
ZOOCENOSES AS A COMPONENT OF BIOGEOCENOSES



A. P. Korzh 
T. V. Zahovalko

Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof.
Cand. Sci. (Phys.-Mat.), Assoc. Prof.

UDK 597.8:591.52

*Zaporizhzhya National University,
Zhukovskiy str., 66, Zaporizhzhya, Ukraine, 69600*

URBANIZATION OF FAUNA ON THE EXAMPLE OF MARSH FROG (PELOPHYLAX RIDIBUNDUS)

Abstract. Recently, the number of published works devoted to the processes of synanthropization of fauna, is growing like an avalanche, which indicates the extreme urgency of this theme. In our view, the process of forming devices to coexist with human and the results of his life reflects the general tendency of the modern nature evolution.


Urbanization is characteristic for such a specific group of animals like amphibians, the evidence of which are numerous literature data. Many researchers use this group to assess the bioindicative quality of the environment. For this aim a variety of indicators are used: from the cellular level of life of organization up to the species composition of the group in different territories. At the same time, the interpretation of the results is not always comparable for different areas and often have significantly different interpretations by experts.

Urban environment, primarily due to the contamination is extremely aggressive to amphibians. As a consequence, the urban populations of amphibians may be a change in the demographic structure, affecting the reproductive ability of the population, the disappearance of the most sensitive species or individuals, resizing animals, the appearance of abnormalities in the development, etc. At the same time play an important amphibians in the ecosystems of cities, and some species in these conditions even feel relatively comfortable. Therefore, it is interesting to understand the mechanisms of self-sustaining populations of amphibians in urban environments.

To assess the impact of natural and anthropogenic factors on the development of amphibian populations were used cognitive modeling using the program Vensim PLE. Cognitive map of the model for urban and suburban habitat conditions were the same. The differences concerned the strength of connections between individual factors (migration, fertility, pollution) and their orientation. In general, factors like pollution, parasites, predators had negative impact on the population, reducing its number. The birth rate, food and migration contributed to raising number of individuals. Some of the factors affected on the strength to of each other as well: the majority of the factors affected the structure of the population, had an influence on the fertility. Thanks to it the model reflects the additive effect of complex of factors on the subsequent status of the population.

Proposed and analyzed four scenarios differing strength and duration of exposure. In the first scenario, a one-time contamination occurs and not subsequently repeated. The second and third scenario assumes half board contamination, 1 year (2 scenario) and two years (scenario 3). In the fourth scenario, the pollution affected the population of amphibians constantly.

In accordance with the results of simulation, much weaker than the natural populations respond to pollution – have them as an intensive population growth and its disappearance at constant pollution

 Tel.: +38063-226-20-03. E-mail: 312922@rambler.ru

DOI: 10.15421/031525

is slow. Changes to other parameters of the model showed that this pollution is the decisive factor – only the constant action leads to a lethal outcome for the populations. All other components of the model have a corrective effect on the population dynamics, without changing its underlying trend.

In urban areas due to the heavy impact of pollution maintaining the population is only possible thanks to the migration process – the constant replenishment of diminishing micropopulations of natural reserves. This confirms the assumption that the form of existence metapopulations lake frog in the city. In order to maintain the number of amphibians in urban areas at a high level it is necessary to maintain existing migration routes and the creation of new ones.

Insular nature of the placement of suitable habitats in urban areas causes the metapopulation structure of the types of urbanists. Therefore, the process of urbanization is much easier for those species which are capable of migration in conditions of city.

In the initial stages of settling the city micropopulations formed by selective mortality of the most susceptible individuals to adverse effects. In future, maintaining the categories of individuals is provided mainly due to migration processes metapopulation form of the species of existence is supported). It should be noted that the changes in the previous levels are always saved in future. In the case of reorganizations of individuals we of morphology can assume the existence of extremely adverse environmental conditions that threaten the extinction of the micropopulations.

Key words: marsh frog, urbanization of fauna, metapopulation, cognitive modeling, pollution.

УДК 597.8:591.52

О. П. Корж
Т. В. Заховало

канд. біол. наук, доц.
канд. фіз.-мат. наук, доц.

