 1982 г. [Лабунец, Дегтярёва, 1985], что однозначно указывает на длительный и устойчивый характер зимовок зверьков в краевом центре.

Имеются данные, в определённой степени, подтверждающие существование зимовок летучих мышей (в том числе, не исключено, и рыжих вечерниц) в Краснодаре уже в конце XIX в. Свидетельство тому оставил переехавший на проживание в Екатеринодар (ныне г. Краснодар) Преображенский В.В., который много времени отдавал охоте и наблюдениям за животными. В одной фенологической заметке, опубликованной в «Охотничьей газете», он пишет, что 17 марта (по новому стилю 29 марта) 1895 г. в полдень (в этот день температура воздуха достигала +15° R) видел полёты летучей мыши [Преображенский, 1895]. Как показали детальные наблюдения за зимовками *N. noctula* в Краснодаре, проведённые столетие спустя, конец февраля – начало марта – время первых вылетов зверьков из зимних убежищ, а интенсивные весенние миграции проходят в апреле [Газарян, Казаков, 2002]. Однако ретроспективные данные по климату г. Краснодара свидетельствуют [Галкин, 1989, 2014], что на рубеже XIX–XX вв. зимы здесь были более продолжительными и, судя по ледоставу, начало весны могло происходить существенно позже (примерно на 12 дней) по сравнению с современным периодом. Поэтому, скорее всего, наблюдаемая днём летучая мышь зимовала где-то в районе города. К сожалению, автором не указывается ни характер полёта, ни размер животных, ни предполагаемый вид.

Некоторые сведения, которые можно рассматривать как возможную зимовку *N. noctula* в начале XX в. в Таганроге (рис. 1, точка 15),

оставил Акимов А.А., страстный охотник и натуралист, уроженец и постоянный житель этого города [Джорж, 1907]. Он опубликовал достаточно много интересных наблюдений за животными. Среди них есть одна небольшая заметка о летучих мышах [Акимов, 1904]. В ней сообщается, что 13 марта (по новому стилю 26 марта) 1903 г. в полдень над лесными складами в Таганроге летала одна летучая мышь. А 20 марта (2 апреля) там же проведены наблюдения в течение не менее получаса за охотой 5 летучих мышей так же в середине дня. Вид не указан, но автор замечает, что не было слышно их писка, так как они летали слишком высоко. Судя по этой детали, в Таганроге, где жил автор, писк летучих мышей не редкость и с большой долей вероятности издавали его рыжие вечерницы. Писк (или цыканье) на местах днёвок, который можно слышать человеку, очень характерен для этого вида [Формозов, 1927; Зубко, 1937; Попов, 1941]. Время наблюдения (конец марта – начало апреля по новому стилю) указывает на возможную зимовку летучих мышей в Таганроге, так как по датам полностью совпадает с первыми вылетами зверьков после зимовки, отмеченными по современным наблюдениям в районе Ростова-на-Дону, расположенном в 70 км восточнее Таганрога [Газарян, Казаков, 2002]. Подтверждением этому служат и замечания самого автора наблюдения о том, что в первой половине марта 1903 г. (по старому стилю) в ночное время температура воздуха опускалась до отрицательных значений [Акимов, 1904]. А такие погодные условия должны препятствовать осуществлению рыжими вечерницами миграционных перемещений в этот период.

В первой половине прошлого столетия рыжие вечерницы оставались на зимовку и в других населённых пунктах по Нижнему Дону. Так, 22 ноября 1947 г. был добыт самец *N. noctula* в церкви хутора Алдабульский Дубовского района (рис. 1, точка 16) (колл. Слинко) – тушка с черепом находится в коллекции музея природы Харьковского университета [Льюхин, 2018]. Место добычи зверька расположено в 220 км восточнее Ростова-на-Дону. Свои исследования Л.И. Слинко проводила на базе Зимовниковской

противочумной станции; основное направление – изучение грызунов и их эктопаразитов. В 1947–1950 гг. был обследован Дубовский, а в 1951–1956 гг. частично и Зимовниковский р-ны Ростовской обл. Рыжая вечерница, по-видимому, была добыта случайно, целенаправленных поисков представителей этой группы млекопитающих не проводилось и в публикациях Л.И. Слинко рукокрылые нигде не упоминаются. Следует отметить, что в 1947 г. хутор Алдабульский находился в пойме Дона, где имелись высокоствольные древостой. Только в начале 1950-х гг., после строительства плотины, хутор был перенесён на возвышенность, где находится и сейчас. А его прежнее место, в том числе и место расположения церкви, в которой была добыта вечерница, залито водами Цимлянского водохранилища. Добытая в конце ноября в хуторе Алдабульском вечерница явно осталась там на зимовку, так как осенние миграции у этого вида в регионе завершаются к концу октября [Газарян, Казаков, 2002]. В Дубовском районе по описанию Л.И. Слинко «...зима 1947–1948 гг. была исключительно мягкой, ночные отрицательные температуры воздуха в припочвенном слое наблюдались очень редко и были непродолжительными. Почва в течение всей зимы не замерзала, не прекращалось развитие озимых посевов и дикой травянистой растительности целинных участков» [Слинко, 1961]. Такие погодные условия, без сомнения обеспечили нормальную зимовку *N. noctula* в этом районе.

Другой не менее интересный случай был зарегистрирован на лесном кордоне в Цимлянских песках уже после возведения плотины и затопления облесённой поймы Дона в этом районе (рис. 1, точка 17). В конце октября 1953 г. на чердаке жилого дома были найдены три особи *N. noctula*, находившиеся в состоянии зимнего оцепенения [Критская, 1956]. Как указывает автор находки, впадение в спячку было связано с внезапным похолоданием. Мы не исключаем, что в данном случае это могли быть и задержавшиеся зверьки, которых застало незначительное похолодание на пролёте по пути в более южные районы. Место и убежище, где они обнаружены, были вполне подходящими для спячки.

Но и более суровые погодные условия не препятствуют успешной зимовке вида в регионе. Прямые наблюдения за зимовкой *N. noctula* в дуплах деревьев на юге России показали, что на широте Ростова-на-Дону зверьки нормально переносят морозные зимы с кратковременными понижениями до -20°C , но при опускании температуры воздуха ещё ниже – до -27°C происходит массовая гибель зверьков, как это отмечено в Краснодаре [Газарян, 2002а; Газарян, Малиновкин, 2010]. В этих условиях решающее значение начинают приобретать особенности убежищ и численность зверьков в них. Но зимы, в течение которых температура может снижаться ниже -20°C , являются аномальными в регионе и случаются не чаще 1 раза в десятилетие. Это даёт основание считать климатические условия юга Русской равнины подходящими для массовых зимовок *N. noctula* и в природе, и в городской застройке.

