

p-ISSN 2617-6157 • e-ISSN 2617-6165

GEO&BIO



ТОМ
vol. 19
2020

Вісник Національного
науково-природничого музею
Proceedings of the National
Museum of Natural History

GEO&BIO

Вісник Національного науково-природничого музею

науковий рецензований журнал видається
з 2001 року Національним науково-природничим
музеєм НАН України

Редакційна колегія

Редакція

Комар Марина, *головний редактор, Київ, Україна*

Червоненко Оксана, *заступник головного редактора, Київ, Україна*

Гриценко Володимир, *науковий редактор (геологія), Київ, Україна*

Загороднюк Ігор, *науковий редактор (біологія), Київ, Україна*

Король Елеонора, *відповідальний секретар, Київ, Україна*

Баркасі Золтан, *редактор, Київ, Україна*

Коробченко Марина, *редактор, Київ, Україна*

Члени редколегії

Азмі Карем, *Сент-Джонс, Канада*

Аністратенко Віталій, *Київ, Україна*

Афанасьєв Сергій, *Київ, Україна*

Балінт Жолт, *Будапешт, Угорщина*

Баріна Золтан, *Будапешт, Угорщина*

Ємельянов Ігор, *Київ, Україна*

Зіненко Олександр, *Харків, Україна*

Ковальчук Олександр, *Київ, Україна*

Корнеєв Валерій, *Київ, Україна*

Крахмальна Тетяна, *Київ, Україна*

Мартинов Олександр, *Київ, Україна*

Мосякін Сергій, *Київ, Україна*

Пазоні Пірошка, *Будапешт, Угорщина*

Радченко Володимир, *Київ, Україна*

Рековець Леонід, *Вроцлав, Польща*

Саламатін Руслан, *Варшава, Польща*

Солецкі Анджей, *Вроцлав, Польща*

Синиця Максим, *Єкатеринбург, Росія*

Шебе Кристина, *Печ, Угорщина*

Шевера Мирослав, *Київ, Україна*

Шиян Наталія, *Київ, Україна*

Коректор: Котляренко Г. Г.

Верстка та підготовка до друку: Раєвський В.

Адреса редакції: вул. Б. Хмельницького, 15,
Київ-30, 01601 Україна, ННПМ НАН України
Тел.: 044 235-9559; e-mail: geo.et.bio@gmail.com
<http://www.museumkiev.org/public/visnyk.htm>

Рекомендовано до друку Вченою радою Національного науково-природничого музею 2.09.2020.

Свідомство про державну реєстрацію: Серія KB № 23104-12944ПР від 11.12.2017 р.

Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України (категорія В) за спеціальностями «геологія» та «біологія» (наказ Міністерства освіти і науки України № 1604 від 22.12.2016).

p-ISSN 2617-6157 e-ISSN 2617-6165

GEO&BIO

Proceedings of the National Museum
of Natural History

academic peer-reviewed journal published since 2001
by the National Museum of Natural History, NAS of
Ukraine

Editorial Board

Editorial Office

Komar Maryna, *editor-in-chief, Kyiv, Ukraine*

Chervonenko Oksana, *associate editor, Kyiv, Ukraine*

Grytsenko Volodymyr, *scientific editor (Geology), Kyiv, Ukraine*

Zagorodniuk Igor, *scientific editor (Biology), Kyiv, Ukraine*

Korol Eleonora, *editorial secretary, Kyiv, Ukraine*

Barkaszi Zoltán, *editor, Kyiv, Ukraine*

Korobchenko Marina, *editor, Kyiv, Ukraine*

Assistant Editors

Afanasyev Sergey, *Kyiv, Ukraine*

Anistratenko Vitaliy, *Kyiv, Ukraine*

Azmy Kareem, *St. John's, Canada*

Bálint Zsolt, *Budapest, Hungary*

Barina Zoltán, *Budapest, Hungary*

Emelyanov Igor, *Kyiv, Ukraine*

Korneyev Valery, *Kyiv, Ukraine*

Kovalchuk Oleksandr, *Kyiv, Ukraine*

Krakhmalnaya Tatiana, *Kyiv, Ukraine*

Martynov Alexander, *Kyiv, Ukraine*

Mosyakin Sergei, *Kyiv, Ukraine*

Pazonyi Piroška, *Budapest, Hungary*

Radchenko Vladimir, *Kyiv, Ukraine*

Rekovets Leonid, *Wrocław, Poland*

Śalamatin Ruslan, *Warsaw, Poland*

Sebe Krisztina, *Pécs, Hungary*

Shevera Myroslav, *Kyiv, Ukraine*

Shyian Natalia, *Kyiv, Ukraine*

Sinitsa Maxim, *Ekaterinburg, Russia*

Solecki Andrzej, *Wrocław, Poland*

Zinenko Oleksandr, *Kharkiv, Ukraine*

Corrector: Kotlyarenko G. G.

Design, layout and prepress: Rayevsky V.

Editorial office: NMNH of NAS of Ukraine,
Bohdan Khmelnytsky St. 15, Kyiv, 01601 Ukraine
Phone: 044 235-9559; e-mail: geo.et.bio@gmail.com
http://www.museumkiev.org/public/visnyk_eng.htm

© Національний науково-природничий музей НАН України
© National Museum of Natural History of NAS of Ukraine

Вісник Національного науково-природничого музею Proceedings of the National Museum of Natural History

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ • ВИДАЄТЬСЯ З 2001 РОКУ • ВИХОДИТЬ ДВА РАЗИ НА РІК • КИЇВ
SCIENTIFIC JOURNAL • FOUNDED IN 2001 • SEMI-ANNUAL • KYIV

Зміст

Гриценко, В. П. Різноманітність вендських скам'янілостей Поділля (Західна Україна)

Дубовик, О., Кузьо, Г. О., Бокотей, А. А. Варіації щільності «рідкісних» гніздових птахів в природних лісах та міських парках

Загороднюк, І. Види-ідеї, матеріальні види та концепт видовості (про реальність виду, типи видів та їх різноманіття)

Коваль, Є. С., Форошчук, В. П. Поширення та морфологічні особливості сонячного окуня *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) у водоймах Луганщини

Кучер, О. Особливості онтогенезу *Grindelia squarrosa* в популяціях зі сходу України

Маніло, Л. Сучасний склад родини Бичкові *Gobiidae* Cuvier, 1816 (Actinopterygii) вод України з коментарями щодо поширення видів

Мацуї, В. М., Науменко У. З. Перехід рослинних смол з біосфери в літосферу

Contents

3 Grytsenko, V. P. Diversity of the Vendian fossils of Podillia (Western Ukraine)

20 Dubovyk, O., Kuzyo, H. O., Bokotey, A. A. Density variation in "rare" breeding birds in native forests and urban parks

32 Zagorodniuk, I. Theoretical and material species and the concept of "speciesness" (about the reality of species, types of species and their diversity)

54 Koval, E., Foroshchuk, V. Distribution and morphological features of the common sunfish *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) in waters of Luhansk Oblast, Ukraine

59 Kucher, O. Specifics of the ontogenesis of *Grindelia squarrosa* in populations from eastern Ukraine

65 Manilo, L. The current composition of the family *Gobiidae* Cuvier, 1816 (Actinopterygii) in waters of Ukraine with comments on species distributions

85 Matsui, V. M., Naumenko, U. Z. Transition of plant resins from the biosphere to the lithosphere

<i>Мельник, В. І., Баранський, О. Р., Шиндер, О. І., Левон, О. Ф.</i> Географічне поширення та умови місцезростань <i>Gentiana cruciata</i> L. (Gentianaceae) в Україні в зв'язку з новим локалітетом виду на Волинській височині	92	<i>Melnyk, V., Baransky, O., Shynder, O., Levon, O.</i> Geographical distribution and habitats of <i>Gentiana cruciata</i> L. (Gentianaceae) in Ukraine in the light of a new record locality of the species in the Volyn Upland
<i>Очеретна, К.</i> Контрольний список жуків-пліснявиків (Cryptophagidae, Coleoptera) фауни Українських Карпат	104	<i>Ocheretna, K.</i> A checklist of the silken-fungus beetles (Cryptophagidae, Coleoptera) in fauna of Ukrainian Carpathians
<i>Пушкарьов, О. В.</i> Джерела тритію у природно-техногенних системах	121	<i>Pushkar'ov, O. V.</i> Sources of tritium in natural-technogenic systems
хроніки		chronicles
<i>Вейбер, А.</i> Постать Валентини Іванівни Бібікової (Зубаревої) в розвитку археозоології	135	<i>Veiber, A.</i> Valentyna Bibikova (Zubareva) and her role in the development of archaeozoology
<i>Загороднюк, І.</i> Визначний дослідник іхтіофауни України Анатолій Щербуха (1935–2020)	148	<i>Zagorodniuk, I.</i> An outstanding researcher of the fish fauna of Ukraine Anatoliy Shcherbukha (1935–2020)
<i>Рековець, Л. І.</i> Топачевський Вадим Олександрович — видатна постать в історії теріології України	157	<i>Rekovets, L. I.</i> Vadym Oleksandrovykh Topachevsky — an outstanding figure in the history of mammalogy of Ukraine
реферати	165	abstracts

GEO&BIO 2020, том 19

Підписано до друку 2.09.2020 р. Формат 60×84/8. Папір офсетний.
Гарнітура Minion Pro. Ум.-друк. арк. 20. Обл.-видав. арк. 16. Наклад 100 прим.

Друк: ТЗОВ «Простір М»

Свідцтво ДК №2116 від 21.04.2005 р. про внесення до Державного реєстру видавців України
вул. Чайковського, 27, Львів, 79000 Україна; тел.: (0320) 261-09-05; e-mail: prostir@litech.net

Diversity of the Vendian fossils of Podillia (Western Ukraine)

Volodymyr Grytsenko 

National Museum of Natural History, National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

Diversity of the Vendian fossils of Podillia (Western Ukraine). — V. Grytsenko. — Diversity of Vendian fossil associations is a common feature. The diversity depends on many factors: firstly, physical conditions in the basin, in which animals lived (i.e. depth of the sea, its oxygenation state, temperature, salinity, hard or soft bottom, wave activity, and currents); secondly, biological conditions (members of the association, nutrition, bioturbation, presence of enemies, laws of evolution, etc.). Fossils represent remains of different soft-body animals (with radial, bilateral, and triradial symmetry) as well as algae, microfossils, bacteria and fungi. Bacteria (cyanobacteria) and micro-algae formed mats, which served as food resource for animals. Only some of the animals had special organs for eating bacterial mats. The eating tracks were discovered in the White Sea and Australian Ediacaran sections. Facies changes determined the sequence of fossil associations. The lithological succession reflects changing water depth and oxygenation conditions. Different conditions favored different fossil associations (communities). Fifteen species of imprints and animal tracks are described. The diversity of imprints, tracks, and sedimentary rocks is illustrated on photos. In previous articles, new species of vendobionts from the Vendian of Ukraine were described and imaged. More than two thousand samples are stored in the Geological Department of the National Museum of Natural History NAS of Ukraine. The samples need more detailed study including statistic treatment and description. There are some species, which are similar with those from the Ediacaran of Russia and Ediacaran species from the ancient sea basins (paleobasins) of others continents (Gondwana and Laurasia), but there are dozens of species, which are different. Among the reasons of the differences, in our opinion, are paleogeographical controls, which were linked with climate and in accordance with facies distribution. The Cryogenian (Snowball Earth) period (720–635 millions of years ago) was followed by Ediacaran (635–542 millions of years ago). Predominantly carbonate sedimentary rocks (limestones and dolostones) are typical for the Ediacaran successions of East Siberia and some regions of China. The carbonate accumulations are associated with warm or even tropical climates. The almost entire absence of carbonate sedimentary rocks in the Ediacaran sequence of Podillia is a possible testimony of temperate climate, which established after glaciations of the Cryogenian age in Baltica. The food resource for the Ediacaran animal communities were likely bacterial mats and plankton. Attention should be paid to animal remains and bacterial mats found in a large quarry on the left bank of the Dniester River near Novodniestrovsk, which has potential for discoveries of new species of Ediacaran animals.

Key words: fossils, diversity, Vendian, Podillia, lagerstätte.

Introduction

The Ediacaran sections around the world has been critical for scientists since the first discovery of imprints of animals with radial, bilateral, and triradial symmetry, which at first were considered to be of Cambrian age. Then it turned out that life on Earth appeared even earlier in the Proterozoic Era. The fossils found in the Australian Pound sandstones turned out to be much older than it was considered before. This conclusion was confirmed by geochronological data.

Our predecessors and we have been collecting samples of Vendian fossils (imprints of soft body animals and tracks of ichnofossils) for many years starting from the beginning of twentieth century. The Ukrainian Ediacaran collection contains thousands of samples mainly from the Mohyliv-Podilsky Series outcrops and from cores of boreholes. The majority of outcrops occurs along the banks of the Dniester River and its tributaries.

The collection consists mainly of fossils with radial symmetry. The remains of bilateral and triradial fossils are very rare. The former curator of the geological collection, Yuriy Shevela, has recently found a large disc with the tree-beam structure in the center.

Correspondence to: V. Grytsenko; National Natural History Museum, NAS of Ukraine; Bohdana Khmel'nitskogo St. 15, Kyiv, 01022 Ukraine; e-mail: favosites@ukr.net; orcid: 0000-0003-2904-4851

Alla Ischenko, a famous researcher of ancient algae, presented a collection of Vendotaenian algae from the Podillia sections to our museum. The collection comprises thousands of samples of petrified algae on thick sections of mainly aleurolites and fine-grained, bedded sandstones from many Ediacaran outcrops of Podillia.

The review of a part of the collections by Valery Zaika-Novatsky, Volodymyr Palij, Mikhail Fedonlin, Yuriy Gureev, and Angelina Menasova was published in the Atlas (Ivantsov *et al.* 2015). The collections are stored in state and private museums of Kyiv and in the Paleontological Museum of the Russian Academy of Sciences.

We had an opportunity to collect new samples from outcrops and open pits thanks to funding of several expeditions by the Foundation for Fundamental Studies of the Ministry of Education and Science and support provided by the National Museum of the Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine. Results were partially published in scientific journals and reported on a conference (Grytsenko, 2009). The studies of the Ediacaran succession of Podillia were continued with the representatives of M. P. Semenenko Institute of Mineralogy, Geochemistry, and Ore Formation with participation and financial support of researchers from the USA (Andrey Bekker and Gordon Love) and Canada (Murray Gingras). The construction of a water dam in 1986 caused a rise of groundwater level and resulted in forestation along the banks of the Dniester River. On the other hand, intense abrasion caused the development of new outcrops along the river.

Material

This paper deals with new fossil findings that mostly came from the Bernashivka open pit. It is located on the left bank of the Dniester River. The collection consists of more than two thousand plates of sandstone and aleurolites with Ediacaran imprints and ichnofossils either or both on the upper and lower surface of the bedding. The size of the plates varies from several cm² up to 0.5–0.6 m². Most of the fossils were excavated from the Lomoziv, Yampil, lower Liadova, Bernashivka, and Bronnitsa members of the Mohyliv-Podilsky Series and from the Komariv Member of the Studenitsa Formation of the Kanylivka Series.

Samples that were collected in the Bernashivka open pit are so-called *lagerstätte*. The term means concentration of fossils having unique scientific value. Other two locations occur on both banks of the Dniester River near the flooded Bakota village, where ichnofossils and petrified imprints of Ediacaran algae and other fossils are well-preserved. These locations can also be classified as the *lagerstätte* category.

Another unique outcrop is located on the bank of the Ternava River near Kytaihorod village, where the boundary parastratotype of the Precambrian and Lower Cambrian forms an outcrop. The location represents a continuous transition from the Vendian (Ediacaran) to Cambrian, i.e. from the Vendian Studenitsa Formation to the Cambrian Khmelnitsky Formation of the Baltic Series (before the trilobite appearance). Ichnofossils and Pogonofora are common in this *Lagershtätte* locality. *Phycodes* (= *Trichophycus*) *pedum* that marks the boundary between the Ediacaran and Cambrian is found in this location.

Geological setting

The Podillia region and the Vendian sequence were studied in detail as these studies were related to the geological prospecting of fluorite deposit in the Dniester area. The research was conducted by scientists who represented universities and institutions of the Academy of Sciences of Ukraine (researchers V. Ya. Velikanov, O. O. Aseeva, V. M. Palij, Yu. O. Gureev, L. I. Konstantinenko, V. P. Grytsenko and others led by professor Valeriy Zaika-Novatsky). A. Sh. Menasova, A. I. Martyshin, Yu. Soldatenko with colleagues joined the investigation a few decades later.

Russian academicians B. S. Sokolov, M. A. Fedonkin and D. M. Grazhdankin, A. Yu. Ivantsov, who represented the Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences, conducted investigations here many times.

As a result of all these studies, a detailed stratigraphic chart was compiled (Fig. 1). The chart is based on lithological, paleontological, geochemical, and new geochronological data.

The Vendian succession in Western Ukraine is composed of two groups of rocks with different origin. The Lower Vendian occurs in the Volyn region, where the thickness of volcanic rocks reaches 450 m. The complex is mostly composed of basalt flows, which alternate with tuffs and tuff-agglomerates of the Volyn Series (Shumlyanskyy *et al.* 2007; 2012). The basalt flows poured out in continental conditions. No fossils were found in this succession. The age was determined as ca. 570 Ma by geochronological and geological methods (Shumlyanskyy *et al.* 2016).

Volcanic rocks (basalts) are mined in open pits for construction purpose (crushed stone, paving stone, mineral wool), and stone casting. A few outcrops of Upper Vendian sandstones and argillites with phosphorite concretions are known in the southern part of Volyn region and in the northern part of Khmelnytsky region. The Upper Vendian sections were studied there in outcrops and boreholes.

Two basalt flows were recovered from boreholes near fifty years ago in the southern part of Podillia and near the Dniester region of the Republic of Moldova, where the volcanic rocks belong to the Kamyanka Formation. The Hrushka Formation, which is considered as a stratigraphic analogue of the Kamyanka Formation, crop out near Hrushka village on the right bank of the Murafa River. The formation is represented by grey and brown poorly laminated sediments of continental origin, which are considered by some investigators as diluvium (rubble of granite), but as glacial deposits (ancient moraine) by others. A single boulder with flat facets of granite was found in the outcrop. The Hrushka Formation filled out depressions in the paleorelief. The Mohyliv-Podilsky Series covers the Hrushka Formation or rests on positive forms of the paleorelief. The Series constitutes the lower part of the Upper Vendian. It consists of three formations: Mohyliv, Yaryshiv, and Nahoryany. The upper part of the Upper Vendian, the Kanylivka Series overlies the Mohyliv-Podilsky Series with a stratigraphic hiatus, which is indicated by a half-meter-thick weathering crust.

