

APPLICATION OF GIS-TECHNOLOGIES FOR THE SIMULATION OF THE FOOD BEHAVIOR OF LARGE MAMMALS

D. A. Midorenko, A. V. Kurganov

Tver State University

In the article is represented the procedure of the simulation of the food behavior of large mammals (based on the example of brown bears) on the basis of data of remote sensing and GPS-navigation with the use of GIS-technologies and net analysis.

УДК 591.157 : 599.323.43

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОКРАСКИ МЕХА ЕВРОПЕЙСКОЙ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ (*CLETHRIONOMYS GLAREOLUS* SCHREBER) В ВЕРХОВЬЯХ ВОЛГИ И НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

А.А. Емельянова

Тверской государственный университет

В статье анализируются некоторые закономерности и причины изменчивости окраски меха перезимовавших рыжих полевок, обитающих на территории Тверской обл. Выявлено существование двух цветовых форм полевок, различающихся величиной показателя оттенка: более серых и ярко-рыжих зверьков. По показателю оттенка в пределах исследованной области отмечено наличие клинальной изменчивости. Рассматривается таксономическое значение популяционных различий. Существует связь цветовых характеристик с годовым количеством осадков и зимними температурами.

Ключевые слова: рыжая полевка, Тверская обл., окраска, изменчивость.

Изучение изменчивости морфологических признаков рыжей полевки, обитающей в верховьях Волги и на сопредельных территориях, административно входящих в состав Тверской обл., представляет особый интерес. В пределах настоящей территории соприкасаются границы распространения двух подвидов рыжей полевки – *Clethrionomys glareolus* subsp. *suecicus* Miller (1900) (темная или северная рыжая полевка) и *Clethrionomys glareolus* subsp. *glareolus* Schreber (1780) (обыкновенная рыжая полевка). Граница областей распространения подвидов пересекает Тверскую обл., проходя через Холм, Белый, далее Клин, Иваново. Из этого следует, что в западных районах области обитает номинальный подвид, в то время как остальные занимает северный [1; 11]. Окраска меха – морфологический показатель, широко используемый в систематике отряда Rodentia [5; 12 – 15]. Так, в качестве диагностических признаков представителей рода *Clethrionomys* используются два цветовых показателя: белизна (характеризует яркость окраски в процентах) и оттенок (оценивается преобладание в окраске охристо-рыжих тонов) [2]. Применение нового методического подхода при изучении данных колориметрических характеристик рыжей полевки, обитающей на территории Тверской обл., позволило выявить некоторые закономерности возрастной, сезонной и географической изменчивости, а также рассмотреть механизмы изменения окраски под влиянием факторов внешней среды [6 – 9]. В свете этого небезынтересно произвести анализ географического распределения указанных морфологических признаков в группе территориально смежных популяций и попытаться вычлени в общей картине изменчивости факторы, определяющие такие изменения.

В качестве материала использовались взрослые полевки (129 экз.), отловленные в июне – июле 1999 – 2000 гг. в шести административных районах области: Торопецком, Нелидовском, Зубцовском, Калининском, Лихославльском и Лесном. Цветовые характеристики окраски меха перезимовавших зверьков в полной мере представляют популяционные особенности, сложившиеся под влиянием экологических факторов конкретной точки ареала данного вида. Районы исследования были избраны с целью охватить всю территорию области вдоль линии её наибольшей протяженности в направлении с юго-запада на северо-восток, следствием чего являются резкие изменения зимних температур (рис. 1). Значительная пространственная разобщенность географических точек, в которых проходил сбор серийного материала (от 60 до 120 км), наличие между ними обширных обезлесенных участков, болот и развитой речной сети, выполняющих барьерно-изолирующую роль, позволяли получить характеристику окраски особей, с большой долей вероятности относящихся к разным популяциям. Конкретное время сбора материала, его объем и методика обработки приведены в более ранних работах, посвященных изменчивости окраски меха рыжей полевки и методам ее исследования [6 – 9]. Для подтверждения достоверности различий популяций по морфологическим параметрам применялся коэффициент Стьюдента, констатация различий между выборками происходила при уровне значимости $p \leq 0,05$. Таксономическое значение популяционных различий по применяемым морфологическим показателям оценивалось с помощью коэффициента различия CD [10]. Также при определении подвидовой принадлежности популяций или групп популяций учитывался естественный критерий: специфическая реакция на изменение условий среды [15].