Следует отметить, что храмы и церкви, и сейчас, и в прошлом были неотъемлемой частью казачьих станиц, а также многих хуторов на Донской земле. Эти здания, очевидно, постоянно использовали летучие мыши, в том числе, рыжие вечерницы для днёвок во время сезонных перелётов, а при наличии подходящих убежищ – и для зимовки. Находки зверьков в хуторе Алдабульском и в постройках на Цимлянских песках могут служить этому подтверждением. Но число культовых сооружений в небольших населённых пунктах первой половины XX столетия, как возможных мест обитания летучих мышей, к тому же почти не обследованных в этом отношении, не идёт ни в какое сравнение с количеством выстроенных во второй половине прошлого и начале нашего века высотных отапливаемых зданий в городах, где, в основном, и обнаружены новые места зимовок *N. noctula*.

Освоение многоэтажных зданий и сооружений в качестве зимовочных станций стало происходить, скорее всего, уже в XIX в. Об этом свидетельствуют данные о зимовках рукокрылых в Краснодаре, Таганроге, Ставрополе и, по-видимому, в Ростове-на-Дону, а также в населённых пунктах Крымского полуострова. Но в этот период выбор рыжими вечерницами зимовочных убежищ в зданиях

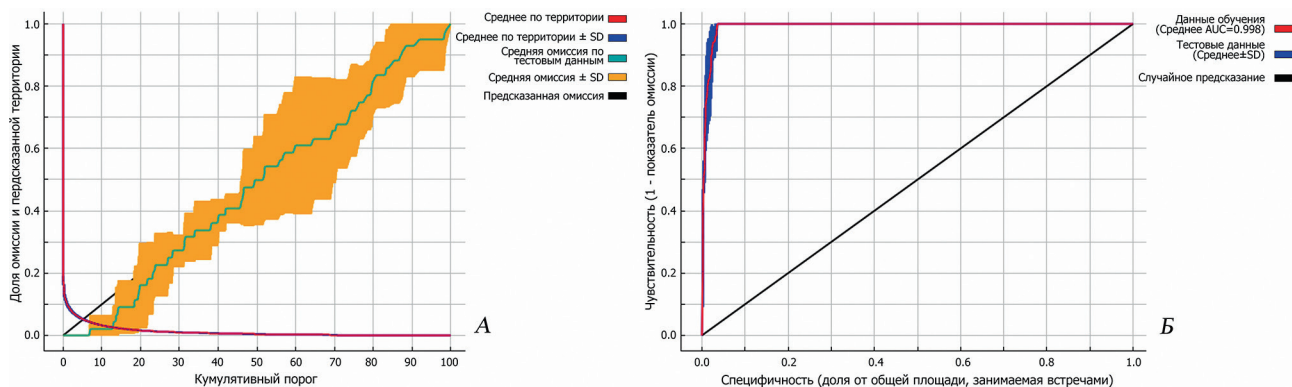


Рис. 2. Статистический анализ точности полученной модели вероятностного распространения: *A* – изменение оmissии и «идеальной» области зимовки по тестовым и тренировочным точкам, *B* – тренд операционной кривой, отображающий ROC и AUC, по усредненным данным.

и переход в антропогенную среду происходил в пределах установленной на основании климатических показателей естественной области зимовки. Успешная перезимовка в искусственных сооружениях на юге России способствовала закреплению у рыжих вечерниц такого поведенческого стереотипа.

В январе 2010 г. одна особь *N. noctula* была найдена в городе Волгодонске (Ростовская обл.) (рис. 1, точка 18) [Газарян и др., 2010], и эту находку рассматривали как один из фактов, подтверждающих расширение области зимовок данного вида в восточном направлении [Godlevska, 2015]. Хотя более чем 50 лет назад в хуторе Алдабульском и на Цимлянских песках, располагавшихся почти в 40 км далее на восток от Волгодонска, уже добывали зимующих рыжих вечерниц. В целом, если соединить крайние точки с сообщениями о находках рыжих вечерниц в зимний период, датируемых первой половиной XX в. (Нежинский р-н, Черниговской обл. [Великанів, 1930]; хутор Алдабульский, Ростовской обл.; Ставрополь), то все обнаруженные в последние десятилетия места зимовок [Godlevska, 2015] находятся к югу и западу от этой условной линии и, фактически, восточная граница зимовок данного вида пока не изменилась. Для проверки этой точки зрения нами было проведено биоклиматическое моделирование оптимальной области зимовки при условии, что животные в холодное время занимают естественные и слабо защищенные от внешних колебаний среды наземные убежища.

Моделирование области зимовки. Все модели, построенные при разных уровнях слож-

ности, показали значения индекса AUC_{test} выше 0.75. Однако наименьшее переобучение ($AUC_{diff} = 0.003 \pm 0.0007$) получила модель со значением сложности равным 1, которая и была взята для рассмотрения.

Результаты анализа продемонстрировали хорошую точность модели, данные по тестовым точкам близки предсказанной динамике оmissии, рассчитанной для тестовых данных (рис. 2*A*). Достаточно высокий показатель данных обучения (средней AUC и площадь под кривой) говорит о хорошей пригодности модели. Для тестовых данных значение AUC также велико – 0.992 ± 0.001 . Кривые тестовых и тренировочных данных расположены далеко от диагональной прямой, которая демонстрирует надёжность прогноза на случайном уровне, что свидетельствует о высокой ожидаемой способности полученной модели (рис. 2*B*).

