

## БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФОРМАЦИОННОГО ПОЛЯ ЗАЙЦА-РУСАКА В ЛЕСАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

**А.В. Михеев**

*НИИ биологии  
Днепропетровского  
национального  
университета  
им. О. Гончара*

*Украина, 49010,  
г. Днепропетровск,  
пр. Гагарина, 72.*

*E-mail: zestforest@ua.fm*

Статья посвящена характеристике совокупностей следов жизнедеятельности зайца-русака (рассматриваемых в качестве информационного поля видового уровня) в различных типах лесных биогеоценозов степной зоны Украины. В этих условиях данный вид способен осваивать весь спектр естественных и искусственных лесных насаждений. По совокупности статистических показателей (сигнальная нагрузка информационного поля, относительная приуроченность следов жизнедеятельности, анализ соответствия градаций фактора и явления) к основным лесным биотопам зайца-русака на исследованной территории можно отнести лесополосы, орешники, дубравные насаждения различной ландшафтной приуроченности, а также комплекс аренных биогеоценозов. С ними связано осуществление различных форм жизнедеятельности зайца, что способствует формированию характерной биогеоценотической структуры его информационного поля. Установленные показатели ее разнообразия составляют  $H = 3,91$  и  $U = 0,94$  (в снежный период года - 3,66 и 0,96 соответственно).

Ключевые слова: следы жизнедеятельности, информационные процессы, поведенческая экология, млекопитающие, надорганизменные системы, лесной биогеоценоз.

Принятые сокращения: БГЦ – биогеоценоз; ИП – информационное поле.

### Введение

Выделение в рамках среды, окружающей живой организм, спектра сигналов различной природы соответствует информационному подходу к исследованию экологических взаимосвязей [1, 2]. Восприятие этих сигналов играет особенно важную роль для млекопитающих, которые характеризуются высоким уровнем развития нервной системы. Информация о состоянии среды обитания вызывает у животных адекватные поведенческие реакции, непосредственно затрагивающие важнейшие аспекты жизнедеятельности. Одним из результатов такого информационного процесса является формирование в местообитаниях структурированных совокупностей разнообразных следов жизнедеятельности, получивших название информационных (сигнальных) полей [3-9]. Отдельные элементы такого рода полей способны выполнять информационно-коммуникативные функции на уровне особей, популяций и сообществ. Понимание информации не как самостоятельной сущности, а в диалектической общности с одним из важнейших атрибутов материи – отражением [10, 11] дает основание рассматривать формирование и функционирование информационных полей (ИП) в качестве одного из механизмов передачи информации в надорганизменных системах [5, 7, 9, 12, 13].

К сожалению, практическая изученность этих явлений и процессов по своему объему значительно отстает от теоретических построений. Пока еще слабо раскрыты не только функциональные, но и структурные свойства информационных полей, характеризующие качественный спектр и количество отдельных сигнальных элементов (следов жизнедеятельности), особенности их пространственного размещения и биотопической приуроченности. Между тем выявление закономерностей информационных процессов в системе «живой организм <—> среда обитания» является необходимым условием для разработки природоохранных мер, способствующих поддержанию устойчивых экологических взаимоотношений животных с элементами биогеоценоза (БГЦ). Эта задача становится особенно актуальной с учетом возрастания темпов и объемов антропогенной трансформации экологических систем в условиях различных природных зон. В этой связи необходимо указать, что в экстразональных степных ле-



сах юго-востока Украины указанные аспекты поведенческой экологии млекопитающих до сих пор слабо изучены не только для редких, но и для таких фоновых видов, как заяц-русак (*Lepus europaeus* Pallas, 1778). С учетом вышеизложенного, целью настоящей работы являлась характеристика структурных параметров ИП этого представителя териофауны в различных типах лесных БГЦ степной зоны Украины.