Сопоставление серий по среднему значению показателя белизны показало, что в направлении с запада на юго-восток окраска зверьков несколько темнеет: в Торопецком р-не – $28,505 \pm 0,504$ (пределы значений: 26,37 – 32,90), Нелидовском – $28,006 \pm 0,245$ (25,75 – 30,80), Зубцовском – $27,981 \pm 0,225$ (25,57 – 30,89). При этом различия между сериями не достигали достоверных величин. Для взрослых зверьков из Калининского р-на отмечено самое большое среднее значение показателя белизны среди исследованных популяций, при этом крайние величины близки к таковым в «торопецкой» серии – $28,719 \pm 0,261$ (26,31 – 32,02). Сходство окраски полевок из Торопецкого и Калининского р-нов по данной цветовой характеристике подтвердилось биометрическим сравнением – различия между популяциями по показателю белизны недостоверны. По этому признаку «калининская» популяция достоверно отличалась от «нелидовской» и «зубцовской» – $p=0,036$ и $0,039$ соответственно (табл.1, рис.2, а). В двух районах, располагающихся севернее Калининского – Лихославльском и Лесном, отмечено незначительное потемнение окраски зверьков, причем самые темные перезимовавшие полевки были отловлены в Лихославльском р-не $-27,529 \pm 0,271$ (26,87 – 28,64). В Лесном р-не среднее значение показателя белизны несколько выше – $27,928 \pm 0,435$. В этой серии обращают на себя внимание крайние величины – 25,49 и 31,09, что свидетельствует о встречаемости как темноокрашенных полевок, так и светлых. Тем не менее максимальный размах крайних значений яркости окраски наблюдался в популяции из Торопецкого р-на – 6,53. Для полевок из Лесного р-на получен показатель белизны, близкий к величине такового в Зубцовском р-не, но отличие северной популяции от популяций других районов не подтвердилось статистически. Уровня достоверности достигло различие популяций из Калининского и Лихославльского р-нов – $p=0,017$ (табл.1, рис .2, а).