Карта, показывающая степень пригодности территорий, представлена на рис. 3. Она отличается от сплошной области зимовки *N. noctula*, обозначенной ранее для восточной части зимнего ареала на период 2015 г. (рис. 1). Прогнозируемое размещение подходящих для зимовки территорий не образует континуум, а представлено отдельными участками. Согласно построенной модели, наиболее благоприятные районы (индекс пригодности > 0.60) находятся в пределах юга Среднего и Южного Приднепровья, Крыма, приазовской части Краснодарского края, южной половины Ростовской обл., западного и восточного Предкавказья, северных и приморских районов республики Дагестан и юга Астрахан-

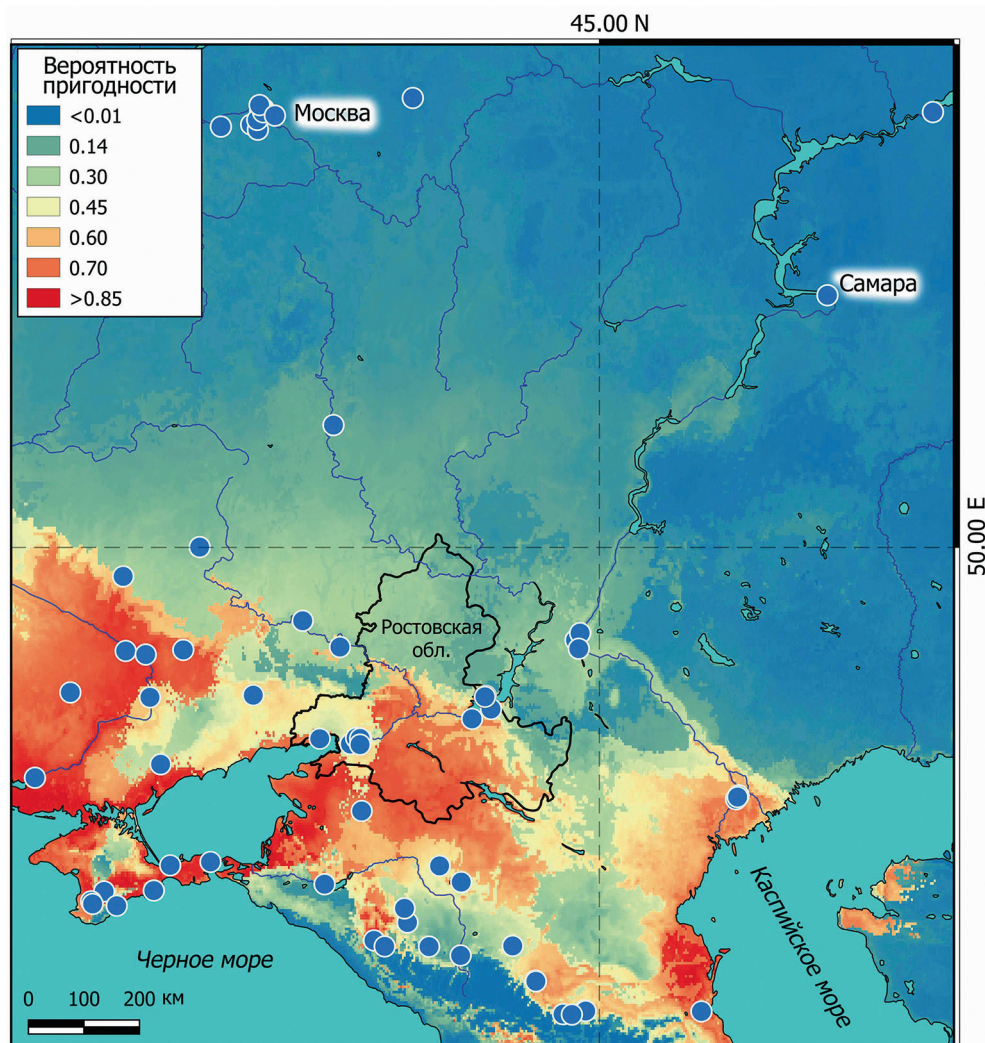


Рис. 3. Вероятностная модель области зимовки на юго-востоке европейской части ареала *Nyctalus noctula*, построенная на основе данных WorldClim. Градиентом цвета показана вероятность пригодности территории к зимовке в естественных надземных убежищах. Синие точки – установленные места зимовок вида. Чёрная линия – административные границы Ростовской обл.

ской обл. Зона меньшего благоприятствования (индекс пригодности 0.30–0.50) включает районы Ставропольской и Ергенинской возвышенностей на востоке и западной части Приазовской возвышенности на западе.

В ходе процедуры моделирования выявлено, что наибольший вклад при обучении модели на определение пригодности территории к зимовке вносят шесть переменных среды: Bio11, Bio15, Bio04, Bio09, Bio05, Bio02 (табл.). Однако при оценке переменных после пермутации значимое уменьшение значений тренировочной AUC_{training} фиксируется только по Bio11. У остальных происходит перераспределение, и на второе место по значимости выходит переменная Bio09, которая при прямой оценке значимости занимала лишь четвертую позицию.

По результатам jackknife-теста (рис. 4), переменные Bio08 и Bio16 не дают существенного прироста, и использование каждой из них по отдельности для моделирования бесполезно. Фактор Bio05 неплохо предсказывает распределение точек, но не используется программой, когда берутся все переменные (табл.). Если рассматривать построение моделей с исключением переменных, то определённое количество уникальной информации содержат такие факторы как Bio11, Bio02, Bio04, Bio09 и Bio15. Однако использование Bio02 и Bio04 по отдельности каждой также не даёт существенного прироста. По обучающим, тестовым данным и по кросс-валидированной кривой AUC_{test} (рис. 4) результаты jackknife-теста показывают, что наиболее эффективно предсказывают распределение ТР

Таблица. Процентный вклад переменных в построение модели пригодности территорий к зимовке *Nyctalus noctula* в естественных наземных убежищах. Показан вклад переменных и их важность при пермутации (%).

Переменные	Процент вклада (%)	Коэффициент пермутации (%)
Bio11	38.0	80.1
Bio15	19.5	4.4
Bio04	12.4	2.8
Bio09	10.6	6.1
Bio05	9.8	0.2
Bio02	9.2	3.3
Bio16	0.2	1.1
Bio08	0.2	1.9

переменные Bio11, Bio09 и Bio15, а их общая пермутация уменьшает AUC_{training} более, чем на 90%.

Таким образом, полученные данные указывают, что только три параметра вносят значимый вклад в полученную модель (рис. 5). Ключевые роли в формировании зимовочного ареала играют температурные режимы самой сухой (октябрь – декабрь) и самой холодной четвертой года. Зимовка в естественных незащищённых убежищах с вероятностью более 60% может отмечаться в тех районах, где температура колеблется от -4 до $+4$ °C. Однако, как показывают исследования, проведённые на рубеже веков в г. Краснодаре [Газарян, 2002a], *N. noctula* могут относительно благополучно переносить незначительные отклонения от этой нормы. Например, кратковре-

менные понижения температуры воздуха до -10 °C не вызывают ни гибели животных, ни смены ими убежищ. Смерть отдельных зверьков отмечалась только тогда, когда температура в некоторые дни падала до -27 °C, а в обитаемых дуплах – до -10 °C. Вероятно, что значительную роль в переживании при таких экстремальных условиях низких температур играет коллективная терморегуляция: чем многочисленнее зимующая группа, тем выше среди них процент выживших особей.

