

УДК 599.363;599.323

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕВКИ-ЭКОНОМКИ *Alexandromys oeconomus* (Pallas, 1776) В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© 2019 г. А. А. Кислый*

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, лаборатория зоологического мониторинга,
Новосибирск, Россия*

*e-mail: alphaedeliways@yandex.ru

Поступила в редакцию 15.04.2019 г.

После доработки 08.05.2019 г.

Принята к публикации 13.05.2019 г.

По многолетним данным о встречаемости мелких млекопитающих в местообитаниях Западной Сибири описана пространственная изменчивость обилия полевки-экономки по группам выделов геоботанических карт в природных зонах, подзонах и подзональных полосах на равнине, а также в провинциях Алтайской и Кузнецко-Салаирской горных областей. С помощью кластерного анализа матрицы сходства по обилию вида составлена классификация местообитаний по степени их благоприятности для этой полевки. По классификации прослежено влияние на распределение полевки-экономки ряда факторов среды и их сочетаний. Судя по результатам линейной качественной аппроксимации матриц связи, пространственная неоднородность обилия вида наиболее сильно коррелирует с соответствующей динамикой показателей тепло- и влагообеспеченности территории.

Ключевые слова: полевка-экономка, Западная Сибирь, распределение, факторы, кластерный анализ, оценка связи

DOI: 10.1134/S0042132419050077

ВВЕДЕНИЕ

Полевка-экономка населяет лесную зону бывшего СССР (Громов, Ербаева, 1995). При этом на Западно-Сибирской равнине ее больше всего в южной тайге, а к северу и югу от этой подзоны отмечено уменьшение обилия вида. Здесь эту полевку чаще встречали в поймах крупных рек в пределах от тундр до южной тайги, а южнее, до степной зоны – на низинных болотах (Равкин и др., 1996). В таежной зоне Западной Сибири она предпочитает прибрежные заросли и отсутствует в глухих хвойных лесах и на верховых болотах. Сравнительно много этой полевки встречается на огородах и полях зерновых культур вблизи населенных пунктов (Лаптев, 1958). Полевка-экономка населяет многие ландшафты Алтае-Саянской горной страны, где предпочитает сырые или умеренно влажные участки, поросшие травами (Юдин и др., 1979). Кроме этого, в горах она встречается на полянах среди лесов различного типа, в субальпийских редколесьях, альпийских и субальпийских лугах (Виноградов, 2012).

Использованные при проведении работ методы и программное обеспечение специально разработаны и апробированы для решения задач по выявлению пространственно-типологической изменчивости животного населения по результатам количе-

ственных учетов (Равкин, Ливанов, 2008). Обычно такие исследования проводят по отдельным параметрам биоразнообразия, например, при исследовании изменений по широтному градиенту (Willig et al., 2003). При этом, как правило, используют данные по видовому богатству тех или иных групп животных или растений по квадратам земной поверхности или океана (Simpson, 1964; Currie, 1991; Gaston et al., 2007; Zamora, Barea-Azcon, 2015). Нередко подобные работы ведут для изучения влияния отдельных, заданных исследователем, факторов, например, пожаров, вырубки лесов, особенностей снежного покрова, высотной поясности и других (Ивантер, Курхинен, 2016; Васильева и др., 2017; Domine et al., 2018; Cunnillera-Montcusi et al., 2019).

Методы и подходы, обычно используемые для анализа населения в целом, применены для изучения пространственной неоднородности в обилии отдельных видов при описании распределения западносибирских мелких млекопитающих (Кислый и др., 2018, 2019). Эти подходы и программное обеспечение позволяют закрепить в жестких рамках, с помощью факторной классификации, разделение местообитаний по сходству в обилии вида и тем самым избежать субъективизма при делении их на группы. Кроме того,

можно использовать экспертные качественные оценки неоднородности среды, однозначно выявлять и оценивать коррелятивную связь с отдельными факторами среды и природно-антропогенными режимами как их неразделимыми сочетаниями. Это сокращает их список по сравнению с напрямую проверяемыми на степень корреляции с распределением, что минимизирует систему условий среды, определяющих распределение животных. Одинаковая степень формализации методов и подходов при изучении размещения разных видов животных приводит к получению сравнимых результатов и, в дальнейшем, к возможности их корректного обобщения.