### Объекты и методы исследования

Процесс сбора полевого материала базировался на ранее разработанных методических подходах систематизации следов жизнедеятельности как элементов ИП млекопитающих [4, 5]. Параметры информационного поля изучаемого вида определяли в ходе учетов (с подсчетом количества пройденных шагов) на маршрутах общей протяженностью 2380 км на базе Присамарского биогеоценологического стационара Комплексной экспедиции ДНУ (Днепропетровская обл., Украина) в 2000-2008 гг. При этом учитывали тип биогеоценоза, структурные особенности местообитаний, характер и количество следов жизнедеятельности зайца-русака. Последний параметр, в зависимости от степени дискретности объектов учета, определяли либо прямым подсчетом (погрызы коры на ветвях и стволах деревьев, лежки, кучки помета и прочее), либо как количество шагов, содержащих в себе данный сигнал (отдельные следовые дорожки, натоптанные тропы).

При проведении исследований в естественных и искусственных лесных БГЦ нами были дифференцированы различные их типы, отличающиеся по условиям произрастания и биогеоценологическим параметрам, характеризующим соответствующие условия обитания млекопитающих [14, 15]. В частности, были рассмотрены: 1) байрачные /плакорные лесные БГЦ: байрачные дубравы (Дб), искусственные дубовые насаждения на плакоре (Дпл), искусственные насаждения ясеня (Яс), искусственные насаждения акации белой (либо гледичии) (А), пристенные дубравы (Дпр); 2) пойменные лесные БГЦ: пойменные дубравы (Дп), искусственные насаждения лещины (Л), ольшаники (О); 3) аренные лесные БГЦ: судубравы (СД), субори (СБ), естественные сосновые боры (С), молодые (до 15-20 лет) (мС), средневозрастные (25-40 лет) (срС) и зрелые (> 40 лет) искусственные сосновые насаждения (иС), аренные дубравы (Да), березово-осиновые колки (К), осинники (ОС), участки соснового редколесья (рС). Данная последовательность лесных БГЦ соответствует экологическим профилям, принятым за основу в организации биогеоценологических исследований Комплексной экспедиции Днепропетровского университета (например – Генеральный профиль № 2 КЭДУ).

Статистическая обработка данных включала, прежде всего, расчет показателя сигнальной нагрузки ИП – количества сигналов (следов жизнедеятельности) на единицу длины маршрута (сигн./км). Особенности распределения элементов ИП в различных типах БГЦ оценивали с помощью показателя относительной биотопической приуроченности  $F_{i/T}$  индексов разнообразия ( $H$ ,  $U$ ) [16] а также в рамках анализа соответствий (Correspondence Analysis) в пакете прикладных программ Statistica 6.0 фирмы StatSoft, Inc.

### Результаты и их обсуждение

Следовая активность этого широко распространенного и экологически пластичного вида млекопитающих реализуется во всех рассмотренных типах степных лесов. Она практически в равной степени выражена в плакорных (40.1% элементов ИП) и аренных (48.4%) местообитаниях (в пойменных 11.5%) (табл.), что соответствует экологической характеристике вида в условиях степной зоны [17]. (Здесь же заметим, что для каждого типа БГЦ на отдельных маршрутах были зарегистрированы нулевые значения сигнальной нагрузки ИП, поэтому включение в таблицу столбца «lim<sub>min</sub>», который бы для каждого БГЦ содержал «0», было излишним).



Таблица  
**Количественная характеристика  
 информационного поля зайца-русака  
 в различных типах лесных биогеоэцотозов  
 степной зоны Украины**

Тип БГЦ	Доля элементов ИП, %	Сигнальная нагрузка ИИ, сигн./км	
		$M \pm m$	$Lim_{max}$
Дб	4.3	9.6±2.0	63.2
Дпл	9.1	20.3±4.9	160.2
Яс	16.1	36.1±4.3	162.3
А	5.9	13.2±3.0	120.1
Дпр	4.8	10.7±2.2	63.3
Дп	5	11.3±3.3	979.0
Л	5.5	12.4±3.0	442.2
О	0.9	2.0±0.9	67.5
СД	3.7	8.3±2.0	835.7
СБ	2.5	5.5±1.8	504.0
С	5.8	12.9±3.7	1108.3
мС	6.3	14.2±4.6	213.0
срС	12.3	27.5±10.2	928.3
иС	3.6	8.1±2.6	1120.8
Да	2.1	4.8±1.3	102.3
К	4.1	9.1±3.2	626.4
ОС	4.9	11.0±4.3	1226.0
рС	3.1	6.9±2.3	345.3