Иной эффект может оказать чрезмерно высокая температура. Наши наблюдения за многочисленными зимующими колониями в Ростове-на-Дону показали, что превышение от нормы среднесуточной температуры ноября на $+7...+10$ °C приводит к нарушению состоянию спячки. В таких условиях живот-

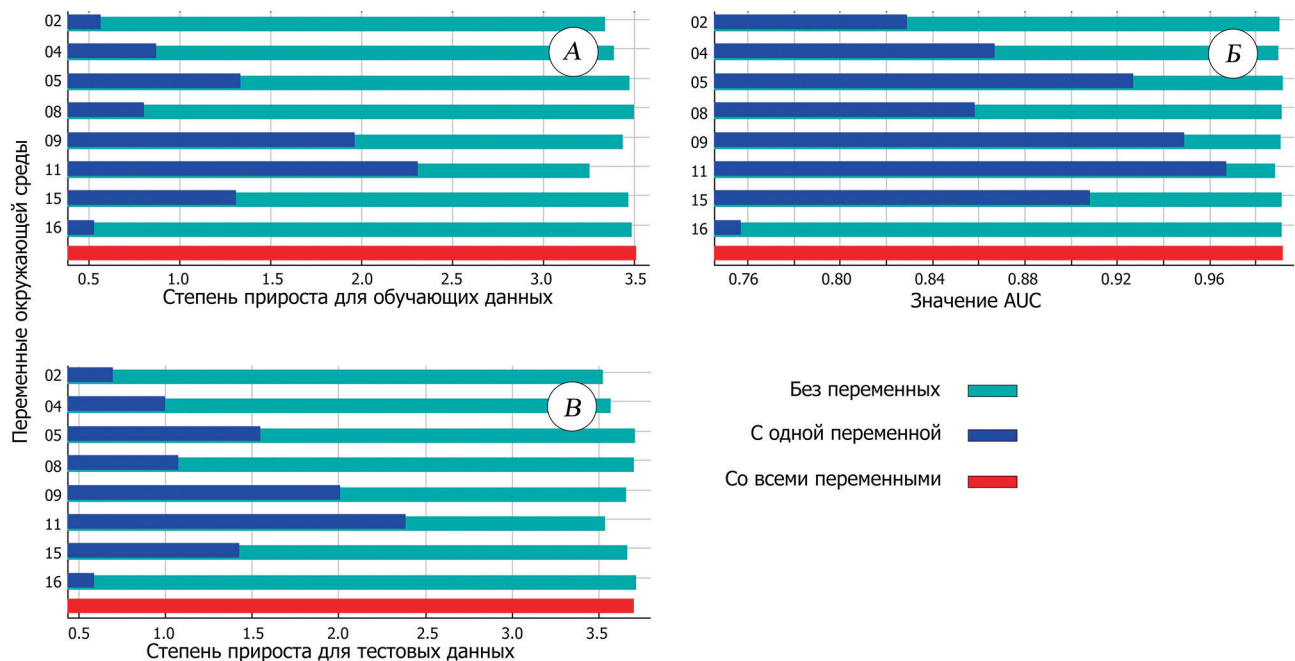


Рис. 4. Диаграмма результатов jackknife-теста по данным: обучающим (А), по кросс-валидированной кривой AUC_{test} (Б) и тестовым (В).

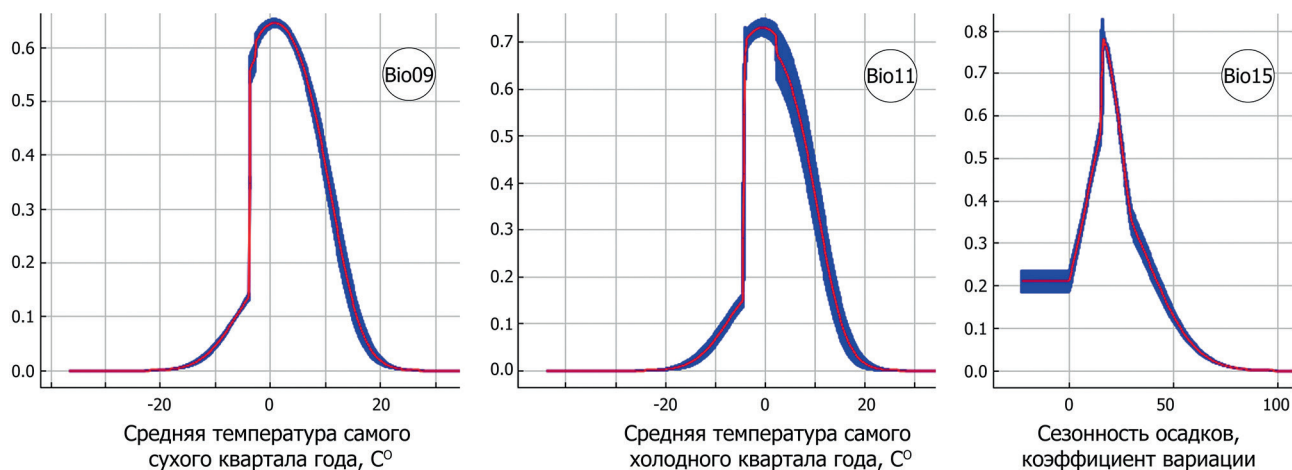


Рис. 5. Кривые отклика, отражающие вероятность пригодности области обитания для зимовки *Nyctalus noctula* от трёх биоклиматических параметров (цифры в кругах – нумерация переменных согласно BioClim).

ные, как правило, просыпаются и приходят в активное состояние. Это легко определяется по специфическим звукам (социальным сигналам) летучих мышей, которые они издают в местах своей локализации. Голоса вечерниц наиболее отчётливо слышны в утренние и вечерние часы, а нередко их можно различать и днём сквозь городской шум. В случае продолжительного сохранения аномально положительных температур или частых колебаний от минусовых до аномально высоких её значений животные длительно находятся в активном состоянии, что приводит, как это ранее уже было установлено [Thomas et al., 1990; Thomas, 1995; Boyles et al., 2008], к быстрым энергетическим потерям организма (до 84%), а отсутствие возможности их восполнить – и к гибели.