Цель настоящего исследования состоит в описании распределения полевки-экономки в Западной Сибири и выявлении факторов среды, определяющих пространственную изменчивость ее обилия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе проанализированы сведения об обилии мелких млекопитающих за вторую половину лета (1954–2016 гг.), полученные на Западно-Сибирской равнине, а также в Алтайской и Кузнецко-Салаирской горных областях. Всего проанализировано 3479 результатов учетов, включая многолетние повторные сборы данных в одних и тех же или идентичных местообитаниях. Информация об обилии полевки-экономки взята из этих сведений, хранящихся в банке данных лаборатории зоологического мониторинга ИСиЭЖ СО РАН (Банк данных ..., 2012). Всего в исследовании участвовали 80 специалистов, включая авторов использованных публикаций, список которых опубликован ранее (Кислый и др., 2019). Учеты проведены с помощью давилок, ловчих канавок и заборчиков. Все показатели обилия даны в пересчете на 100 цилиндро-суток (ц/сут). Для этого число особей на 100 давилко-суток сначала приведено к их количеству на 1 км² (умножением на 400; Никифоров, 1963), а потом уменьшено в 145 раз (множитель для перевода со 100 ц/сут на 1 км²; Равкин, Ливанов, 2008). Полевку-экономку считали многочисленной в тех местообитаниях, где ее обилие составляет 10 и более особей на 100 ц/сут, обычной – от 1 до 9; редкой – от 0.1 до 0.9; очень редкой – менее 0.1, чрезвычайно редкой – менее 0.01 (Кузякин, 1962).

Для описания распределения полевки-экономки использованы, как правило, многолетние материалы, усредненные за все годы проведения учетов по группам выделов растительности Западной-Сибирской равнины (Ильина и др., 1985) отдельно по зонам и подзонам. Подзона субарктических тундр при анализе распределения разделена на три подзональные полосы в соответствии со

схемой геоботанического районирования (Ильина и др., 1976). Для горной части исследованной территории данные усреднены по выделам рукописной карты В.П. Седелникова “Экосистемы республики Алтай” отдельно по провинциям с уточнением по “Ландшафтной карте Алтае-Саянского экорегиона” (2001). Все эти усреднения в значительной мере способствуют выравниванию межгодных и локальных колебаний показателей обилия исследуемого вида. В указанные в тексте группы выделов входят коренные формации и их ближайшие производные, за исключением мелколиственных лесов, а также полностью или частично распаханых участков, которые рассмотрены в качестве отдельных местообитаний. Поэтому, если в тексте названа лишь коренная формация, сказанное о ней относится и к ее производным, исключая вышеупомянутые мелколиственные леса и выделы с участками пахотных земель. Все усредненные показатели рассчитаны как простая средняя, без учета соотношения площадей исходных местообитаний.

Пространственно-типологическая организация распределения полевки-экономки выявлена с помощью одного из методов кластерного анализа с использованием программы “Факторная классификация” (Трофимов, 1976). В качестве меры сходства взят коэффициент Жаккара для количественных признаков (Наумов, 1964). Алгоритм программы предусматривает агрегацию всех имеющихся проб в заданное число групп, таким образом, чтобы учитываемая объединением часть дисперсии матрицы сходства стала максимальной. Для этого сначала из всех коэффициентов вычитают среднее по матрице значение. В результате, показатели ниже этого порога становятся отрицательными. Далее строки с положительными в сумме значениями попарно сопоставляют и выбирают ту пару строк, объединение которых учитывает наибольшую часть дисперсии. Данные по этой паре усредняют. После этого процедуру поиска и агрегации повторяют. Подобное преобразование продолжают до тех пор, пока учитываемая им дисперсия возрастает (Трофимов, 1976; Трофимов, Равкин, 1980). Сформированные при этом крупные классы с помощью той же программы при необходимости могут быть дополнительно разделены на подклассы.

После формализованного разбиения состав выделенных классов идеализирован, то есть концептуально переработан. Для этого отклоняющиеся от разработанной концепции пробы перенесены в те группы, в которые они должны входить в соответствии с принятым объяснением. При этом, с одной стороны, оценка информативности классификации (доля учтенной ею дисперсии) снижается. С другой стороны, подобная перестановка упрощает понимание и однозначность классификации, при-

вода ее в соответствии с реальными представлениями о предмете исследования.

На основании полученной классификации местообитаний по степени их благоприятности для полевки-экономки прослежено влияние факторов среды, определяющих межтипковую неоднородность показателей обилия. Так, например, отнесение при кластерном анализе в разные таксоны классификации внепойменных болот и суходолов выявляет влияние на распределение вида заболоченности, а разная степень благоприятности для вида лесных и тундровых местообитаний дает основание выделить как отдельные факторы тип растительности и облесенность. Оценка связи распределения полевки-экономки с факторами среды и режимами, как совокупностью неразделимых сочетаний факторов, проведена с помощью линейной качественной аппроксимации матриц связи (Равкин и др., 1978).

