

ОСОБЕННОСТИ КРАНИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ *MYODES GLAREOLUS* SCHREBER НА ТЕРРИТОРИИ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2023

Климова А.С.¹, Сиротина М.В.^{1,2}

¹Костромской государственный университет (г. Кострома, Российская Федерация)

²Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына
(г. Кологрив, Костромская область, Российская Федерация)

Аннотация. В рамках комплексного мониторинга состояния экосистем заповедника «Кологривский лес» в течение одиннадцати лет (2012–2022 гг.) проводились исследования популяционной организации *Myodes glareolus* Schreber. Для сравнения значений краниологических признаков «контрольной» популяции рассмотрены аналогичные промеры у грызунов, обитающих на территории Костромского лесничества ОПХ «Минское» (2021–2022 гг.). В статье приведены данные о размерах и пропорциях черепа данного вида. Рассчитаны остеологические индексы, характеризующие экологию питания исследованных популяций и их «краниометрический облик». Дан анализ изменчивости и скоррелированности 17 краниометрических признаков *Myodes glareolus* с целью диагностики степени оптимальности условий для существования популяций данного вида, а также для оценки состояния среды в комплексных программах биологического мониторинга. Получены данные о закономерностях изменчивости метрических и неметрических признаков черепа в ряду лет, а также изучено влияние половой структуры популяции, хода динамики ее численности, погодно-климатических факторов на детерминированность краниологических промеров. Половой диморфизм по данным параметрам выражен незначительно. Наблюдается положительная скоррелированность признаков у грызунов, обитающих на территории биосферного резервата как наиболее оптимального местообитания по сравнению с территорией ОПХ «Минское», где преимущественно выявлена отрицательная корреляционная связь. Установлена сильная корреляция некоторых краниометрических признаков, характеризующих специфику питания, от плотности популяций, среднего количества осадков и средней температуры воздуха. Кроме того, выявлены слабые корреляционные связи между массой тела особей и промерами черепа. При исследовании флуктуирующей асимметрии неметрических признаков левой и правой сторон верхней и нижней челюсти установлен низкий уровень коэффициента FAnm в исследованных популяциях. Динамические изменения уровня флуктуирующей асимметрии грызунов незначительные. Установлена слабая отрицательная корреляция флуктуирующей асимметрии и значений среднего количества осадков в периоды исследований. По остальным факторам достоверной значимой корреляции не установлено. Результаты представленного комплексного исследования краниометрических признаков *Myodes glareolus* на территории Костромской области указывают на устойчивое состояние популяций в рассматриваемых экологических условиях окружающей среды.

Ключевые слова: грызуны; *Myodes glareolus* Schreber; краниометрические признаки; изменчивость; ГПЗ «Кологривский лес»; ОПХ «Минское»; Костромская область.

FEATURES OF CRANIOLOGICAL SIGNS OF *MYODES GLAREOLUS* SCHREBER IN THE KOSTROMA REGION

© 2023

Klimova A.S.¹, Sirotnina M.V.^{1,2}

¹Kostroma State University (Kostroma, Russian Federation)

²State Natural Reserve «Kologrivsky Les» named after M.G. Sinitsyn (Kologriv, Kostroma Region, Russian Federation)

Abstract. As part of the comprehensive monitoring of the state of the ecosystems of the Reserve «Kologrivsky Les», studies of the *Myodes glareolus* Schreber population organization were conducted for eleven years (2012–2022). To compare the values of craniological signs of the «control» population, similar measurements were considered in rodents living on the territory of Minskoe forestry in the Kostroma Region (2021–2022). The paper provides data on the size and proportions of the skull of this species. Osteological indices characterizing the nutrition ecology of the studied populations and their «craniometric appearance» were calculated. The variability and correlation of 17 craniometric signs of *Myodes glareolus* was analyzed in order to diagnose the degree of optimality of conditions for the existence of this species populations, as well as to assess the state of the environment in complex biological monitoring programs. Data were obtained on the patterns of variability of metric and nonmetric features of the skull in a number of years, and the influence of the sex structure of the population, the dynamics of its population, weather and climatic factors on the determinism of craniological measurements was studied. Sexual dimorphism according to these parameters was expressed slightly. There was a positive correlation of signs in rodents living on the territory of the biosphere reserve as the most optimal habitat in comparison with the territory of Minskoe forestry in the Kostroma Region, where a negative correlation was predominantly revealed. A strong correlation was established between some craniometric features characterizing the specifics of nutrition, population density, average precipitation and average air temperature. In addition, weak correlations between the body weight of individuals and the dimensions of the skull were revealed. When studying the fluctuating asymmetry of non-metric features of the left and right sides of the upper and lower jaw, a low level of the FAnm coefficient was found in the studied populations. Dynamic changes

in the level of fluctuating asymmetry of rodents were insignificant. A weak negative correlation of the fluctuating asymmetry and the values of the average precipitation during the study periods were established. No significant correlation was established for the other factors. The results of the presented comprehensive study of the craniometric features of *Myodes glareolus* on the territory of the Kostroma Region indicate a stable state of populations in the considered environmental conditions.

Keywords: rodents; *Myodes glareolus* Schreber; craniometric signs; variability; State Natural Reserve «Kologrivsky Les»; «Minskoe» forestry; Kostroma Region.

Введение

Дестабилизация окружающей внешней среды приводит к изменению некоторых черт экологии фоновых видов мышевидных грызунов. Мониторинговые исследования, направленные на оценку качества среды, предполагают анализ изменчивости определенных интегральных параметров, характеризующих популяции данных видов-биоиндикаторов. Одним из таких показателей, используемых при изучении адаптивной изменчивости животных, являются линейные размеры и пропорции черепа.

Череп представляет собой наиболее сложно устроенную часть скелета, особенностям строения которого придается большое значение в систематике млекопитающих. Кроме того, краниометрические исследования открывают возможности для изучения проблем эволюции и экологических зависимостей в формировании морфологической изменчивости популяции вида, которая, в свою очередь, является одним из адаптивных механизмов для ее оптимального существования в постоянно меняющихся условиях окружающей среды [1; 2].

Краниометрические показатели являются относительно стабильными интегральными показателями состояния популяции, а их изменчивость – это результат продолжительных по времени ответных реакций грызунов на постоянно меняющиеся внешние биотические и абиотические условия окружающей среды. При этом также известно, что данные признаки подвержены географической и биотопической изменчивости и зависят от множества факторов, таких как характер питания, уровень влажности и других [3–5].