*Запорізький національний університет,
вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, Україна, 69600,
тел.: +38063-226-20-03, e-mail: 312922@rambler.ru*

УРБАНИЗАЦІЯ ФАУНИ НА ПРИКЛАДІ ОЗЕРНОЇ ЖАБИ (PELOPHYLAX RIDIBUNDUS)

Анотація. Отримані нами результати для Запорізького регіону свідчать про наявність суттєвих відмінностей як у статевому співвідношенні, так і в морфофізіологічних показниках озерної жаби з територій, що зазнали антропогенної трансформації різного ступеня. Але, незважаючи на це, всі досліджені особини по суті представляють єдину популяцію: встановлені нами певні відмінності в розмірах та індексах органів жаб є показником компенсаторної реакції окремого організму, а не свідченням міжпопуляційних відмінностей.

Відповідно до когнітивної моделі впливу екологічних факторів на амфібій, у міських умовах через більш інтенсивний вплив забруднення збереження популяції озерної жаби стає можливим лише завдяки міграційним процесам. Це підтверджує передбачення про метапопуляційну форму існування озерної жаби в умовах міста. Для забезпечення підтримання чисельності земноводних у міських умовах на високому рівні виникає потреба збереження існуючих міграційних шляхів та створення нових.

Ключові слова: озерна жаба, урбанізація фауни, метапопуляція, когнітивне моделювання, забруднення.

УДК 597.8:591.52

А. П. Корж
Т. В. Заховало

канд. биол. наук, доц.
канд. физ.-мат. наук, доц.

*Запорожский национальный университет,
ул. Жуковского, 66, г. Запорожье, Украина, 69600,
тел.: +38063-226-20-03, e-mail: 312922@rambler.ru*

УРБАНИЗАЦИЯ ФАУНЫ НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ (PELOPHYLAX RIDIBUNDUS)

Аннотация. Полученные нами результаты для Запорожского региона свидетельствуют о наличии существенных отличий как в половом соотношении, так и в морфофизиологических показателях озерной лягушки с территорий, подвергающихся разной степени антропогенной трансформации. Однако, несмотря на это, все исследованные особи по сути представляют единую популяцию: установленные нами некоторые отличия в размерах и индексах органов

лягушек являются показателем компенсаторной реакции отдельного организма на имеющиеся негативные воздействия, а не свидетельством межпопуляционных отличий.

В соответствии с когнитивной моделью влияния экологических факторов на амфибии в городских условиях из-за более интенсивного воздействия загрязнения поддержание популяции озерной лягушки становится возможным лишь благодаря миграционным процессам. Это подтверждает предположение о метапопуляционной форме существования данного вида в условиях города. Для обеспечения поддержания численности земноводных в городских условиях на высоком уровне возникает необходимость сохранения существующих миграционных путей и создания новых.

Ключевые слова: озерная лягушка, урбанизация фауны, метапопуляция, когнитивное моделирование, загрязнение.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время количество работ, посвященных процессам синантропизации фауны, растет лавинообразно, что свидетельствует о крайней актуальности подобной тематики. На наш взгляд, процесс формирования приспособлений к сосуществованию с человеком и результатами его жизнедеятельности отражает общую тенденцию современного эволюционирования природы.

Урбанизация свойственна и такой специфической группе животных как амфибии, о чем свидетельствуют многочисленные литературные данные (Akulenko, 2009; Nekrasova, 2002; Fayzulin, 2012; Fayzulin and Zaripova, 2013; Fayzulin, Zaripova and Khusainova, 2013; Fayzulin, Chihlyayev and Kuzovenko, 2013 и др.).

Многие исследователи используют эту группу для биоиндикационной оценки качества среды. Для этого применяется оценка различных показателей: от клеточного уровня организации жизни и до видового состава группы на разных территориях. В то же время, интерпретации получаемых результатов не всегда являются сопоставимыми для разных территорий и зачастую имеют существенно отличные толкования специалистами (Korzh, Zadorozhnyaya and Mosyeyko, 2012).