Ещё один фактор – сезонность выпадения осадков. Согласно расчётам, при его коэффициенте вариации в диапазоне от 12 до 25 пригодность территории к зимовке в естественных убежищах составляет более 60%. Однако этот показатель сам по себе вряд ли может рассматриваться как ключевой, влияющий на благоприятность течения спячки вида. По всей видимости, его сопряжённость здесь связана с общими физико-географическими параметрами выделенной модельной области, которые реально определяют распространение вида в течение данного сезона года.

Отдельно хотелось бы отметить ещё три фактора, которые вносят немалый вклад при

обучении модели – это минимальная температура самого холодного месяца года (вклад – 8.8%, пермутация – 17.6), сумма осадков в самом сухом месяце года (вклад – 13.2%, пермутация – 0.1) и сумма осадков в сухой четверти года (вклад – 3.7%, пермутация – 0.9). Однако все они демонстрируют высокую коллинеарность с уже упомянутыми выше факторами, поэтому в окончательное построение модели не вошли. Тем не менее, первый из этих трёх (минимальная температура самого холодного месяца года), определённо должен играть существенную роль в успешности зимовки в условиях незащищённых убежищ и вполне может рассматриваться, наравне с модельными факторами, как лимитирующий в формировании границ зимовки.

Таким образом, результаты моделирования вероятностной области зимовки *N. noctula* на основе корреляций мест его находок с биоклиматическими переменными продемонстрировали не совпадение с ранее очерченными границами (рис. 1) и подтверждают нашу идею об отсутствии в последние два десятилетия изменений естественных восточных пределов зимовок вида в северном направлении. Согласно полученной модели, северная граница области зимовки проходит чуть северней условной линии, прочерченной на период 2002 г., и южнее таковой, обозначенной на период 2015 г. Находка вида зимой 2010 г. в Волгодонске Ростовской обл. не может рассматриваться как результат расширения области зимовки, так как попадает

в соответствующую модельную область, построенную на основе климатических данных 1970–2000 г. Подтверждением этому служат находки в середине прошлого века зимующих особей рыжей вечерницы в двух локациях недалеко от Волгодонска. Все эти точки регистрации на востоке Ростовской обл. обозначают северный предел модельной области зимнего обитания вида. На запад эта граница идёт, вероятно, через нижнее течение Северского Донца и далее, огибая Донецкий кряж и юг Харьковской обл., уходит на левое Приднепровье. Восточнее зимовки *N. noctula* в естественных убежищах не исключены в галерейных лесах дельты Волги, но наиболее пригодные территории находятся южнее – в Дагестане, где по поймам рек Терека, Сулака и Акташа встречаются массивы перестойных лесов.

Зимовки *N. noctula* в незащищённых от низких температур дуплах деревьев на территориях, расположенных на север за пределами границ модельной области зимовки, по-видимому, из-за суровости зим маловероятны, и на данный момент не известно ни одного случая. Однако в последние два десятилетия из этих районов стало появляться множество свидетельств зимних находок вида в многоэтажных строениях различных населённых пунктов, и, главным образом, – крупных городов. Например, начиная с 1990-х гг., скопления зимующих животных ежегодно отмечают в полостях и трещинах стен городских зданий Харькова [Влащенко, 1999, 2002; Летучие мыши..., 2023]. Восточнее зимовка вида отмечена в Астрахани, где 24 февраля 2004 г. в одном из корпусов технического университета была поймана молодая самка [Кожурина, Горбунова, 2004]. Севернее отдельно зимующих особей и группы разной численности находили в ряде других населённых пунктах. Так, в Волгограде известно четыре находки. При замене окон в многоэтажном жилом доме 13 марта 2019 г. обнаружена группа зимующих зверьков примерно из 200 особей, а 6 декабря того же года в здании промышленного предприятия – зимующая колония численностью около 50 особей [Морган, личное сообщение, по фото]. Эти находки, сделанные в разное время одного

года, свидетельствуют, что зимовки в городской среде далеко не случайны и подтверждают способность *N. noctula* оставаться и успешно переживать здесь неблагоприятные условия. Кроме этого, в Волгограде отмечены случаи зимовки и одиночных зверьков: 5 марта 2017 г. в районе Сарпинских озёр [Урусова, личное сообщение, по фото] и 4 ноября 2021 г. в центре города [Ильченко, 2021]. Ещё севернее вечерниц находили в декабре 2000 г. и в феврале 2020 г. в Воронеже. В первом случае это были три истощённых зверька, которые позже погибли [Аксёненко, Шерстяных, 2011], а во втором – одиночный самец, найденный случайно на балконе жилого дома [Шерстяных, личное сообщение, по фото]. В Самарской обл. зимовка вида отмечена также дважды. Впервые зверьков в количестве 5 особей нашли в конце ноября 2008 г. в искусственных подземных выработках, где они зимовали в трещинах потолка совместно с другими видами летучих мышей [Смирнов и др., 2010]. Было высказано предположение, что эта одна из северных групп *N. noctula*, которая задержалась на пролёте и удачно нашла подходящее убежище для зимовки. Вторая находка сделана в конце ноября 2021 г. в г. Тольятти, где при ремонте кондиционера был обнаружен один самец [Вехник, личное сообщение, по фото]. В условиях средней полосы России восточным пределом известных на данный период зимовок вида следует считать находку одной особи, сделанную 28 декабря 2021 г. в окрестностях с. Тарловка муниципального образования Елабуга Татарстана [Лукьянова, 2021]. Зверёк был найден лежащим на снегу мёртвым, при этом его внешнее состояние было весьма удовлетворительным. С большой вероятностью это животное оставалось зимовать в указанном районе, но по неизвестным причинам зимовка была прервана, что в итоге привело к его гибели. Западнее Елабуги зимовки отмечены во Владимирской [Быков, 2018] и Московской [Ильченко, 2023] областях. В Москве зимние находки вида регистрируют с 2014 г., а за последние два года задокументировано, как минимум, восемь встреч и ещё две в окрестностях столицы. Во всех случаях это были одиночные зверьки, которых находили в период с конца сентября

по начало января при различных обстоятельствах в многоэтажных жилых строениях.