Таким образом, изучение краниометрических характеристик является неотъемлемой информативной частью популяционных исследований, позволяющих получить данные о состоянии конкретной популяции.

Стабильность онтогенетического развития определяет направленность процесса преобразований развивающегося организма. Уровень шума развития можно определить, вычислив уровень флуктуирующей асимметрии правой и левой сторон черепа грызунов [6, р. 101–102]. Данные фенотипические различия являются незначительными и не имеют самостоятельного адаптивного отношения, не оказывают существенного влияния на жизнеспособность особей и популяции в целом, однако повышение уровня флуктуирующей асимметрии в популяции указывает на дестабилизацию ее развития [7, с. 15].

Причины и направленность изменений краниометрических признаков популяции мышевидных грызунов как одного из механизмов поддержания ее устойчивости неоднозначны и могут быть обусловлены антропогенными, популяционно-демографическими и генетическими факторами [8, с. 221; 9, р. 693].

В настоящее время много работ посвящены подходам к исследованию морфометрических структур

черепа мелких млекопитающих и изменчивости данных краниометрических признаков при онтогенетической нестабильности. Однако исследования соотношений разных форм групповой изменчивости (возрастная, половая, годовая, географическая) и вклад каждой из них в формирование морфологического разнообразия в природных популяциях цикломорфных грызунов при изучении антропогенного влияния на экосистемы носят фрагментарный характер [10–15].

Настоящие исследования являются частью комплексного мониторинга состояния экосистем заповедника «Кологривский лес». Наличие многолетних данных по исследованиям популяционной организации *Myodes glareolus* на территории биосферного резервата позволяет проследить динамические изменения основных интегральных показателей состояния популяций фоновых видов мышевидных грызунов, а отсутствие антропогенного пресса на территории Кологривского леса позволяет рассматривать обитающую на ней популяцию в качестве «контрольной» выборки.

Выявление закономерностей изменчивости краниологических признаков и степени стабильности онтогенетического развития особей в популяциях мышевидных грызунов позволяет эффективно осуществлять мониторинг состояния природной и антропогенно-трансформированной окружающей среды [16, р. 336, 348–349].

Цель и объекты исследования

Цель настоящего исследования – выявить особенности краниологических признаков у популяции *Myodes glareolus* на территории Костромской области, а также закономерности изменчивости линейных признаков черепа данного вида по материалам многолетних мониторинговых исследований на территории биосферного резервата «Кологривский лес».

Объектом исследования являются популяции одного из широко распространенных видов цикломорфных грызунов бореально-неморальных и бореальных ельников подзоны южной тайги – рыжей полёвки (*Myodes glareolus* Schreber).

Данный вид цикломорфных грызунов является типичным представителем группы корнезубых полевок. Для них характерен узкий межглазничный промежуток, удлинённое костное небо, задний край которого достигает середины третьего моляра верхней челюсти, а его задняя часть постепенно переходит в область оснований крыловидных отростков, где имеются 2 боковые ямки, разделённые продольным возвышением [17, с. 97, рис. 87: 3]. Кроме того, к особенностям морфологии черепа *Myodes glareolus* относятся: округлая мозговая капсула, слабо уплощенная в лобно-теменной области, с укороченным, опущенным вниз лицевым отделом и носовыми костями, суженными в их средней части; низкие скуловые дуги; средние для рода размеры слуховых барабанов; неукороченный угловой отдел нижнечелюстной кости [18, с. 403, рис. 195].

Материалы и методика исследований

В работе использован материал, полученный при мониторинговых исследованиях популяционной организации доминирующих видов мышевидных грызунов на территории государственного природного заповедника «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына в летний период 2012–2022 гг., а также на территории Костромского лесничества ОПХ «Минское» (кварталы 1, 2 и 4) в период 2021–2022 гг.

Участок для исследования грызунов на территории Кологривского заповедника (43°82'70" с.ш., 58°92'53" в.д.) представляет собой не затронутый хозяйственной деятельностью южнотаежный ельник, преимущественно формации темновойного леса [19, с. 116].

Второй участок – 1, 2 и 4 кварталы Костромского лесничества ОПХ «Минское» (57°70'72" с.ш., 41°04'78" в.д.; 57°69'52" с.ш., 41°06'90" в.д.; 57°68'51" с.ш., 41°05'32" в.д. соответственно), представлен смешанным лесом смежный с сельскохозяйственными полями, приусадебными участками и автомобильной трассой Кострома – Красное-на-Волге. Данные антропогенные факторы могут привести к трансформации природных экосистем и оказывать влияние на кормовые ресурсы, ориентацию мышевидных грызунов на территории, возможность найти укрытия [20–22].

Изучены краниальные признаки 487 особей. Отлов грызунов проведен с помощью давилок с трапом и без него, а также живоловок, методом ловушко-линий. В качестве приманки использованы кусочки белого и черного хлеба, смоченные растительным маслом [23; 24].

Подготовка остеологического материала включала в себя следующие манипуляции: череп отделяли от тушки вместе с несколькими позвонками, удаляли глаза, язык, наиболее крупные мускулы с помощью препаровального ножа и ножниц, далее подвергали череп термической обработке в течение 10–15 минут, после чего извлекали мозг (удаляли через затылочное отверстие) и проводили окончательную очистку черепа от мышц, используя пинцет, щетку и препаровальные иглы [25, с. 94]. Далее черепа грызунов высушивали, осветляли и покрывали прозрачным лаком для сохранения и дальнейшего использования в остеологической коллекции.

Краниметрические измерения проведены с помощью бинокулярного микроскопа и электронного

штангенциркуля с точностью до 0,01 мм. У всех экземпляров выполнено по 17 промеров [26, с. 9–11]: наибольшая длина черепа (Gls), кондильо-базальная длина черепа (Cbl), длина лицевой части черепа (Fac), длина мозговой части черепа (Br), межглазничная ширина (Iob), длина верхней части диастемы (D1), альвеолярная длина верхних коренных зубов (Lm^{1-3}), скуловая ширина (Zyg), затылочная ширина (Bcra), ширина между надглазничными вырезками (Is), длина лба (L), сочленовная длина нижней челюсти (Lmd), длина нижней диастемы (D2), максимальная высота нижней челюсти (Hmd), альвеолярная длина нижних коренных зубов (Lm_{1-3}), ширина барабанной камеры (Bbull), длина барабанной камеры (Lbull) (рис. 1).