Достигаемые максимумы сигнальной нагрузки ИП зайца соответствуют уровню 1120-1226 сигн./км (прежде всего – в аренных стациях). Однако в среднем сигнальная нагрузка ИП оказывается наибольшей в лесополосах (Яс) и средневозрастных сосновых насаждениях на арене (при уровне варьирования  $Cv = 88.3-408.8$  и без статистически значимых различий).

Дополнительной количественной иллюстрацией отмеченных особенностей является показатель  $F_y$ , оценивающий относительную степень предпочтения (избегания) отдельных биотопов (в данном случае – типов леса) в рамках их общей совокупности. Расчеты показывают, что в аспекте размещения сигнальных элементов ИП русака для указанных двух типов лесных БГЦ (Яс, срС) характерна в той или иной мере положительная степень относительной приуроченности ( $F_y = 0.14-0.18$ , рис. 1). Кроме того, в еще большей степени она отмечена для дубовых и акациевых насаждений на плакоре, посадок лещины в пойме реки, а также молодых сосняков и участков соснового редколесья на аренной террасе (см. рис. 1). Реже всего зайцем

посещаются гигрофильные и ультрагигрофильные ольшаники (с позиций данного показателя они являются избегаемыми).

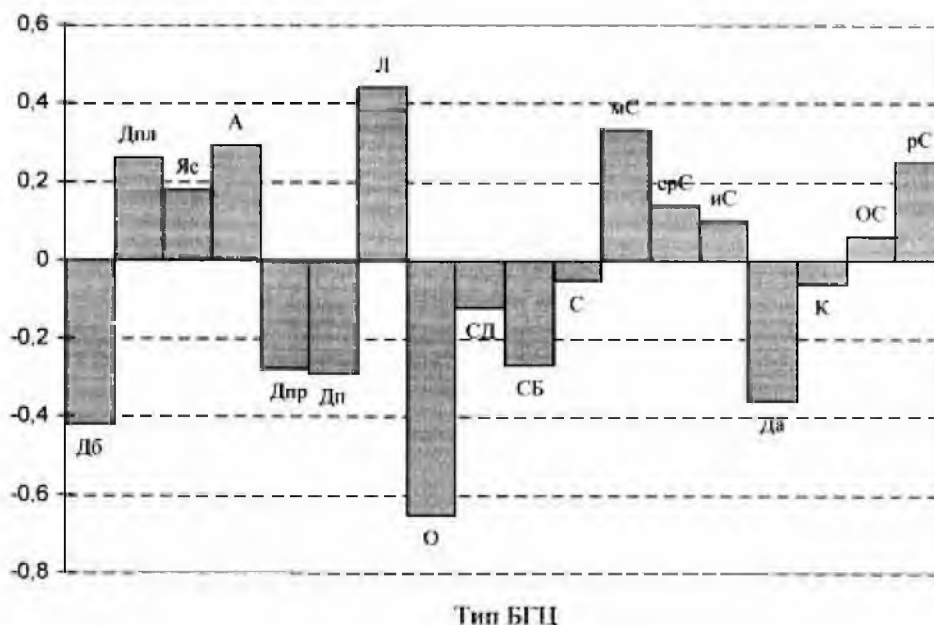


Рис. 1.  
 Характеристика относительной биогеоэцотической приуроченности элементов информационного поля зайца-русака в условиях степных лесов



Низкий показатель  $F_y = -0.42$  для байрачных дубрав обусловлен тем обстоятельством, что для зайца они имеют, главным образом, значение защитных стаций и используются для кратковременного отдыха (особенно в дневные часы), в то время как его основная пищедобывательная активность реализуется на прилегающих сельхозугодьях и остепненных участках.