Использование метода факторной классификации в изучении распределения одного вида вызвало необходимость некоторой корректировки методики расчетов. Так, нулевое обилие дает нулевые значения коэффициента сходства, то есть абсолютное несходство даже биотопически близких смежных местообитаний. При этом кластерный анализ таких данных приводит к трудно интерпретируемым результатам, где нулевые варианты обилия образуют значительное количество одиночных классов. В то же время два равных, но бесконечно малых числа, фактически мало отличающихся по предметным соображениям от нуля, сходны на 100%. Для устранения подобных искажений нулевые варианты включены в ближайшие по условиям среды группы выделов с отличным от нуля обилием.

Нулевые значения для всех проб арктических и северных моховых субарктических тундр, где полевка-экономка не встречена, заменены при классификации местообитаний на бесконечно малую величину обилия (десятая часть наименьшего по выборке ненулевого значения – 0.006 особей/100 ц/сут). Это приводит к их объединению в один класс. Такой подход облегчает составление классификации, но искажает оценку информативности факторов, связанных с широтным компонентом неоднородности обилия. Поэтому оценка информативности факторов среды и режимов проведена на основании матрицы сходства по реальному обилию без замены нулевых значений проб указанных территорий.

Распространение входящих в типы и подтипы классификации местообитаний, исключая селитебные, по степени их благоприятности отражено на картах масштаба 1 : 30000000 и 1 : 10000000, выполненных в нормальной равнопромежуточной конической проекции Каврайского.

Все значения показателей, равные или большие 0.95, округлены до целых, а меньшие – до первой ненулевой цифры справа от десятичного разделителя.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение

В целом на всей исследованной территории полевка-экономка обычна (4 особи/100 ц/сут; далее в тексте этот показатель приводится без наименования).

На Западно-Сибирской равнине она обычна как в целом по региону (3), так и отдельно по зонам, подзонам и подзональным полосам и встречена повсеместно, кроме арктических и северных моховых субарктических тундр. К югу от них эта полевка предпочитает сообщества пойм крупных и долин прочих рек от северной границы ее распространения (низкокустарниковые субарктические тундры) до южной тайги включительно. На этой территории ее меньше в междуречьях, особенно севернее средней тайги – здесь она зачастую редка. Сухие высокие поймы крупных рек не так привлекательны для вида, как ежегодно заливаемые низкие. Это смещает биотопические предпочтения полевки-экономки в подзоне подтаежных лесов и, частично, в лесостепной и степной зонах к другим влажным и богатым осоками и прочими травами местообитаниям: сообществам долин притоков крупных рек и низинным болотам. В целом по зонам, подзонам и подзональным полосам равнины обилие полевки-экономки максимально в средней и южной тайге с ромбовидным уменьшением показателя по направлениям и к северу, и к югу (рис. 1). Подробнее ее распределение на равнинной территории Западной Сибири рассмотрено ранее (Кислый, 2019).

В целом по **горным территориям Западной Сибири** полевка-экономка обычна (5) и встречена во всех провинциях рассматриваемых горных областей.

В Северо-Предалтайской провинции она в среднем обычна (2). Здесь ее чаще ловили в мелколиственных и черневых лесах (по 6), и несколько реже – в селитебных местообитаниях (2) и сосняках (1). Редка эта полевка в луговых степях и на полях – открытых и с перелесками (0.4–0.5).

На Северо-Западном Алтае полевка-экономка в целом обычна (6). При этом она многочисленна в подгольцовых редколесьях (31), обычна в селитебных местообитаниях, мелколиственных и сосновых лесах, луговых, ерниковых, мохово-лишайниковых и каменистых тундрах (2–4). Изредка ее ловили в темнохвойной тайге (0.7).

На Северном Алтае полевка-экономка в среднем обычна (3) и предпочитает поля-перелески (16). Намного меньше ее на открытых полях, в лесах, лесных лугах, луговых степях и селитебных



Рис. 1. Неоднородность обилия полевки-экономки в Западной Сибири.

местообитаниях (1–4). Редка эта полевка в подгольцовых редколесьях (0.8).

На Северо-Восточном Алтае полевка-экономка в целом также обычна (4), хотя и многочисленна в лиственничных лесах (14) и долинных лугах (11). Реже ее ловили в мелколиственных лесах (8), на болотах и в черневой тайге (по 6), в подгольцовых редколесьях (3), сосновых и темнохвойных лесах и на полях (открытых и с перелесками; по 2). Редка эта полевка в луговых и ерниковых тундрах (0.5) и селитебных местообитаниях (0.4).