На основе данных промеров рассчитано по 11 краниометрических индексов, включая индексы (Zyg/Cbl , Lmd/Cbl , $D1/Cbl$, Lm_{1-3}/Cbl , $Bcra/Cbl$), характеризующие пищевую специализацию исследованных популяций [27, р. 1292].

Для оценки стабильности индивидуального развития популяций вычислена средняя доля асимметрично проявившихся неметрических признаков на особь – коэффициент F_{Anm} [7; 28]. Для этого исследовано по 10 билатерально-симметричных краниометрических признаков черепа у грызунов: 1) на верхнечелюстной кости (в районе диастемы, перед коренными зубами); 2) на скуловом отростке верхнечелюстной кости; 3) на основной затылочной кости (перед подъязычным отверстием); 4) подъязычное отверстие (вместе с дополнительными); 5) на предчелюстной кости (над инфраорбитальным каналом); 6) на латеральной поверхности лобной кости (позади слезной); 7) в нижней части орбитальной поверхности лобной кости (над орбитальной вырезкой); 8) в верхней части мозговой пластинки лобной кости под теменным гребнем; 9) на чешуйчатой кости; 10) на сосцевой части каменной кости [29].

Возраст и онтогенетические этапы развития особей популяций *Myodes glareolus* определены по торцевой альвеолярной поверхности и индексу зуба с учетом генеративного состояния и сезона рождения [30]. С целью минимизации вклада возрастной изменчивости при исследовании краниометрических признаков из работы исключены очень молодые и очень старые экземпляры [31, с. 386].

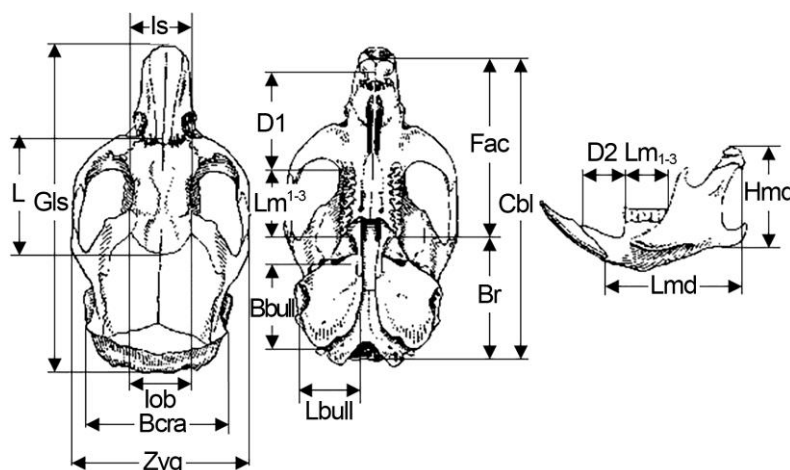


Рисунок 1 – Схема краниометрических промеров *Myodes glareolus* [18, с. 403–405, рис. 195]

Статистическая обработка данных проведена с применением пакета программ Microsoft Office Excel и Statistica 10. Описательная статистика включала в себя среднее арифметическое (\bar{X}), ошибка среднего арифметического ($S_{\bar{x}}$), стандартное отклонение данных (σ), коэффициент вариации (C_v). Для оценки уровня взаимодействия признаков построены корреляционные матрицы. Для установления гендерных и межпопуляционных отличий краниометрических промеров использован дискриминантный анализ. Оценка достоверности коэффициентов уравнений проведена с помощью критериев Фишера (F), лямбды Уилкса ($W\lambda$), согласия Пирсона (χ^2) при уровне достоверности $p < 0,05$, $p < 0,01$ и $p < 0,001$ [32].

Погодно-климатические условия на рассматриваемых территориях в период исследования приняты согласно сведениям, представленным на сайте <https://rp5.ru>, который разработан и сопровождается компанией ООО «Расписание Погоды» с 2004 года. Данной компанией выдана лицензия на деятельность в области гидрометеорологии и в смежных с ней областях [33].

Результаты исследований и их обсуждение

Учет численности мышевидных грызунов на территории Кологивского заповедника и Костромского лесничества ОПХ «Минское» в летние периоды 2012–2022 гг. и 2021–2022 гг. соответственно показал преобладание вида *Myodes glareolus*, который представляет собой наиболее удачный модельный объект для исследований популяционных механизмов адаптаций животных к постоянно меняющимся условиям окружающей среды, а также является естественным индикатором экологического благополучия среды.

Средние значения краниометрических признаков особей популяции данного вида на территории Костромской области находятся в пределах референтных значений [34, с. 241]. Для оценки детерминированности линейных признаков черепа по полу проведен дискриминантный анализ, который показал, что различия по краниальным мерным признакам между самцами и самками популяции *Myodes glareolus* на территории Костромской области выражены незначительно (табл. 1).

Таблица 1 – Значения краниометрических признаков популяций *Myodes glareolus* на территории биосферного резервата «Кологивский лес» и Костромского лесничества ОПХ «Минское»