В целом, однако, следует признать, что в рамках рассматриваемого биогеоценотического комплекса данный статистический анализ не позволяет выделить какие-либо отдельные типы леса, в отношении которых на уровне поведенческих реакций зайца-русака проявляется выраженное предпочтение или избегание. Значения показателя  $F_y$  за редкими исключениями находятся в диапазоне  $-0.4...+0.4$ , что для данного вида млекопитающих можно трактовать как «околонейтральное варьирование» (т. е. варьирование в пределах оптимума).

Можно сказать, что отмечаемая для зайца эврибионтность [17-28] в поведенческом плане непосредственно проявляется через широкий спектр информационных связей с различными местообитаниями. Основной пул элементов ИИ (53.9%) принадлежит не двум «лидирующим» БГЦ (Яс. срС), а равномерно распределен между целым их комплексом в различных ландшафтах (Дб, А. Дпр, Дп, Л, СД, С, мС, иС, К, ОС) с сопоставимыми количественными параметрами 3.6-6,3 сигн./км (см. таблицу).

Следует отметить, что значительное негативное влияние на активность русака в некоторых типах степных лесов (даже в оптимальных стациях) оказывает фактор беспокойства (лесохозяйственная деятельность, движение автотранспорта, рекреационная нагрузка, охота и прочее). Наиболее часто такая ситуация складывается в различных типах искусственных насаждений на плакоре, в байрачных и пристенных дубравах, особенно в тех, что прилегают к населенным пунктам.

Для комплексной оценки влияния биогеоценотического фактора на количественные параметры ИП также необходим учет того, в какой степени в различных БГЦ представлены отдельные градации этих параметров. С этой целью нами был применен алгоритм статистического анализа соответствий. Фактор «тип лесного БГЦ» был представлен 18-ю вариантами. Градации явления соответствовали 5-и уровням поэтапного повышения сигнальной нагрузки ИП, установленным исходя из ее зарегистрированного максимума: «очень низкая» ( $<245,2$  сигн./км) – «низкая» (245.21–490.4 сигн./км) – «средняя» (490.41–735.6 сигн./км) – «высокая» (735.61–980.8 сигн./км) – «очень высокая» ( $>980.81$  сигн./км). В ячейках исходной таблицы указывалось количество выборок (маршрутов), в которых были зафиксированы показатели сигнальной нагрузки, соответствующие различным комбинациям градаций фактора и явления.

Предваряя рассмотрение полученных результатов, необходимо указать, что в рамках анализа соответствий их статистическая достоверность определяется параметром «оценка качества решения» ( $0 < Q < 1$ ), который выражает качество представления соответствующей точки-строки в гипотетической координатной системе, определяемой выбранной размерностью. Степень влияния, присущая той или иной градации фактора, характеризуется «относительной инерцией» ( $0 < RIN < 1$ ), представляющей долю общей инерции, принадлежащую данной точке (градации фактора), и не зависящей от выбранной размерности.

Результаты анализа соответствий достоверно подтверждают значимость средневозрастных искусственных сосняков в поддержании большинства выделенных уровней (4-х из 5-и) следовой активности зайца-русака ( $RIN = 0.22$ ,  $O = 1.00$ ) (рис. 2). Сходным образом эти градации оказались представлены и в пойменных дубравах ( $RIN = 0.17$ ,  $Q = 0.88$ ), хотя в целом к ним приурочено лишь 5.03% элементов ИМ (см. таблицу). Таким образом, применение анализа соответствий позволило выявить скрытые аспекты биогеоценотической структуры ИП, которые не могли быть оценены посредством анализа одних лишь средневыворочных значений и степени их варьирования.