На Центральном Алтае полевка-экономка в среднем обычна (2) и предпочитает кустарниково-лесные сообщества пойм рек (6). Меньше ее на болотах (4), в мелколиственных и лиственничных лесах, а также в подгольцовых редколесьях (по 3). Эта полевка также обычна в черневых и темнохвойных лесах, тундростепях, луговых и ерниковых тундрах, на субальпийских и альпийских лугах (1–2). Редка она здесь в мохово-лишайниковых и каменистых тундрах (0.7), луговых и настоящих степях (0.6 и 0.2), на открытых полях и в селитебных местообитаниях (0.2 и 0.1).

На Восточном Алтае полевка-экономка редка как в целом по провинции (0.2), так и отдельно в луговых и настоящих степях, лиственничных лесах, на болотах и полях (открытых и с перелесками; 0.1–0.6). В селитебных местообитаниях, опустыненных степях, луговых и ерниковых тундрах

и в лугово-лесных сообществах пойм рек эта полевка не встречена.

На Юго-Восточном Алтае полевка-экономка в среднем обычна (2). Здесь ее чаще всего встречали в кустарниково-лесных сообществах пойм рек, а также в луговых и ерниковых тундрах (по 6). Несколько меньше этой полевки в тундростепях, внепойменных лесах и долинных лугах (1–2). В настоящих степях провинции она редка (0.2), а в селитебных местообитаниях, опустыненных степях, подгольцовых редколесьях, а также в мохово-лишайниковых и каменистых тундрах не встречена.

В Салаирской провинции Кузнецко-Салаирской горной области полевка-экономка в целом обычна (8). Многочисленна она здесь в черневых лесах (15) и в полях-перелесках (10), а в селитебных местообитаниях, сосновых и мелколиственных лесах – обычна (1–2).

В Кузнецкой котловине эта полевка в среднем обычна (8). Чаще ее встречали на полях-перелесках (10), а несколько реже – в мелколиственных и черневых лесах, пойменных лугах, луговых и настоящих степях (6–9).

В Кузнецком Алатау полевка-экономка в целом по провинции многочисленна (12). Чаще всего ее встречали в мелколиственных лесах (21) и на лугах: пойменных (30), внепойменных открытых (18) и лесных (17). Кроме того, эта полевка многочисленна в лиственничных и черневых лесах,

Условия среды в местообитаниях:

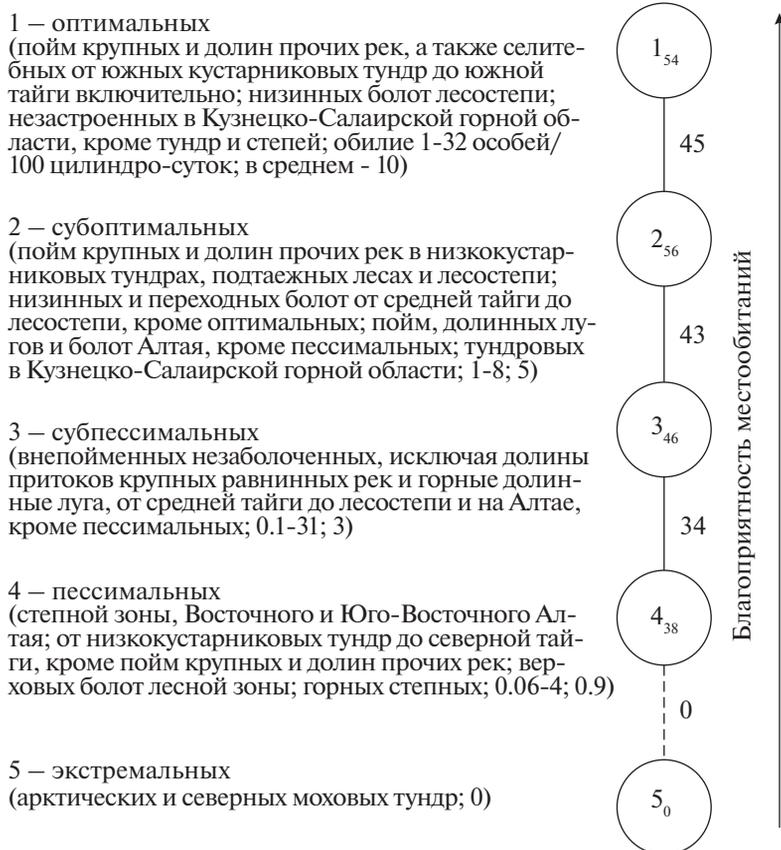


Рис. 2. Пространственно-типологические изменения благоприятности условий среды для полевки-экономки по ее обилию в равнинных и горных ландшафтах Западной Сибири. Граф построен на уровне типа местообитаний (порог значимости сходства — 34%). Цифры у связей между таксонами классификации, обозначенными кружками, означают среднее сходство между ними, внутри — номер таксона, а рядом, индексом показано среднее сходство вошедших в него проб. Стрела направлена в сторону увеличения благоприятности местообитаний для полевки-экономки.