Признаки	Пол	Биосферный резерват «Кологивский лес»				Костромское лесничество ОПХ «Минское»			
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$, мм	C_v , %	$W\lambda$	Уровень значимости различий	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$, мм	C_v , %	$W\lambda$	Уровень значимости различий
Gls	♂♂	22,95 ± 0,30	6,68	0,917	$p > 0,05$	24,58 ± 0,32	4,62	0,995	$p > 0,05$
	♀♀	22,84 ± 0,30	5,97			24,08 ± 0,43	5,68		
Cbl	♂♂	20,99 ± 0,40	10,01	0,950	$p > 0,05$	23,16 ± 0,35	5,49	0,999	$p > 0,05$
	♀♀	21,28 ± 0,31	6,66			22,53 ± 0,47	6,53		
Fac	♂♂	12,01 ± 0,23	10,44	0,965	$p > 0,05$	13,55 ± 0,17	4,49	0,817	$p > 0,05$
	♀♀	12,22 ± 0,31	6,66			13,37 ± 0,26	6,24		
Br	♂♂	9,37 ± 0,16	8,92	0,723	$p < 0,05$	9,83 ± 0,16	5,85	0,483	$p > 0,05$
	♀♀	9,33 ± 0,20	9,69			9,16 ± 0,22	7,58		
Iob	♂♂	4,97 ± 0,08	9,05	0,952	$p > 0,05$	4,55 ± 0,07	5,20	0,875	$p > 0,05$
	♀♀	4,86 ± 0,10	10,35			4,73 ± 0,11	7,59		
D1	♂♂	6,85 ± 0,14	11,67	0,836	$p > 0,05$	6,85 ± 0,16	8,66	0,786	$p > 0,05$
	♀♀	7,18 ± 0,14	9,96			6,40 ± 0,19	8,35		
Lm ¹⁻³	♂♂	4,56 ± 0,11	14,20	0,905	$p > 0,05$	5,34 ± 0,09	5,95	0,763	$p > 0,05$
	♀♀	4,88 ± 0,05	5,27			5,27 ± 0,10	5,87		
Zyg	♂♂	12,07 ± 0,19	9,19	0,980	$p > 0,05$	13,10 ± 0,19	5,13	0,792	$p > 0,05$
	♀♀	12,18 ± 0,21	8,67			12,81 ± 0,22	5,31		
Bcra	♂♂	9,83 ± 0,19	10,21	0,986	$p > 0,05$	9,15 ± 0,22	8,50	0,859	$p > 0,05$
	♀♀	9,79 ± 0,19	8,74			9,02 ± 0,20	7,05		
Is	♂♂	4,47 ± 0,06	8,41	0,952	$p > 0,05$	5,28 ± 0,08	5,56	0,695	$p > 0,05$
	♀♀	4,25 ± 0,09	10,84			5,40 ± 0,12	7,04		
L	♂♂	5,27 ± 0,09	9,18	0,955	$p > 0,05$	8,62 ± 0,23	9,55	0,921	$p > 0,05$
	♀♀	4,95 ± 0,09	9,08			8,66 ± 0,24	7,78		
Lmd	♂♂	13,20 ± 0,20	8,88	0,999	$p > 0,05$	12,32 ± 0,28	8,26	0,582	$p > 0,05$
	♀♀	13,22 ± 0,20	7,79			11,62 ± 0,26	7,17		
D2	♂♂	3,33 ± 0,09	14,36	0,542	$p < 0,01$	2,83 ± 0,10	9,51	0,983	$p > 0,05$
	♀♀	3,11 ± 0,06	10,70			2,52 ± 0,06	8,11		
Hmd	♂♂	6,07 ± 0,11	10,00	0,897	$p > 0,05$	6,48 ± 0,12	6,42	0,772	$p > 0,05$
	♀♀	6,12 ± 0,10	8,69			6,26 ± 0,14	6,95		
Lm ₁₋₃	♂♂	4,70 ± 0,09	11,07	0,999	$p > 0,05$	5,24 ± 0,07	4,84	0,635	$p > 0,05$
	♀♀	4,73 ± 0,07	7,95			5,23 ± 0,07	4,33		
Bbull	♂♂	4,70 ± 0,09	11,07	0,960	$p > 0,05$	6,40 ± 0,11	5,95	0,834	$p > 0,05$
	♀♀	5,72 ± 0,15	11,59			6,49 ± 0,11	5,36		
Lbull	♂♂	5,44 ± 0,13	12,65	0,895	$p > 0,05$	4,45 ± 0,06	4,56	0,927	$p > 0,05$
	♀♀	4,92 ± 0,07	6,93			4,52 ± 0,08	5,60		

Примечание. Жирным шрифтом выделены статистически достоверные дискриминирующие признаки, уровень значимости межгрупповых различий которых не превышают 0,05.

Установлено, что различия между данными дискриминационными переменными, в основном, статистически недостоверны ($p > 0,05$).

В популяции, обитающей на территории биосферного резервата, в качестве дискриминирующих выступили только 2 признака, по которым получены значимые результаты: показатели «длина мозговой части черепа (Br)» ($W\lambda = 0,723$, $F = 7,65$, $p = 0,012$) и «длина нижней диастемы (D2)» ($W\lambda = 0,542$, $F = 16,84$, $p = 0,005$) относительно выше у самцов по сравнению с самками (табл. 1).

Наличие полового диморфизма для промеров черепа, связанных с его мозговой частью, также отмечено в работе М.И. Черпакова «Морфологические особенности рыжих полевков на разных фазах популяционного цикла» [35].

В популяции грызунов, обитающей на территории Костромского лесничества ОПХ «Минское», статистически достоверной половой детерминации для одного из линейных признаков черепа не обнаружено.

Отсутствие достоверно значимых половых различий между основными линейными промерами черепа дало возможность в дальнейшем проводить анализ изменчивости краниометрических признаков особей разного пола совместно.

При оценке степени сопряженности линейных размеров черепа между собой установлено, что уровни корреляций краниологических признаков различаются в исследованных популяциях *Myodes glareolus* (табл. 2, табл. 3).

Таблица 2 – Матрицы коэффициентов корреляции между линейными признаками черепа особей популяции *Myodes glareolus* на территории Кологривского заповедника

Признаки	Gls	Cbl	Fac	Br	Iob	D1	Lm ¹⁻³	Zyg	Bcra	Is	L	Lmd	D2	Hmd	Lm ¹⁻³	Bbull	Lbull
Gls	1,00																
Cbl	0,86	1,00															
Fac	0,39	0,31	1,00														
Br	0,32	0,21	0,46	1,00													
Iob	-0,07	-0,05	0,20	0,01	1,00												
D1	0,40	0,38	0,68	0,46	0,21	1,00											
Lm ¹⁻³	0,16	0,06	0,56	0,27	-0,06	0,40	1,00										
Zyg	0,59	0,46	0,86	0,42	0,11	0,70	0,48	1,00									
Bcra	0,38	0,27	0,39	0,43	0,22	0,38	0,22	0,31	1,00								
Is	-0,05	-0,07	0,05	-0,02	-0,00	-0,13	-0,07	0,07	-0,02	1,00							
L	0,21	0,16	0,31	-0,13	-0,24	-0,09	0,28	0,33	-0,01	0,31	1,00						
Lmd	0,43	0,52	0,00	0,14	0,07	0,25	-0,20	0,10	0,32	0,03	-0,13	1,00					
D2	-0,29	-0,32	0,01	0,09	-0,12	0,11	0,17	-0,03	0,07	0,25	-0,13	0,04	1,00				
Hmd	0,17	0,12	0,47	0,18	0,26	0,34	0,30	0,44	0,30	0,03	0,12	0,05	0,28	1,00			
Lm ¹⁻³	0,09	0,02	0,49	0,30	-0,25	0,30	0,81	0,37	0,16	0,26	0,39	-0,17	0,24	0,30	1,00		
Bbull	0,06	-0,09	0,56	0,32	0,08	0,24	0,42	0,43	0,30	-0,16	0,09	-0,23	0,15	0,36	0,29	1,00	
Lbull	-0,15	-0,18	0,26	0,41	-0,08	0,29	0,44	0,20	0,23	0,10	-0,22	-0,09	0,53	0,20	0,45	0,39	1,00

Примечание. Жирным шрифтом выделены достоверные коэффициенты корреляции, уровень значимости которых не превышает 0,001.