Городская среда, в первую очередь из-за загрязнений, оказывается чрезвычайно агрессивной по отношению к амфибиям. В частности, уровень содержания тяжелых металлов в иловых отложениях малых рек, протекающих на территории города Запорожье, значительно превышает сельскую местность (Savchenko and Korzh, 2011).

Как следствие, у городских популяций амфибий может наблюдаться изменение половозрастной структуры, влияющее на репродуктивные способности популяции, исчезновение наиболее чувствительных видов или особей, изменение размеров животных, появление отклонений в развитии и т.д. (Zamaletdinov, Bielawski and Mikhailova, 2005; Zaripova, 2012; Nekrasova, 2002, 2008 и др.). К этому добавляется островной характер размещения биотопов обитания, что может усложнять миграции между отдельными субпопуляциями. В то же время амфибии играют важную роль в экосистемах городов, а некоторые виды в этих условиях даже чувствуют себя относительно комфортно. Однако это не меняет того факта, что экологический кризис влияет на фауну в городах так же, как в животном мире в целом (Luniak, 2004). Поэтому представляется интересным выяснение механизмов самоподдержания популяций амфибий в городских условиях.

Целью работы был анализ механизмов обеспечения существования популяций *Pelophylax ridibundus* в городских условиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Были обследованы малые реки русла Днепра и зеленая зона г. Запорожье, о. Хортица, пригородная зона (с. Малоекатериновка, Приморское, Беленькое, Малозахарьино и др.). Анализировались морфофизиологические (масса и длина тела, асимметричность морфометрических структур, индексы внутренних органов), и гематологические

показатели (содержание лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина; учитывали наличие гемапаразитов), у более 150 особей озерной лягушки (*Pelophylax ridibundus*).

Для оценки влияния природных и антропогенных факторов на развитие популяции амфибий было использовано когнитивное моделирование (Axelrod, 1976), при котором сложнейшие проблемы и тенденции развития системы отображаются в упрощенном виде в модели, что позволяет исследовать возможные сценарии возникновения кризисных ситуаций, найти пути и условия их решения (Gorelova, Zakharova and Ginis, 2005; Zabolotski, Polyakova and Tikhonin, 2005).

Для проведения расчетов в когнитивном моделировании была использована программа Vensim PLE. Была проведена серия импульсных экспериментов, при которой подавались воздействия на некоторые вершины (загрязнение, миграции, хищники и т.д.) и отслеживалось состояние результирующей вершины – состояние популяции.

Предложено и проанализировано 4 сценария, отличавшиеся силой и длительностью воздействия. В первом сценарии загрязнение было одноразовым и в последующем не повторялось. Второй и третий сценарии предполагали двухразовое загрязнение, действующее 1 год (2 сценарий) и по два года (3 сценарий). В четвертом сценарии загрязнение воздействовало на популяцию амфибий постоянно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В соответствии с ранее полученными результатами (Korzh, Zadorozhnyaya and Mosyeyko, 2012a; Korzh and Zadorozhnyaya, 2013), озерные лягушки г. Запорожье и прилегающей сельской местности имеют существенные отличия как в половом соотношении, так и в морфофизиологических показателях, в зависимости от степени антропогенной трансформации соответствующих территорий. Наблюдаются также отличия в гематологических показателях и даже в распространенности гемапаразитов лягушки на разных территориях (Korzh and Zadorozhnyaya, 2012; 2013a). Однако, несмотря на это, все исследованные особи как на территории г. Запорожье, так и за его пределами до нескольких десятков километров, могут рассматриваться как единая популяция. В частности, однофакторный дисперсионный анализ полиморфизма лягушек, проведенный по данным В. Ю. Задорожной (2013), показал, что изученные ею выборки относятся к одной популяции. Более того, внутригрупповая изменчивость морф составила 99,7 %.

По всей видимости, установленные нами некоторые отличия в размерах и индексах органов лягушек (как и наблюдаемые другие отличия) на территориях с разной степенью антропогенного преобразования являются показателем компенсаторной реакции отдельного организма на имеющиеся негативные воздействия, а не свидетельством межпопуляционных отличий.