Each of the Vendian series has a different appearance and consists of formations and members with their own names. The Mohyliv Formation is subdivided according to the lithological composition into the following members: the Olchedaiv Member (coarse-grained polymineral sandstone) has a thickness up to 40 m; the Lomoziv Member (mostly fine-grained sandstones, alternating with aleurolites, and, rarely, with coarse-grained sandstones and gravelites) has a thickness up to 30 m in the fully exposed sections; Yampil Member (thin-bedded near the base and in the upper part, and thick-bedded, massive, and cross-bedded sandstones in the middle part), the thickness of the member is ca. 30 m; and the Lyadova Member (in the lower part it has a gradual transition to the Yampil Member sandstones, from which they differ by the presence of green-colored, clay material). The Lyadova Member is mainly made of brown and greenish argillites and has the thickness of up to 25 m. The Liadova Member contains two layers of bentonites with the thickness of near 30 cm. The bentonites contain zircon, which was used for the age determination by the U-Pb TIMs method (557 Ma, (Soldatenko *et al.* 2019)). The Lyadova Member contains remains of algal films and complex microfossils typical for the Mohyliv Formation (Velikanov *et al.* 1983). The Mohyliv and Yaryshiv formations are divided by a clear erosional boundary with unusual, multi-directional, 5 cm deep furrows.

The overlying Yaryshiv Formation is composed of the Bernashivka Member, which consists of two sandstone beds and a bed of dark-grey and green argillites between them. In the lower sandstone bed some of the bedding surfaces are marked by *Arumberia banksi* fossils. A layer of orange-colored bentonite occurs in the central part of the bed and has a thickness of ca. 30 cm. The total thickness of the middle part is ca. 7 m. It hosts remains of ichnofossils and algae *Serebrina crustacea* Istch. and *Eoholynia* Gnil. In the argillite layers, A.A. Ischenko found flat disks with concentric wrinkles on the periphery — *Bentanelloides podolicus* Ischenko (Gnilovskaya *et al.* 1988). The upper part of the member is ca. 5 m thick and represented by arkosic, coarse-grained sandstones, in which V. S. Zaika-Novatsky and V. M. Palij for the first time in Ukraine found samples of Ediacaran fossils of *Cyclomedusa plana* Glessner et Wade and a complex of macrofossils (Zaika-Novatsky & Palij 1968; Palij 1976).

The next member is the Bronitsa Member, which comprises fine-grained, green tuff-argillites with a complex of ichnofossils (Grytsenko 2009). From the upper part of the member represented by brown argillites, Zaika-Novatsky described small fossil, *Bronicella* Zaika-Novatsky (Zaika-Novatsky 1965). The thickness of the member is ca. 25 m. Thin layers of the bentonite clays occur in the uppermost part of the Bronitsa Member. The boundary with the Zinkiv Member is marked by the change in sediment color to green.

The Zinkiv Member is represented by green-grey, thin-bedded argillites and aleurolites with interbeds of clayey and calcareous sandstones. The Zinkiv Member includes a rich complex of microfossils (Velikanov *et al.* 1983; Riabenko *et al.* 1976). The thickness of the member is ca. 30 m.

The Nagoriany Formation overlies the Yaryshiv Formation with a sharp boundary. The formation consists of two members: Dzhurzhyvka and Kallyus. The lower member is mainly represented by coarse-grained, glauconitic sandstones (up to 20 m in thickness). The upper member is represented by dark-grey to black argillites. The Kallyus Member is characterized by the presence of variably sized phosphorite concretions, which occur on 16-20 levels in the argillites. Remains of the Vendotaenidae algae occurs at two levels within the member. The lower level sits near the base of the member, while the upper level occurs near the member's upper boundary. The complex of microfossils of the Nagoriany Formation differs from that of the Mohyliv Formation (Aseeva 1988; Sokolov & Ivanovsky 1985 a–b). The thickness of the member is up to 50 m (Fig. 1).

The Mohyliv-Podilsky Series and the overlying Kanylivka Series are separated by a weathering crust with a thickness of 0.5 to 1.5 m. The Kanylivka Series, based on sediment cycles, is subdivided into four formations: Danylivka, Zharnivka, Krushanivka, and Studenitsa. Each of the formations consists of two members that have their own names (Fig. 1). The lower one consists of coarser-grained beds with predominantly grey sandstones, while the upper member comprises predominantly green-grey and red, fine-grained beds of argillites and aleurolites. Remains of algae are represented by different species of Vendotaenidae (Gnilovskaya *et al.* 1988) are common in the Kanylivka Series; in the Krushanivka Formation, remains of *Cochleatina canilovica* (small carbonaceous fossil) rarely occur and were redescribed recently (Slater *et al.* 2020). Due to shallow-water depositional conditions, small wave ripples are very common, whereas animal remains are almost entirely absent except ichnofossils and fossil algae (Gureev, 1985, 1988; Fedonkin, 1987).

The Danylivka Formation is subdivided into the Pylypy Member represented by greenish-grey, fine-grained sandstones (the thickness is ca. 30 m) and the Shebutynts Member composed of thin-bedded alternation of green, grey, and brown argillites and grey aleurolites (the thickness is ca. 25 m).

The Zharnivka Formation is subdivided into the Kulishivka Member, which is represented by coarse- and fine-grained sandstones often crossbedded (2-3 m in thickness), which is overlain by alternation of sandstones, aleurolites, and greenish-grey argillites (ca. 25 m in thickness), and the Stara Ushytsya Member composed of red and brown argillites and grey aleurolites with a thickness of ca. 15 m.

The Krushanivka Formation comprises the Kryvchany Member and the Durniakivtsy Member. The Kryvchany Member is represented in the lower part by fine- to medium-grained sandstones (up to 3–4 m in thickness) and in the upper part by thick beds of alternating green and grey sandstones, aleurolites, and argillites with a total thickness of ca. 30 m. There were found enigmatic fossil *Cochleatina canilovica* Aseeva, 1974 (Slater *et al.* 2020). The Durniakivtsy Member is made of alternation of brown aleurolites, argillites, and grey sandstones, rarely with lenses of limestones and phosphoritic argillites, with a total thickness of ca. 15 m. The total thickness of the Krushanivka Formation is ca. 45 m.

The Studenitsa Formation comprises the Polivaniv Member made of alternating grey sandstones, aleurolites and argillites, with a bed of fine- and coarse-grained sandstones of ca. 2-3 m thick at the base of the member; and the Komariv Member represented by a thin alternation of grey argillites and aleurolites. The thickness of the Studenitsa Formation is ca. 60 m.

Remains of Vendotaenidae, diverse ichnofossils, and, rarely, body imprints are known from all formations of the Kanylivka Series (Velikanov *et al.* 1983; Fedonkin 1987; Gureev 1988; Menasova 2006). Two lower formations of the Kanylivka Series host a complex of microfossils different from those in the two upper formations. The complexes are suitable for geological correlation with other regions (Aseeva 1988 *a*).

The Kanylivka Series has a gradual contact with the Baltic Series. The base of the Baltic Series is accepted as the boundary between the Ediacaran (Vendian) and Cambrian, which is defined by the ichnofossil zone *Phycodes* (= *Trichophycus*) *pedum*; an international standard for the Precambrian-Cambrian boundary (Landing 1994). In the Podillia region, the Baltic Series includes the Okunets, Khmelnytsky, and Zbuch formations (Fig. 1).

The lowermost Okunets Formation is represented by grey and greenish-grey argillites with interbeds and lenses of aleurolites and fine-grained sandstones. The lower boundary of the formation is gradual with the Studenitsa Formation, whereas the upper boundary corresponds to the basal layer of glauconitic quartz sandstone, which belongs to the Khmelnytsky Formation. Microphitofossils — acritarchs and macroalgae (*Tirasotaenia* and *Vendotaenia*) — dominate in the Okunets Formation. Yuriy Gureev described the macrofossil species *Kamenecia stella* Gur. and *Ternavellus vialovi* Gur. Ichnofossils such as *Planolites* sp. and *Curvolithus* sp. are also present in the Okunets Formation, as well as skeletal fossils (Sabellidites): *Sokoloviina* sp. and *Parasabellidites* sp. (Velikanov *et al.* 1983; Kirjanov 1993). The thickness of the formation is up to ca. 15–17 m.

The Khmelnytsky Formation is composed of thin-bedded, dark-grey and greenish-grey argillites with interbeds of aleurolites and glauconitic quartz sandstones (ca. 5–6 m in thickness). In some places, the formation includes interbeds of conglomerate and breccia (up to 0.3 m thick).

In the northern part of the area, three beds were identified in boreholes that recovered the Khmelnytsky Formation: 1) the basal beds represented by sandstones having a thickness of 6.5–14.0 m; 2) the middle beds represented by argillites with thin (up to 0.1 m thick) interlayers of limestone; the total thickness of beds is ca. 21–31 m; 3) the upper beds are made mainly of aleurolites with interlayers of sandstone up to ca. 18–24 m. In the outcrops along the Ternava River near Kitayhorod village only the lower part of the basal beds can be observed.

The fossils found in the Khmelnytsky Formation are more diverse compared to the Okunets Formation: *Nemiana simplex* Palij, *Cyclomedusa minuta* Fedonkin, *Elassenia zhuravleva* Gur., *Kullingia concentrica* Glaessn. There are also many ichnofossils: *Bergaueria major* Palij, *Didymaulichnus tirasensis* Palij, *Treptichnus bifurcus* Miller, *T. triplex* Palij, *Planolites* sp. and others. The Rivne complex of acritarchs is typical for the Khmelnytsky and Okunets formations (Aseeva 1985 *b*; Velikanov *et al.* 1990).

Methods

The Bernshivka open pit is the best locality to search for imprints and tracks of ichnofossils in the Podillia region. The explosive work in the open pit caused the formation of microcracks, which are parallel to or coincide with the bedding surfaces. These cracks help to open rock along the bedding where fossils are located. We use chisels with acute ends, geological hammers and sledgehammers for breaking flat blocks of the rocks. Then technical knives and surgery chisels with thin long blades are used to cut blocks into thin plates.

It is important to mark the orientation of plates and blocks. We usually use “+” to indicate the upper surface of the bedding and “–” to define the basal surface. The packing is a very important issue, because samples can be destroyed during transportation. We use thin foam rubber and synthetic plastic films with vesicles to wrap samples. The wrapped samples must be separated one from another by corrugated cardboard. Then we join cardboards with the samples into packs by adhesive tape to save during transportation. We densely put the packs into cardboard boxes and wrap them tightly with adhesive tape again. Finally, we put the boxes densely into a trunk. When samples are delivered to the laboratory, they are inspected, inventorized and photographed with oblique lighting and scale bar. The oblique lighting adds a contrast and a relief to the pictures, making more details visible.

Vendian										System	Horison	Series	Formation	Beds	Thickness,m	Rocks	Red color	Fossils																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
I	Volynsky	Volyn	Grushka	Upper subformation	~30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
				Lower subformation	~20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	II	Novodniestrovsky	Mogiliv-Podilsky	Mogilev	Olichadaiv	~40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Lomoziv	~30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Jampil	~30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Lyadova	~25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
				Jaryshiv	Bernashivka	~20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Bronitsa	~25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Zinkiv	~30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
				Nagoryany	Dzhurzhyvka	~20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Kallyus	~50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Daniiliv	Pilipy	~30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	Shebutintsy	~25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	III		Kaniivka	Zharniv	Kuleshivka	~25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Stara Ushitsa	~15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
				Krushanivka	Krivchany	~45																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Durnyakivtsy	~15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
				Student'ska	Polivanov	~30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Komariv	~50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
				Baltic	Okunets fm.	~15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Khmelnitsky fm.	~50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Zbruch fm.	~40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
IV				Rivne	Lontova	Beresky	Samets fm.															-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Dominopil																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	Cambrian																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												</

← **Fig. 1.** Stratigraphic chart of the Ediacaran and Lower Cambrian of Ukraine: 1 — bedrocks of the Ukrainian Shield; 2 — breccia; 3 — conglomerates, gravelites; 4 — coarse-grained sandstones; 5 — middle-, and fine-grained sandstones; 6 — aleurolites; 7 — argillites; 8 — basalts; 9 — tuff-argillites; 10 — phosphorite concretions; 11 — platysolenites; 12 — sabellidites; 13 — imprints of soft-bodied animals; 14 — ichnofossils; 15 — remains of algae; 16 — microfossils; 17 — oncolites; 18 — red and brown color (after Velikanov, 2011 with modifications).

Рис. 1. Стратиграфічна схема венду та нижнього кембрію України: 1 — кристалічні породи Українського щита; 2 — брекчії; 3 — конгломерати та гравеліти; 4 — грубозернисті пісковики; 5 — середньо- та тонкозернисті пісковики; 6 — алевроліти; 7 — аргіліти; 8 — базальти; 9 — туфоаргіліти; 10 — конкреції фосфоритів; 11 — платісоленіти; 12 — сабеллідіти; 13 — відбитки м'якотілих організмів; 14 — іхнофосилії; 15 — рештки водоростей; 16 — мікрофосилії; 17 — онколіти; 18 — червоні та бурі кольори порід (Великанов, 2011), з деякими змінами автора.

Description of new species

All specimens are stored in the monographic collection hall of the Department of Geology of the National Museum of Natural History NAS of Ukraine.

Aspidella (Charniodiscus) podolica Grytsenko sp. nov. (Fig. 2. 1)

Description. The attached discs could be from *Charnia* or other petellonams. The diameter of the discs in the collection of the museum varies from 120 mm to 160 mm and to 315 mm. The lower surface of the discs is covered by thin, nearly concentric wrinkles. The outlines of the discs differ from ideal circles. The thin concentric wrinkles change twice to thicker wrinkles, which could be caused by seasonal changes. The peripheral edge ends with the negative wrinkle. There is a short remain of the holdfast about 20 mm in diameter at the center of the disk.

Remarks. The finding of the samples was unusual. The late Leonid Konstantinenko and I cut a big block of sandstone and inside we found three big discs on the same bedding surface. The name *Aspidella* was proposed many years ago and now some paleontologists use it for almost all discs, but I think the approach must be revised.

The main locality of the species is the Bernashivka open pit near the dam of the Dniester Hydroelectric Power Plant. The stratigraphical position is the upper level of the Yampil Member of the Mohyliv Formation. It is supposedly the same level where D. Pylypenko found two samples of *Charnia ivantsovi* Grytsenko, 2016. Derivation of name is from Podillia.

Holotype. Coll. No. 2525/3 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Kaisalia yurii Grytsenko sp. nov. (Fig. 2. 2)

Description. A big imprint of the animal with radial symmetry having three levels of umbrella ornamented by concentric lines. The external diameter is ca. 140 mm, the second wrinkle diameter is ca. 100 mm, and the central is about 40 mm. The upper part of the central disc of the sample is broken off.

Location. The Bernashivka open pit, the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Remarks. The species differs from *Kaisalia levis* Gureev by the well-developed narrow central disc. Derivation of the species name is from the name of Yuri Gureev.

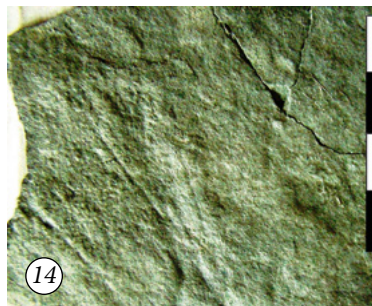
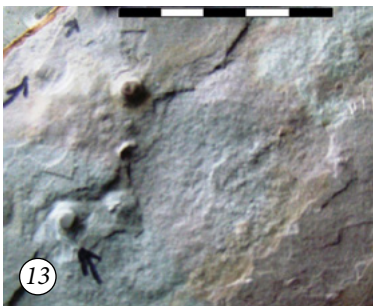
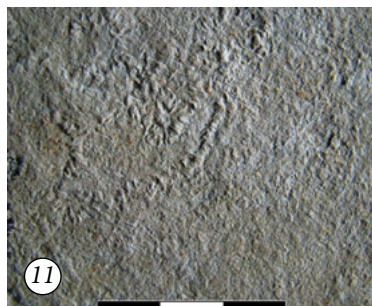
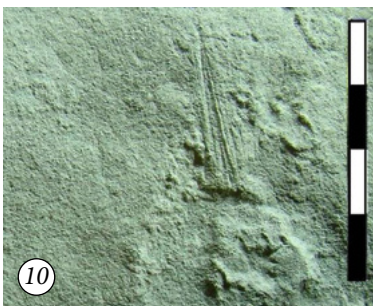
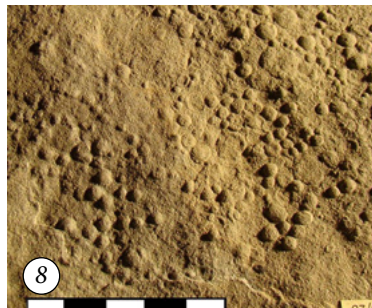
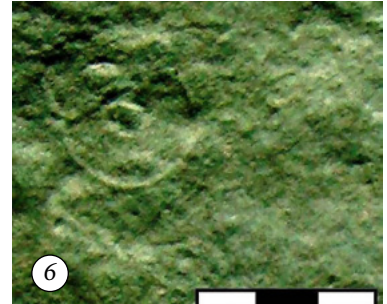
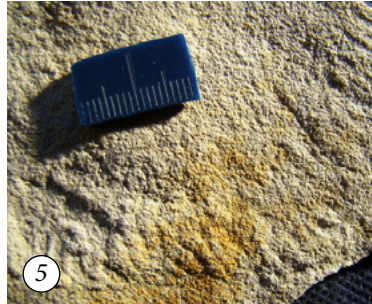
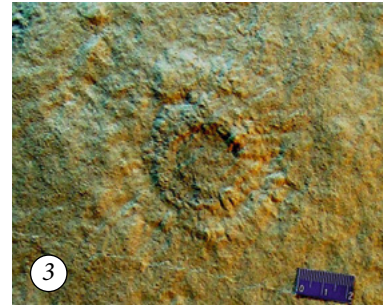
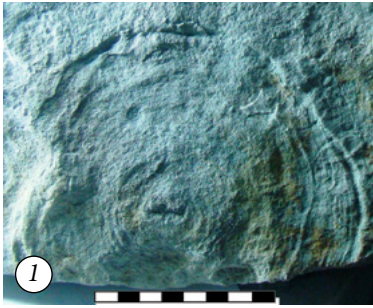
Holotype. Coll. No. 2525/12 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Hiemalora stellaris Fedonkin, 1984 (Fig. 2. 3)

Diagnosis. "Bowl-shaped body with smooth or concentrically rugate aboral part and numerous tentacles, radiating from the outer margin of the body. Preserved in a negative epirelief, less frequently, in positive hyporelief." [Fedonkin, 1980b].