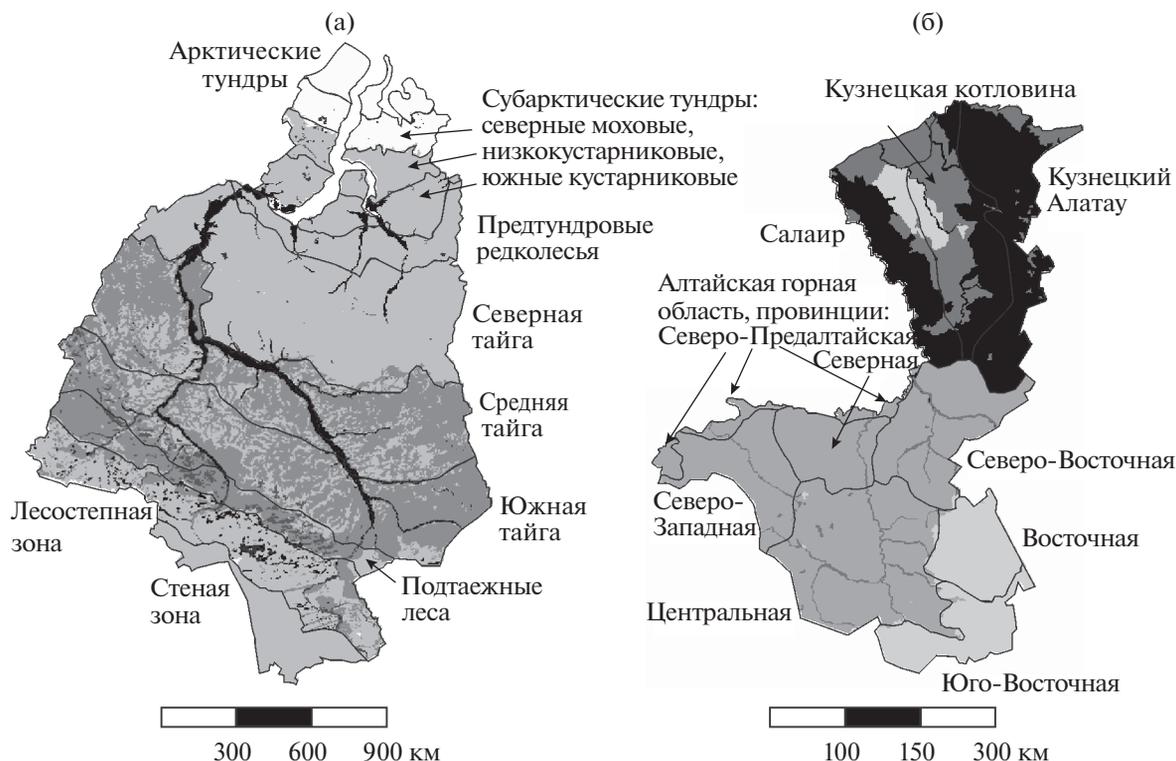
подгольцовых редколесьях и на субальпийских лугах (11–14). В сосновых и темнохвойных лесах, луговых и ерниковых, мохово-лишайниковых и каменистых тундрах, на болотах и полях-перелесках провинции полевка-экономка обычна (2–7).

В целом по горным территориям Западной Сибири полевка-экономка предпочитает пойменные и припойменные местообитания, но в меньшей степени, чем на Западно-Сибирской равнине, где имеются широкие поймы крупных рек. Ее обилие в Кузнецко-Салаирской горной области выше, чем на Алтае. Значительное количество выпадающих осадков и мощный снежный покров Кузнецкого Алатау, густая сеть небольших долин и балок котловины, а также барьерная роль Салаира на пути влажных западных ветров (Куминова, 1963) — все это положительно сказывается на обилии полевки-экономки. В среднем по высотным поясам ее больше в предгорьях (рис. 1). Высотная неоднородность обилия носит пирамидальный характер: по сравнению с предгорьями, полевки-эко-

номки меньше в низко- и среднегорьях, и особенно — в высокогорных местообитаниях.