Степень урбанизации тех или иных микропопуляций озерной лягушки может проследиваться в ее отдельных популяционно-экологических и морфофизиологических характеристиках. На основании наших и литературных данных можно построить схему, отражающую процессы урбанизации у данного вида (рис. 1).

На первых двух ступенях микропопуляция формируется за счет избирательной смертности наиболее восприимчивых особей к неблагоприятным воздействиям. В дальнейшем поддержание группировки особей обеспечивается преимущественно за счет миграционных процессов (поддерживается метапопуляционная форма существования вида). Следует учесть, что изменения предыдущих уровней обязательно сохраняются и в дальнейшем. В случае перестроек морфологии отдельных особей можно предполагать наличие крайне неблагоприятных условий обитания, грозящих вымиранием данной микропопуляции.

Островной характер размещения подходящих биотопов в городах обуславливает метапопуляционную структуру видов урбанистов. Поэтому процесс урбанизации происходит значительно легче у тех видов, которые способны к миграционным процессам в условиях города.



Рис. 1. Изменения отдельных характеристик озерной лягушки в соответствии с возрастанием степени урбанизации ее микропопуляций

Когнитивная карта модели для городских и загородных условий обитания была одинаковая (рис. 2). Отличия касались силы связей между отдельными факторами (миграции, рождаемость, загрязнение) и их направленности.

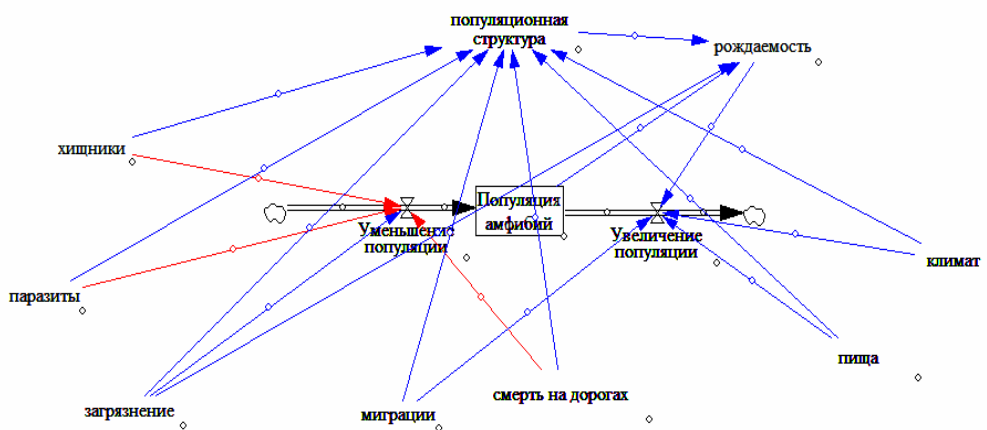


Рис. 2. Когнитивная карта модели

В целом, такие факторы как загрязнение, паразиты, хищники негативно сказывались на популяции, уменьшая ее численность. Рождаемость, пища и миграционные процессы способствовали повышению численности особей. Так же некоторые факторы сказывались на силе действия друг друга: основная масса факторов влияла на структуру популяции, сказываясь на рождаемости. Благодаря этому модель отражает аддитивное воздействие комплекса факторов на последующее состояние популяции.

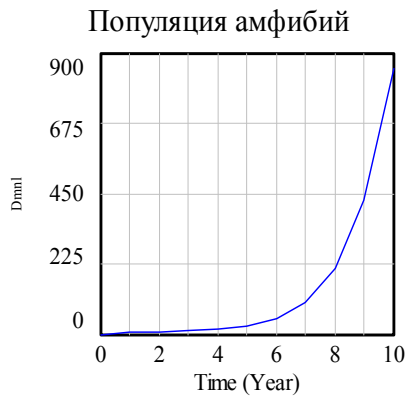
Несколько рассматриваемых в эксперименте сценариев отличались интенсивностью воздействия загрязнений. Одноразовое загрязнение (первый эксперимент) очень быстро было компенсировано – популяция справляется с ним и начинается ее экспоненциальный рост (рис. 3). Отличия между группами касаются более быстрого роста природной популяции.