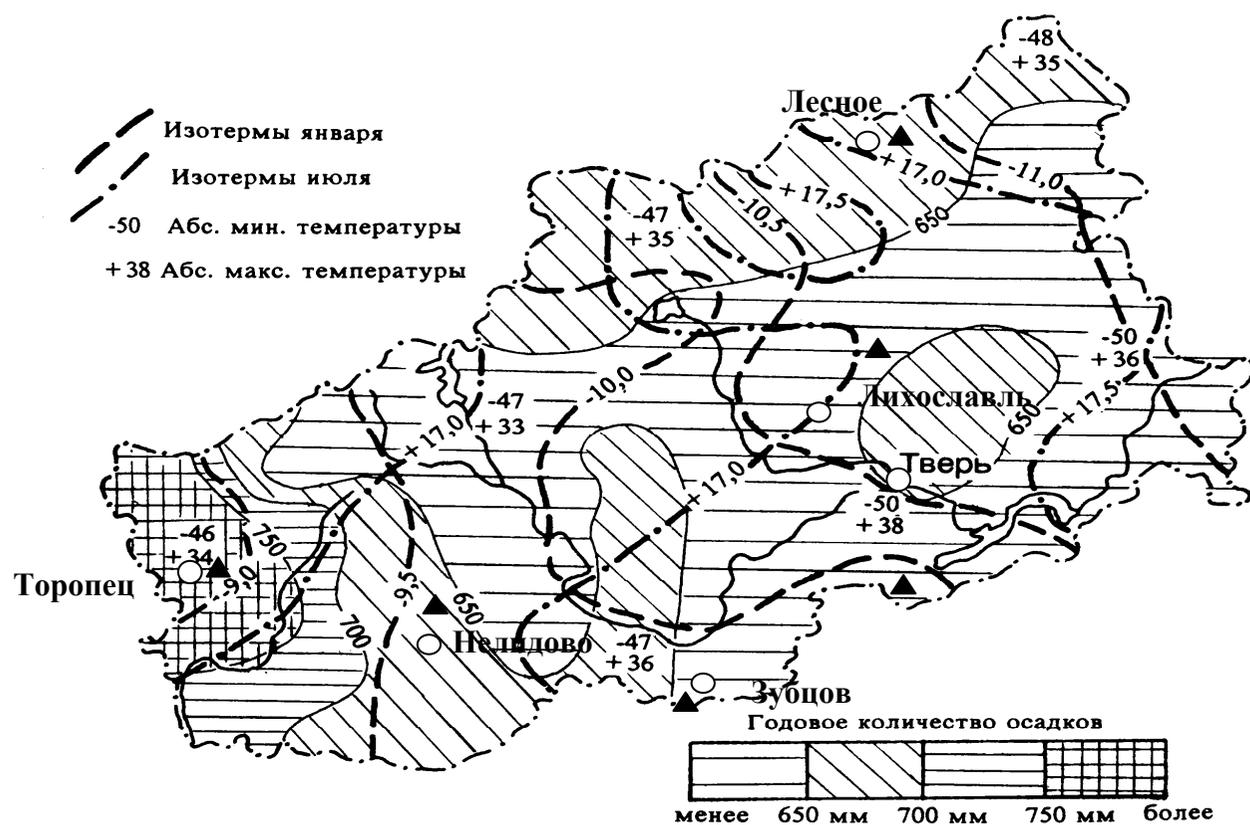
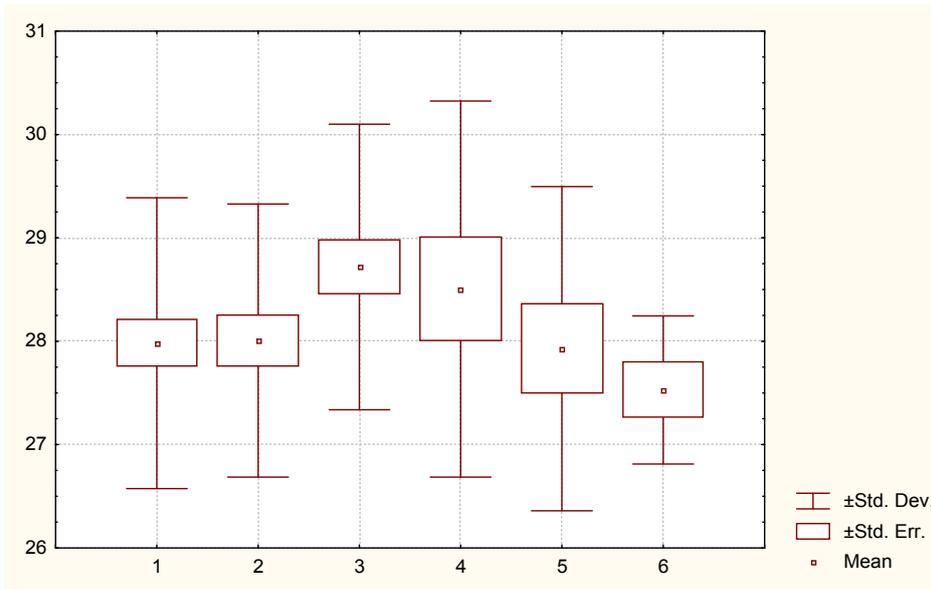
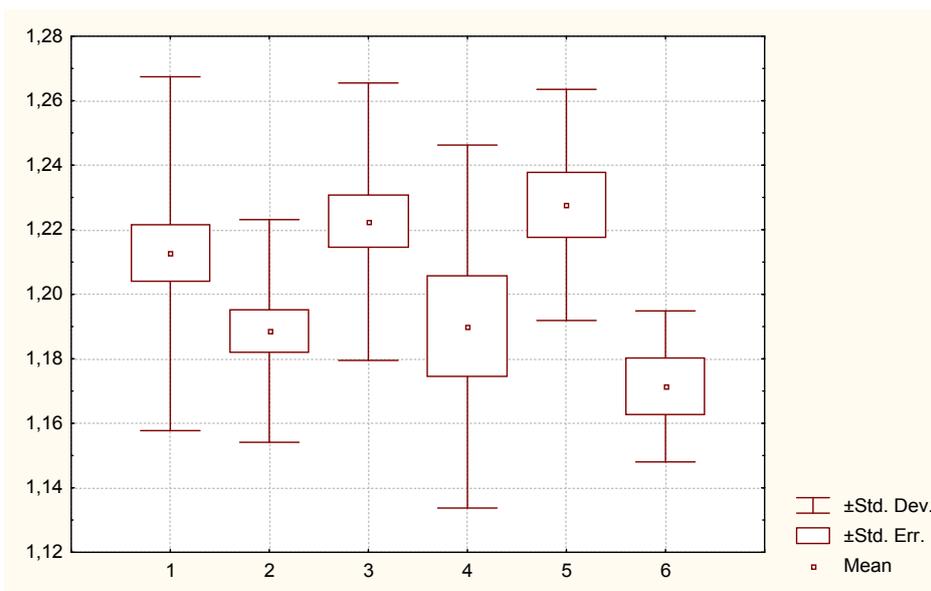