Градиенты среды, выявленные по сходству в обилии

На основании кластерного анализа матрицы коэффициентов сходства показателей обилия, усредненных по группам выделов указанных карт, составлена классификация местообитаний исследованных территорий по степени благоприятности условий среды для полевки-экономки. Одновременно такая классификация представляет собой кластерное упорядочение представлений по обилию вида на рассматриваемой территории. На основании классификации построен пространственно-типологический граф распределения полевки-экономки (рис. 2). Всего выделено пять типов благоприятности: от оптимального, где этой полевки больше всего, до экстремального, где она не встречается (рис. 3). Значительная внутритиповая амплитуда показателя обилия связана с идеализацией результатов кластерного анализа. Часть проб



Обилие полевки-экономки на равнинных (а) и горных (б) территориях Западной Сибири, особей на 100 ц/сут

- 1–32; в среднем 10 в поймах крупных и долинах прочих рек от южных субарктических тундр до южной тайги; в низинных болотах лесостепи; в Кузнецко-Салаирской горной области, кроме тундр и степей.
- 1–8; 5 в поймах крупных и долинах прочих рек в низкокустарниковых тундрах, подтаежных лесах и лесостепи; на болотах (кроме низинных лесостепи и верховых) от средней тайги до лесостепи; в поймах, долинных лугах и на болотах Алтая, кроме Восточного и Юго-Восточного; в тундрах Кузнецко-Салаирской горной области.
- 0.1–31; 3 во внепоймсных незаболоченных местообитаниях, исключая долины притоков крупных равнинных рек и горные долинные луга, от средней тайги до лесостепи и на Алтае, кроме Восточного и Юго-Восточного.
- 0.06–4; 0.9 от низкокустарниковых тундр до северной тайги, кроме пойм крупных и долин прочих рек; на верховых болотах равнины; в горных степях; в степной зоне, на Восточном и Юго-Восточном Алтае.
- 0 в арктических и северных моховых субарктических тундрах.

Рис. 3. Распределение полевки-экономки в Западной Сибири.

перенесена в более подходящие концептуально таксоны классификации, несмотря на контраст численности полевки-экономки на единицу пересчета в среднем по группе выделов карт растительности и по типу благоприятности. Такая разница в значениях зачастую связана с межгодовой или локальной неоднородностью обилия вида, которая хоть и уменьшена при усреднении многолетних результатов учета мелких млекопитающих, но не нивелирована полностью. По классификации прослежено влияние на неодно-

родность распределения полевки-экономки тепло- и влагообеспеченности — режима, определяющего зональность и подзональность ландшафтов на равнине, провинциальность и высотную поясность в горах, а также этих факторов индивидуально. Кроме того, прослежено влияние таких факторов среды, как макрорельеф (равнина—горы), тип растительности, облесенность, заболоченность, минеральное питание фитоценозов болот, заливание в половодье, застройка и распашка.

Таблица. Оценка силы и общности связи факторов среды и обилия полевки-экономки в Западной Сибири

Фактор, режим	Учетная дисперсия, %	
	индивидуально	нарастающим итогом
Тепло- и влагообеспеченность	21	21
Зональность и подзональность	14	21
Провинциальность	6	21
Облесенность	2	22
Высотная поясность	2	22
Тип растительности	2	22
Заливание в половодье	0.9	23
Макрорельеф (равнина—горы)	0.7	23
Минеральное питание фитоценозов болот	0.7	23
Заболоченность	0.3	23
Застроенность	0.002	23
Режимы по классификациям (благоприятность условий среды в местообитаниях)	24	32

Организация распределения

Наибольшая связь с распределением полевки-экономки по местообитаниям Западной Сибири прослежена для тепло- и влагообеспеченности (21% учетной дисперсии; таблица). Зональность и подзональность на равнине, а также провинциальность в горах менее информативны (14 и 6%). Облесенность, высотная поясность и тип растительности объясняют по 2% дисперсии каждый. Информативность заливания в половодье, макрорельефа, минерального питания болот, заболоченности и застройки ниже 1%. Эти факторы имеют значительное локальное влияние, но в целом по Западной Сибири малоинформативны. Несмотря на значительную силу связи заливания в половодье, заболоченности и минерального питания фитоценозов болот с распределением, представительность их влияния в целом по исследованной территории невелика.