Description. The tentacles are located at some wrinkles and deepen to the surrounding rock. The diameter of body with tentacles is ca. 60 mm. The thickness of tentacles is ca. 3 mm. The imprint is split at the middle level, what's why two or three sets of tentacles can be seen.

Remarks. The imprints are mostly found within sediments of the Lomoziv Member. The imprint can be split at different levels within thin bedded rocks. The stratigraphic position is the upper part of the Lomoziv Member of the Mohyliv Formation.



Holotype. Coll. No. 2525/3 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Cucumber bacotaensis Grytsenko gen. et sp. nov. (Fig. 2. 4)

Description. The tube-like body-cast has small tubercular appendices, which cover the visible surface of the specimen. The appendices are arranged in a chess-like order 3 mm apart. The cast size is over 35 mm long and from 5 to 6 mm in diameter. It is a positive hyporelief.

Remarks. Derivation of the genus name is from the cucumber-like shape. The species name is from the place of finding near the former Bakota village, which was flooded by the power plant's reservoir 33 years ago. The cast is on the lower part of the bedding surface (positive hyporelief).

Holotype. Coll. No. 2525/787 was found in the upper part of the Komariv Member of the Studenitsa Formation on the right bank Bacota bay under cave monastery.

← **Fig. 2.** The diversity of Vendian fossils of the Ukraine. Explanation, scale bar 1 cm:

1 — *Aspidella (Charniodiscus) podolica* Grytsenko sp. nov. Coll. No. 2525/1276 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohiliv Formation; 2 — *Kaisalia yurii* Grytsenko sp. nov. Coll. No. 2525/12 was found in the upper part of Yampil Member of the Mohiliv Formation; 3 — *Hiemalora stellaris* Fedonkin, 1984. Coll. No. 2525/1136 was found in the upper part of Yampil Member of the Mohiliv Formation; 4 — *Cucumber bacotaensis* Grytsenko gen. et sp. nov. Coll. No. 2525/787 was found in the upper part of the Komariv Member of the Studenitsa Formation; 5 — *Paleopascihnus sinuosus* Fedonkin, 1981. Coll. No. 2525/200 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohiliv Formation; 6 — *Paliella petaliformis* Fedonkin. Coll. No. 2525/219 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohiliv Formation; 7 — *Scratchichnus dniestery* Grytsenko ichnogen. et ichnosp. nov. Coll. No. 2525/1609 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohiliv Formation; 8 — *Nemiana minima* Grytsenko sp. nov. Coll. No. 2515/26 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohiliv Formation; 9 — *Tirasiana disciformis* Palij. Coll. No. 2525/1113 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohiliv Formation; 10 — *Speariella bernasheviensis* Grytsenko gen. et sp. nov. Coll. No. 2525/2024 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohiliv Formation; 11 — *Pseudohiemaloraichnus podolica* Grytsenko, 2009. No. 2480/193(10) was found in the Bronnitsa Member of the Bernashivka Formation near Mohyliv-Podilskiy in the locality Borschiv Jar; 12 — *Didymaulichnus nerodenkoi* Grytsenko, 2016. Coll. No. 2525/1860 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohiliv Formation; 13 — *Caephyllum podolicum* Grytsenko gen. et sp. nov. Coll. No. 2514/27 was found in the upper part of the Lomoziv Member of the Mohiliv Formation; 14 — *Velicanovia faniformis* Grytsenko gen. et sp. nov. Coll. No. 2525/152 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohiliv Formation; 15 — *Cyclomedusa dniestriensis* Grytsenko sp. nov. Coll. No. 2514/12 was found in the upper part of the Lomoziv Member of the Mohiliv Formation.

Рис. 2. Різноманітність викопних організмів венду України (поділкі масштабної лінійки 1 см):

1 — *Aspidella (Charniodiscus) podolica* Grytsenko sp. nov., колекційний № 2525/1276, знайдений у верхній частині ямпільських могилівської світи, Бернашівський кар'єр; 2 — *Kaisalia yurii* Grytsenko sp. nov., колекційний № 2525/12, зразок походить з ямпільських верств могилівської світи, Бернашівський кар'єр; 3 — *Hiemalora stellaris* Fedonkin, 1984, колекційний № 2525/1136, зразок походить з ямпільських верств могилівської світи, Бернашівський кар'єр; 4 — *Cucumber bacotaensis* Grytsenko gen. et sp. nov. колекційний №. 2525/787, зразок походить з комарівських верств соколецької світи нижче Бакотського печерного монастиря; 5 — *Paleopascihnus sinuosus* Fedonkin, 1981, колекційний № 2525/200, зразок походить з ямпільських верств могилівської світи, Бернашівський кар'єр; 6 — *Paliella petaliformis* Fedonkin., колекційний № 2525/219, зразок походить з ломозівських верств могилівської світи, Бернашівський кар'єр; 7 — *Scratchichnus dniestery* Grytsenko ichnogen. et ichnosp. nov. колекційний № 2525/1609, зразок походить з ломозівських верств могилівської світи, Бернашівський кар'єр; 8 — *Nemiana minima* Grytsenko sp. nov., колекційний № 2515/26 зразок походить з ямпільських верств могилівської світи, Бернашівський кар'єр; 9 — *Tirasiana disciformis* Palij, колекційний №. 2525/1113, зразок походить з ямпільських верств могилівської світи, Бернашівський кар'єр; 10 — *Speariella bernasheviensis* Grytsenko gen. et sp. nov., колекційний № 2525/2024, зразок походить з ломозівських верств могилівської світи, Бернашівський кар'єр; 11 — *Pseudohiemaloraichnus podolica* Grytsenko, 2009, колекційний № 2480/193(10), бронницькі верстви яришівської світи, Борщів яр біля м. Могилів-Подільський; 12 — *Didymaulichnus nerodenkoi* Grytsenko, 2016, колекційний № 2525/1860 зразок походить з ломозівських верств могилівської світи; 13 — *Caephyllum podolicum* Grytsenko gen. et sp. nov., колекційний № 2514/27 зразок походить з верхньої частини ломозівських могилівської світи, Бернашівський кар'єр; 14 — *Velicanovia faniformis* Grytsenko gen. et sp. nov., колекційний № 2525/152 зразок походить верхньої частини ямпільських верств могилівської світи, Бернашівський кар'єр; 15 — *Cyclomedusa dniestriensis* Grytsenko sp. nov., колекційний № 2514/12 зразок походить з ломозівських верств могилівської світи, Бернашівський кар'єр.

Paleopascihnus sinuosus Fedonkin, 1981 (Fig. 2. 5)

Description. The specimen shows chains of special tracks, which are interpreted as ichnofossils of agglutinated foraminifera or other organisms. The width of tracks is ca. 12 mm. The tracks (of the animals) look like a more or less well-preserved chain. Each link has a shape similar to the narrow distorted oval.

Remarks. The species is common for the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Coll. No. 2525/1860 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Paliella petaliformis Fedonkin (Fig. 2. 6)

Description. The disc-like imprints, which are very common in deposits of the Lomoziv Member of the Mohyliv Formation in the Bernashivka open pit. The central raising is surrounded by much broader flat umbrella with the uplifted edge. The size varies over a wide range. The largest one can reach ca. 20-30 mm.

Remarks. The interesting fact about this form is its mode of reproduction by dividing. The central part of the animal (specimen No 1862) is stored in the collection.

Coll. No. 1844 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Scratchichnus dniestery Grytsenko ichnogen. et ichnosp. nov. (Fig. 2. 7)

Description. Scratch lines left by unknown animal. The scratch lines spread like a fan from the wrinkle structure. The sector of scratching lines occupied near 130° on a surface of the sample. The wrinkle structure has interruption on the opposite (back?) side of the animal imprint.

Remarks. The mechanism of eating is unclear as we can see only scratch lines. The type locality is the Lomoziv Member of the Mohyliv Formation in the Bernashivka open pit. Similar structures are described from the Ediacaran of Australia and the Vendian of the Winter Shore of the White Sea, sometimes with imprints of scratchings of animals.

Holotype. Coll. No. 2525/1609 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Nemiana minima Grytsenko sp. nov. (Fig. 2. 8)

Description. We found for the first time the occurrence of *Nemiana* in the Yampil Member of the Mohyliv Formation in the Bernashivka open pit. The specific feature of the colony is the very small size of “meduzoids” casts, reaching max. 5–6 mm in diameter. Therefore, it is considered a new species.

Remarks. Most of the imprints are smaller than 6 mm in diameter and no overlap between imprints was observed. Larger forms are absent. The given name emphasizes the very small size of the casts.

Holotype. Coll. No. 2515/26 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Tirasiana disciformis Palij (Fig. 2. 9)

Description: “Moderately convex cast (3-4 mm) in the form of medium-size discs on the lower bedding planes. The main, slightly flattened disc is superposed by the second, smaller and relatively more convex disc with a small, round tubercle in the center. The margin of the main disc surface, extending into the rock, is curved abruptly inward. The casts are separated from the underlying bed by thin interlayer of the bluish-green mudstone. Unlike the rest of surface, which is easily separated from the rock, the central tubercle is often cemented in the underlying layer. The casts more often are arranged in small groups (3-4 specimens) or isolated. The casts of adherent specimens are very typical” (Palij 1976).

Remarks. The casts of *T. disciformis* differ from *T. coniformis* Palij by flatter shape and simpler structure with only two superimposed discs (Palij, 1976). Both species are typical for the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Coll. No. 2525/1113 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Speariella bernasheviensis Grytsenko gen. et sp. nov. (Fig. 2. 10)

Description. The cast is a simple spear-like structure. It is ca. 30 mm long and less than 5 mm wide in the lower part, which is destroyed by near oval-shaped mechanoglyph (the size is ca. 30×35 mm). The upper end of the “spear” is acute. The “spear” was formed by two straight low combs, which converge at the upper end. There are also two shorter lines between combs. Some unclear lines are located outside of spear.

Remarks. The cast is located on the upper side of the bedding surface (negative epirelief). Bad taphonomic conditions destroyed some features of the primary structure. It hypothetically might be a fragment of rangeamorph petallonoma. Derivation of the name is from spear-like form. The specimen was found in the Bernashivka open pit.

Holotype. Coll. No. 2525/2024 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Pseudohiemaloraichnus podolica Grytsenko, 2009 (Fig. 2. 11)

Description. “There is an oval projection (3×5 mm) at the central part of a trace, from which thin traces of eating of the substrate radially spread. The trace, 2 mm in width, moves along the coil; the trace has a composite path, resembling sinusoid. The trace intersects the furrows-hatches, directed obliquely towards the animal’s movement.” (Grytsenko 2009).

Remarks. The ichnofossil occurs in green argillites of the Bronnitsa Member of the Bernashivka Formation near the city of Mohyliv-Podilsky in the Borschiv Yar locality.

Holotype. Coll. No. 2480/193(10) was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Didymaulichnus nerodenkoi Grytsenko, 2016 (Fig. 2. 12)

Description. These are moderately elongated tracks with close to straight trajectories. Maximum width in the middle part is ca. 5-6 mm. The length of some of them reaches from 12 to 40 mm. They appear on the bedding surface and disappear again. The tracks are divided by negative line (grove) up to 2 mm in width. Poorly distinct structures like ticks oriented in one direction are seen in the groves.

Comparison. The new species differs from *D. tirasensis* Palij and *D. cf. miettensis* Young by smaller size and stratigraphic position. The first form was found in the Lower Cambrian, and the second one in the Lomoziv Member of the Mohyliv Formation.

Remarks. The name of species is given in honor of my teacher V. M. Nerodenko. Some of species samples in Yu. Gureev collection 2088/6 after death of the researcher was lost in the Geological Department.

Holotype. Coll. No. 2525/1860 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Capephyllum podolicum Grytsenko gen. et sp. nov. (Fig. 2. 13)

Description. A population of new species and new genus was discovered in the sandy facies of the Lomoziv Member of the Mohyliv Formation. The colony embraces several forms at the same level. The shape of the form is very simple: it is a small cylinder with convex ends and a narrow collar on one side.

Remarks. Sometimes due to weathering the fossils can be easily separated from the sediment. Derivation of the name is from the cap-like shape. The specimen was found in the Bernashivka open pit.

Holotype. Coll. No. 2514/27 was found in the upper part of the Lomoziv Member of the Mohyliv Formation.

Velicanovia faniformis Grytsenko gen. et sp. nov. (Fig. 2. 14)

Description. The imprint resembles the branch of thin fibrils, which diverge dichotomically. Such structure can look like a fan. It forms a positive epirelief.

Remarks. The genus name is given in honor of the late V. Velikanov, who was the best expert in the Vendian stratigraphy of Podillia. The species name was chosen due to its remote similarity to a fan.

Holotype. Coll. No. 2525/152 was found in the upper part of the Yampil Member of the Mohyliv Formation.

Cyclomedusa dniestriensis Grytsenko sp. nov. (Fig. 2. 15)

Description. The cast consists of a central disc and an outer wrinkle. The diameter of the central disc is 15 mm. It is surrounded by an outer wrinkle of 25 mm in diameter. The central disc is separated from the outer wrinkle by a narrow groove. The outer wrinkle is limited by a poorly developed concentric convexity with short obliquely orienting “eyelashes”.

Remarks. The reason for the given name is related to the location near the Dniester River.

Holotype. Coll. No. 2514/12 was found in the upper part of the Lomoziv Member of the Mohyliv Formation.

Discussion

The Vendian succession in Podillia has been studied for about a century, but it is still less known than the Ediacaran successions in Australia, Canada, Namibia, Great Britain, northwest Russia, and China. Many publications dealing with the Ediacaran period appeared in the last few decades describing the results of investigation of this section, including the study of fossils and imprints of animals, ichnofossils, geochemical investigation, determination of age by various methods and facies generalizations.

Information regarding many traditional and new localities is now available. Comparing successions and fossils from the Mistaken Point (Newfoundland, Canada) and Charnwood (Great Britain), the following conclusions can be made: (1) it is apparent that depths of the basins were different; (2) there are some similarities in fossil assemblages; (3) these assemblages existed at different times in different places. Thicker section in Australia is characterized by significant diversity of fossils and lithologies in the section. There are mainly siliciclastics there ranging from fine-grained to coarse-grained sandstones.

A special set of sedimentary rocks and fossil associations was found on the southern bank of the White Sea (Arkhangelsk region of Russia). Many species were discovered in that area, some of which are similar to Ediacaran fossils, but many of them are different from those found in Australia. A poor association was found in the Southern Urals, where ichnofossils dominate (Bekker 1996, 2010, 2013). Some locations were discovered and studied in eastern Siberia and China. We have to emphasize that successions there contain carbonate rocks (limestones and dolostones) and differ significantly from contemporary siliciclastics-dominated successions in other places. Some species in these areas are characterized by excellent conservations and even presence of embryos in south China.

New locations of Ediacaran successions and fossils were recently found in Brasil and Argentina, in the Arabian Peninsula, in India and Iran.

The facies model of the Vendian paleobasin in Podillia

The Vendian succession of the Podillia paleobasin has remained unknown to the international community for many years because of its location close to the Soviet Union border due to which studies were complicated by the regime of security. Now the area near the Dniester River is easily accessible, has good exposure, excellent level of study, and facies diversity of sedimentary rocks and fossils, which reflect changes in relative sealevel and basin extent. The location of the sections within the south-western slope of the Ukrainian Shield and the Eastern European platform defines proximity to tectonically active areas. A tectonically active zone was located on the place of the modern Carpathians, which is reflected in the development of the Vendian paleobasin of Podillia.

The formation of the basin in the Volyn-Podillia pericraton and intensive volcanic activity from the beginning of the Vendian resulted in accumulation of a sequence of volcanic rocks. In the Late



Fig. 3. The view on the central part of the Bernashivka open pit: crystal-line basement (bedrock), Yampil, Lyadova, and Bernashivka members. The Lomoziv Member is absent in this part of the open pit, but it crops out in its southern part reaching in thickness ca. 10 m.

Рис. 3. Розріз східної стінки кар'єру: кристалічні породи (фундаменту) Українського щита, редуковані розріз могиливіської світи за рахунок Бернашівського виступу фундаменту та яришівської світи через розмив сеноманською трансгресією. Ломозівські шари відсутні в цій частині кар'єру, але вони збереглися у південній частині, де їхня потужність досягає 10 м.

Vendian, the gradual immersion of the pericraton basin led to the transgression of the sea and sedimentation in the negative landforms on the slope of the Ukrainian Shield. During the Olchedaiv time, polymictic gravelites were accumulated in the shallow basin due to the erosion of positive landforms that were represented by crystalline rocks of the Ukrainian Shield (Fig. 3).

During the Lomoziv time, the sea was deeper and accumulation of very fine-grained material (clays and very fine-grained sand) dominated. However, denudation of positive landform continued near the shoreline, which can be seen in the Bernashivka open pit where beds of coarse-grained sandstones and gravelstones among siltstones are present. In the deeper parts of the basin, algal-bacterial mats and associations of Vendobionts, which possibly ate that substrate (Fig. 2.7), were abundant.

During the Yampil time, the basin shallowed. The shallowing is indicated by crossbedding and tidal sigmoidal structures in quartz sandstones. It is interesting that population (colony) of *Nemiana simplex* Palij settled on the flat sandy bottom of shallow-water sea, on coarse-grained sand (Fig. 3) and even on ripple marks.

On the sandy bottom, in the beginning of the Lyadova time colonies of *Nemiana simplex* continued to develop. At the same time and same stratigraphical level, imprints of *Charnia* sp. and *Aspidella* sp. (Fig. 1) are found. Then the basin became deeper and poisoned by hydrogen sulfide, which is evident from frequent finding of pyrite concretions in argillites of the Lyadova Formation.

During the Bernashivka time, due to regression the shallow-water settings expanded and resulted in favorable conditions for the development of algal-bacterial mats and *Arumberia cf. banksi* structures. In the Bernashivka time, the basin experienced two cycles of shallowing, which are divided by a phase of deepening. The relatively short-lasting phase of deepening was accompanied by volcanic activity and accumulation of a bed of volcanic ash, which is now represented by the bentonite clay layer that has a thickness of 30 cm and more.

During the Bronnitsa time, the volcanic activity continued and a bed of volcanic ash (tuff-argillites) was deposited in the deep basin. Ichnofossils (Fig. 2. 11) were found in the lower part of the member. During the Zinkiv time the intensity of volcanic eruptions has weakened, and only thin beds of bentonites within the deep-water green clays (argillites of the Zinkiv Member) were accumulated. No macrofossils were found in these sediments, but a large amount of microfossils was discovered in argillites.

During the Dzhurzhivka time, the basin returned to shallow-water oxygenated conditions and the favorable conditions has renewed, but only remains of *Vendotaenia* were found.