Второй и третий эксперименты предусматривали двукратное воздействие загрязнения в течение одного года и двух лет соответственно. Полученные результаты показали схожую картину для обеих популяций (рис. 4) – даже длительное загрязнение в этом случае не имело негативного воздействия на амфибий. Наблюдается только замедление скорости роста популяции.



Популяция амфибий : 1.vdf

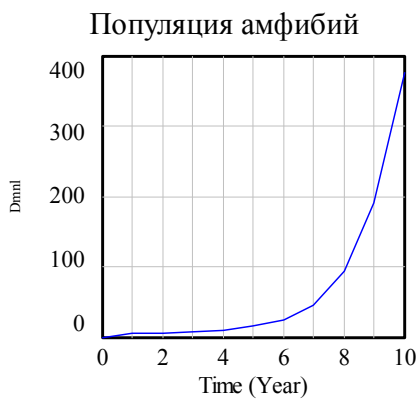
Городская популяция амфибий



Популяция амфибий : 1.vdf

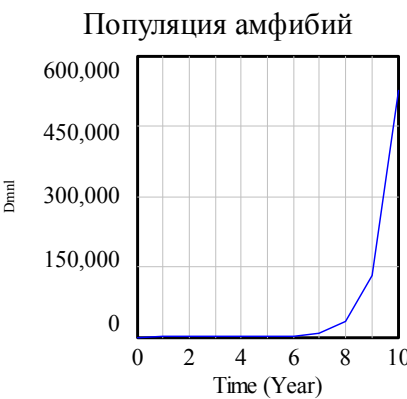
Загородная популяция амфибий

Рис. 3. Результаты эксперимента по первому сценарию



Популяция амфибий : 3.vdf

Городская популяция амфибий

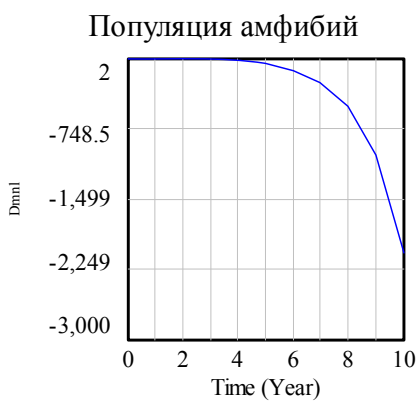


Популяция амфибий : 3.vdf

Загородная популяция амфибий

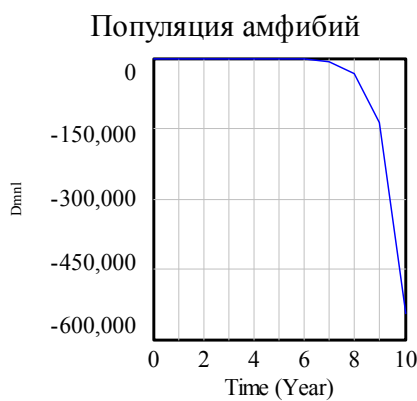
Рис. 4. Результаты эксперимента по третьему сценарию

Четвертый эксперимент предусматривал постоянное воздействие загрязнения на популяцию (рис. 5). В данном случае наблюдается вымирание обеих популяций, при этом последствия для городской популяции оказываются более существенными.