Можно ли все эти находки считать свидетельством расширения естественной области зимовки? Если бы в пределах этих территорий были известны достоверные случаи обнаружения животных в естественных убежищах, то можно было бы утверждать положительно. Однако из-за часто случающихся здесь зимой крайне низких температур это невозможно, что ещё раз подтверждают наблюдения в Краснодаре [Газарян, 2002a]. В некоторой степени показательным примером того, как изменение температуры на минусовые значения негативно отражается на животных, может служить находка *N. noctula*, сделанная 9 декабря 2018 г. в одном из сёл Владимирской обл. [Быков, 2018]. Две особи были обнаружены в слабо защищённом от изменений погодных условий деревянном сарае. По наблюдениям автора (Быков, личное сообщение), осень этого года в районе была относительно тёплой, что, очевидно, и послужило причиной задержки здесь зверьков. Переход температуры к минусовым значениям произошёл только 11 ноября, и морозная погода сохранялась в течение 5 дней, потом снова случилась оттепель и далее опять небольшой «минус». Сплошной снежный покров образовался 18 ноября. Декабрь был пасмурный, с частым снегом, температура в основном держалась не ниже $-8...-10$ °С. В момент находки один из зверьков был уже мёртв. По визуальной оценке, его состояние было нормальным (без внешних повреждений и травм), а гибель наступила сравнительно недавно. Причиной смерти могло быть кратковременное сильное понижение температуры в начале декабря.

Появление рыжих вечерниц в зимнее время в постройках человека следует рассматривать как вторичное явление, связанное с попытками, при наличии определённых условий, освоения климатической «зоны риска» [Стрелков, 2002]. Этому, например, могут способствовать реально наблюдаемые за последние полвека в средней полосе России (65° – 52° с. ш.) тенденции повышения межгодового хода среднемесячной температуры воздуха (ноябрь – март) и одновременное его понижение на юге России (50° – 40° с. ш.)

[Виноградова, 2009; Оганесян, 2019]. Многочисленные полости в многоэтажных и каменных зданиях различных населённых пунктов относительно неплохо защищены от колебаний внешних температур и в отличие от дупел деревьев могут предоставлять животным возможности для успешного переживания суровых зим. Насколько это явление широко распространено в средней полосе Европейской России, сказать пока сложно, но на юге региона, например, по нашим наблюдениям в Ростове-на-Дону, носит явно массовый характер.

Заключение

Анализ новых и ранее не представленных в специальной литературе находок *N. noctula* в Ростовской обл. позволил установить масштаб распространения вида в летнее время и уточнить предполагаемые северные границы области его зимнего пребывания. Летние находки на юге и крайнем востоке региона свидетельствуют, что эта территория служит не только местом транзита в период сезонных миграций, но и постоянного летнего пребывания вида. Однако остаётся ещё не до конца ясной половая структура остающейся здесь на лето части популяции. Известно, что выводковые колонии встречаются на севере и на юге области (рис. 1), а находки самцов в основном представлены единичными особями. Результаты моделирования вероятностной области зимовки *N. noctula* показали её неоднородность и отсутствие в последние десятилетия явных изменений естественных восточных границ. Её северные пределы в рассматриваемом регионе начинаются на западе на широте примерно Среднего Приднепровья (50° с. ш.), далее идут через Ростовскую обл. и заканчиваются на востоке на широте г. Астрахани (46.5° с. ш.). Важнейшими биоклиматическими параметрами при построении модели являются средняя температура самой сухой и средняя температура самой холодной четвертой года. Находки зимующих колоний вечерниц далеко за пределами естественной области зимовки, очевидно, можно рассматривать как процесс расширения области жизненного пространства вида, который у мигрирующих животных имеет

свои особенности и проявляется в виде освоения преимущественно антропогенных территорий. На основании полученных результатов общую область зимовки можно условно разделить на две зоны: территория (1), где зимовка носит массовый характер и возможна в слабозащищённых естественных убежищах, и территория (2) с климатической «зоной риска», где остаётся лишь очень небольшая часть популяции вида, а убежищами им служат защищённые от внешних факторов пространства в многоэтажных строениях населённых пунктов. На сегодняшний день северный рубеж второй зоны проходит по линии Москва – Владимир – Самара – Елабуга. Следует отметить, что эта линия весьма условная и отсутствие данных между образующими её точками, а также на обширном пространстве южнее до северных границ естественной области зимовки может рассматриваться на современном этапе лишь как недостаток сведений о зимних находках вида.

Финансирование работы

Анализ данных и подготовка рукописи выполнены за счёт собственных средств авторов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

Литература

- Акимов А. Из наблюдений прошлого года // Псовая и ружейная охота. 1904. № 7. С. 122.
- Аксёненко Е.В., Шерстяных Е.И. Рукокрылые Воронежской области: эколого-фаунистический обзор // Современные проблемы зоологии позвоночных и паразитологии: Материалы III Междунар. научн. конф. Воронеж: Издательско-полиграфич. центр ВГУ, 2011. С. 20–26.
- Быков Ю.А. *Nyctalus noctule*. Портал «Млекопитающие России». 2018. (Электронный ресурс) // (<https://rusmam.ru/data/view?id=227350>). Загружено Дмитрий Смирнов 02.02.2023. Проверено 10.02.2023.
- Великанів В. Замітка про кажанів Ніженської округи // Український мисливець та рибалка. 1930. № 11–12. С. 27–29.
- Виноградова В.В. Биоклиматические индексы в оценке воздействия современного потепления климата на условия жизни населения России // Известия РАН. Сер. географическая. 2009. № 3. С. 82–89.
- Влащенко А.С. Находка вечерницы рыжей *Nyctalus noctula* на зимовке в Харькове // Вестник зоологии. 1999. Т. 33. № 4–5. С. 76.
- Влащенко А.С. Находки рукокрылых в здании Харьковского национального университета // Вісник Харківського університету № 551. Серія: «Актуальні проблеми сучасної науки в дослідженнях молодих вчених м. Харкова». 2002. № 2. С. 212–216.
- Газарян С.В. Наблюдения за зимовкой рыжих вечерниц в дуплах деревьев в Предкавказье // *Plecotus et al.* 2002a. № 5. С. 28–33.
- Газарян С.В. Эколого-фаунистический анализ населения рукокрылых (Chiroptera) Западного Кавказа: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.08. М., 2002б. 225 с.
- Газарян С.В., Бахтадзе Г.Б. Труба котельной – техногенная ловушка для рукокрылых // *Plecotus et al.* 2002. № 5. С. 99–101.
- Газарян С.В., Бахтадзе Г.Б., Малиновкин А.В. Современное состояние изученности рукокрылых Ростовской области // *Plecotus et al.* 2010. № 13. С. 50–58.
- Газарян С.В., Казаков Б.А. Экология рыжей вечерницы *Nyctalus noctula* на Северном Кавказе и Предкавказье: Сообщение 1. Характер пребывания, убежища, колонниальность, гонное поведение // *Plecotus et al.* 2002. *pars specialis*. С. 74–82.
- Газарян С.В., Малиновкин А.В. О зимовке рыжих вечерниц в дупле дерева в г. Ростов-на-Дону // *Plecotus et al.* 2010. № 13. С. 48–49.
- Галкин Г.А. Климатические аномалии в Краснодарском крае. Краснодар: Союз НИО СССР, 1989. 194 с.
- Галкин Г.А. Климат Кубани в прошлом: воспоминания о будущем? // Рисоводство. Научно-производственный журнал. 2014. № 2 (25). С. 52–56.
- Джорж Н.Д. А.А. Акимов [Некролог] // Псовая и ружейная охота. 1907. № 9. С. 130.
- Дулицкий А.И., Коваленко И.С. Материалы по рукокрылым Крыма в зоологических собраниях Украины и России // В кн.: Вопросы развития Крыма: Проблемы инвентаризации крымской биоты. Симферополь, Таврия-Плюс, 2003. № 15. С. 197–210.
- Заварзина К.В., Кузенков В.И. Материалы, собранные Атаманской Противочумной Лабораторией в Дубовском районе Сальского округа за 1927 и 1928 годы (Отчёт лаборатории в станице Атаманской) // Сборник работ противочумной организации Северо-Кавказского края за 1928 год: Известия Государственного Микробиологического института в г. Ростове-на-Дону, 1929. Вып. 9. С. 34–50.
- Зубко Я.П. Нарис фауни Chiroptera південного сходу Одеської області // Інститут зоології та біології АН УРСР: Збірник праць Зоологічного музею. 1937. Т. 20. С. 121–128.