Таблица 3 – Матрицы коэффициентов корреляции между линейными признаками черепа особей популяции *Myodes glareolus* на территории Костромского лесничества ОПХ «Минское»

Признаки	Gls	Cbl	Fac	Br	Iob	D1	Lm ¹⁻³	Zyg	Bcra	Is	L	Lmd	D2	Hmd	Lm ¹⁻³	Bbull	Lbull
Gls	1,00																
Cbl	0,39	1,00															
Fac	0,44	0,95	1,00														
Br	0,59	0,83	0,83	1,00													
Iob	0,71	0,59	0,63	0,63	1,00												
D1	0,39	0,10	0,07	0,15	0,28	1,00											
Lm ¹⁻³	0,43	0,63	0,68	0,63	0,58	0,06	1,00										
Zyg	0,57	0,51	0,48	0,63	0,50	0,27	0,45	1,00									
Bcra	0,32	0,48	0,51	0,44	0,43	0,16	0,40	0,26	1,00								
Is	-0,06	0,35	0,37	0,13	0,18	0,06	0,31	-0,04	0,36	1,00							
L	0,44	0,20	0,26	0,30	0,30	0,14	0,22	0,25	0,12	0,04	1,00						
Lmd	-0,97	-0,23	-0,30	-0,45	-0,64	-0,38	-0,33	-0,46	-0,24	0,13	-0,41	1,00					
D2	-0,87	-0,04	-0,08	-0,27	-0,56	-0,41	-0,15	-0,39	-0,15	0,22	-0,37	0,88	1,00				
Hmd	-0,20	0,03	0,12	0,01	-0,00	-0,46	0,04	0,01	-0,03	0,05	0,04	0,23	0,25	1,00			
Lm ¹⁻³	0,35	0,53	0,57	0,51	0,36	-0,09	0,41	0,45	0,30	0,20	0,18	-0,25	-0,10	0,20	1,00		
Bbull	0,44	0,42	0,34	0,62	0,42	0,30	0,26	0,62	0,22	-0,18	0,05	-0,38	-0,25	-0,09	0,20	1,00	
Lbull	0,41	0,23	0,25	0,32	0,23	-0,05	0,20	0,35	0,14	0,16	0,10	-0,38	-0,32	0,03	0,27	0,30	1,00

Примечание. Жирным шрифтом выделены достоверные коэффициенты корреляции, уровень значимости которых не превышает 0,001.

Так, у особей *Myodes glareolus* на территории биосферного резервата достоверные корреляции преимущественно представлены относительно высокими положительными значениями (табл. 2). В то время как для популяции, обитающей на территории ОПХ «Минское», отмечено наличие достоверных отрицательных коэффициентов корреляций (табл. 3).

Это явление можно объяснить различием в степени равновесности окружающей экологической среды рассматриваемых территорий. Так, у особей популяции вида *Myodes glareolus*, который является типичным лесным представителем, на урбанизированной территории ОПХ «Минское» возможно снижение стабильности индивидуального развития по сравнению с «оптимальным местообитанием» на территории биосферного резервата.

Данный вывод соответствует результатам, представленным в работе А.В. Истомина «Влияние экологической дестабилизации среды на изменчивость и скоррелированность развития признаков» [36]. Автор предлагает использовать корреляционный анализ признаков многомерных объектов при диагностике степени оптимальности условий для существования популяций животных, а также при оценке состояния среды в комплексных программах биологического мониторинга.

Дискриминантный анализ размеров черепа *Myodes glareolus* позволил установить, что популяции кологривского участка и Костромского лесничества на 99% и с высокой степенью достоверности разде-

ляются по 12 показателям линейных промеров черепа из 17 краниометрических признаков, по которым проводились замеры (табл. 4).

Согласно таблице 4 результаты располагаются на одной канонической оси, $R_c = 0,99$ при $F = 122,557$ ($p < 0,001$). Собственное значение составляет 47,352, $W\lambda = 0,021$, $\chi^2 = 199,74$ ($df = 17$, $p < 0,001$).

Итоговые дискриминантные уравнения дают 99%-е разделение популяций *Myodes glareolus*, обитающих на территории Кологривского леса и Костромского лесничества, при высоких значениях критериев достоверности ($W\lambda$, F-критерий), в том числе коэффициентов уравнений. Данные дискриминантные ключи можно использовать для идентификации морф, которые представлены в популяциях *Myodes glareolus* на территории Костромской области.

Такие краниометрические показатели как Gls , $D1$, Lm^{1-3} , $Bcra$ и Hmd являются видоспецифичными, достоверных различий данных промеров между исследуемыми популяциями не обнаружено.

Наибольший вклад в дифференциацию исследуемых популяций вносят признаки, характеризующие изменчивость кондилобазальной длины черепа, длины лицевой и мозговой части черепа, межглазничного расстояния, скуловой ширины, ширины между надглазничными вырезками, длины лба, слуховых барабанов, а также размеров нижней челюсти (длина нижней диастемы, альвеолярная длина нижних коренных зубов).