Рис. 1. Точки отловов рыжих полевок, соотнесенные с климатической картой Тверской обл. (по [4], с изменениями):
 ▲ – точки отловов; ○ – районные центры



а



б

Рис. 2. Популяционная изменчивость окраски меха рыжей полевки (возрастная группа ad):
 а – показателя белизны (в %); б – показателя оттенка (в ед.);
 1 – Зубцовский ; 2 – Нелидовский ; 3 – Калининский ; 4 – Торопецкий ; 5 – Лесной ;
 6 – Лихославльский районы :

□ – стандартная ошибка (m); $\overline{\text{I}}$ – стандартное отклонение (σ); \square – выборочное среднее (M)

Таблица 1

Сопоставление цветовых характеристик окраски меха взрослых рыжих полевков в разных районах Тверской обл. ($p \leq 0,05$)

Оттенок	Белизна	Зубцовский	Калининский	Лесной	Лихославльский	Нелидовский	Торопецкий
Зубцовский			0,039	0,866	0,435	0,872	0,410
Калининский	0,400			0,130	0,017	0,036	0,556
Лесной	0,266	0,498			0,405	0,946	0,457
Лихославльский	0,048	0,003	0,002			0,460	0,341
Нелидовский	0,084	0,002	0,002	0,205			0,471
Торопецкий	0,314	0,048	0,051	0,524	0,848		

Более выраженные закономерности были обнаружены при оценке преобладания в окраске животных охристо-рыжих тонов. В направлении с запада на юго-восток области серии перезимовавших рыжих полевков разделились на две группы: более серые зверьки из западных районов – Торопецкого ($1,190 \pm 0,016$) и Нелидовского ($1,189 \pm 0,006$) и полевки ярко-рыжей расцветки из расположенных восточнее Зубцовского ($1,212 \pm 0,009$) и Калининского районов ($1,223 \pm 0,008$). В Нелидовском р-не в среднем чаще встречались зверьки серой расцветки ($1,12 - 1,26$) по сравнению с Торопецким р-ном, где попадались как очень серые зверьки, так и особи со значительной примесью рыжих тонов ($1,10 - 1,29$). Популяция из Зубцовского р-на характеризовалась значительным размахом крайних величин ($1,13 - 1,35$), а серия из Калининского – смещением крайних величин показателя оттенка в сторону максимальных значений этой цветовой характеристики ($1,17 - 1,32$). Сходство зверьков в пределах двух групп популяций – западной и восточной – подтвердилось статистически. Между популяциями из Торопецкого и Нелидовского р-нов не выявлено статистически достоверных различий, как и между популяциями из Зубцовского и Калининского районов. Однако окраска рыжих полевков из Зубцовского р-на также сходна с окраской полевков из Нелидовского и Торопецкого районов, так как различия между ними не достигли достоверных величин. Сходство также заметно при сопоставлении крайних величин показателя оттенка в этих сериях. Диапазон изменчивости окраски полевков из Зубцовского р-на практически полностью перекрывает крайние величины показателя оттенка в «нелидовской» серии и большую часть диапазона изменчивости «торопецкой» серии. При биометрическом сравнении окраски зверьков из Калининского и Нелидовского районов получен высокий уровень значимости различий – $p=0,002$, из Калининского и Торопецкого районов $p=0,048$ (табл.1, рис. 2, б). Окраска меха взрослых полевков, отловленных в Лихославльском р-не, характеризовалась максимальной примесью серых тонов среди исследованных популяций – $1,171 \pm 0,009$ ($1,14 - 1,21$), а для серии полевков из располагающегося севернее Лесного р-на найдено самое большое значение средней арифметической показателя оттенка – $1,228 \pm 0,01$ ($1,18 - 1,30$). Вследствие этого зверьки из Лихославльского р-на обнаруживали сходство с полевками из Торопецкого и Нелидовского районов, при сопоставлении с которыми не выявлено статистически