- Иофф И.Г., Тифлов В.Е. Определитель Афаниптера (Suctoria – Aphaniptera) Юго-Востока СССР. Ставрополь, 1954. 201 с.
- Ильин В.Ю., Смирнов Д.Г., Красильников Д.Б., Яняева Н.М. Материалы к кадастру рукокрылых (Chiroptera) Европейской России и смежных регионов. Пенза: ПГПУ, 2002. 64 с.
- Ильченко О.Г. *Nyctalus noctula*. Портал «Млекопитающие России». 2021. (Электронный ресурс) // (<https://rusmam.ru/data/view?id=193357>). Загружено Ольга Ильченко 22.03.2022. Проверено 10.02.2023.
- Ильченко О.Г. Выборка: Портал «Млекопитающие России». 2023 (Электронный ресурс) // (https://rusmam.ru/sample/records?id=s_9_2a9bfa7681). Создана Дмитрий Смирнов 05.02.2023. Проверено 10.02.2023.
- Ильяхин Ю. Представники ряда Chiroptera в коллекции музея природы Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна // Theriologia Ukrainica. 2018. № 16. С. 77–84.
- Казаков Б.А., Ярмыш Н.Н. О фауне рукокрылых Предкавказья // Материалы Первого Всесоюзного совещания по рукокрылым (Chiroptera). Л., 1974. С. 69–72.
- Каменева С.П., Панютин К.К. О перелётах некоторых видов летучих мышей // Охрана природы и озеленение. 1960. Вып. 3. С. 117–119.
- Кожурина Е.И., Горбунова Ю.А. О зимовке летучих мышей в дельте Волги // Plecotus et al. 2004. № 7. С. 104–105.
- Критская Т.И. Грызуны Доно-Цимлянского песчаного массива, их хозяйственное значение и борьба с ними: Дис. ... канд. биол. наук: Ростов-на-Дону, 1956. 242 с.
- Кузенков В.И. К изучению фауны блох (Aphaniptera) эндемического района чумы на Северном Кавказе // Сборник работ противочумной организации Северо-Кавказского края за 1928 год: Известия Государственного Микробиологического института в г. Ростове-на-Дону. 1929. Вып. 9. С. 106–125.
- Лабунец Н.Ф., Дегтярёва Л.В. О блохах летучих мышей на Северном Кавказе // Паразитология. 1985. Т. 19, вып. 3. С. 177–180.
- Летучие мыши/рукокрылые/кажани в Харькове (Электронный ресурс) // (https://vk.com/bat_kharkov). Проверено 10.02.2023.
- Лукьянова Ю. *Nyctalus noctula*. Портал «Млекопитающие России». 2021. (Электронный ресурс) // (<https://rusmam.ru/data/view?id=173472>). Загружено Дмитрий Смирнов 21.01.2022. Проверено 10.02.2023.
- Оганесян В.В. Климатические изменения как факторы риска для экономики России // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2019. № 3 (373). С. 161–184.
- Орлов Е.И. Материалы к познанию фауны наземных позвоночных Калмыцкой области // Материалы к познанию фауны Нижнего Поволжья. Саратов, 1928. Вып. 2. С. 1–20.
- Панютин К.К. Дальние миграции рукокрылых, окольцованных в Воронежском заповеднике // Миграции животных. Л.: Наука, 1968. Вып. 5. С. 117–119.
- Панютин К.К. Рукокрылые // Вопросы териологии. Итоги мечения млекопитающих. М.: Наука, 1980. С. 23–46.
- Попов Б.М. О сезонных миграциях летучих мышей // Природа. 1941. № 2. С. 87–90.
- Портал «Млекопитающие России» (Электронный ресурс) // (<http://rusmam.ru/>). Проверено 20.01.2023.
- Преображенский В. Из Екатеринодара (Куб. об.) // Охотничья газета. 1895. № 14. С. 218.
- Слинко Л.И. Динамика численности общественных полёвок в засушливых районах Ростовской области // Сборник научных работ Дагестанской противочумной станции. Махачкала, 1961. С. 320–330.
- Смирнов Д.Г., Курмаева Н.М., Вехник В.П., Шепелев А.А. О находке зимующих рыжих вечерниц (*Nyctalus noctula*) в Среднем Поволжье // Зоологический журнал. 2010. Т. 89. № 2. С. 233–237.
- Стрелков П.П. Область выведения потомства и её положение в пределах ареала у перелётных видов рукокрылых (Chiroptera, Vespertilionidae) восточной Европы и смежных территорий. Сообщение 1 // Зоол. журнал. 1997. Т. 76, вып. 9. С. 1073–1082.
- Стрелков П.П. Материалы по зимовкам перелётных видов рукокрылых (Chiroptera) на территории бывшего СССР и смежных регионов. Сообщение 2. *Nyctalus noctula* // Plecotus et al. 2002. № 5. С. 35–55.
- Тифлов В.Е., Скалон О.И., Ростигаев Б.А. Определитель блох Кавказа. Ставрополь, 1977. С. 1–278.
- Ункурова В.И. К экологии рукокрылых Калмыцкой АССР // Фауна и экология животных Калмыкии и сопредельных районов. Элиста: Калмыцкий ун-т, 1984. С. 92–97.
- Формозов А.Н. О перелётах летучих мышей (Chiroptera: Vespertilionidae) // Доклады АН СССР. 1927. Сер. А. № 17. С. 272–274.
- Ярмыш Н.Н., Казаков Б.А., Сони́на И.Ю., Усвайская А.А. Новые находки рукокрылых на Северном Кавказе // Рукокрылые (Chiroptera): Вопросы териологии. М., 1980. С. 72–77.
- Boria R.A., Olson L.E., Goodman S.M., Anderson R.P. Spatial filtering to reduce sampling bias can improve the performance of ecological niche models // Ecological Modelling. 2014. No. 275. P. 73–77. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2013.12.012.
- Boyles J.G., Storm J.J., Brack V.Jr. Thermal benefits of clustering during hibernation: a field test of competing hypotheses on *Myotis sodalis* // Functional Ecology. 2008. Vol. 22. P. 632–636.
- Dormann C.F., Elith J., Bacher S., Buchmann C., Carl G., Carré G., García Marquéz J.R., Gruber B., Lafourcade B., Leitão P.J., Münkemüller T., McClean C., Osborne P.E., Reineking B., Schröder B., Skidmore A.K., Zurell D., Lautenbach S. Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance // Ecography. 2013. Vol. 36 (1). P. 27–46. DOI: 10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x
- Elith J. Quantitative methods for modeling species habitat: Comparative performance and an application to Australian plants // In: S. Ferson and M. Burgman (Eds.). Quantitative methods for conservation biology. 2002. P. 39–58. https://doi.org/10.1007/0-387-22648-6_4
- Elith J., Phillips S.J., Hastie T., Dudik M., Chee Y.E., Yates C.J. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists // Divers. Distrib. 2011. Vol. 17. P. 43–57.