During the Kallus time, the basin became deeper and relatively narrow with anoxic conditions (Francovschi *et al.* 2020). Clays (argillites) bearing phosphate concretions are distinguished as a separate member. At the end of the Kallus time, the sea-level dropped in the basin and weathering crust was formed under continental conditions. During the Kanylivka time, sedimentation in the basin was cyclic and sea-level rise was partially compensated by sedimentation. Intensive sediment accumulation and bioturbation at that time have destroyed all imprints and only ichnofossils and remains of *Vendotaenia* are preserved. During the Khmelnytsky time, the basin was oxygenated as indicated by the presence of glauconite. The sedimentary cycles during that time maintained favorable conditions for animal expansion.

Diversify of Vendian and Lower Cambrian fossil remains in Podillia

Forms with radial symmetry dominate among Vendian fossils in Podillia. The findings of bilateral remains are very rare. Tracks of ichnofossils were developed only under favorable conditions in the Mohyliv-Podilsky, Kanylivka, and Baltic Series. A colony of tubes of *Propaleolina vendiensis* Menasova, 2003 was found in Borschiv Yar near the city of Mohyliv-Podilsky in the Bronitsa Member of the Yaryshiv Formation. The lower Cambrian Khmelnytsky Formation is very rich in ichnofossils. Tubes of Sabelliditids occur among skeletal forms at some levels.

The diversity of fossil remains is shown in Fig. 2, which represent only a small number of collected samples; others are yet to be described. The study of the thousands of radial forms requires statistic approach. Bilateral animals in the sedimentary sequence and in the collection require additional search taking into account taphonomical features of the fossil remains. In connection to the possible re-cultivation of the open pit, it is expedient to create the paleontological lagerstätte in the Bernashivka Quarry near the Dniester Hydroelectric Power Plant, which would consist of three components: (1) declared before as a Geological monument “Bernashivka sandstones” in the gully near Bernashivka village; (2) an addition, it should also include the open pit, (3) and outcrops of the Nagoriany Formation along the Dniester River. All three components should be declared as Geological Park with the goal of further study of these localities and conservation of unique geological heritage of the lower part of the Podillian Vendian as the upper part of the Ediacaran, which was adopted as the last period of the Proterozoic.

The possibility of the geological correlation

In general, the facies diversity complicates correlation of the Vendian and Ediacaran sedimentary rocks on different continents. Recently, such correlation was made possible on the basis of precise geochronological data (Walter *et al.* 2000; Condon *et al.* 2005; Shumlyanskyy *et al.* 2016).

The paleontological method continues to play a major role in comparison of sequences in different regions. For example, the boundary between the Ediacaran and Cambrian is agreed to be placed at the first appearance of the ichnofossil *Phycodes* (= *Trichophycus*) *pedum*. Recently, the geochemical approach for correlation has been applied in many countries (e.g. Pehr *et al.* 2018).

Conclusions

The Vendian succession of Podillia shows cyclicity. It is observed in open pits and natural outcrops along rivers.

Tectonic movements and fluctuations of basin levels resulted in facies variations from shallow-water to deep sea with anoxic environmental conditions.

The evolution of Vendobionts and the change of sea level and facies conditions led to the diversity of fossil forms.

The construction of the water reservoir caused the rise of groundwater level and led to the forestation along the banks of the reservoir. However, it also resulted in enhanced erosion, which produced new outcrops near the water reservoir. Hence, that area is suitable for detailed paleontological studies aiming to search for new fossil remains in order to improve the understanding of the Vendian succession of Podillia.

We should emphasize the unsettled stratigraphical nomenclature at the time the paper is written, which was noted by one of the reviewers. For example, the same stratigraphic element has several names: bed, unit, member, etc.

The paleontological lagerstätte of the Bernashivka open pit near the Dniester Hydroelectric Power Station has to be declared as a Geological monument and a part of the Geological Park “Bernashivka Sandstones” that will include the open pit, outcrops in the gully near Bernashivka village, and outcrops of the Nagoriany Formation along the Dniester River.

Acknowledgments

The author is very grateful to the late predecessors Yu. O. Gureev, V. Ya. Velikanov, V. S. Zaika-Novatsky, O. L. Einor, O. V. Komarova, and to colleagues V. M. Palij, A. A. Ischenko, A. Sh. Menasova, L. I. Konstantinenko, A. Yu. Ivantsov, and D. V. Grazhdankin for collaboration during field work dedicated to the search for Vendobionts. A special thanks to I. G. Emelianov and O. V. Chervonenko, leadership of our museum, for supporting and funding field and in-house work to study remains of ancient fossils. The author is very grateful to reviewers and editors for polishing the manuscript and useful remarks and advices.

References

- Aseeva, E. A. 1976. Microphytofossils and algae in the Upper Precambrian deposits of the Volyn-Podillia. *Paleontology and stratigraphy of the Upper Precambrian and Lower Paleozoic in the southwest of the East European Platform*. Naukova Dumka, Kyiv, 40–63. (In Russian)
- Aseeva, E. A. 1988 a. Fossil remains of Vendian Thallophyta. *Biostratigraphy and Paleogeographic Reconstructions of the Precambrian of Ukraine*. Naukova Dumka, Kyiv, 81–92. (In Russian)
- Aseeva, E. A. 1988 b. Microfossils in the Upper Precambrian. *Biostratigraphy and Paleogeographic Reconstructions of the Precambrian of Ukraine*. Naukova dumka, Kyiv, 93–102. (In Russian)
- Bekker, Yu. R. 1996. Discovery of the Ediacaran biota in the uppermost part of the Vendian of the South Urals. *Regional Geology and Metallogeny*, 5: 111–131. (In Russian)
- Bekker, Yu. R. 2010. Geological potential of ancient ichnofossils at the stratotype of the Late Precambrian of the South Urals. *Regional Geology and Metallogeny*, 43: 18–35. (In Russian)
- Bekker, Yu. R. 2013. Ichnofossils — a new paleontological object at the stratotype of the Late Precambrian of the Urals. *Lithosphere*, 1: 52–80. (In Russian)
- Condon, D., M. Zhu, S. Bowring, W. Wang, A. Yang, Y. Jin. 2005. U-Pb Ages from the Neoproterozoic Doushantuo Formation, China. *Nature*, 308: 95–98.
- Droser, M. L., J. G. Gehling, L. G. Tarhan, S. D. Evans, C. M. S. Hall, [et al.]. 2017. Piecing together the puzzle of the Ediacara Biota: Excavation and reconstruction at the Ediacara National Heritage site Nilpena (South Australia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 13: 1–14.
- Fedonkin, M. A. 1980. Early stages of evolution of Metazoa on the basis of paleoichnological data. *Zh. Obshch. Biol.*, 2 (1980): 226–233. (In Russian)
- Fedonkin, M. A. 1987. Non-skeletal Vendian fauna and its place in the evolution of Metazoa. *Tr. Paleontol. Inst. Akad. Nauk SSSR*, 226: 1–174. (In Russian)
- Francovschi, I., E. Grădinaru, R. D. Roban, M. N. Ducea, V. Ciobotaru, L. Shumlyanskyy. 2020. Rare earth element (REE) enrichment of the late Ediacaran Kalyus Beds (East European Platform) through diagenetic uptake. *Geochemistry*, 80, 2: (<http://doi.org/10.1016/j.chemer.2020.125612>).
- Gnilovskaya, M. B. 1971. The most ancient water plants of the Vendian of the Russian platform (Late Precambrian). *Paleontol. Journal*, 3: 101–107. (In Russian)
- Gnilovskaya, M. B., Ishchenko, A. A., Kolesnikov, [et al.]. 1988. *Vendotaenids of the East European Platform*. Nauka, Leningrad, 1–142. (In Russian)

- Gritsenko, V. P. 2009. The New findings of ichnofossils in the Bronnitsa Beds (the Mogyliv-Podilsky Group of the Vendian) and paleoecological conditions of the Podillia marine basin at the Bronnitsa age. *Fossil fauna and flora of the Ukraine: paleoecological and stratigraphic aspects, Report of scientific proceedings of IGS NAS of Ukraine*, Kyiv, 30–35. (In Ukrainian)
- Gureev, Yu. A. 1988. Vendian Non-Skeletal Fauna. *Biostratigraphy and Paleogeographic Reconstructions of the Precambrian of the Ukraine*. Naukova Dumka, Kyiv, 65–80. (In Russian)
- Gureev, Yu. A. 1985. Vendiana — primitive Precambrian Radialia. *Problematics of the Late Precambrian and Paleozoic*. Nauka, Moscow. Tr. Inst. Geol. Geofiz. Sib. Otd. Akad. Nauk SSSR, **1** (632): 92–103. (In Russian)
- Informational report. 1992. *29th International Geological Congress, in 1992, Kyoto*. Novosibirsk, 1–70. (In Russian)
- Ishchenko, A. A. 1983. Vendian algae of the Dniester Basin. *Stratigraphy and Precambrian Formations of Ukraine*. Naukova Dumka, Kyiv, 181–206. (In Russian)
- Ivantsov, A. Yu., V. P. Grytsenko, L. I. Konstantinenko, M. A. Zakrevskaya. 2014. Revision of the problematic Vendian macrofossils Beltanelliformis (= Beltanelloides, Nemiana). *Paleontol. Journal*, **48** (13): 1–26.
- Ivantsov, A. Yu., V. P. Gritsenko, V. M. Palij, V. A. Velikanov, L. I. Konstantinenko, A. Sh. Menasova, M. A. Fedonkin, M. A. Zakrevskaya, E. A. Serezhnikova. 2015. *Upper Vendian macrofossils of the Eastern Europe. The Middle Dniester area and Volyn*. PIN RAS, Moscow, 1–144. ISBN 978-5-903825-32-5 (In Russian and English)
- Kirjanov, V. V. 1993. Modern condition of the problem of the Precambrian-Cambrian boundary in the East-European platform. *Problem of Creation of Geological Time Scale of the Precambrian and Phanerozoic of Ukraine*. IGN AN of Ukraine, Kyiv, 47–52. (In Russian)
- Martishin, A. O. 2012. Ediacaran fauna from Yampil sandstones of the Vendian of Podillia. *Geol. Ukr.*, **40** (4): 97–104. (In Ukrainian)
- Korenchuk, L. V. 1981. Stratotype sections of Mogyliv-Podilsky Group of Vendian of the Dniester area. IGN AS of Ukraine, Kyiv, 1–56 (In Russian)
- Korenchuk, L. V., A. A. Ishchenko. 1980. Stratotype Sections of the Vendian Kanylivka Group in the Dniester area. IGN AS UkrSSR, Kyiv, 1–57. (In Russian)
- Landing, E. 1994. Precambrian-Cambrian boundary global stratotype ratified and a new perspective of Cambrian Time. *Geology*, **22**: 179–182.
- Menasova, A. S. 2006. Non-skeletal Metazoa and ichnofossils from the Vendian reference section of Podillia and their stratigraphic significance. *Abstract of the Thesis of Candidate of Geological Sciences*, Kyiv, 1–23. (In Ukrainian)
- Palij, V. M. 1976. Remains of soft-bodied fauna and trace fossils from the Upper Precambrian and Lower Cambrian deposits in Podillia. *Paleontology and Stratigraphy of the Upper Precambrian and Lower Cambrian in Southwestern areas of the East European Platform*. Naukova Dumka, Kyiv, 63–77. (In Russian)
- Pehr, K., Love, G. D., Kuznetsov, A., Podkovyrov, V., Junium, C., Bekker, A., Shumlyanskyy, L., Sokur, T. 2018. Ediacaran fauna flourished in oligotrophic and bacterially dominated marine environments. *Nature communications*, **9** (1) 1807 DOI: 10.1038/s41467-018-04195-8
- Ryabenko, V. A., V. A. Velikanov, E. A. Aseeva, [et al.] 1976. *Paleontology and Stratigraphy of the Upper Precambrian and Lower Paleozoic of the South-Western Part of the East-European platform*. Naukova Dumka, Kyiv, 1–168. (In Russian)
- Shumlyanskyy, L. V., P. G. Andréasson, K. L. Buchan, R. E. Ernst. 2007. The Volynian Flood Basalt Province and coeval (Ediacaran) magmatism in Baltoscandia and Laurentia. *Mineralogical Journal (Ukraine)*, **29**, (4): 47–55.
- Shumlyanskyy, L. V. 2012. Evolution of the Vendian continental flood basalt volcanism of the Volyn region. *Mineralogical Journal (Ukraine)*, **34** (4): 50–68. (in Ukrainian)
- Shumlyanskyy L., A. Nosova, K. Billström, U. Söderlund, P.-G. Andréasson, O. Kuzmenkova. 2016. The U-Pb zircon and baddeleyite ages of the Neoproterozoic Volyn Large Igneous Province: implication for the age of the magmatism and the nature of a crustal contaminant. *GFF*, **138**: 17–30.
- Slater, B. J., T. H. P. Harvey, A. Bekker, N. J. Butterfield. 2020. Cochleatina: an enigmatic Ediacaran — Cambrian survivor among small carbonaceous fossils (SCFS). *Paleontology*, **63** (5): 733–752.
- Sokolov, B. S. 1964. The Vendian and the problem of the boundary between the Precambrian and Paleozoic Group. *Report of The Twenty-Second Session of International Geological Congress. Part X. Archaean and Precambrian geology*. New Delhi, 288–304.
- Sokolov, B. S., A. B. Ivanovsky. (eds). 1985a. *Vendian System: Historical Geological and Paleontological Foundation, vol. 1. Paleontology*. Nauka, Moscow, 1–221 (In Russian)
- Sokolov, B. S., A. B. Ivanovsky. (eds). 1985b. *Vendian System: Historical Geological and Paleontological Foundation, v. 2. Stratigraphy and geological processes*. Nauka, Moscow, 1–238. (In Russian)
- Soldatenko, Y., A. El Albani, M. Ruzina, C. Fontaine, V. Nesterovsky, J.-L. Paquette, A. Meunier, M. Ovcharova. 2019. Precise U-Pb age constrains on the Ediacaran biota in Podolia, East European Platform, Ukraine. *Nature Scientific Reports*, **9**: 1–13.
- Velikanov, V. A. 1985. The key Section of the Vendian in Podilolya. *The Vendian System. Historical-Geological and Paleontological Foundation, V. 2. Stratigraphy and geological processes*. Nauka, Moscow, 35–67. (In Russian)

- Velikanov, V. A. 2011. Ukrainian hypostratotype of the Vendian System. *Geological journal*, **1**: 42–49. (In Ukrainian)
- Velikanov, V. A., E. A. Aseeva, M. A. Fedonkin. 1983. The Vendian of Ukraine. *Excursion Guide*. Naukova Dumka, Kyiv, 1–162. (In Russian)
- Velikanov, V. A., L. V. Korenchuk, V. V. Kirjanov, [et al.] 1990. The Vendian of Podillia. *Guidebook for Excursion of III International symposium on Cambrian System and Vendian-Cambrian boundary*. Kyiv, 1–129. (In Russian)
- Walter M. R., J. J. Veevers, C. R. Calver 1, P. Gorjan, A. C. Hill. 2000. Dating the 840–544 Ma Neoproterozoic interval by isotopes of strontium, carbon, and sulfur in seawater, and some interpretative models. *Precambrian Research* **100**: 371–433.
- Zaika-Novatsky, V. S. 1965. New problematic imprints from the Upper Precambrian of the Dniester Region. *All-Union Symposium on Paleontology of the Precambrian and Early Cambrian*. Inst. Geol. Geofiz. Sib. Otd. Akad. Nauk SSSR, Novosibirsk, 98–99. (In Russian)
- Zaika-Novatsky, V. S. 1971. Paleontological and palynological characteristics of the Upper Proterozoic deposits of the Dniester Region. *Stratigraphy of the Ukrainian SSR, 2: Riphean–Vendian*. Naukova Dumka, Kyiv, 158–163. (In Ukrainian)
- Zaika-Novatsky, V. S., Velikanov, V. A., Koval' A. P. 1968. First representative of Ediacaran fauna in the Vendian of the Russian platform (the Upper Precambrian). *Paleontological Journal*, **2**: 133–134. (In Russian)
- Zaika-Novatsky, V. S., V. M. Palij. 1968. New data on problematic imprints from the Vendian deposits of Podillia. *Paleontol. Sb.*, **5** (1): 130–135. (In Russian)
- Zaika-Novatsky, V. S., V. M. Palij. 1974. Most ancient fossil organisms in the deposits of Vendian complex of the Dniester Region. *Paleontol. Sb.*, **11** (1): 59–65. (In Russian)

Density variation in “rare” breeding birds in native forests and urban parks

Oleksii Dubovyk^{1,2,3} 

Hanna Kuzyo⁴

Andriy Bokotey^{5,6} 

¹ Ivan Franko National University of Lviv (Lviv, Ukraine)

² Roztochia Nature Reserve (Ivano-Frankove, Ukraine)

³ Old Dominion University (Norfolk, Virginia, USA)

⁴ Western Ukrainian Ornithological Society (Lviv, Ukraine)

⁵ Ukrainian National Forestry University (Lviv, Ukraine)

⁶ State Museum of Natural History, National Academy of Sciences of Ukraine (Lviv, Ukraine)

Density variation in “rare” breeding birds in native forests and urban parks. — O. Dubovyk, H. Kuzyo, A. Bokotey. — Biodiversity protection and conservation of rare species are typically the main goals of protected areas. Protected areas are commonly created within native ecosystems where anthropogenic pressure is low. Meanwhile, a growing body of literature has focused on the effectiveness of protected areas to provide important habitats for rare taxa. To highlight this issue, we examined avian species, the most diverse vertebrate class in Ukraine. Forest ecosystems vary relative to conservation status and native integrity. With this in mind, we considered Lviv, Ukraine and outskirts. To determine conservation status, we used regulatory instruments such as the National Red Book of Ukraine, Resolution 6 of the Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats and appendices, the Bonn Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals and appendices, and Species of European Conservation Concern (SPEC) status to define rare species. The weighted density of SPEC species and those listed in the Bern Convention and Bonn Convention vary considerably and are higher in forests where native integrity has been lost to various degrees. The density of rare taxa within forests exhibiting high biodiversity loss (e.g. urban parks) was starkly evident. Degree of urbanization, as a function of distance from Lviv, was an insignificant predictor of a species listed in Resolution 6 of the Bern Convention or Red Book of Ukraine. We found that weighted density of species with mean species statuses weight were lower in more native forests than parks. Given that weighted densities were highly correlated with general density, we attribute this finding to the luxury effect. That is, density of birds is higher in more urbanized areas of a particular habitat type (e.g. forests and parks). Our conclusion supports previous findings that an increase in overall bird density is common among European cities. To a lesser extent, these findings suggest ineffective nature conservation management of forests in the Lviv region of Ukraine and imply the lack of interest in urban parks as habitat for rare taxa.

Key words: rare species, forest birds, nature conservation, conservation areas, conservation status, Ukraine, urban parks.