достоверных различий по показателю оттенка. Также выявлено сходство окраски зверьков из Лесного, Калининского и Зубцовского районов. Уровень значимости различий, полученный при сравнении серии Лихославльского р-на с выборками из Калининского, Лесного и Зубцовского районов – 0,003, 0,002 и 0,048. При сравнении популяций из Лесного р-на с популяциями из Лихославльского, Нелидовского и Торопецкого районов получены следующие уровни значимости различий: 0,002, 0,002 и 0,051 (табл.1, рис. 2, б).

В целом можно сказать, что взрослым рыжим полевым свойственна долготная клинальная изменчивость показателя оттенка. В направлении с запада на восток области мех становится более насыщенным рыжими тонами: величина показателя в популяциях из Торопецкого, Нелидовского, Зубцовского, Калининского и Лесного районов – 1,190, 1,189, 1,212, 1,223 и 1,228 соответственно.

Была проведена оценка таксономического значения цветовых показателей окраски меха с помощью коэффициента различия CD. Полученные для возрастной группы перезимовавших полевок значения коэффициента различия меньше единицы (табл. 2). Это свидетельствует о том, что наблюдаемые различия серий по показателям белизны и оттенка являются популяционными, так как не достигают подвидового уровня.

Таблица 2

Коэффициент различия цветовых показателей окраски меха взрослых рыжих полевок в разных районах исследования (CD >1,28)

Сравниваемые районы	Белизна	Оттенок
Зубцовский – Калининский	0,248	0,121
Зубцовский – Лесной	0,018	0,176
Зубцовский – Лихославльский	0,213	0,526
Зубцовский – Нелидовский	0,009	0,256
Зубцовский – Торопецкий	0,162	0,198
Калининский – Лесной	0,268	0,063
Калининский – Лихославльский	0,567	0,788
Калининский – Нелидовский	0,264	0,436
Калининский – Торопецкий	0,067	0,333
Лесной – Лихославльский	0,175	0,966
Лесной – Нелидовский	0,027	0,549
Лесной – Торопецкий	0,170	0,413
Лихославльский – Нелидовский	0,234	0,310
Лихославльский – Торопецкий	0,385	0,241
Нелидовский – Торопецкий	0,159	0,011

Ранее нами была установлена зависимость рассматриваемых цветовых показателей от таких экологических факторов, как температура и количество осадков [7 – 9].

Влиянием совокупности этих факторов объясняются все наблюдаемые возрастные и сезонные изменения окраски полевков в пределах конкретных популяций. Обнаруженные закономерности свидетельствуют о том, что в исследованных популяциях рыжих полевков, обитающих на территории Тверской обл., при понижении среднесуточной температуры и увеличении среднесуточной нормы осадков преимущественно происходит посветление меха и увеличение содержания рыжих тонов.

Климатическая карта области отражает географическое распределение областей со сходными климатическими условиями, которые обладают такой важной характеристикой, как постоянство, что и позволяет их использовать при анализе закономерностей и причин географической изменчивости окраски меха. Зима на востоке Тверской обл. холоднее, чем на западе, изотермы января проходят в долготном направлении (рис. 1). Выше указывалось, что для перезимовавших полевков была обнаружена долготная клинальная изменчивость показателя оттенка. Следовательно, географическое распределение зимних температур обнаруживает корреляцию с особенностями окраски. Кроме этого климатического фактора, учитывалось влияние на популяционные особенности расцветки меха годового количества осадков.