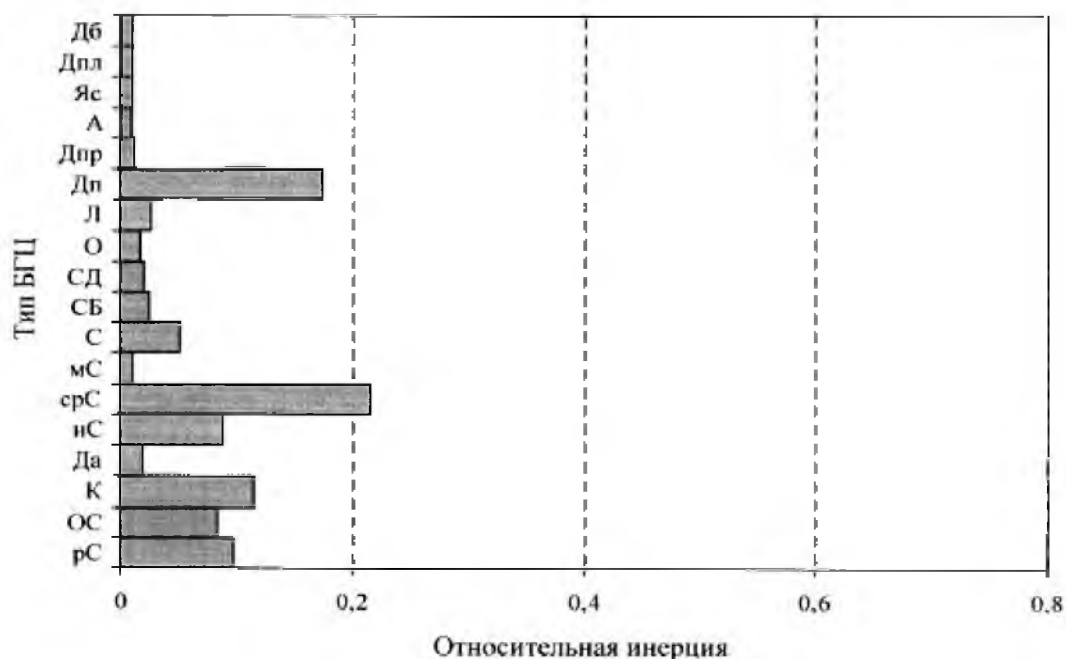


Рис. 2. Роль различных типов лесных БГЦ в поддержании уровней сигнальной нагрузки информационного поля зайца-русака (по результатам статистического анализа соответствий)

В рассматриваемом аспекте можно дополнительно отметить роль аренных БГЦ, которые, казалось бы, коренным образом рознятся по своим экологическим характеристикам – колков и участков соснового редколесья (см. рис. 2). При сигнальной нагрузке ИП  $\sim 3$ -4 сигн./км ( $t$ -критерий Стьюдента указывает на отсутствие достоверных различий соответствующих сред невыборочных показателей) их относительная инерция оценивается величинами  $RIN = 0.11$  ( $Q = 0.73$ ) и  $RIN = 0.10$  ( $Q = 0.87$ ) соответственно. Тем не менее, такая ситуация представляется вполне объяснимой. На территории юго-востока Украины степные участки представляют собой основу биотопического распределения русака [17]; таким образом, формируемые в разреженных сосняках признаки остепнения обуславливают типичность условий для данного вида. Напротив, мезогигрофильные условия «островных» колков за счет развитого травостоя, поросли осины и проч. обеспечивают не только кормовую базу, но и хорошие защитные свойства, немаловажные для открытых пространств аренных лесов.

В общем плане структура ИП изучаемого вида в различных типах лесных БГЦ может быть оценена высоким значением индекса Шеннона ( $H = 3.91$ ). При этом величина относительного разнообразия (выравненное<sup>TM</sup>) достигает уровня  $U = 0.94$  (при гипотетическом максимуме « $I$ »), что указывает на соответствующую степень освоения русаком широкого спектра лесных угодий района исследований.