Таблица 4 – Результаты дискриминантного анализа линейных промеров черепа у популяций *Myodes glareolus* на территории биосферного резервата «Кологривский лес» и Костромского лесничества ОПХ «Минское»

Признаки	$W\lambda$	F	p-значение
Gls	0,021	1,26	0,267
Cbl	0,024	6,58	0,014
Fac	0,026	10,82	0,002
Br	0,024	6,14	0,017
Iob	0,026	11,86	0,001
$D1$	0,022	2,93	0,094
Lm^{1-3}	0,021	0,72	0,399
Zyg	0,024	6,45	0,015
$Bcra$	0,022	2,19	0,146
Is	0,029	17,30	0,001
L	0,027	12,83	0,001
Lmd	0,024	6,00	0,018
D2	0,028	14,56	0,001
Hmd	0,022	2,71	0,107
Lm₁₋₃	0,032	24,35	0,001
Bbull	0,025	9,62	0,003
Lbull	0,026	11,26	0,002
Собственное значение	47,352		
Критерий F	122,557		
p-значение (F-критерия)	<0,001		
$W\lambda$	0,021		
χ^2	199,74		
df (χ^2)	17		
Каноническая ось R_c	0,99		
Дискриминантное уравнение, мм	$-550,32 + 11,823 \cdot Cbl - 21,657 \cdot Fac - 1,548 \cdot Br + 58,390 \cdot Iob + 7,269 \cdot Zyg + 38,615 \cdot Is - 4,27 \cdot L + 12,317 \cdot Lmd - 20,953 \cdot D2 + 87,36 \cdot Lm_{1-3} + 24,311 \cdot Bbull - 6,581 \cdot Lbull$		

Примечание. Жирным шрифтом выделены достоверные различия ($p < 0,05$).

Морфологически это может быть выражено в укреплении костей и усилении мускулатуры черепа, связанных с особенностями специализации питания. Так, на территории биосферного резервата череп грызунов имеет тенденцию к сужению роstralной и расширению затылочной части, что характеризует зеленоядный тип питания, в то время как на территории Костромского лесничества ОПХ «Минское» у грызунов затылочная часть уже, а роstralная часть шире, что характерно для семеноядного типа питания [37] и обусловлено наличием сельскохозяйственных полей с зерновыми культурами рядом с исследованными участками.

Кроме того, можно утверждать, что каждая из рассматриваемых популяций имеет свой «краниометрический облик», который сформировался в результате ее уникальной истории, что подтверждают настоящие исследования.

На основе линейных промеров черепа рассчитано 11 краниометрических индексов, включая индексы, характеризующие особенности режима питания рассматриваемых популяций. В качестве дискриминирующих выступили 3 признака из 11, по всем ним получены значимые результаты: показатели индексов L_{bul}/C_{bl} ($W\lambda = 0,405$, $F = 73,45$, $p = 0,000$), B_{cra}/C_{bl} ($W\lambda = 0,895$, $F = 5,87$, $p = 0,02$) и L_{m1-3}/C_{bl} ($W\lambda = 0,614$, $F = 31,44$, $p = 0,000$).

Пропорции черепа грызунов в ряду лет также могут претерпевать незначительные динамические изменения, обусловленные половозрастной структурой популяции, их численностью, погодными условиями, составом и доступностью кормовых ресурсов.

Далее рассмотрено влияние некоторых биотических и абиотических факторов на изменчивость краниометрических индексов черепа *Myodes glareolus* на территории ГПЗ «Кологривский лес» в период 2012–2022 гг. (табл. 5).

У *Myodes glareolus* выявлена достоверная сильная обратная корреляция параметра черепа «индекс L_{md}/C_{bl} », характеризующий специфичность питания, от среднего количества осадков, что связано с особенностями состава корма и возможности его добычи (табл. 5). Данная тенденция позволяет предположить рост «зеленоядности» и снижение «семено-

ядности» среди грызунов данного вида в период увеличения среднего количества осадков, и наоборот.

Следует отметить, что корреляционные связи не всегда обуславливают наличие конкретной зависимости рассматриваемых величин. Можно говорить лишь о возможном опосредованном влиянии погодных-климатических факторов на условия существования популяции, которые создают благоприятные или неблагоприятные условия для роста численности популяции. Плотность популяции и наличие кормовых ресурсов, в свою очередь, влияют на размеры особей и, соответственно, на краниологические признаки.

Установлены слабые корреляционные связи между массой тела особей и промерами черепа. В научной литературе рассматривается возможность использования краниологических промеров для расчетов массы тела грызунов при реконструкции размеров животных из орнитогенных отложений [38; 39].

Кроме того, для диагностики степени оптимальности условий для существования популяций *Myodes glareolus* проведен анализ числа и расположения отверстий, связанных с выходом кровеносных сосудов и нервов.

Среднее значение уровня ФА популяции, обитающей на территории Кологривского заповедника, составляет $0,27 \pm 0,03$ ($C_v = 29,10$), на территории ОПХ «Минское» – $0,32 \pm 0,01$ ($C_v = 6,73$). Средняя частота асимметричного проявления признака соответствует 1 баллу по пятибалльной шкале стабильности развития для млекопитающих [29]. Соответственно рассматриваемые экосистемы в течение всего периода исследования являются «оптимальными» для процесса устойчивого онтогенетического развития особей популяций *Myodes glareolus*. Следует отметить, что относительно невысокий уровень ФА в популяции, обитающей на территории Костромского лесничества, можно объяснить незначительным уровнем антропогенной трансформации окружающей среды и возможной популяционной адаптацией данных грызунов в связи с их длительным обитанием на данной территории.

Динамические изменения уровня флуктуирующей асимметрии грызунов незначительные (полиномиальное уравнение: $y = 0,001x^6 - 0,0267x^5 + 0,2642x^4 - 1,2766x^3 + 3,1381x^2 - 3,74x + 2,02$; $R^2 = 0,9998$).

Таблица 5 – Влияние некоторых биотических и абиотических факторов на изменчивость краниометрических индексов черепа *Myodes glareolus* на территории ГПЗ «Кологривский лес»

Индексы	Факторы			
	Численность популяции, экз./100 ловушко-суток	Средняя масса тела особей, г	Средняя температура воздуха (июнь), °C	Среднее количество осадков (июнь), мм
C_{bl}/Z_{yg}	0,18	0,35	–0,09	0,09
L_{md}/C_{bl}	0,15	–0,51	0,03	–0,75
I_{ob}/C_{bl}	–0,40	–0,35	–0,41	0,38
I_{ob}/Z_{yg}	–0,26	–0,11	–0,43	0,41
L_{bul}/C_{bl}	0,28	–0,32	0,02	–0,72
L_{m1-3}/C_{bl}	–0,03	–0,10	–0,02	–0,31
$D1/C_{bl}$	0,01	–0,53	0,07	–0,68
$D1/L_{m1-3}$	0,07	–0,30	0,07	–0,21
L_{m1-3}/C_{bl}	0,07	–0,23	–0,03	–0,55
B_{cra}/C_{bl}	–0,10	0,34	0,10	0,40
L_{m1-3}/L_{md}	–0,15	0,12	–0,06	–0,01

Примечание. Коэффициент корреляции вычислен по Пирсону. Доверительный интервал 0,95. Жирным шрифтом выделены наиболее сильные корреляции.