Приращение учетной дисперсии при аппроксимации нарастающим итогом добавляет к информативности представлений о влиянии тепло- и влагообеспеченности всего 2% учетной дисперсии. Классификационные режимы (по благоприятности местообитаний) учитывают 24% дисперсии матрицы сходства и дают приращение в 9%. Множественная оценка связи со всеми выявленными факторами среды и их сочетаниями равна 32% учетной дисперсии (множественный коэффициент корреляции 0.56). Невысокая доля объясненной дисперсии отражает значительную вариабильность значений обилия в сходных местообитаниях, особенно в горах. На равнине, за счет усреднения многолетних данных, которых здесь

собрано значительно больше, чем в горах, таких отличий меньше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Западной Сибири полевка-экономка встречается в горах и на равнине южнее северных моховых субарктических тундр. Наиболее благоприятны для этой полевки сообщества пойм крупных рек, долины их притоков и селитебные местообитания от южных кустарниковых субарктических тундр до южной тайги включительно и низинные болота лесостепной зоны, а также незастроенные местообитания Кузнецко-Салаирской горной области, кроме степей и тундр. В целом, полевка-экономка предпочитает влажные травянистые местообитания.

Среди выявленных с помощью классификации местообитаний по степени благоприятности и при анализе пространственно-типологической структуры распределения полевки-экономки факторов среды, наиболее значимое влияние на ее обилие на исследованной территории оказывает сочетание тепло- и влагообеспеченности. Влияние заливания в половодье, заболоченности и минерального питания фитоценозов болот носит локальный характер в рамках общего тренда тепло- и влагообеспеченности и в целом по местообитаниям Западной Сибири невелико.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор искренне признателен Ю.С. Равкину и С.М. Цыбулину за помощь и редактирование статьи, а также вкладчикам банка данных лаборатории зоологи-

ческого мониторинга ИСиЭЖ СО РАН, разрешившим использование их материалов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования, послужившие основой для написания данной статьи, проведены по программе ФНИ государственных академий на 2013–2020 гг. АААА-А16-116121410122-4.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы использования животных были соблюдены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Банк данных: информация, правила для вкладчиков, 2012. Сайт лаборатории зоологического мониторинга ИСиЭЖ СО РАН [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://eco.nsc.ru/zoomonit/zoomonit_r.htm. Дата обновления: 05.01.2012.
- Васильева В.К., Охлопков И.М., Шадрин Е.Г.* Влияние высотной поясности на состав и структуру сообществ мелких млекопитающих Верхоянской горной системы (Северо-Восточная Якутия) // Вестник ИРГСХА. 2017. № 82. С. 46–52.
- Виноградов В.В.* Пространственно-временная организация сообществ мелких млекопитающих Приенисейской части Алтае-Саянской горной страны. Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2012. 284 с.
- Громов И.М., Ербаева М.А.* Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. СПб.: Зоол. ин-т РАН, 1995. 522 с.
- Ивантер Э.В., Курхин Ю.П.* Влияние промышленных рубок леса на фаунистические комплексы таежных экосистем (на примере мелких млекопитающих Восточной Фенноскандии) // Изв. РАН. Серия биол. 2016. № 4. С. 412–421. <https://doi.org/10.7868/S0002332916040044>
- Ильина И.С., Лапина Е.И., Лавренко Н.Н. и др.* Растительность Западно-Сибирской равнины. Карта масштаба 1 : 1 500 000. М.: ГУГК СССР, 1976.
- Ильина И.С., Лапина Е.И., Лавренко Н.Н. и др.* Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука, 1985. 251 с.
- Кислый А.А.* Распределение полевки-экономки *Alexandromys oeconomus* (Pallas, 1776) на Западно-Сибирской равнине // Региональные проблемы экологии и охраны животного мира / Мат. Всерос. науч. конф. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского гос. ун-та, 2019. С. 181–185.
- Кислый А.А., Равкин Ю.С., Богомолова И.Н. и др.* Распределение красной полевки *Myodes rutilus* (Pallas, 1779) в Западной Сибири // Сибирский экол. журн. 2019. № 1. С. 14–28. [*Kislyi A.A., Ravkin Yu.S., Bogomolova I.N. et al.* Distribution of northern red-backed vole *Myodes rutilus* (Pallas, 1779) in Western Siberia // *Contem. Prob. Ecol.* 2019. V. 12. № 1. P. 10–22. <https://doi.org/10.1134/S1995425519010086> <https://doi.org/10.15372/SEJ20190102>
- Кислый А.А., Равкин Ю.С., Стариков В.П.* Распределение мелких млекопитающих в равнинных и горных ландшафтах Западной Сибири // Актуальные вопросы биогеографии / Мат. междунар. конф. СПб: СПбГУ, 2018. С. 186–188.
- Кузякин А.П.* Зоогеография СССР // Уч. записки Московского обл. пед. ин-та. 1962. Т. 109. № 1. С. 3–182.
- Куминова А.В.* Алтае-Саянское нагорье // Западная Сибирь / Ред. Г.Д. Рихтер. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 417–450.
- Ландшафтная карта Алтае-Саянского экорегиона. М.: 1 : 225 000. М.: ИГЕМ РАН – WWF Russia, 2001.
- Лантев И.П.* Млекопитающие таежной зоны Западной Сибири. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1958. 285 с.
- Наумов Р.Л.* Птицы природного очага клещевого энцефалита Красноярского края: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: Московский обл. пед. ин-т, 1964. 19 с.
- Никифоров Л.П.* Опыт абсолютного учета численности мелких млекопитающих в лесу // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 237–243.
- Равкин Ю.С., Ливанов С.Г.* Факторная зоогеография. Новосибирск: Наука, 2008. 205 с.
- Равкин Ю.С., Богомолова И.Н., Ермаков Л.Н. и др.* Особенности распределения мелких млекопитающих Западно-Сибирской равнины // Сибирский экол. журн. 1996. Т. 3. № 3–4. С. 307–317.
- Равкин Ю.С., Куперитох В.Л., Трофимов В.А.* Пространственная организация населения птиц // Птицы лесной зоны Приобья. Новосибирск: Наука, 1978. С. 253–269.
- Трофимов В.А.* Модели и методы качественного факторного анализа матрицы связи // Проблемы анализа дискретной информации. Новосибирск: ИЭ и ОПП СО АН СССР, 1976. Ч. 2. С. 24–36.
- Трофимов В.А., Равкин Ю.С.* Экспресс-метод оценки связи пространственной неоднородности животного населения и факторов среды // Количественные методы в экологии животных. Л.: ЗИН РАН, 1980. С. 113–115.
- Юдин Б.С., Галкина Л.И., Потапкина А.Ф.* Млекопитающие Алтае-Саянской горной страны. Новосибирск: Наука, 1979. 296 с.
- Cunillera-Montcusí D., Gascón S., Tornero I. et al.* Direct and indirect impacts of wildfire on faunal communities of Mediterranean temporary ponds // *Freshwater Biol.* 2019. V. 64. № 2. P. 323–334. <https://doi.org/10.1111/fwb.13219>
- Currie D.* Energy and large-scale patterns of animal- and plant- species richness // *Am. Nat.* 1991. V. 137. № 1. P. 27–49. Available at: <http://www.jstor.org/stable/2462155> (accessed 12.08.2013).
- Domine F., Gauthier G., Vionnet V. et al.* Snow physical properties may be a significant determinant of lemming population dynamics in the high Arctic // *Arctic Sci.* 2018. V. 4. № 4. P. 813–826. <https://doi.org/10.1139/AS-2018-0008>