Место поимки полевков из Торопецкого р-на располагается на территории области, характеризующейся январскими температурами $-9,0^{\circ}\text{C}$. Точки отлова зверьков из Нелидовского, Зубцовского и Калининского районов локализуются между изотермами $-9,5$ – -10°C . Можно ожидать увеличения яркости меха в направлении с запада на восток. Этому соответствует только значение показателя белизны полевков из Калининского р-на – 28,72. Для серий из трех других районов географическая изменчивость показателя белизны противоположна ожидаемой, т. е. наблюдается потемнение окраски – 28,505, 28,006, 27,981. Эти значения показателя белизны обнаруживают корреляцию с годовым количеством осадков, подтверждая выявленную ранее закономерность – чем больше количество осадков, тем светлее окраска. Так, на территории обитания «торопецкой» популяции выпадает осадков 750 мм в год и более, «нелидовской» – 650 – 700 мм, «зубцовской» – менее 650 мм. Районы сбора материала в Лихославльском и Лесном районах находятся между январскими изотермами $-10,5$ – -11°C . Точка исследования в Лихославльском р-не располагается ближе к изотерме с более высокой температурой, а в Лесном – ближе к изотерме с низкой температурой (рис. 1). Количество осадков, выпадающих в Лесном р-не – 650 – 700 мм, Лихославльском – менее 650 мм. Холодному и влажному климату Лесного р-на соответствует значение показателя белизны – 27,928, а более теплому и сухому климату Лихославльского – 27,529.

Установлено изменение величин показателя оттенка в направлении с запада на восток области соответственно понижению январских температур: в Торопецком р-не – 1,190, Нелидовском – 1,189, Зубцовском – 1,212 и Калининском – 1,223. Повышенное количество охристо-рыжих тонов в окраске полевков из Лесного р-на (1,228) соответствует наиболее низким январским температурам. Популяция из Лихославльского р-на выделяется серой расцветкой меха перезимовавших полевков (1,171). Между популяционными значениями показателя оттенка и годовым количеством осадков не обнаружено определенной взаимосвязи.

Таким образом, для цветовых характеристик окраски взрослых рыжих полевков обнаружена связь показателя белизны с годовым количеством осадков и – отчасти – зимними температурами и показателя оттенка с зимними температурами.

Отметим, что результаты настоящего и более ранних исследований влияния экологических факторов на окраску взрослых особей и сеголеток рыжей полевки Тверской обл. согласуются с данными, полученными при изучении географической изменчивости окраски северного подвида рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* subsp. *sueticus*). Внутри этого подвида в направлении с юга на север прослеживается незначительное посветление окраски и усиление насыщенности рыжими тонами [3].

Это направление изменений величин показателей связано с понижением температуры и соответствует закономерностям, которые были выявлены нами для сеголеток из Нелидовского, Зубцовского, Калининского, Лихославльского и Лесного районов [7 – 9]. Однако у молодых рыжих полевков из Торопецкого р-на ранее была обнаружена противоположная реакция показателя оттенка на изменение температурных условий, что свидетельствует о возможной специфической реакции популяции на внешние условия, являющейся одним из критериев подвида [15]. При всем этом, чтобы выработать окончательный вывод о подвиговой принадлежности рыжей полевки из разных районов Тверской обл. на основании исследований особенностей окраски, необходимы многократные повторные наблюдения для подтверждения различий в реакциях популяций на изменения рассматриваемых факторов внешней среды.

Подводя итог анализу географической изменчивости окраски меха рыжей полевки, отметим, что взрослые полевки Тверской обл. разделяются на две группы, различающиеся величиной показателя оттенка: зверьки с серой расцветкой меха из Торопецкого, Нелидовского и Лихославльского районов и полевки с рыжей расцветкой из Зубцовского, Калининского и Лесного районов. Сходство окраски зверьков в пределах этих двух групп популяций подтверждается статистически, при этом популяция из Зубцовского р-на выделяется переходным характером данного признака окраски меха. В целом у перезимовавших рыжих полевков обнаружена клинальная изменчивость показателя оттенка. В направлении с юго-запада на северо-восток области мех становится более насыщенным рыжими тонами. Уровень различий популяций, оцененный классическим таксономическим методом, не достигает подвигового.