При оценке влияния плотности популяции, а также погоднo-климатических факторов на значения неметрических признаков черепа установлена слабая отрицательная корреляция между показателями флуктуирующей асимметрии и значениями среднего количества осадков в периоды исследований (коэффициент корреляции составляет $-0,29$). Достоверной корреляции неметрических признаков от средней температуры воздуха и плотности популяции не установлено.

Выводы

В настоящей работе реализован комплексный подход к краниометрическому анализу популяций *Myodes glareolus* Schreber на территории Костромской области. Показана целесообразность использования данного подхода для диагностики степени оптимальности условий существования популяций данного вида, а также для оценки состояния среды в комплексных программах биологического мониторинга. Установлено наличие полового диморфизма по таким краниометрическим признакам как «длина мозговой части черепа» и «длина нижней диастемы». Анализ сопряженности линейных промеров черепа между собой показал различия по уровню корреляций краниологических признаков грызунов, обитающих на территории биосферного резервата и Костромского лесничества, что подтверждает разную степень равновесности рассматриваемых экосистем. Выявлено 99%-ное с высокой степенью достоверности разделение исследуемых популяций по 12 показателям линейных промеров черепа, обуславливающих зеленоядный тип питания у грызунов, обитающих на территории биосферного резервата, и семноядный тип питания – на территории 1, 2 и 4 кварталов Костромского лесничества. Установлена сильная корреляция некоторых краниометрических признаков, характеризующих специфику питания, от плотности популяции, среднего количества осадков и средней температуры воздуха. Кроме того, выявлены слабые корреляционные связи между массой тела особей и промерами черепа. Динамические изменения уровня флуктуирующей асимметрии грызунов незначительные. Достоверной и сильной корреляции неметрических признаков от погоднo-климатических факторов и плотности популяции не установлено. Уровень флуктуирующей асимметрии правой и левой сторон черепа менее 0,35, что указывает на наличие оптимальных условий в рассматриваемых экосистемах, необходимых для устойчивого онтогенетического развития особей вида *Myodes glareolus*.

Список литературы:

1. Верещагин Н.К. Сравнительная краниологическая характеристика диких кошек СССР // Зоологический журнал. 1967. Т. 46, вып. 4. С. 587–599.
2. Zelditch M.L., Wood A.R., Bonett R.M., Swiderski D.L. Modularity of the rodent mandible: integrating bones, muscles, and teeth // Evaluation and Development. 2008. Vol. 10, iss. 6. P. 756–768. DOI: 10.1111/j.1525-142x.2008.00290.x.
3. Hartman S.E. Geographic variation analysis of *Dipodomys ordii* using nonmetric cranial traits // Journal of Mammalogy. 1980. Vol. 61, iss. 3. P. 436–448. DOI: 10.2307/1379837.
4. Пантелеев П.А., Терехина А.Н., Варшавский А.А. Экогеографическая изменчивость грызунов / отв. ред. В.Н. Большаков. М.: Наука, 1990. 373 с.
5. Быкова Е.А., Гашев С.Н. Адаптивная изменчивость краниометрических признаков домового мыши в Samara Journal of Science. 2023. Vol. 12, iss. 1

- урбанизированных ландшафтах Узбекистана // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3 (3). С. 1098–1104.
6. Leung B., Forbes M.R., Houle D. Fluctuating asymmetry as a bioindicator of stress: comparing efficacy of analyses involving multiple traits // The American Naturalist. 2000. Vol. 155, № 1. P. 101–115. DOI: 10.1086/303298.
7. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). М.: Наука, 1987. 216 с.
8. Гилева Э.А., Ялковская Л.Э., Бородин А.В., Зыков С.В., Кшняев И.А. Флуктуирующая асимметрия краниометрических признаков у грызунов (Mammalia: Rodentia): межвидовые и межпопуляционные сравнения // Журнал общей биологии. 2007. Т. 68, № 3. С. 221–230.
9. Jojic V., Blagojevic J., Ivanovic A., Bugarski-Stanovic V., Vujosevic M. Morphological integration of the mandible in yellow-necked field mice: the effects of *b* chromosomes // Journal of Mammalogy. 2007. Vol. 88, iss. 3. P. 689–695. DOI: 10.1644/06-mamm-a-019r1.1.
10. Фалеев В.И., Назарова Г.Г., Музыка В.Ю. Морфогенетическая реакция водяной полевки (*Arvicola terrestris* L.) на нетипичные условия среды // Доклады Академии наук. 2000. Т. 373, № 3. С. 427–429.
11. Willmore K.E., Young N.M., Richtsmeier J.T. Phenotypic variability: its components, measurement and underlying developmental processes // Evolutionary Biology. 2007. Vol. 34. P. 99–120. DOI: 10.1007/s11692-007-9008-1.
12. Павлинов И.Я., Нанова О.Г., Спасская Н.Н. К изучению морфологического разнообразия размерных признаков черепа млекопитающих. 1. Соотношение разных форм групповой изменчивости // Журнал общей биологии. 2008. Т. 69, № 5. С. 344–354.
13. Окулова Н.М., Андреева Т.А. Межвидовая и внутривидовая дифференциация лесных полевок рода *Clethrionomys* (Rodentia, Cricetidae) по данным изменчивости жевательной поверхности зуба M^3 // Зоологический журнал. 2008. Т. 87, № 8. С. 991–1003.
14. Peskov V.N., Sinyavskaya I.A., Emelyanov I.G. Interrelations between different forms of group variability of quantitative traits in *Microtus socialis* (Cricetidae, Mammalia) in the peak phase of population abundance // Вестник зоологии. 2012. Т. 46, № 5. С. 22–28. DOI: 10.2478/v10058-012-0036-7.
15. Мельник С.А., Шампорова А.А. Краниометрическая изменчивость рыжей полевки на примере Пустынского заказника Нижегородской области // Грани познания. 2021. № 6 (77). С. 62–65.
16. Zakharov V.M., Zhdanova N.P., Kirik E.F., Shkil F.N. Ontogenesis and population: evaluation of developmental stability in natural populations // Russian Journal of Developmental Biology. 2001. Vol. 32, № 6. P. 336–351. DOI: 10.1023/a:1012825818097.
17. Демидов В.В., Демидова М.И. Полевой справочник-определитель мелких млекопитающих Пермского края. Пермь, 2017. 105 с.
18. Громов И.М., Ербаева М.А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. СПб., 1995. 522 с.
19. Лебедев А.В., Криницын И.Г., Гостев В.В. Таксономическая структура флоры сосудистых растений заповедника «Кологривский лес» // Природообустройство. 2022. Вып. 3. С. 115–121. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-3-115-121.
20. Mader H.-J. Animal habitat isolation by roads and agricultural fields // Biological Conservation. 1984. Vol. 29. P. 81–96.
21. Seiler A. Ecological effects of roads: a review // Introductory Research Essay Department of Conservation Biology SLU. 2001. № 9. P. 1–40.