Дополнительно можно отметить, что картина размещения заячьих следов в различных типах леса может приобретать характерные особенности в снежный период года [29]. В частности, на примере биогеоценотических условий Самарского леса (Днепропетровская обл.) установлено, что самые первые после выпадения снега следы зайца-русака (до 68.2–90.9 сигн./км) чаще всего распределяются в судубравах, искусственных сосновых насаждениях, а также в различных типах пойменных дубрав. Наибольшее количество элементов ИП зайца (13.1–13.3% от общего количества) зафиксировано в насаждениях лещины и в судубравах, что обусловлено, по-видимому, как обеспеченностью кормом (ветки, кора, подрост, орехи осеннего урожая и проч.), так и хорошими защитными свойствами указанных стадий.



Достаточно высок относительный показатель следовой активности зверя в пойменных дубравах (7.7%) и на их стыках с искусственными сосновыми насаждениями различных возрастных групп (9.4%). Собственно в искусственных сосняках указанный показатель достигает 6.2% и несколько увеличивается при приближении к колковым формациям (7.2%). На участки естественных сосновых боров приходится до 6.7% следов зайца (на границах с осинниками – до 9.9%). В суборях зафиксировано 4.6%, в колковых биогеоценозах арены – 7.2–8.4% учтенных следов.

Таким образом, даже на фоне коренного изменения субстратных характеристик местообитаний, вызванного снегоотложением, распределение следов русака в большинстве исследованных типов лесных биогеоценозов носит достаточно равномерный характер (соответствующие показатели разнообразия биогеоценотической структуры ИП составляют  $H = 3.66$  и  $U = 0.96$ ). Исключением являются разреженные сосняки, следовая активность в которых в этот период отмечается на минимальном уровне (0.27%), что может быть связано с увеличением толщины снежного покрова и неблагоприятным температурным фоном в этих открытых местообитаниях.

### Заключение

Полученные данные свидетельствуют о наличии устойчивых экологических связей популяций зайца-русака с экстразональными степными лесами Украины. В этих биогеоценотических условиях данный вид способен осваивать весь спектр естественных и искусственных насаждений. К ним приурочено осуществление различных форм жизнедеятельности, что способствует формированию характерной биогеоценотической структуры ИП, во многом сходной с таковой для других частей ареала.

### Список литературы

1. Куркин К.А. Системный подход в экологическом исследовании // Системные исследования. – М.: Наука, 1977. – С. 195-211.
2. Тыщенко В.П. Сигнальное действие экологических факторов // Журн. общ. биол. – 1980. – Т. 4, № 5. – С. 655-667.
3. Наумов Н.П. Биологические (сигнальные) поля и их значение в жизни млекопитающих // Успехи современной териологии. – М.: Наука, 1977. – С. 93-108.
4. Михеев А.В. Информационные поля млекопитающих в лесных экосистемах аренного комплекса // Ученые записки Таврического национального университета им. В.В. Вернадского. Серия «Биология». – 2001. – Т. 14 (53), № 2. – С. 121-124.
5. Михеев А.В. Систематизация следов жизнедеятельности как метод изучения информационно-коммуникативных связей в сообществах млекопитающих // Экологія та ноосферологія. – 2003. – Т. 13, № 1-2. – С. 93-98.
6. Михеев А.В. Типология степных лесов А.Л. Бельгарда и вопросы изучения поведенческой экологии млекопитающих // Экологія та ноосферологія. – 2008. – Т. 19, №3-4. – С. 59-66.
7. Никольский А.А. Экологические аспекты концепции биологического сигнального поля млекопитающих // Зоол. журн. – 2003. – Т. 82, Вып. 4. – С. 443-449.
8. Мозговой Д.П. Информационно-знаковые поля и поведение млекопитающих: теория и практика // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. – 2005. – № 2. – С. 238-249.
9. Поярков А.Д. Биологическое сигнальное поле как метатеория коммуникативных процессов // Поведение и поведенческая экология млекопитающих. Материалы научной конференции. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. – С. 201-203.
10. Урсул А.Д. Природа информации. – М.: Политиздат, 1968. – 288 с.
11. Сетров М.И. Информационные процессы в биологических системах. – М.: Наука, 1974. – 156 с.
12. Наумов Н.П. Популяционная экология (очерк проблем и задач) // Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных / Ред. И.А. Шилов. – М.: МГУ, 1977. – С. 3-23.
13. Наумов Н.П. Структура и саморегуляция биологических макросистем // Биологическая кибернетика. – М.: Высш. шк., 1977. – С. 336-397.
14. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 336 с.