Introduction

Regulations on the consumption of natural resources have a long history. A restriction on natural resource use began more than 2000 years ago in ancient Asia and more recently in Medieval Europe for hunting by monarchs and feudals. Since the 19th century, this protection of resources has progressed to what we now know as nature conservation areas, including such modern examples as Yosemite or Yellowstone National Parks in the United States (Phillips 2004).

The impetus to establish conservation areas are varied. On the one hand, protected areas (PAs), any areas protected by a national law such as national parks or nature reserves, are established to preserve rare species. At times, the protection of species may be through umbrella species where, for example, protection of a predator may result in the protection of its prey (Simberloff 1998). On the other hand, PAs are an important instrument for biodiversity conservation, which is needed against

Correspondence to: O. Dubovyk; Ivan Franko National University of Lviv, Hrushevskoho St. 4, Lviv, 79005, Ukraine; e-mail: oadubovyk@gmail.com; orcid: 0000-0003-2936-6383

the backdrop of species extinctions and potential lack of biological resources (Lopoukhine 2008). Ukrainian nature conservation law gives wide and opaque latitude when defining the rationale for the creation of PAs: to save the natural diversity of landscapes and gene pool of animals and plants, to support ecological balance, and to conduct environmental monitoring. Oddly, neither biodiversity nor rare species protection are mentioned, although they can be alluded to when attempting to save gene pools.

The effectiveness of PAs and their functioning and management is questionable (Arcese & Sinclair 1997). For instance, there is poor overlap between potentially suitable habitat of globally threatened birds of mainland Africa and PAs (Beresford *et al.* 2011). Likewise, there is a mismatch between suitable habitat for plants and the occurrence of PAs (Burgess *et al.* 2005). Even more striking are the numerous examples where rare animal taxa do not even use PAs (Rodrigues *et al.* 2004). Ironically, there are also areas without any formal status as a nature conservation site that serve a similar function of PAs (Bhagwat *et al.* 2005). Despite these telling facts, the evidence does not suggest an ineffectiveness of modern PAs, but rather, a message that the management of PAs are in need of improvement (Rodrigues *et al.* 2004; Burgess *et al.* 2002).

Therefore, a question arises: do PAs perform their functions effectively in protection of rare species and especially in providing for future long-term survival? To answer this question, we focus on birds, the most diverse group of vertebrates in Ukraine and a taxonomic group that serves as an indicator and which are relatively convenient to study (Gorban & Tsaryk 2012). The comparative study of the density of rare bird species can help to elucidate general patterns of habitat preference.

The majority of studies use a more traditional approach to define both rare species and PAs. There is, however, a lack of research on the distribution of rare taxa within urban gradients of native integrity. This alternative approach appropriately captures this relationship between native integrity and the effectiveness of PAs. As PAs are commonly created in ecosystems of a high degree of native integrity, the use of native integrity gradient or the degree of urbanization gradient is more convenient than “protected areas’ regime acerbity” gradient.

Therefore, we examined forest communities of breeding birds that exhibit the highest biodiversity in western Ukraine. The comparative element lays in the way of studying forest ecosystems in “urbanization — native integrity” gradient (or urban gradient *sensu* Blair (Blair 1996), but despite the fact that urban gradient implies “from more native to more urbanized”, we used “from more urbanized to more native” approach). The aim of this work was to reveal the preferences of rare taxa within this gradient by a comparison of density of rare species in forested park ecosystems within city limits relative to native forests in nature reserves outside the city.

Material and methods

Study area

The study area included Lviv city within its ecological (i.e. at the edge of the urban matrix where it meets the non-urban interface) and administrative boundaries, including suburbs and adjacent territories (Fig. 1).

Material for this work was collected during the breeding period (Apr — Jun) in 2018 and 2019. Twelve parks and cemeteries were chosen in geographically representative areas of Lviv. We also included two forests in the suburbs and two PAs distant from the city. Linear transects of 500 m in length and 100 m in width were established within each plot. Number of transects per plot depended on the area of the plot: 1 to 10 transects per plot (3.7 transects per plot in average), $N = 59$ transects.

We conducted bird counts during the breeding season (15 Apr — 20 Jun) every ~30 days three times on each transect. A typical survey was conducted within 5 hrs after sunrise. Species were identified by sight and sound and all individuals within 50 m of the transect were recorded. Transects were traversed at a mean rate of ~1 kph.

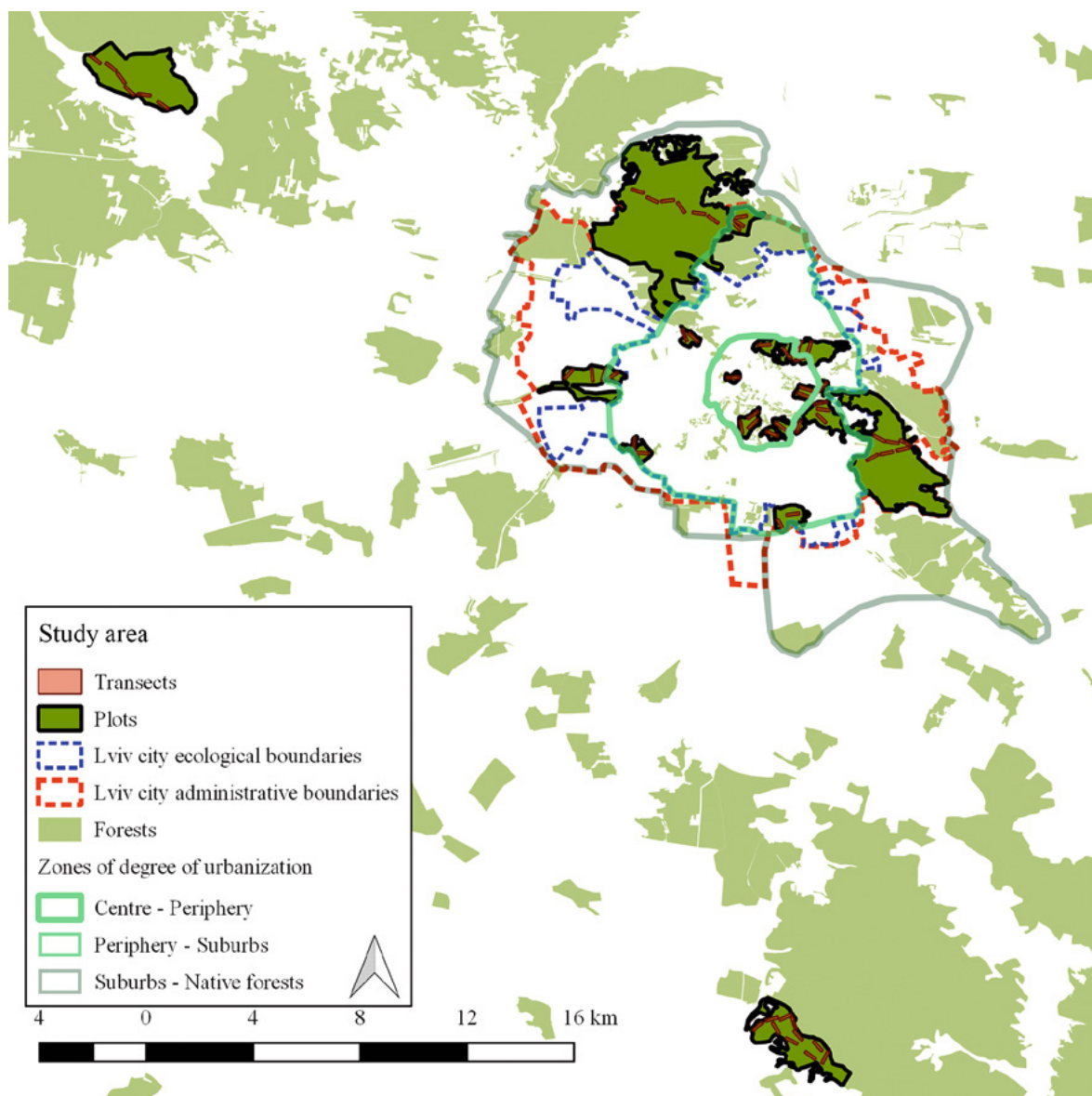


Fig. 1. Study area, linear transects, and forest ecosystem zones of degree of urbanization.

Рис. 1. Територія досліджень, трансекти та зони ступеню урбанізованості лісових насаджень.

We assigned a degree of urbanization value to every transect (Fig. 1, Table 1), irrespective of whether the transect was within a PA, because PA statuses are irrelevant in some cases. For example, there are two regional landscape parks among model plots: Znesinya is located near the centre and is a popular place for recreation with developed infrastructure. The other is Stilske Gorbogirya, which is located 10–30 km south of the city and consists of mature broadleaf forests used for forestry.

Plots were grouped as follows:

- Parks in the centre of the city (11 transects in Ivan Franko Park, Vysokyi Zamok Park and Znesinnia Regional Landscape Park partly, Zalizna Voda Park, Lychakiv Cemetery, Stryisky Park);
- Parks in the periphery of the city (17 transects in Znesinnia Regional Landscape Park partly, John Paul II Park, Pogulianka Park, Snopkivsky Park, Holoskivske Cemetery, Sknyliv Park, Yaniv old Cemetery, Lychakiv park, Bilogorshya Forest partly);
- Forests in suburbs (15 transects in Bilogorshya Forest partly, Briukhovychi forest, Vynnyky forest);

- Forests distant from the city (16 transects in Stilske Gorbogirya Regional Landscape Park and Roztochya Nature Reserve).

Although this classification is approximate, it facilitated data analysis because the number of transects was relatively equal among groups. We call the classes listed above the zones of degree of urbanization here and later. It is notable that some plots are listed in different zones related to habitat heterogeneity along linear transects within the plot (Table 1).

Table 1. Sample transects, their location, distance from the city centre, activity of pedestrians, and zones of degree of urbanization

Таблиця 1. Модельні трансекти, їх розташування, дистанція від центру міста, відвідуваність людьми, приналежність до зон ступеню урбанізованості

Plot	Number of transects	Distance between the city centre and the transect, km $\pm$ SD	Activity of pedestrians, persons/ transect $\pm$ SD	Zone of degree of urbanization
Ivan Franko Park	1	0.6	176.2 $\pm$ 77.0	1 — Centre
Vysokyi Zamok Park and Znesinnia Regional Landscape Park	3	1.3 $\pm$ 0.3	24.1 $\pm$ 13.3	1 — Centre
Zalizna Voda Park	2	2.1 $\pm$ 0.1	30.0 $\pm$ 14.8	1 — Centre
Lychakiv Cemetery	2	1.7 $\pm$ 0.1	28.9 $\pm$ 29.6	1 — Centre
Stryisky Park	3	1.6 $\pm$ 0.2	45.2 $\pm$ 41.1	1 — Centre
Znesinnia Regional Landscape Park	2	1.9 $\pm$ 0.3	8.1 $\pm$ 5.5	2 — Periphery
John Paul II Park	2	5.4 $\pm$ 0.1	16.3 $\pm$ 14.6	2 — Periphery
Pogulianka Park	3	2.6 $\pm$ 0.2	25.1 $\pm$ 22.1	2 — Periphery
Snopkivsky Park	1	2.4	14.2 $\pm$ 7.6	2 — Periphery
Holoskivske Cemetery	3	5.6 $\pm$ 0.2	20.9 $\pm$ 18.8	2 — Periphery
Sknyliv Park	2	4.9 $\pm$ 0.1	10.8 $\pm$ 4.7	2 — Periphery
Yaniv Cemetery	2	2.5 $\pm$ 0.2	13.8 $\pm$ 14.3	2 — Periphery
Lychakiv park	1	2.4	41.3 $\pm$ 20.9	2 — Periphery
Bilogorshya Forest	1	5.1	13.4 $\pm$ 7.1	2 — Periphery
Bilogorshya Forest	3	6.1 $\pm$ 0.6	2.6 $\pm$ 2.1	3 — Suburbs
Briukhovychi forest	6	6.8 $\pm$ 0.8	0.5 $\pm$ 1.6	3 — Suburbs
Vynnyky forest	6	5.6 $\pm$ 0.4	2.6 $\pm$ 3.6	3 — Suburbs
Stilske Gorbogirya Regional Landscape Park	10	24.7 $\pm$ 0.5	0.2 $\pm$ 1.0	4 — Native forests
Roztochya Nature Reserve	6	25.6 $\pm$ 1.1	0.2 $\pm$ 0.5	4 — Native forests

Classification of rare species

Legal and regulatory instruments were analysed to assign rarity designations among species. We did not assume that the formal status of a species implied its ecological rarity (Gaston 1994). We did not take into account IUCN status when calculating the mean weight of each status because all taxa had the same status (Least Concern) except the European turtle dove *Streptopelia turtur* (L.).

We used Species of European Conservation Concern (SPEC) categories to assess the rarity of species in Europe (BirdLife International 2017): Non-SPEC (species whose global population is not concentrated in Europe, and whose European population status is currently considered to be Secure); SPEC 3 (species whose global population is not concentrated in Europe, but which is classified as Regionally Extinct, Critically Endangered, Endangered, Vulnerable, Near Threatened, Declining, Depleted or Rare at European level); SPEC 2 (species whose global population is concentrated in Europe, and which is classified as Regionally Extinct, Critically Endangered, Endangered, Vulnerable, Near Threatened, Declining, Depleted or Rare at European level); and SPEC 1 (European species of global conservation concern, i.e. classified as Critically Endangered, Endangered, Vulnerable or Near Threatened at global level).

We used the Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention, BC) and Bonn Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (Bonn Convention, CMS) among international documents that are implemented in Ukraine. We took into account the presence of species in Appendix II (Strictly protected fauna species),

Appendix III (Protected fauna species) and Resolution 6 (listing the species requiring specific habitat conservation measures) of BC and presence of species in Appendix I (Threatened migratory species) and Appendix II (Migratory species requiring international cooperation) of CMS.

The statuses of the third edition of the National Red Book of Ukraine (RB) were used to determine status relative to national laws.

We used an approach similar to that used by Zagorodniuk (2008): the categories of each conservation status ranged from 0 to 1. Thus, RB status was as follows: 1.00 = Vulnerable, 0.75 = Rare, 0.50 = Undefined, and 0.25 = Not Evaluated. Categories of SPEC were as follows: 1.00 = SPEC 1, 0.67 = SPEC 2, 0.33 = SPEC 3, and 0.00 = Non-SPEC; presence in Appendix II of BC = 1.0, Appendix III = 0.5. Presence on the list of Resolution 6 of BC (R6) was considered separately and given a weight of 1.0. The presence in one of two appendices of CMS was given a weight of 0.5, but if present in both a weight of 1.0 was used.

Additionally, we used the mean of weights (MW) as a measure of conservation importance of species, despite the fact that this system of evaluation was used more as a matter of convenience. Species status, distribution among plots and mean weights are listed in Table 2.

Table 2. Breeding bird species, their distribution among plots and conservation statuses

Таблиця 2. Види гніздових птахів, їх поширення на модельних ділянках та природоохоронні статуси

Species	Model plots																Conservation status						
	LC	SP	ZP	FP	VP	OP	HC	YC	PP	LP	AP	BP	BF	VF	KF	RF	RB	IUCN	BC	R6	CMS	SPEC	MW
<i>Accipiter gentilis</i>							+					+	+	+	+	+		LC	2		2		0.3
<i>Accipiter nisus</i>				+		+	+					+	+	+	+	+		LC	2		2		0.3
<i>Acrocephalus palustris</i>					+							+						LC	2				0.2
<i>Aegithalos caudatus</i>	+	+	+			+		+	+			+	+	+	+	+		LC	3		2		0.2
<i>Anas platyrhynchos</i>			+	+						+		+	+	+	+	+		LC	3		2		0.2
<i>Anthus trivialis</i>				+									+	+	+	+	+	LC	2			3	0.27
<i>Asio otus</i>											+	+	+	+	+			LC	2				0.2
<i>Buteo buteo</i>				+			+		+			+	+	+	+	+		LC	2		2		0.3
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	+	+	+		+			+	+		+	+	+	+	+	+		LC	2				0.2
<i>Carduelis carduelis</i>	+	+			+		+		+		+	+	+	+	+			LC	2				0.2
<i>Certhia brachydactyla</i>	+	+	+	+	+	+						+	+			+		LC	2				0.2
<i>Certhia familiaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	LC	2				0.2
<i>Chloris chloris</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		LC	2				0.2
<i>Clanga pomarina</i>																+	RA	LC	2	1	2		0.65
<i>Columba oenas</i>	+	+	+	+	+				+			+	+	+	+	+	VU	LC	3				0.3
<i>Columba palumbus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		LC					0
<i>Corvus corax</i>					+		+	+	+			+	+	+	+	+		-					0
<i>Corvus cornix</i>				+					+		+							LC	3				0.1
<i>Corvus frugilegus</i>					+													LC					0
<i>Cuculus canorus</i>	+				+	+	+				+	+	+	+	+			LC	3				0.1
<i>Cyanistes caeruleus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		LC	2				0.2
<i>Dendrocopos leucotos</i>										+		+	+	+	+	+	RA	LC	2	1			0.55
<i>Dendrocopos major</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		LC	2				0.2
<i>Dendrocopos syriacus</i>						+						+						LC	2	1			0.4
<i>Dryobates minor</i>	+				+				+			+	+	+	+	+		LC	2				0.2
<i>Dryocopus martius</i>									+			+	+	+	+	+		LC	2	1			0.4
<i>Emberiza citrinella</i>					+		+											LC	2			2	0.33
<i>Erithacus rubecula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		LC	2		2		0.3
<i>Ficedula albicollis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		LC	2	1	2		0.5
<i>Ficedula parva</i>												+	+	+	+	+		LC	2	1	2		0.5
<i>Fringilla coelebs</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		LC	3				0.1
<i>Gallinula chloropus</i>													+	+				LC					0
<i>Garrulus glandarius</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		LC					0
<i>Hippolais icterina</i>	+	+	+		+		+		+		+	+	+	+	+	+		LC	2		2		0.3
<i>Jynx torquilla</i>	+		+		+		+	+	+		+	+	+	+	+			LC	2			3	0.27
<i>Lanius collurio</i>							+											LC	3			2	0.23
<i>Leiopicus medius</i>			+	+		+			+			+	+	+	+	+		LC	2	1			0.4
<i>Linaria cannabina</i>	+											+	+	+	+			LC	2			2	0.33
<i>Lophophanes cristatus</i>																+		LC	2				0.2