22. Нуриманова Е.Р. Влияние рекреационного прес-са на питание рыжей полевки (*Clethrionomys (Myodes) glareolus*) в лесах Подмоскovie: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. М., 2010. 21 с.
23. Sheftel B.I. Methods for estimating the abundance of small mammals // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2018. Vol. 3 (3). DOI: 10.21685/2500-0578-2018-3-4.
24. Толкачев О.В. Этимология некоторых названий ловушек, применяемых в исследованиях мелких млекопитающих // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 48. С. 73–96. DOI: 10.17223/19988591/48/4.
25. Новиков Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. М.: Советская наука, 1953. 503 с.
26. Кузнецов Б.А. Определитель позвоночных животных фауны СССР. Ч. 3. Млекопитающие. М.: Просвещение, 1975. 208 с.
27. Young R.L., Badyaev A.V. Evolutionary persistence of phenotypic integration: influence of developmental and functional relationships on complex on trait evolution // Evolution. 2006. Vol. 60, iss. 6. P. 1291–1299. DOI: 10.1111/j.0014-3820.2006.tb01206.x.
28. Гелашвили Д.Б., Чупрунов Е.В., Иудин Д.И. Структурные и биоиндикационные аспекты флуктуирующей асимметрии билатерально-симметричных организмов // Журнал общей биологии. 2004. Т. 65, № 5. С. 433–441.
29. Об утверждении Методических рекомендаций по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ: распоряжение Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 16.10.2003 № 460-р [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // <https://docs.cntd.ru/document/901879474>.
30. Оленев Г.В. Определение возраста цикломорфных грызунов, функционально-онтогенетическая детерминированность, экологические аспекты // Экология. 2009. № 2. С. 103–115.
31. Ялковская Л.Э., Бородин А.В., Фоминых М.А. Модульный подход к изучению флуктуирующей асимметрии комплексных морфологических структур у грызунов на примере нижней челюсти рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus*, Arvicolinae, Rodentia) // Журнал общей биологии. 2014. Т. 75, № 5. С. 385–393.
32. Усманов Р.Р. Статистическая обработка данных агрономических исследований в программе «Statistica»: учеб.-метод. пособие. М.: РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. 177 с.
33. О предоставлении лицензии Обществу с ограниченной ответственностью «Расписание Погоды» (ООО «Расписание Погоды»): приказ Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды от 11.09.2013 № 469 [Электронный ресурс] // Гарант.ру. <https://base.garant.ru/70456870>.
34. Климова А.С., Сиротина М.В. Некоторые особенности популяционной организации мышевидных грызунов на территории ООПТ «Кологривский лес» и Костромского лесничества ОПХ «Минское» // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы: мат-лы II всерос. (с междунар. уч.) конф., приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес» (28–29 октября 2021 г.) / отв. ред. А.В. Лебедев. Кологрив: Государственный заповедник «Кологривский лес», 2021. С. 238–243.
35. Черпаков М.И. Морфологические особенности рыжих полевок на разных фазах популяционного цикла // Вестник КрасГАУ. 2013. № 4. С. 54–58.
36. Истомин А.В. Влияние экологической дестабилизации среды на изменчивость и скоррелированность развития признаков // Вестник Псковского государственного педагогического университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. 2008. № 4. С. 13–23.
37. Окулова Н.М., Богданов А.С., Баскевич М.И., Орлов В.Н., Попова Ю.В., Антонен Н.В., Лавренченко Л.А. Размеры и пропорции черепа западно-палеарктических лесных мышей (*Sylviaemus*, Muridae, Rodentia) Восточной Европы. 2. Внутривидовые различия // Зоологический журнал. 2018. Т. 97, № 12. С. 1544–1556. DOI: 10.1134/s0044513418070139.
38. Borowski Z., Keller M., Wlodarska A. Applicability of cranial features for the calculation of vole body mass // Annales Zoologici Fennici. 2008. Vol. 45, iss. 3. P. 174–180. DOI: 10.5735/086.045.0302.
39. Кропачева Ю.Э., Смирнов Н.Г. Мелкие млекопитающие на пути из объектов биоценозов в субфосильное состояние // Зоологический журнал. 2020. Т. 99, № 5. С. 500–515. DOI: 10.31857/s0044513420050062.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Климова Алена Сергеевна, аспирант кафедры биологии и экологии; Костромской государственный университет (г. Кострома, Российская Федерация). E-mail: klimova.a.s.ecology@yandex.ru.</p> <p>Сиротина Марина Валерьевна, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биологии и экологии; Костромской государственный университет (г. Кострома, Российская Федерация); научный сотрудник; Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Синецына (г. Кологрив, Костромская область, Российская Федерация). E-mail: mvsirotna@gmail.com.</p>	<p>Klimova Alena Sergeevna, postgraduate student of Biology and Ecology Department; Kostroma State University (Kostroma, Russian Federation). E-mail: klimova.a.s.ecology@yandex.ru.</p> <p>Sirotnina Marina Valeryevna, doctor of biological sciences, associate professor, head of Biology and Ecology Department; Kostroma State University (Kostroma, Russian Federation); researcher; State Natural Reserve «Kologrivsky Les» named after M.G. Sinitsyn (Kologriv, Kostroma Region, Russian Federation). E-mail: mvsirotna@gmail.com.</p>

Для цитирования:

Климова А.С., Сиротина М.В. Особенности краниологических признаков *Myodes glareolus* Schreber на территории Костромской области // Самарский научный вестник. 2023. Т. 12, № 1. С. 48–56. DOI: 10.55355/snv2023121108.