- Gaston K., Davies R., Orme C. et al.* Spatial turnover in the global avifauna // Proc. R. Soc. 2007. V. 274. P. 1567–1574.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2007.0236>
- Simpson G.* Species density of North American recent mammals // Syst. Zool. 1964. V. 13. № 2. P. 57–73. Available at: <http://www.jstor.org/stable/2411825> (accessed 08.07.2014).
- Willig M., Kaufman D., Stevens R.* Latitudinal gradients in biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis // Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst. 2003. V. 34. P. 273–309.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.012103.144032>
- Zamora R., Barea-Azcón J.* Long-term changes in mountain passerine bird communities in the Sierra Nevada (Southern Spain): a 30-year case study // Ardiola. 2015. V. 62. № 1. P. 3–18.
<https://doi.org/10.13157/arla.62.1.2015.3>

Distribution of the Tundra Vole *Alexandromys oeconomicus* (Pallas, 1776) in Western Siberia

A. A. Kislyi*

Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, the laboratory of zoological monitoring, Novosibirsk, Russia

*e-mail: alphaedeliways@yandex.ru

Received April 15, 2019

Revised May 8, 2019

Accepted May 13, 2019

According to long-term data on the small mammals abundance in the habitats of Western Siberia, the spatial variability of the tundra vole abundance in units groups of geobotanical maps is described in zones, subzones and subzonal belts, as well as in provinces of Altai and Kuznetsk-Salair mountain regions. The classification of habitats according to the degree of their favorability for the vole is made with the cluster analysis of the similarity matrix on the species abundance. According to the classification, the influence of a number of environmental factors and their combinations on the distribution of the tundra vole is traced. Judging by the results of the coupling matrices linear approximation, the spatial heterogeneity of the species abundance is most strongly correlated with the corresponding dynamics of the heat and water availability of the territory.

Keywords: tundra vole, Western Siberia, distribution, factors, cluster analysis, correlation