15. Белова Н.А., Травлеев А.П. Естественные леса и степные почвы. – Днепропетровск: ДГУ, 1999. – 348 с.
16. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
17. Булахов В.Л., Пахомов О.С. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Ссавці (Mammalia). – Донецк: ДНУ, 2006. – 356 с.
18. Биология лесных зверей и птиц / Доппельмайр Г.Г., Мальчевский А.С, Новиков Г.А., Фалькенштейн Б.Ю. – М.; Л.: Гослесбуиздат, 1951. – 364 с.
19. De Vos A., Dean P.B. The distribution of and the use of forms by European hares, *Lepus europaeus hybridus* (Desmarest, 1822) in sauther Ontario // *Saugetierkimdl. Mitt.* – 1967. – Vol. 15, № 1. – P. 57-61.
20. Долейш К. Следы зверей и птиц. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
21. Руковский Н.Н. По следам лесных зверей. – М.: Агропромиздат, 1988. – 175 с.
22. Руковский Н.Н. Убежища четвероногих. – М.: Агропромиздат, 1991. – 143 с.
23. Формозов А.Н. Спутник следопыта. – М.: МГУ, 1989. – 320 с.
24. Ошмарин П.Г., Пикунов Д.Г. Следы в природе. - М: Наука, 1990. - 296 с.
25. Reitz F., Leonard Y. Characteristics of European hare *Lepus europaeus* use of space in a French agricultural region of intensive forming // *Acta Theriologica.* – 1994. – Vol. 39, № 2.– P. 143-157.
26. Kunst P.J.G., Van Der Wai R., Van Wieren S. Home ranges of brown hares in a natural salt marsh: comparisons with agricultural systems // *Acta Theriologica.* – 2001. – Vol. 46, № 3. – P. 287-294.
27. Bray Y., Devillard S., Marboutin E., Mauvy B., Peroux R. Natal dispersal of European hare in France // *Journal of Zoology.* – 2007. – Vol. 273, № 4. – P. 426-434.
28. Strauß E., Grauer A., Bartel ML, Klein R., Wenzelides L., Greiser G., Muchin A., Nosel H., Winter A. The German wildlife information system: population densities and development of European Flare (*Lepus europaeus Pallas*) during 2002-2005 in Germany // *European Journal of Wildlife Research.* – 2008. – Vol. 54, № 1. – P. 142-147.
29. Михеев А.В. Следовая активность зайца-русака в степных лесах в условиях снежного покрова // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. – 2008. – Вип. 16., Т. 1. – С. 151-157.

### THE BIOGEOCENOTIC CHARACTERISTIC OF THE BROWN HARE INFORMATION FIELD IN FORESTS OF THE STEPPE ZONE OF UKRAINE

#### A.V. Mikheyev

Biology Institute of Oles Honchar Dnepropetrovsk National University

Gagarin Ave., 72,  
Dnepropetrovsk, 49010,  
Ukraine

E-mail: zestforest@ua.fm

The article is devoted to the characteristics of the grey hare's vital functions signs (observed as an information field of species level) in different types of forest biogeocenoses of the Ukraine steppe zone. Under these conditions the given species is capable to develop whole range of natural and cultural forests. On the set of statistics (signal loading of information field, relative allocation of signs, correspondence analysis of the factor and the phenomenon graduations) the basic forest biotopes of the grey hare in the investigated territory are: the forest belts, hazel groves, oak forests of various landscape arrangement and also a complex of arenous biogeocenoses. These forest biotops are connected with the realization of different forms of hare vital functions, which promotes formation of peculiar biogeocenotic structure of their information field. The established indexes of its diversity are  $H = 3.91$  and  $U = 0.94$  (during the snow period - 3.66 and 0.96 accordingly).

Keywords: signs, informational processes, behavioral ecology, mammals, superorganism systems, forest biogeocenosis.