- Fick S.E., Hijmans R.J. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas // *International Journal of Climatology*. 2017. Vol. 37. No. 12. P. 4302–4315.
- Fielding A.H., Bell J.F. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence absence models // *Environmental Conservation*. 1997. Vol. 24. No. 1. P. 38–49.
- Godlevska L.V. Northward expansion of the winter range of *Nyctalus noctula* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Eastern Europe // *Mammalia*. 2015. Vol. 79. No. 3. P. 315–324.
- Mateo R.G., Vanderpoorten A., Munoz J., Laenen B., Desamere A. Modeling species distributions from heterogeneous data for the biogeographic regionalization of the European bryophyte flora // *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8. No. 2. e55648. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055648>
- Merow C., Smith M.J., Silander J.A. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: What it does, and why inputs and settings matter // *Ecography*. 2013. Vol. 36. No. 10. P. 1058–1069.
- Phillips S.J. A Brief Tutorial on Maxent // *Lessons in Conservation*. 2010. Vol. 3. P. 108–135.
- Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions // *Ecol. Model.* 2006. Vol. 190. P. 231–259.
- Phillips S.J., Dudik M. Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation // *Ecography*. 2008. Vol. 31. P. 161–175.
- Thomas D.W. The physiological ecology of hibernation in vespertilionid bats // *Symp. Zool. Soc. Lond.* 1995. No. 67. P. 233–244.
- Thomas D.W., Dorais M., Bergeron J.-M. Winter energy budgets and cost of arousals for hibernating little brown bats, *Myotis lucifugus* // *J. Mammal.* 1990. Vol. 71. No. 3. P. 475–479.
- Warren D.L., Seifert S.N. Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria // *Ecological Applications* 2011. Vol. 21. No. 2. P. 335–342. doi: 10.1890/10-1171.1

DISTRIBUTION OF THE NOCTULE BAT (*NYCTALUS NOCTULA*) IN THE ROSTOV REGION AND THE PROBLEM OF EXPANDING THE NORTHERN BOUNDARY OF ITS WINTERING AREA

© 2023 Smirnov D.G.^{a, *}, Zabashta A.V.^{b, **}

^a Penza State University, Penza, 440026, Russia

^b «Rostov-on-Don Antiplague Scientific Research Institute» of Rospotrebnadzor Rostov-on-Don, 344002, Russia
e-mail: *eptesicus@mail.ru; **zabashta68@mail.ru

The materials on the distribution of *Nyctalus noctula* in the Rostov Region are given. Based on this the northern border of its winter habitat and the seasonal characteristics of the stay are specified. The presented findings of this species in the south and extreme east of the region, which were made in the summer and in the off season showed that this territory was used both during the migration period and as summer habitats. In the scientific literature the expansion of the winter range of this species over the past decades has been noted. Findings of wintering animals in high-rise buildings of cities are considered as confirming facts of expansion. However, the issue regarding the expansion of wintering boundaries remains ambiguous because all these detections are made in the climatic “risk zone”. The results of modeling of the probabilistic area of winter habitats of *N. noctula* in conditions of natural shelters (hollows of trees) showed that over the past 70 years there have been no changes in the boundaries and its northern limits do not correspond to those that were previously indicated. In the east of the European range of this species the northern boundary of the natural wintering area passes through the Rostov Region and ends to the east at the latitude of the city of Astrakhan. The most important bioclimatic factors that determine wintering within such a territory are the average temperature of the driest and the average temperature of the coldest quarters of the year, and the minimum temperature of the coldest month. In the regions to the north of this area due to the severity of winters the overwintering of animals in natural shelters is unlikely. Based on the obtained results the total wintering area of *N. noctula* is divided into two zones. The first zone is the territory where wintering is massive and possible in poorly protected natural shelters; the second zone is a territory with a climatic “risk zone”, where only a very small part of population of the species remains, and the spaces protected from external factors in multi-storied buildings of settlements serve as shelters. Findings of wintering colonies of noctules in the second zone that located far outside the natural wintering area can obviously be considered as an invasive process, which in migratory bats has an adaptive character and associated with the development of urbanized landscapes.

Keywords: common noctule, *Nyctalus noctula*, summer finds, wintering area, modeling, Rostov Region.