Популяция амфибий : 4.vdf

Городская популяция амфибий



Популяция амфибий : 4.vdf

Загородная популяция амфибий

Рис. 5. Результаты эксперимента по четвертому сценарию

В соответствии с результатами моделирования, природные популяции значительно слабее реагируют на загрязнение – у них как рост популяции осуществляется интенсивней, так и ее исчезновение при постоянном загрязнении происходит медленней. Изменения других параметров модели показали, что именно загрязнение оказывается решающим фактором – только его постоянное действие приводит к летальному результату для популяций. Все остальные компоненты модели оказывают лишь корректирующее воздействие на динамику популяции, не меняя ее основной тренд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать следующие обобщения. В городских условиях из-за более интенсивного воздействия загрязнения поддержание популяции становится возможным лишь благодаря миграционным процессам – постоянному пополнению убывающей микропопуляции из природных резерватов. Это подтверждает предположения о метапопуляционной форме существования озерной лягушки в условиях города. Для обеспечения поддержания численности земноводных в городских условиях на высоком уровне возникает необходимость сохранения существующих миграционных путей и создания новых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Akulenko, N. M., 2009.** Amphibii kak indikator antropogenogo toksikosa: vosmozhnosti i trudnosti metoda [Amphibians as an indicator of human toxicity: opportunities and challenges of the method], *Environmental monitoring and biodiversity*, 4, 1-2, 140–147 (in Russian).
- Axelrod, R., 1976.** *The Structure of Decision, Cognitive Maps of Political Elites*, Princeton, University Press, 395 p.
- Fayzulin, A. I., 2012.** Vstrechaemosty i raznoobrazije morfologicheskikh anomalii populjacyi ozernoj l'jagushki (Anura, Amphibia) Srednego Povolzhja [Occurrence and diversity of morphological abnormalities of Marsh Frog (Anura, Amphibia) populations in Middle Volga], *Proceedings of the Samara Scientific Center RAS*, 14, 5, 150–154 (in Russian).
- Fayzulin, A. I., Zaripova, F. F., 2013.** Vlijaniye technogenogo zagrjaznenija tyazhelimi metallami i urbanizacii na morfophiziologicheskije pokazateli populjacyi ozernoj l'jagushki Rana ridibunda (respublika Bashkortostan) [The impact of anthropogenic heavy metals pollution and urbanization on figures morfofiziological index of lake frog Rana ridibunda population (Republic of Bashkortostan)], *Vestnik TSU*, 18, 3, 834–837 (in Russian).
- Fayzulin, A. I., Chihlyayev, I. V., Kuzovenko, A. E., 2013.** Osobennosti polimorfizma prudovoj l'jagushki Pelophylax lessonae (Camerano, 1882) urbanizirovannich territorij Srednego Povolzhja [Features of polymorphism of pond frog Pelophylax lessonae (Camerano, 1882) in urbanized areas of the Middle Volga], *Proceedings of the Samara Scientific Center RAS*, 15, 3, 158–163 (in Russian).
- Fayzulin, A. I., Zaripova, F. F., Khusainova, I. M., 2013.** Osobennosti polimorfizma po priznaku striata v populjaziach ozernoj l'jagushki Rana ridibunda Pallas, 1771 (Anura, Amphibia) respubliki Bashkortostan [Features of polymorphism on the basis of striata in the populations of the lake frog Rana ridibunda Pallas, 1771 (Anura, Amphibia) RB], *Proceedings of the Samara Scientific Center RAS*, 15, 3(1), 452–458 (in Russian).
- Gorelova, G. V., Zakharova, E. N., Ginis, L. A., 2005.** Kognitivnyy analiz i modelirovanije ustoichevogo rasvitiya socialno-economiceskikh sistem [Cognitive analysis and modeling of sustainable socio-economic systems], *Rostov na Donu University* (in Russian).
- Korzh, A. P., Zadorozhnyaya, V. Y., 2012.** Ispolzovaniye pocosateley krovi selenich l'jagushch dlja ozenki sostojanija ich populjacyi [Using the blood parameters of green frogs to assess the state of their populations], *Proceedings of the International scientific conference «The fauna of Kazakhstan and adjacent territories»*, dedicated to the 80th anniversary of the Institute of Zoology of the Republic of Kazakhstan on November 22-23, Almaty, 263–264 (in Russian).
- Korzh, A. P., Zadorozhnyaya, V. Y., 2013.** Morfologicheskije i morfophiziologicheskije pokazateli zelenich l'jagushch gorodskoy i selskoy mestnosti [Morphometric and morphophysiological indicators of green frogs of urban

and rural areas of the south-east of Ukraine], Scientific statements of Belgorod State University, 3(146), 22, 72–77 (in Russian).

Korzh, A. P., Zadorozhnyaya, V. Y., 2013a. Biologicheskaya charakteristika predstavitel'nykh rodov Hepatozoon (Apicomplexa, Adeleorina) v raznykh populyatsiyakh osesnoy ljagushki (Pelophylax ridibundus) Zaporozhskogo regiona [Biological characteristics of the genus Hepatozoon (Apicomplexa, Adeleorina) in different populations of Marsh Frog (Pelophylax ridibundus) of Zaporozhye region], Bulletin of Zoology, 47, 2, 143–148 (in Russian).