Species	Model plots																Conservation status							
	LC	SP	ZP	FP	VP	OP	HC	YC	PP	LP	AP	BP	BF	VF	KF	RF	RB	IUCN	BC	R6	CMS	SPEC	MW	
<i>Loxia curvirostra</i>																+	+	LC	2					0.2
<i>Luscinia luscinia</i>				+		+	+						+	+	+	+	+	LC	2			2		0.3
<i>Motacilla alba</i>							+				+							LC	2			2		0.3
<i>Muscicapa striata</i>	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	LC	2			2	2	0.43
<i>Oriolus oriolus</i>	+				+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	LC	2			2		0.3
<i>Parus major</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	LC	2					0.2
<i>Passer domesticus</i>											+	+						LC				3		0.07
<i>Passer montanus</i>					+							+						LC	3			3		0.17
<i>Periparus ater</i>	+							+	+			+	+	+	+			LC	2					0.2
<i>Phoenicurus ochruros</i>	+	+	+		+			+	+	+	+	+	+					LC	2			2		0.3
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>		+			+			+	+		+							LC	2			2		0.3
<i>Phylloscopus collybita</i>	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	LC	2			2		0.3
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	LC	2			2		0.3
<i>Phylloscopus trochilus</i>	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	LC	2			2	3	0.37
<i>Pica pica</i>	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+					LC						0
<i>Picus canus</i>		+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	LC	2	1				0.4
<i>Picus viridis</i>					+										+		+	VU	LC	2				0.4
<i>Poecile montanus</i>		+	+		+	+		+	+			+	+	+	+	+	+	LC	2			3		0.27
<i>Poecile palustris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	LC	2					0.2
<i>Prunella modularis</i>																+	+	LC	2					0.2
<i>Regulus ignicapilla</i>													+		+	+	+	NE	LC	2		2		0.35
<i>Regulus regulus</i>												+	+	+		+		LC	2			2		0.33
<i>Serinus serinus</i>	+				+			+	+	+	+							LC	2			2		0.33
<i>Sitta europaea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	LC	2					0.2
<i>Spinus spinus</i>									+					+	+	+		LC	2					0.2
<i>Streptopelia decaocto</i>	+	+	+	+	+			+	+	+	+							LC	3					0.1
<i>Streptopelia turtur</i>												+	+	+	+			VU	3			2	1	0.4
<i>Strix aluco</i>				+	+				+			+	+	+	+			LC	2					0.2
<i>Strix uralensis</i>													+	+	+	+	+	UN	LC	2	1			0.5
<i>Sturnus vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	LC					3	0.07
<i>Sylvia atricapilla</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	LC	2			2		0.3
<i>Sylvia borin</i>					+		+					+	+	+				LC	2			2		0.3
<i>Sylvia communis</i>					+						+	+				+		LC	2			2		0.3
<i>Sylvia curruca</i>	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+			LC	2			2		0.3
<i>Tachybaptus ruficollis</i>					+									+				LC	2			1,2		0.4
<i>Troglodytes troglodytes</i>	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	LC	2					0.2
<i>Turdus merula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	LC	3			2		0.2
<i>Turdus philomelos</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	LC	3			2		0.2
<i>Turdus pilaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							LC	3			2		0.2
<i>Upupa epops</i>												+	+		+			LC	2					0.2

Notes. Model plots are signed as LC — Lychakiv cemetery, SP — Stryisky Park, ZP — Zalizna Voda Park and Snopkivsky Park, FP — Ivan Franko Park, VP — Vysokyi Zamok Park and Regional Landscape Park “Znesinnia”, OP — John Paul II Park, HC — Holoskivske Cemetery, YC — Yaniv Cemetery, PP — Pogulianka Park, LP — Lychakiv park, AP — Sknyliv Park, BP — Bilogorsha Forest, BF — Briukhovychi forest, VF — Vynnyky forest, KF — Regional Landscape Park “Stilske Gorbogirya”, RF — “Roztochya” Nature Reserve. Conservation statuses are signed as RB — National Red Book of Ukraine (RA — Rare, VU — Vulnerable, NE — Not Evaluated, UN — Undefined), IUCN — IUCN 3.1. Red List global status, BC — Bern Convention appendices, R6 — Resolution 6 of Bern Convention, CMS — Bonn Convention appendices, SPEC — SPEC status, MW — mean conservation weight value.

Примітки. Модельні ділянки відмічено як LC — Личаківське кладовище, SP — Стрийський парк, ZP — парк «Залізна вода» і Снопківський парк, FP — Парк імені Івана Франка, VP — Парк «Високий замок» та РЛП «Знесіння», OP — Парк імені Івана Павла II, HC — Голосківське кладовище, YC — Янівське кладовище, PP — лісопарк «Погулянка», LP — Личаківський парк, AP — Скнулівський парк, BP — лісопарк Білогорща, BF — Брюховицький лісовий масив, VF — Винниківський лісовий масив, KF — РЛП «Стільське Горбогір'я», RF — Природний заповідник «Розточчя». Охоронні статуси видів відмічено як RB — Червона книга України (RA — Рідкісний, VU — Вразливий, NE — Неоцінений, UN — Недостатньо відомий), IUCN — глобальний статус Червоного списку МСОП, BC — додатки Бернської конвенції, R6 — Резолюція №6 Бернської конвенції, CMS — додатки Боннської конвенції, SPEC — статус SPEC, MW — середня вага охоронних статусів виду.

Statistical analysis

Statistics were calculated in R 4.0.1. (R Core Team 2020) using the RStudio integrated development environment (1.3.959) and libraries xtable, usedist, rcompanion, ggpubr, gvlma, mbml. The

map was designed in QGIS (Open Source Geospatial Foundation Project) using satellite imagery of Bing and Google Maps with postprocessing in FastStone Image Viewer (FastStone Soft).

Data were transformed for analyses to reduce dimensionality into eigenvectors. The status weights were used to reduce the transect densities for each species to weighted sums of densities.

The raw data were presented as a matrix of density values (pairs per transect, equivalent to a belt transect area of 500 m × 100 m = 5 ha) of species by transect. The density of a species on a transect was presumed to be equal to the maximum number of pairs observed during three consecutive counts. Before the data were transformed, they were presented as a matrix of density values d (pairs/5 ha) of the species s on the transect t , or $d_{s,t}$. In addition, each species had the defined status weight (one of six conservation statuses CS) w_{CS} . To calculate the weighted densities of species we transformed the initial matrix into six matrices with values of $d_{s,t} \cdot w_{CS}$. This action allowed us to summarise weighted densities for each transect taken as $\sum d_{s,t} \cdot w_{CS} = d_{1,t} \cdot w_{CS} + d_{2,t} \cdot w_{CS} + \dots + d_{S,t} \cdot w_{CS}$ for S species registered on the transect. Thus, we received six values per transect that corresponded to each conservation status and were used in further statistical analysis.

The census data collected in previous studies (from 2012 to present) was also used to assess the species diversity on plots. These data were not used in statistical analysis, but instead were used in Table 2. This information can be essential because transect method implies ignoring all birds outside the transect, therefore we get relatively precise density data, but species list could be incomplete.

We used Shapiro-Wilk test to check the normality of raw data — vectors of weighted values. Also, to check a suitability of parametrical methods, we used this test to check the normality of residuals of ANOVA and linear model. Zone of degree of urbanization was used in ANOVA as a predictor. Although, a simple linear model needs a continuous predictor, and we used the natural logarithm of distance between the transect and city centre (49°50'22.8"N, 24°1'46.6"E) in this role. Linear models were also checked with global validation of linear model assumptions (Peña & Slate 2006) using *gvlma* in R. All of the above signified that parametrical methods could be used in limited cases in our data (Table 3 & 4).

Thereby, we used non-parametric analogous methods: Kruskal-Wallis test was used instead of ANOVA and Kendal-Theil Sen Siegel nonparametric linear regression instead of linear model.

Table 3. Shapiro-Wilk tests of raw data vectors of weighted densities and residuals of ANOVA and linear models
Таблиця 3. Результати тесту Шапіро-Уїлка для векторів вихідних значень зважених щільностей та залишків ANOVA й лінійних моделей

Status weight	Raw vector		ANOVA residuals		Linear model residuals	
	W	p	W	p	W	p
RB	0.727	<0.001	0.917	<0.001	0.797	<0.001
BC	0.987	0.793	0.976	0.281	0.984	0.648
R6	0.940	0.006	0.954	0.025	0.957	0.037
R6-FA	0.779	<0.001	0.933	0.003	0.918	<0.001
CMS	0.971	0.173	0.979	0.424	0.983	0.589
SPEC	0.821	<0.001	0.902	<0.001	0.888	<0.001
MW	0.987	0.761	0.983	0.578	0.987	0.763
OD	0.955	0.028	0.961	0.058	0.974	0.237

Table 4. Global validation of linear models' assumptions with a logarithm of distance from the city centre as a predictor
Таблиця 4. Глобальна валідація припущень лінійних моделей із логарифмованою дистанцією від центру міста в якості предиктора

Validation	Dependent variable status weight							
	RB	BC	R6	R6-FA	CMS	SPEC	MW	OD
Global	–	+	+	+	+	–	+	+
Skewness	–	+	+	–	+	–	+	+
Kurtosis	–	+	+	+	+	–	+	+
Link function	+	+	+	+	+	+	+	+
Heteroscedasticity	–	+	+	+	+	–	+	+

Results

Primarily, the appropriateness of comparison of the logarithm of the distance from the centre with a zone of degree of urbanization has to be verified. Those logarithms are not distributed normally ($W = 0.906$, $p < 0.001$), so we checked this with Kruskal-Wallis test: $KW \chi^2 = 51.964$, $p < 0.001$. Therefore, we could use the logarithm of the distance from the city to assess the trend of weighted densities' changes throughout the urban gradient.

As it was mentioned above, not all raw vectors of weighted densities had a normal distribution neither residuals of parametrical models did. Thus, parametrical models are not acceptable for analysis of variations of weighted densities with weights of RB, R6, SPEC statuses used (Table 3).

Zone of degree of urbanization was not a good predictor of Red Book weighted density status in Kruskal-Wallis test (Table 5). Given that most "red-book" species in our data lacked any estimates of density (only 5 species' densities are known precisely: the stock dove *Columba oenas* L. and the Eurasian green woodpecker *Picus viridis* L. are Vulnerable, the white-backed woodpecker *Dendrocopos leucotos* (Bechstein) is Rare, the Ural owl *Strix uralensis* Pallas is Undefined, the common firecrest *Regulus ignicapilla* (Temminck) is Not Evaluated), we assumed that analysis of densities of those species would be inappropriate.

Table 5. Results of Kruskal-Wallis test with a zone of degree of urbanization as a predictor and results of Kendal-Theil Sen Siegel nonparametric linear regression with a logarithm of distance from the centre as a predictor; weighted densities were used as a dependent variable in both models

Таблиця 5. Результати тесту Крускала-Валліса із зонами ступеню урбанізованості в якості предиктора та результати непараметричної лінійної регресії із логарифмованою дистанцією від центру міста в якості предиктора; зважені щільності були використані в якості залежної змінної в обох моделях

Status weight	Kruskal-Wallis test		Nonparametric linear regression			
	KW χ^2	p-value	Intercept	Intercept p-value	Coefficient	Coefficient p-value
RB	9.333	0.025	0.000	0.609	0.000	0.003
BC	23.885	<0.001	38.865	<0.001	-4.133	<0.001
R6	16.852	<0.001	2.181	<0.001	0.000	0.098
R6-FA	4.108	0.250	0.000	<0.001	0.000	0.147
CMS	40.185	<0.001	14.981	<0.001	-2.855	<0.001
SPEC	16.017	0.001	1.206	<0.001	-0.299	<0.001
MW	26.515	<0.001	11.698	<0.001	-1.374	<0.001
OD	36.559	<0.001	58.035	<0.001	-9.402	<0.001

The sums of weighted densities of species listed in appendices of the Bern Convention were related significantly to zones of degree of urbanization. Nonparametric linear regression supported the trend of this relation (see Fig. 2, b): the closer to the city centre transect is, the higher weighted density is observed.

Some species listed in Resolution 6 of Bern Convention preferred distant plots from the city (such as the white-backed woodpecker, the red-breasted flycatcher *Ficedula parva* (Bechstein), and the Ural owl) and others were distributed evenly throughout all plots (the collared flycatcher *Ficedula albicollis* (Temminck), the middle spotted woodpecker *Leipicus medius* (L.), and the gray-faced woodpecker *Picus canus* Gmelin). In the latter case, the even distribution can compensate for the variance in weighted densities, which makes this analysis uninformative: it concerns the collared flycatcher especially, as this species is frequent in forests of western Ukraine (Hnatyna 2017) (row "R6-FA" in Table 5 means weighted densities with the collared flycatcher density ignored). In both cases, the significance of variation of weighted densities of R6 species throughout the urban gradient is unclear. When the collared flycatcher densities are not ignored (row "R6"), variation of weighted densities in different zones of degree of urbanization can be seen without any visible trend (Fig. 2, c). Pairwise comparisons using Wilcoxon rank test (with Benjamini & Hochberg p-value adjustment method) showed that

weighted densities are significantly different in zones of degree of urbanization of 2 and 3 ($p = 0.001$), 2 and 4 ($p = 0.034$), 1 and 2 ($p = 0.034$).

The negative coefficient of a nonparametric linear model with CMS statuses weights implied that the abundance of species protected by CMS was lower on transects in more native forests (Fig. 2, d).

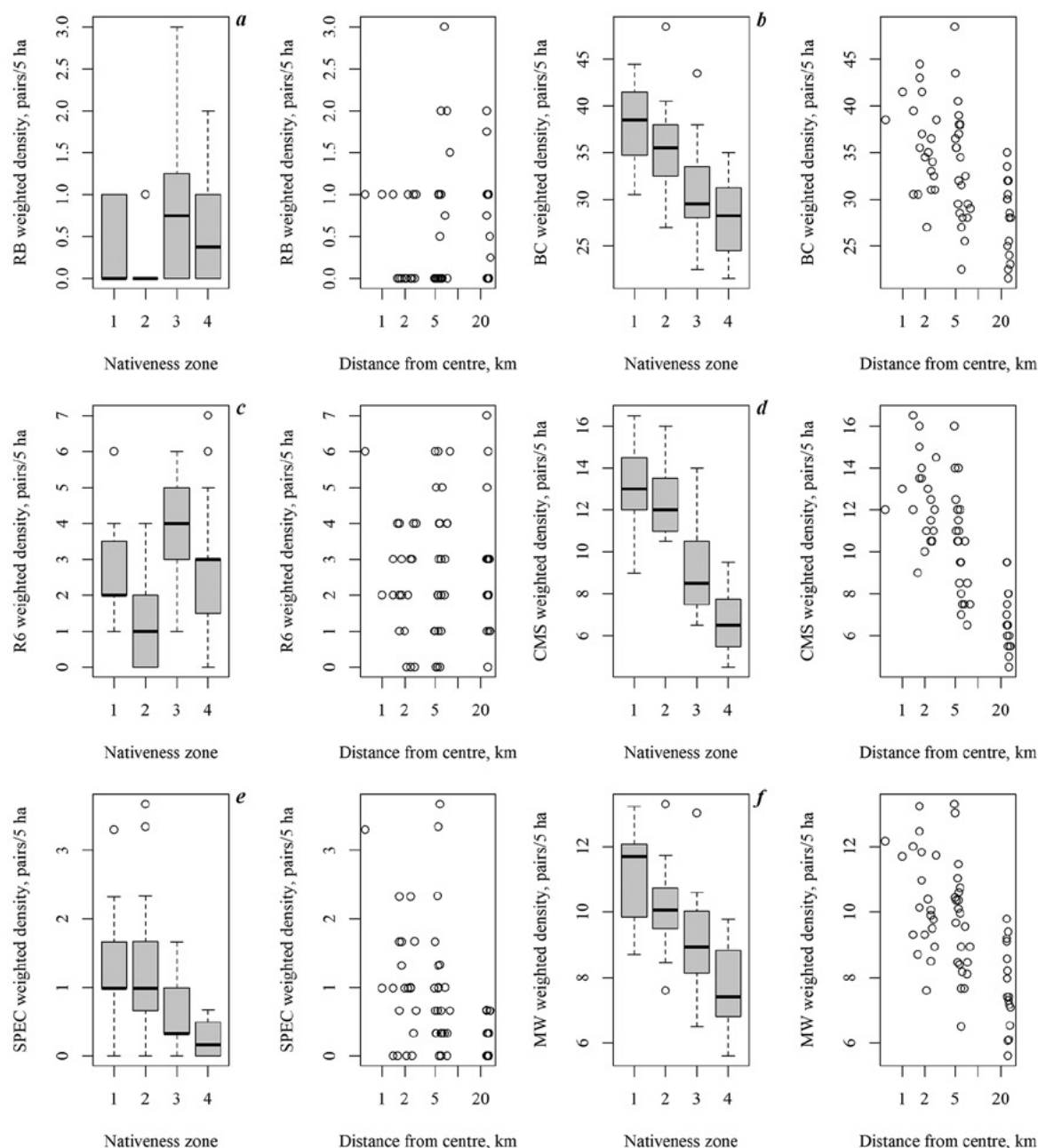


Fig. 2. Weighted densities of breeding birds relatively to the zone of degree of urbanization and distance from the centre of Lviv. Weights correspond to the following statuses: *a* — National Red Book of Ukraine, *b* — Bern Convention, *c* — Resolution 6 of the Bern Convention (*Ficedula albicollis* is not ignored), *d* — Bonn Convention, *e* — SPEC, *f* — mean weight of conservation statuses.

Рис. 2. Зважені щільності населення гніздових птахів відносно зони нативності лісової екосистеми і дистанції від центру міста. Ваги відповідають наступним статусам: *a* — Червона книга України, *b* — Бернська конвенція, *c* — Резолюція № 6 Бернської конвенції (із мухоловкою білошиєю), *d* — Боннська конвенція, *e* — SPEC, *f* — усереднена вага природоохоронних статусів.

Weighted density of SPEC species was significantly predicted by zones of degree of urbanization with a significant decline in more native forests (Fig. 2, e). Zone of degree of urbanization was a significant predictor of SPEC weighted densities between zones 1 and 4 ($p = 0.004$) and 2 and 4 ($p = 0.004$) (pairwise comparisons using Wilcoxon rank test).

The mean weight of conservation status can be described as an integral conservation value of a species. However, it gives the same value to all the conservation statuses we used, so it makes our formal approach to assess the rarity of species even more formal. As it was in previous cases, weighted densities significantly vary on different zones of degree of urbanization and the trend of this variance is to decrease in more native forests.

When the overall density of breeding birds is analysed (rows “OD” in Tables 3–5), it can be seen that all of the significant results above are the same as the trend of birds’ overall density in urban gradient: the overall population of birds, irrespective of their taxa and their conservation status, is more dense in parks of the city than in native forests.

Correlation of weighted densities of those statuses that returned significant results with an overall density vector is also significant. Thus, Pearson correlation between BC weighted densities and overall densities is $R = 0.919$ ($p < 0.001$), between CMS weighted densities and overall densities is $R = 0.885$ ($p < 0.001$), between SPEC weighted densities and overall densities is $R = 0.927$ ($p < 0.001$).