Направление изменений особенностей окраски под влиянием факторов внешней среды в популяциях из Зубцовского, Калининского, Нелидовского, Лихославльского и Лесного районов совпадает с выявленным для северного подвида рыжей полевки – при понижении температуры наблюдается незначительное посветление меха и усиление насыщенности рыжими тонами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобринский Н.А., Кузнецов Б.А., Кузякин А.П. Определитель млекопитающих СССР. М., 1956.
2. Большаков В.Н. Оценка различий по окраске подвидов рода *Clethrionomys* объективным методом // Докл. I науч. конф. молодых специалистов-биологов. Свердловск, 1963. С. 65 – 73.
3. Большаков В.Н. Пути приспособления мелких млекопитающих к горным условиям. М., 1972.
4. География Тверской области / Под ред. А.А. Ткаченко. Тверь, 1992.
5. Европейская рыжая полевка / Под ред. И.В. Башениной. М., 1981.
6. Емельянова А.А., Цирулев А.А. Использование компьютерной программы для колориметрической оценки светорассеивающих образцов // Тез. докл. науч. конф. аспирантов и студентов. Тверь, 2001. С. 56 – 57.
7. Емельянова А.А. Исследование влияния на окраску мелких млекопитающих некоторых экологических факторов на примере рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreb.) // Экологическая безопасность и рациональное природопользование. М., 2004. С. 125 – 128.
8. Емельянова А.А. Возрастная и сезонная изменчивость окраски меха европейской рыжей полевки // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2006. Вып. 2, №5(22). С. 68 – 74.
9. Емельянова А.А. О некоторых аспектах физиолого-биохимических процессов, обуславливающих изменчивость признаков окраски меха европейской рыжей полевки // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2007. Вып. 5, № 21(49). С. 93 – 100.

10. Майр Э. Принципы зоологической систематики. М., 1971.
11. Огнев С.И. Звери СССР и прилежащих стран // Грызуны. М.; Л., 1950. Т.7.
12. Томашевский К.Е. О некоторых особенностях окраски шкурок белок в различных районах Калининской области // Учен. зап. каф. зоологии. Калинин, 1964. Т. 31. С. 11 – 14.
13. Томашевский К.Е. О клинальной изменчивости окраски зимнего меха обыкновенной белки в верховьях Волги и смежных районах // Материалы науч. совещ. зоологов пединститутов. Владимир, 1973. С. 257 – 258.
14. Томашевский К.Е., Трофимова И.Н. Фенотипический анализ популяций обыкновенной белки Верхневолжья // Докл. МОИП. 1983. С. 82 – 83.
15. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М., 1980.

**VARIATIONS IN FUR COLORATION OF EUROPEAN BANK VOLE
(CLERTHRIONOMYS GLAREOLUS SCHREBER)
FROM UPPER VOLGA AND ADJACENT AREAS**

A.A. Emelyanova

Tver State University

Trends and possible causes of variations in fur coloration of wintered European Bank Voles in Tver region are analyzed. Two color forms have been revealed: grayish and pronouncedly red. The cline variation is ruled out for the color forms of the studied area. The taxonomic significance of populational variations is discussed. The connection of coloration with annual precipitation and winter temperatures is proposed.

УДК 599.895.2

**ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КЛЕЩЕЙ МЕЛКИХ
МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЗАПОВЕДНИКА «ГАЛИЧЬЯ ГОРА»**

И.А. Дуванова, Л.Н. Хицова

Воронежский государственный университет

*В течение августа и ноября 2004 г. исследованы сообщества эктопаразитов грызунов и мелких насекомоядных на территории заповедника «Галичья гора» (Липецкая область). Из 11 видов паразитических клещей доминирующее положение занимает клещ *Ixodes ricinus*. Обычными являются виды *Eulaelaps stabularis*, *Laelaps hilaris* и *Haemogamasus nidi*. Основными хозяевами клещей на территории заповедника «Галичья гора» являются рыжая и обыкновенная полевки, лесная и полевая мыши.*

Ключевые слова: эктопаразиты, паразитические клещи, мелкие млекопитающие, насекомоядные.

Общеизвестно, что мелкие млекопитающие, составляющие основную массу наземных позвоночных, представляют большую опасность как резервуары и хранители ряда природноочаговых инфекций, а их эктопаразиты, особенно клещи, являются массовыми переносчиками и распространителями среди людей и животных таких заболеваний, как клещевой энцефалит, гранулоцитарный эрлихиоз, туляремия, гемоспоридиозы, клещевой возвратный тиф и др. [1 – 21].

Наиболее массовый вид в лесных биоценозах *Ixodes ricinus* является важнейшим переносчиком вирусов клещевого энцефалита, туляремии, риккетсиозов, нефро-