Korzh, A. P., Zadorozhnyaya, V. Y., Mosyeyko, V. V., 2012. Metodologicheskiye aspekty vicoristannya predstavniciv beschvostich amfibiiv u bioindikatsiynnykh doslidzhenniyakh [Methodological aspects of usage of Anura representatives in bioindication studies], Visnyk of ZNU, 3, 46–56 (in Ukrainian).

Korzh, A. P., Zadorozhnyaya, V. U., Mosyeyko, V. V., 2012a. Vikoristannya Pelophylax ridibundus u bioindikatsiynnykh doslidzhenniyakh [Usage of Pelophylax ridibundus in bioindication studies], Visnyk Carpathian National University named after V. Stefanyk. Series Biology, Carpathian National University publishing house, Ivano-Frankivsk, XVII, 165–171 (in Ukrainian).

Luniak, M., 2004. Synurbization – adaptation of animal wildlife to urban development, Proceedings of the 4th International Symposium on Urban Wildlife Conservation, University of Arizona Press, Tucson, AZ, 50–55.

Marchenkovskaya, A. A., 2005. Vliyaniye gidrooruzheniy na sostoyaniye populyatsiy nasemnykh vidov beschvostich amfibiiv [The impact of hydraulic structures on the status of populations of terrestrial species of Anura], Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biologiya. Ekologiya, 13, 2, 118–124 (in Russian).

Nekrasova, O. D., 2002. Structura populyatsiy i gibridisatsiya zelenykh ljagushek Rana esculenta complex urbanizirovannykh territoriy srednego Pridneprov'ya [Structure of populations and hybridization of green frogs Rana esculenta

complex in urban areas of Dnieper average], Author. dis. ... PhD, 03.00.08 – «Zoology», Kyiv (in Russian).

Nekrasova, O. D., 2008. Klassifikatsiya anomalii beschvostich amfibiiv [Classification of anomalies of tailless amphibians], Works of Ukrayinsky gerpetologichnyy Society, 1, 55–58 (in Russian).

Savchenko, I. G., Korzh, A. P., 2011. Osoblivosty zabrudnennyykh vazhkimi metallami donnichykh vidkladnykh vodoyem antropogennogo landshafta [Features of populations of sediment reservoirs of anthropogenic landscape with heavy metals], Questions of bioindication and ecology, 16, 2, 180–187 (in Ukrainian).

Zabolotskiy, M. A., Polyakova, I. A., Tikhonin, A. V., 2005. Kognitivnoye modelirovaniye – unikalnyy instrument dl'ya analiza i upravleniya slozhnyimi sistemami (region, otrasly promishlennosti, krupnoye predpriyatije) [Cognitive modeling – a unique tool for the analysis and management of complex systems (region, industry, large enterprises)], The successes of modern science, 2, 28–34 (in Russian).

Zamaletdinov, R. I., Bielawski, V. I., Mikhailova, R. I., 2005. Osobnnyye rasmerno-vosrastnoye struktury populyatsiy i skorosty polovogo sosrevaniya u prudovoykh ljagushki Rana lessonae [Features of size and age structure of the population and the rate of puberty in pond frog Rana lessonae], International scientific conference «Actual problems of ecological physiology, biochemistry and animal genetics», Mordovia University Press, Saransk, 73–78 (in Russian).

Zaripova, F. F., 2012. Ekologo-faunisticheskaya charakteristika zemnovodnykh urbanizirovannykh territoriy respubliky Bashkortostan [Ecological and faunistic characteristic of amphibians of urbanized areas of the Republic of Bashkortostan], Author. dis. ... PhD, 03.02.08 – Ecology (biology), Tolyatti (in Russian).

Vensim Peronnal Learning Edition, Ventana Systems Inc., online: <http://vensim.com/vensim-software>

Стаття надійшла в редакцію: 08.10.2015

Рекомендує до друку: д-р біол. наук, проф. Й. В. Царик