Discussion

Our conclusion, in general, is that the density of rare species is lower outside the city, in native forests that belong to PAs. However, the density of breeding birds of all species was higher in urban parks than in native forest.

Such findings might be attributed to a difference in track lengths if we had used routes of different lengths. However, the study was designed to avoid such problems, so all of the study units used linear transects with equivalent areas and lengths. We assume that densities of breeding forest birds certainly depend on transect position, so that a higher density may be expected in urban parks more so than in native forest outside the city.

It is notable that the significant results returned by statistical models concerned those statuses that are commonly assigned to species. Weighted densities with weights of BC, CMS and SPEC statuses, whose negative regression coefficients were significant, correlated significantly with density of all species, which is obvious because they were derived from the last one. When we analysed weighted densities by the mean weight of status, there were not so many species that did not have any conservation status (see Table 2), so it is obvious that a big part of variance remains after data transformation and models return significant results.

It is assumed that species diversity and quantitative density can be higher in cities in the works of different authors. The species diversity cannot be discussed from the positions of our work to compare our results with others, additionally, more habitat types except forest ecosystems should be analyzed to make objective conclusions (Blair 1996). With regard to density, in general, it is thought that moderately built-up areas contain bird communities with higher densities (Tratalos *et al.* 2007). This fact can be explained by the additional food resources, local microclimate associated with urban habitats and invasion patterns of urbanized species (Møller *et al.* 2012). Higher densities of breeding birds have been previously documented in more urbanized areas. For example, bird abundance may increase across an urban gradient with a bimodal distribution and the highest abundance of invasive species in the most urbanized areas and the highest abundance of indigenous species in residential areas with high vegetation (Clergeau *et al.* 1998). An increase in overall bird density is a common phenomenon in central and north-western European cities (Tomiałojć 1998). Avifauna of eastern European cities, such as Lviv, shares this feature as evidenced by our findings, although the timing (when exactly this fact became true) is under question because of the lack of studies in this field.

The above mentioned touches the topic of the “luxury effect”, but researches concerning this ecological effect are usually applied to the whole urban and non-urban habitat with a diversity of habitat types (Chamberlain *et al.* 2019). In contrast, we have studied only forest-like habitats, which explains the linearity of density changes in urban gradient.

Conclusions

Within the region of Lviv and its outskirts, the densities of forest breeding birds listed in the appendices of the Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats and the Bonn Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals, as well as of species with Species of European Conservation Concern status, exhibit a strong, positive relationship with a degree of urbanization of a forest. We were unable to assess species with statuses in the National Red Book of Ukraine and Resolution 6 of Bern Convention because of insufficient sample sizes for quantitative assessments.

Our approach, taking into account several conservation statuses of species, shows that species who are formally designated as rare species (i.e. species with many conservation statuses) are at higher densities in urban parks than in native forests.

We are not implying that protected areas serve no value, but our findings suggest that conservation management of forests within the Lviv region is ineffective for the conservation of rare forest breeding birds. More confidently, we assume that our results point at the general density patterns of breeding birds within urban gradients, at least for single forest-like habitat types. In terms of nature conservation, urban parks may play an essential role as valuable nature conservation sites, especially for the conservation of rare species. From the perspective of urban ecology, bird community density patterns are being affected by anthropogenic pressure, leading to a corresponding change in the density of rare species.

Acknowledgements

We are grateful to Dr. Eric L. Walters (Old Dominion University) for his valuable advice and vital help while editing the manuscript. We are also grateful to anonymous peer-reviewers whose critical advices were essential for completing this paper.

The collection of quantitative data for this work was made under the support of “Dovkolobotanka” community.

References

- Arcese, P., A. R. E. Sinclair. 1997. The role of protected areas as ecological baselines. *Journal of Wildlife Management*, **61** (3): 587–602. <https://doi.org/10.2307/3802167>
- Beresford, A.E., G. M. Buchanan, P. F. Donald, S. H. M. Butchart, L. D. C. Fishpool, C. Rondinini. 2011. Poor overlap between the distribution of Protected Areas and globally threatened birds in Africa. *Animal Conservation*, **14** (2): 99–107. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2010.00398.x>
- Bhagwat, S. A., C. G. Kushalappa, P. H. Williams, N. D. Brown. 2005. The role of informal protected areas in maintaining biodiversity in the Western Ghats of India. *Ecology and Society*, **10** (1): 1–40. <https://doi.org/10.5751/ES-01285-100108>
- BirdLife International. 2017. European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities. *BirdLife International*, Cambridge, 1–170.
- Blair, R. B. 1996. Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*, **6** (2): 506–519. <https://doi.org/10.2307/2269387>
- Burgess, N., W. Küper, J. Mutke, J. Brown, S. Westaway, S. Turpie, C. Meshack, J. Taplin, C. McClean, J. C. Lovett. 2005. Major gaps in the distribution of protected areas for threatened and narrow range Afrotropical plants. *Biodiversity and Conservation*, **14** (8): 1877–1894. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-1299-2>
- Burgess, N. D., C. Rahbek, F. W. Larsen, P. Williams, A. Balmford. 2002. How much of the vertebrate diversity of sub-Saharan Africa is catered for by recent conservation proposals? *Biological Conservation*, **107** (3): 327–339. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00071-X](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00071-X)
- Chamberlain, D. E., D. A. W. Henry, C. Reynolds, E. Caprio, A. Amar. 2019. The relationship between wealth and biodiversity: a test of the luxury effect on bird species richness in the developing world. *Global Change Biology*, **25** (9): 3045–3055. <https://doi.org/10.1111/gcb.14682>

- Clergeau, P., J.-P. L. Savard, G. Mennechez, G. Falardeau. 1998. Bird abundance and diversity along an urban-rural gradient: a comparative study between two cities on different continents. *Condor*, **100** (3): 413–425. <https://doi.org/10.2307/1369707>
- Gaston, K. J. 1994. *Rarity*. Chapman & Hall, London, 1–205.
- Gorban, I., J. Tsaryk. 2012. Heterotrophic indicators of natural ecosystems state. *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*, **58**: 209–220. [In Ukrainian]
- Hnatyna, O. S. 2017. Report of the curator of the Data base of nests and clutches of the birds for 2016–2017. *Troglodytes. Proceedings of the West-Ukrainian Ornithological Society*, **8**: 113–118. [In Ukrainian]
- Lopoukhine, N. 2008. Protected areas — for life's sake. In: L. Janishevski, K. Noonan-Mooney, S. B. Gidda, K. J. Mulongoy, comps. *Protected Areas of Today's World: Their Values and Benefits for the Welfare of the Planet*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, 1–3.
- Møller, A. P., M. Diaz, E. Flensted-Jensen, T. Grim, J. D. Ibáñez-Álamo, J. Jokimäki, R. Mänd, G. Markó, P. Tryjanowski. 2012. High urban population density of birds reflects their timing of urbanization. *Oecologia*, **170**: 867–875. <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2355-3>
- Peña, E. A., E. H. Slate. 2006. Global validation of linear model assumptions. *Journal of the American Statistical Association*, **101** (473): 341–354. <https://dx.doi.org/10.1198%2F016214505000000637>
- Phillips, A. 2004. The history of the international system of protected area management categories. *International Journal for Protected Area Managers*, **14** (3): 4–14.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing Vienna, Austria (<https://www.R-project.org>).
- Rodrigues, A. S. L., S. J. Andelman, M. I. Bakarr, L. Boitani, T. M. Brooks, R. M. Cowling, L. D. C. Fishpool, G. A. B. da Fonseca, K. J. Gaston, M. Hoffman, J. S. Long, P. A. Marquet, J. D. Pilgrim, R. L. Pressey, J. Schipper, W. Sechrest, S. N. Stuart, L. G. Underhill, R. W. Waller, M. E. J. Watts, X. Yan. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature*, **428**: 640–643. <https://doi.org/10.1038/nature02422>
- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era? *Biological Conservation* **83** (3): 247–257. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00081-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00081-5)
- Tomiałojć, L. 1998. Breeding densities in some urban versus non-urban habitats: the Dijon case. *Acta Ornithologica*, **33**: 159–171.
- Tratalos, J., R. A. Fuller, K. L. Evans, R. G. Davies, S. Newson, J. J. D. Greenwood, K. J. Gaston. 2007. Bird densities are associated with household densities. *Global Change Biology*, **13** (8): 1685–1695. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01390.x>
- Zagorodniuk, I. 2008. Rare and valuable fauna and criteria of species rarity. *Proceedings of the Theriological School*, **9**: 7–20. [In Ukrainian]

Види-ідеї, матеріальні види та концепт видовості (про реальність виду, типи видів та їх різноманіття)

Ігор Загороднюк 

Національний науково-природничий музей НАН України (м. Київ, Україна)

Theoretical and material species and the concept of speciesness (about the reality of species, types of species and their diversity). — I. Zagorodniuk. — A consistent system of transitions between the concepts of species as ideas and species as forms of differentiation of living things is considered, in the form of subsequent steps from the primary nominalistic to the modern understanding of species as a level of separateness and differentiation of living things. The scheme includes 24 gradual steps in the development of knowledge, divided into several blocks. The first of them is the section “21 steps to understanding the species — from the species-idea to the species-individual”, which includes three groups of 7 positions: the first seven positions analyse the species as an idea and as a phenomenon, the next seven — situations of the cycle “species–semi-species–non-species”, and the next seven present ways to restructure knowledge (3) and the content of a new synthesis (4). The second part includes three final sections important for the new synthesis: “Keys to understanding: types of species?”, “Keys to understanding: autonomous reproductive systems”, and “Towards a new paradigm”. To explain the system of transitions between the species as a name and morphological species, the concept of eidological hexagon is proposed, which reflects the links between all components of the nominalistic and typological concepts of the species. It is shown that species as concepts and as units of description of biotic diversity should be recognised as two different modi of evolutionary development of populations — in relation to phylogenetics as a level of evolutionary separateness, and in relation to biotic communities as a level of ecological separateness. At the heart of the new idea, it is proposed to consider the evolution of phyla in the composition of communities as another plane relative to the phylogenetic (and morphogenetic) component of the evolutionary process, as the evolution of states of speciesness. “Types of species” are recognised as a normal state of diversity of living things, and in the process of development of taxa and communities (eventually, phyla and ecosystems), the living matter at different phases and in different conditions of its existence can pass through different states of speciesness. The latter allows us to talk about the evolution of species as states of differentiation of living things, along with the “normal” phyletic evolution, which is manifested in changes in morphology, genetics, and biogeography of populations. The idea of polyspecies can be seen as a new step in the development of the idea of pluralism of species concepts, the essence of which is to recognise the diversity of species in different groups, different contexts, and different situations. However, the idea of “types of species” is related not so much to concepts as to the real diversity of speciesness.

Key words: species concepts, species as idea, species as category, speciesness, diversity of concepts.

Пам'яті Сергія Парамонова (1894–1967), одного з найвизначніших українських ейдологів та з нагоди 80-річчя видання його праці «Чи можлива побудова єдиної біологічної системи нижчих таксономічних одиниць» (Парамонов 1940), в якій дослідник найближче підійшов до вирішення тих задач, яким присвячено цю працю.

Вид та його морфологічна складова

Ідея цього тексту визрівала давно, проте остаточно сформувалася після прочитання однієї фрази у статті Євгена Писанця, вміщеної у першому випуску «Природничої музеології»: «колекційні зразки є єдиними матеріальними носіями інформації з біорізноманіття, які підлягають перевірці» (Писанець 2009: 11). По-суті, мова має йти про розмежування містичного та фактичного біорізноманіття, проте з обережністю, оскільки і «фактичне» може бути містичним. Значення колекцій при описах біорізноманіття (БР) є надвеликим, як і їхнє значення в обґрунтуванні концепцій та критеріїв виду. Розуміючи вид як ключовий елемент диференціації живого на рівні біотичних спільнот (Загороднюк & Ємельянов 2003), ми одночасно розуміємо, що практику оцінки такої диференціації можна розвивати на спрощених моделях, якими є колекції, і більш складних уявних моделях.

Correspondence to: Igor Zagorodniuk; National Museum of Natural History, NAS Ukraine; Bohdan Khmelnytsky St. 15, Kyiv, 01030 Ukraine; e-mail: zoozag@ukr.net; orcid: 0000-0002-0523-133X

Звісно, колекції не відбивають всієї мінливості в популяціях чи структуру біотичних угруповань, хоча такі оцінки також можливі (Загороднюк 2017). Проте колекції роблять можливою верифікацію теоретичних конструкцій, включно з аналізом таких абстракцій, як «вид» та «мінливість», і дозволяють проводити новий аналіз матеріалу та його ревізію новішими методиками. Іншими словами, колекції забезпечують об'єктивізацію описів видів через такі три ключові особливості, як: ознаки, мінливість, відмінності. Попри обмеження масиву доступних для ревізії даних колекційними зразками і морфологічними ознаками, можливість такого аналізу стала нормою, і ця ключова особливість колекцій урівнює всі таксони через морфологічну концепцію виду. Базова теза попперизму — верифікованість, або спростовуваність (Лакатош 2013) — у стосунку до біорізноманіття стає дедалі актуальнішою через три фактори: 1) збільшення спектру методів виявлення таксономічної гетерогенності, 2) дедалі більше звуження критеріїв виду, 3) формування широкого пулу фахівців, дотичних до прийняття таксономічних рішень.

Цю працю автор присвячує пам'яті одного з найяскравіших українських ейдологів і найбільш примітних науковців Зоологічного музею УАН, який нині у складі Національного науково-природничого музею НАН України, — *Сергія Парамонова* (1894–1967). Його цикл праць про проблеми виду, виданих у час роботи в Музеї у 1934–1943 роках (Парамонов 1934, 1935, 1937, 1940, 1943 та ін.), став базисом для розвитку систематичних досліджень і осмислення різноманіття перед тим описаних форм, що мало стати теоретичним підґрунтям для наступного періоду узагальнень стосовно складу флори і фауни України. Ключовою, з точки зору теми цієї праці, є стаття 1940 року «Чи можлива побудова єдиної біологічної системи нижчих таксономічних одиниць» (Парамонов 1940), в якій автор послідовно доводить неможливість визначення виду як універсальної категорії і нерівнозначність «видів» в різних систематичних групах, проте важливість пошуку спільних концептів через способи і стадії видоутворення та напрямки еволюційних змін у філетичних лініях. Це було рівно 80 років тому. Важливим став наступний 1941 рік, коли Парамонов виступив на Конференції з вивчення флори і фауни УРСР (5–10 травня 1941 р. в Києві) з доповіддю «Проблема виду в зоології» (Шаповал 2016).



Рис. 1. Із початків ейдології. Фрагмент фрески Рафаеля «Афінська школа», на якому зображено Платона (ліворуч) і Арістотеля (праворуч). Картину тлумачать як дискусію двох протилежностей: за Вікіпедією, Арістотель вказує на землю, що відображає його віру в пізнання через емпіричне спостереження і досвід, в той час як Платон вказує на небеса, що відображає його віру у форму — *ейдос*.

Fig. 1. From the beginning of eidology. A fragment of Raphael's fresco "School of Athens", which depicts Plato (left) and Aristotle (right). The picture is interpreted as a discussion of two contraries: according to Wikipedia, Aristotle points to the earth, which reflects his faith in knowledge through empirical observation and experience, while Plato points to the heavens, which reflects his faith in the form — *eidos*.

21 крок до розуміння виду — від виду-ідеї до виду-окремішності

Розглянемо особливості еволюції парадигмальних знань і закономірності їх переходів від первинних номіналістичних концепцій виду до морфологічних, біологічних, філетичних, екологічних та врешті до ідеї плюралізму концептів, а з неї — до уявлень про «види видів», стан «видовості» та об'єктивність існування різних реальностей видів. (Термін «видовість» автор вживає з 2002 р.: Загороднюк 2002; Загороднюк & Ємельянов 2003; його зміст приблизно такий самий, як у терміна «specieness» у праці Casetta 2014).

Власне, останній перехід і є формуванням нової парадигми через перенесення уваги з номіналістичних, таксономічних чи філетичних концептів виду на концепт виду як окремішності, в усіх його іпостасях, а надто — в екологічних, як члена біотичних угруповань. Угрупування і є середовищем існування та простором реалізації виду як явища. Звісно, у формі популяції та у складі гільдії. Останнє найбільш відповідає екологічній концепції виду, якої дотримується і яку розвиває автор (Загороднюк & Ємельянов 2003), а в мірили великих географічних популяцій, тобто в біогеографічному аспекті, — як ампліфікована система (Загороднюк 2004), яку стабілізують (буферизують) панміксія у біпарентальних організмів або паралельний перенос чи каналізований розвиток у інших.

Подальший виклад має таку структуру. Перші сім позицій аналізують вид як ідею та як феномен, наступні сім — ситуації циклу «вид-недовид-невид», подальші сім — шляхи до перебудови знань (3) та зміст нового синтезу (4). З цього циклу перші 17 модулів — те, що стоїть на шляху до нового синтезу.

1. Вид як зразок та як назва, ейдологічний гексагон. Більшість дослідників сприймають види через конкретні зразки, які несуть певний набір особливостей, і фактично ніколи не задумуються над тим, що таке «вид» (Камелин 2016). Тобто конкретну особину називають словом «вид» і застосовують до неї видову назву. Так само усвідомлення виду як надорганізованої системи, по суті абстракції, веде до визнання виду саме як назви, яка є відповідником абстракції навіть більше, ніж типовий зразок. Натомість формування ідеї виду як елементу біорізноманіття, що й складає таїнство його ідеації (*sensu* Любарский 2015), відбувається *не з огляду на тип*, а з огляду на весь комплекс даних та їх бачення дослідником, що складає гіподигм. Ідеація по суті робить дослідника несвідомим прибічником семіотичної концепції виду, оскільки весь масив даних аналізується у координатах «свій-чужий». Проте у підсумку все повертається до поняття типового зразка, тобто до типологічної концепції. Одним із факторів повернення до типології є те, що семіотична концепція вимагає ідеації через аналіз панміксії та асортативного схрещування (напр.: Kull 2016), що недоступно на колекційних зразках.

Саме тому колекції як матеріальні носії інформації про БР (Писанець 2009) — це, насамперед, типові зразки та еталонні колекції, а по-суті — основа типологічної (морфологічної) концепції виду. Остання не єдина, проте домінантна, через прямий зв'язок між видом-назвою й видом-формою, який реалізується двома способами (рис. 2) — через тип і типову серію або через опис та гіподигм. І ця концепція, попри свою об'єктивність (*бо є фактичні носії видової назви*), через неповноту порівняльного матеріалу та відсутність достатніх відомостей про мінливість ознак часто сама є причиною існування і тривалого збереження в класифікаціях номіналістичних видів⁴. Примат назви забезпечений міжнародними кодексами біологічної

¹ Формально до гіподигму входять всі досліджені матеріали, а також вся сукупність інших зібраних дослідником даних, включно з ареалом, біологією, екологією, онтогенезом, характером мінливості.

² Цей перехід від типології до семіотики є цікавим з точки зору психології дослідження, оскільки фактично дослідник занурюється «всередину» виду, що проходить ідеацію.

³ Наприклад, різні типи зразків — черепи проти шкірок, личинки проти дорослих, самці проти самок.

⁴ Прикладом є фантомний гризун «полівка баварська» (*Terricola bavaricus*), якого десятиліттями переносять з огляду в огляд. На думку автора, такий «малий» вид є частиною іншого, ймовірно *Terricola multiplex* (публікації 1989–1991 pp.), проте на думку інших — *Terricola liechtensteini* (Martínková et al. 2007).

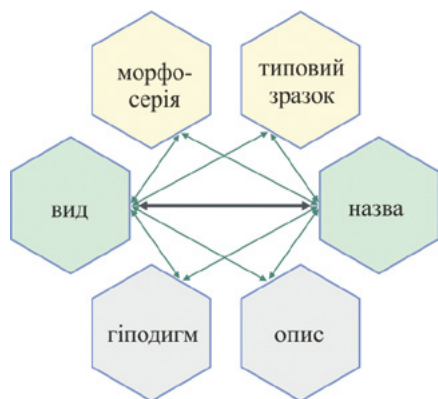


Рис. 2. Ейдологічний гексагон: коло концептів «вид – морфо-серія – тип – назва – опис – гіподигм». Система переходів від «виду» до «назви» часто є скороченою, і в системі знань про природу нерідко є види-назви, без типів та однозначних описів, хоча інколи їх і можна класифікувати (див. рис. 3). Верхня півкуля відповідає переважно морфологічній (типологічній) концепції виду, нижня півкуля — семіотичній концепції виду. Перший шлях від назви до виду (типологічна модель) йде через множину (особин, серії, популяції), другий шлях (семіотична модель) — через одинину, цілісну окремішність. Існує й номіналістична модель, в якій є лише пара «вид/назва».

Fig. 2. Eidological hexagon: a range of concepts “species – morpho-series – type – name – description – hypodigms”. The system of transitions from “species” to “name” is often shortened, and the system of knowledge about nature often has species-names, without

types and unambiguous descriptions, although sometimes they can be classified (see Fig. 3). The upper semicircle corresponds mainly to the morphological (typological) concept of the species, the lower semicircle — to the semiotic concept of the species. The first way, from name to species (typological model) goes through the plural (individuals, series, populations), the second way (semiotic model) — through the singular, integral individuality. There is also a nominalist model, which is based only on the pair “species / name”.

номенклатури (зокрема МКЗН 2003), які постулюють, що носієм назви є типовий зразок або опис, тобто текст. І назва часто замінює іншу інформацію — для фахівця за нею криється діагноз, і таксономічна історія, а часто й уявлення про ареал, поліморфізм та географічну мінливість. Для аматора назва часто важлива сама по собі: вона виступає найбажанішою характеристикою, і часто саме отримання інформації про неї магічним способом заспокоює допитливого природолюбця.

2. Види-назви як фантоми, їхні ознаки та біотопи. Види-назви — нормальна практика фолк-таксономії: їхні описи неповні, а типові зразки відсутні. Чупакабра, Нессітера⁵, Єті, Даху — це також види, окремішності, ідеї, назви, привиди, проте вони не підлягають верифікації, оскільки їхні ознаки по суті невідомі. Їх визнання чи спростування — тривалий процес, зокрема через брак матеріалу. Формування таких видів-назв — результат розвитку уявлень про біорізноманіття більше, ніж про класифікацію, і саме тому фантоми часто виявляються самостійними назвами, без гіперонімів. Ситуацію ускладнює те, що фолк-номенклатура в нормі обходиться родовидами, тобто видові назви є самостійними іменниками, біомізація яких є проблемною (Загороднюк 2001b). Такі види живуть в книжках довго (Любарский 2015). В основі видів-ідей покладено три якості: назва, географічна або середовищна особливість, асоціація з певним макротаксоном.

В описах таких видів головне — саме їх існування, «голе», поза систематикою і поза біотичними угрупованнями. Це продукт уявлень про природу, йому не обов’язково «фактично» існувати у природі. Попри брак надійних ознак, і такий вид може ставати об’єктом класифікування (Любарский 2015), часом не менш успішного, ніж класифікація грибних мух у Хенніга. Врешті, можлива навіть класифікація міфічних істот Борхеса, яка імітує кладистику (рис. 3). Ознаки видів-назв не підлягають верифікації, оскільки залежні від контексту (див. рис. 3), а відсутність типових зразків або однозначних описів, їхня нефальсифікованість (*sensu* К. Поппер) виводять їх за межі кола об’єктів, доступних до пізнання. Вони походять, як правило, з обскурних середовищ — нічні, з вирію, підземні, болотні, печерні, гірські, морські, глибоководні. Таємниче середовище — їхній типовий біотоп, часто уявний, як і самі такі види, проте їхнє життя забезпечується саме малодоступним біотопом. Важливо, що подібну фазу уяви — ідеації — як шляху формування гіподигму, який і стає основою прийняття рішення про «новий для науки» вид і засвідчує його окремішність, проходять види у науковців (Некрутенко 1968; Любарский 2015).

⁵ І латина є — *Nessiteras rhombopteryx* (Scott 1975); вид описано у Nature (1975, vol. 258: 466–468).



Рис. 3. Побудова ієрархічної класифікації на засадах подібності: «кладистичний» аналіз когорти міфічних істот Хорхе Борхеса (Борхес 2017). Оригінальна схема, побудована за ідеєю зі статті С. Котова (2011): «Борхес и небесная империя благодетельных знаний»; <http://www.men-c.com>). Важливо, що сам факт окреслення «видів» у формі назв виявився значимим для деталей родоводу: у статті Котова (2011) частина видів групується інакше через відмінності перекладів цих «видо-назв» різними мова-

ми (тут мій). Цей факт засвідчує три деталі: 1) важливість назв як носіїв інформації, інколи контекстної (незлічених не бальзамують, казкові належать не лише імператору, бродячі пси не з роду приручених), 2) важливості мовного контексту (зокрема й залежність від перекладу), а також те, що 3) класифікувати можна й назви.

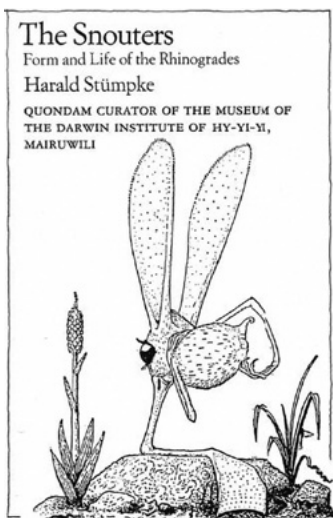
Fig. 3. Construction of a hierarchical classification based on similarity: “cladistic” analysis of a cohort of mythical creatures by H. Borges (Borges 2017). The scheme is based on the idea of the article by S. Kotov, 2011: “Borges and the celestial empire of benevolent knowledge”; <http://www.men-c.com>). It is important that the delineation of “species” in the form of names turned out to be significant for the details of genealogy: in Kotov’s article (2011), some species are grouped differently due to differences in translations of these “species-names” in different languages (mine here). This fact demonstrates three details: 1) the importance of names as carriers of information, sometimes contextual (countless creatures are not embalmed, fairies belong not only to the emperor, vagrant dogs are not domesticated), 2) the importance of language context (including dependence on translation), and fact that 3) names can be classified.

3. Псевдотаксони та їхнє місце в класифікаціях. Через наявність недостатньо недосліджених науковцями регіонів чи середовищ у класифікаціях завжди були псевдотаксони або й навіть містичні істоти. Не тільки в народних (Любарский 2015). Наприклад, придуманим систематиками риноградів місце в своїх класифікаціях знаходили і неонтологи, і палеонтологи (Кэрролл 1993). Історія з риноградами, які існували лише на папері (рис. 4), проте для яких було вміло зімітовано колекційні зразки (Штумпке 2009), засвідчила, що види можуть успішно існувати в уяві, і бути розміщеними у філогенетичних системах. Через значну частку обскурних середовищ і недостатньо обстежених груп (по суті через наше незнання) частка фантомних видів є високою не тільки в давніх класифікаціях.

Окрім псевдотаксонів на кшталт снігової людини в Азії або нічні Наталіне в Європі (див. п. 10) існують численні регіональні фантоми, поява яких пов’язана науковими пошуками і яких часто наводять у списках біоти, екстраполюючи відомості зі суміжних регіонів, проте часто безпідставно (див. далі: п. 10).

Іноки їх не тільки визнають, але й охороняють, а принагідно дорожують їхні описи новими фактами, як-от стосовно сункуса етрусського (*Suncus etruscus*) або нічні Іконнікова (*Myotis ikonnikovi*) у фауні України (Абеленцев *et al.* 1956). Тема видів-фантомів найчастіше регіональна (тобто в суміжних регіонах такий вид звичайно є реальним), проте завжди знаходиться місце і для риноградів, і для міфічних істот, зокрема й русалок, потерчат, вовчків⁶. Годі казати про види хвороб та види збудників (як от в історії сказу), хоча ясно, що класифікування

⁶ На Поліссі донедавна (і здавна) побутувало повір’я про «ласицю» (не ласка) — реального домового, з яким місцеві мали дружити, поважати його і не ображати, а ще й навесні спробувати підглядіти колір хутра, за яким мали вибрати худобу; мова однозначно йшла про вовчка сірого, *Glis glis* (С. Жила, особ. повід.).



знань було нормальним процесом їх впорядкування і надалі верифікації: фактично верифікація найефективніша після першого циклу класифікування. Такі історії класифікацій — це класифікування не видів, а «слідів» від видів.

Рис. 4. Обкладинка книги «Носоходки. Форма і життя ріноградів» Харальда Штумпке (Штумпке 2009). Рінограденції — приклад успішної демонстрації того, що описи можуть жити самостійним життям і не мати реальних відповідників у природі, а описані таксони можна успішно досліджувати, порівнювати і класифікувати відповідними методами. Ця історія — жарт від початку, починаючи з прізвища «автора».

Fig. 4. Cover of the book “The Snouters. Form and Life of Rhinogrades” by Harald Stümpke (Stümpke 2009). Rhinogrades is an example of a successful demonstration that descriptions can live independent lives and have no real counterparts in nature, and the described taxa can be studied, compared, and classified successfully using appropriate methods. This story is entirely a joke, including the “author’s” surname.

4. Описи як атрибуція ознаками, біотопами та стосунками. Особливістю наукового дослідження видів є формування *ознак їх реальності* — виокремлюють типові зразки і всю типологічну атрибутику (типове місцезнаходження, типова серія, опис). Поява описів будь-яких видів є процедурою їхнього узаконення і початком життя в номенклатурі і колообігу знань, навіть якщо це *noten nudum*. Ідеацію як особливий стан формування гіподигму, тобто концепту конкретного виду, його «бачення» серед всього різноманіття життя, знають всі досвідчені таксономісти (див.: Любарський 2015). І саме це вимагає спеціалізації, а спеціалізація нерідко призводить до самотності, відсутності реальних опонентів та збільшення ризиків опису недостатньо обґрунтованих видів.

Важливим атрибутом будь-якого виду є його *стосунки з іншими видами*, яких можна поділити на три групи (Загороднюк & Ємельянов 2003): 1) стосунки родинності; 2) стосунки конкуренції; 3) стосунки співпраці (мутуалістичні) (табл. 1). Всі ці варіанти пов’язані з визначенням виду через інші види, проте є відмінності. Перший з них — суто систематичний, як об’єкт безкінечних досліджень неоднорідності вибірок та диференціації у філогенетичних лініях (тепер включно з дослідженнями нуклеотидних послідовностей ДНК). Другий та третій статуси — це визначення виду через його місце в угрупованнях, його стосунки з іншими видами в угрупованні, а не стосунки з його родоводом, в основі чого — зміна форм співпраці з суміжними видами: зі стосунків родинності (1) на поділ ресурсів (2) чи спільне їх використання (3), що становить основний постулат екологічної концепції виду (Загороднюк & Ємельянов 2003).

Таблиця 1. Три варіанти взаємин виду, який тестується на видовість, з суміжними з ним видами
Table 1. Three variants of the relationship of the species tested for speciesness with its related species

Тип стосунків	1. Стосунки з філогенетично близькими видами: переважно родинні	2. Стосунки з видами, що входять до спільної гільдії: переважно конкурентні	3. Стосунки з видами з одного угруповання: переважно мутуалістичні
Зміст і пояснення стосунків	1. Близькі сестринські види, як правило віддалені просторово, алопатричні, проте вкрай близькі генетично, аж до відсутності якісних відмінностей, завдяки чому основна тема у стосунках — репродуктивні взаємини.	2. Близькі види на рівні роду або родини, симпатричні або маргінально симпатричні, з якими формуються стосунки на рівні гільдій, в межах одного угруповання, часто через явища екоморфологічної диференціації та конкуренції.	3. Види різного рівня родинності, стосунки з якими не визначаються ні родинністю (п. 1), ні конкуренцією (п. 2), а є переважно мутуалістичними, пов’язаними з успішним існуванням популяції у складі біотичного угруповання.

5. Провиди, не-види та *reductio ad absurdum*. В ботаніці поширений термін «критичні види» (Попов 1924 та ін.)⁷, і це не лише фантоми, а часто географічні раси неоднозначного рангу, часто т. зв. «мікровиди». Псевдовиди визнають помилковим знанням лише внаслідок накопичення «фактів про відсутність фактів», а відсутність завжди складно довести. Тому тривалий час вони залишаються об'єктами класифікування нарівні з іншими видами. Починаючи з примітивних класифікацій видів за їхніми назвами, за значенням в житті та історії людини, за середовищами існування, за «корисними» чи просто відомими «ознаками» і аж до класифікацій на засадах кладистики, які, при наявності необхідної кількості ознак можна розташувати у строго ієрархічну систему.

Остання можлива навіть для груп «видів», які не мають реальних чи однозначних ознак або формують неповну таксон-ознакову матрицю, як от у стосунку до міфічних істот Х. Борхеса (Борхес 2017). Як показує досвід, їм можна систематизувати не лише за родами, а у форматі ієрархічної класифікації (рис. 3), в якій кінцеві таксони відповідають «видам», а частина таксонів може бути визнана родами («ті що нагадують мух») або фантомами («русалки», «намальовані...»). Ріноградам, згаданим вище, пощастило більше — їх «змило море» внаслідок ядерних випробувань, тому їхня відсутність пояснена.

Критеріїв «не-виду» може бути так само багато, як і не бути взагалі, бо мати критерій для неіснуючого об'єкту — нереальна задача. Є принаймні два варіанти «не-видів», які дослідникам потрібно довести. По-перше, такими є неякісні описи маловідомих об'єктів, які потрібно додатково вивчити, а допоки або звести в синоніми найближчих видів, або залишити як є (як види-назви). По-друге, відсутність будь-яких доказів окремішності об'єкту, щодо якого застосовано термін «вид» (мікровиди, гібриди тощо). Власне, створення «пулу» таких «невидів» — задача на порядок простіша, ніж їх ревізія. І тому праця ламперів (формально «об'єднувачів», але також і ревізорів) є на порядок складнішою, ніж праця сплітерів («подрібнювачів») (докладніше див.: Загороднюк 2019). І, врешті, спокійно би жили з тим, багато видів чи мало, але коли виявляється, що різноманіття біоти України досягає рівня Гавайїв, надто завдяки натхненній праці сплітерів, дослідники починають говорити про абсурдність таких заключень і потребу ревізій, читай «закриття» десятків і сотень створених в описах «видів» (Котов 1965; Ена 2012).

6. Види на папері й у природі. Види в описах науковців — також часто ніким не бачені. Звісно, вид взагалі ніхто не може побачити, мова про неперевірені концепти. Нові описи, часто зрозумілі лише одному фахівцю (автору), і є однозначно реальністю тільки для нього, всі інші приймають факт опису на віру. Автор, аналізуючи зміни поглядів на склад фауни, писав про потребу розрізнення видів у природі і на папері (Загороднюк 2003а). Створене в описах природи різноманіття не завжди узгоджене з тим, яке фактично реєструють. Понад те, коли ми ведемо мову про види в природі, то розуміємо, насамперед, види з угруповань, симпатричні з іншими такими ж видами, з явними відмінностями між ними, зокрема екоморфологічними.

Натомість, види на папері — це ще й численні фантоми, аловиди, клептони, гібриди⁸ тощо. Статус їх зовсім інший, часто це неперевірені види або форми, що не відповідають критеріям видів, або й окремі групи особин з певним набором відхилень від їхніх материнських популяцій. Фантомне різноманіття і різноманіття квазівидових форм виразно зростає у періоди ревізій або передревізійний період, а потім різко зменшується. Прикладом формування надвисокого «паперового» (фантомного) різноманіття є накопичення у списках біоти «видів-назв», коли фактично один наявний у регіоні вид через серію перейменувань та поділів його

⁷ Найдавніша відома автору згадка поняття у працях українських науковців — стаття Павла Міщенка (1869–1938) про критичні види роду *Asparagus* кримсько-кавказької флори (Вестник Тифлисского ботсада 1916).

⁸ Про гібридів, зокрема й тих, що мають власні назви і морфотипи, має йти окрема мова (Загороднюк 2011): серед них тумакі, мули, тобто гібридні субпопуляції зі сталими і пізнаваними ознаками тощо.

систематиками «опиняється» у складі місцевої біоти зразу в кількох записах, по суті назвах (відомий автору рекорд — 5 «видо-назв»⁹).

7. Види філогенетичні, біологічні, екологічні. Різноманіття концепцій виду, звісно, не може піти далеко від номіналістичної та морфологічної, з одного боку, а з іншого — та семіотичної (переходи з морфології на семіотику розглянуто вище) та двох модерніших — філогенетичної (з варіантами еволюційної й кладистичної) та біологічної (з варіантами екологічної та так само семіотичної). Всі варіанти філогенетичної концепції виду — це оцінка місця «виду» як об'єкту дослідження в загальній системі родоводу групи, до якої він входить, тобто популяції в системі прашур-нащадок. Цінність концепту — у спробі пояснити все різноманіття єдиним критерієм, зокрема походженням (за Дарвіном — *descent with modification*: Дарвін 1936).

Ця система поглядів має низку недоліків, головними з яких на думку автора є три. Один із головних — відсутність масштабу та критерію для оцінки величини окремішності, через що будь-яка гілка родоводу може обговорюватися на предмет її «видовості», аж до «мікротидів», або клонів у агамних організмів. Другою вадою концепції є примат філогенії над морфологією та мінливістю, і для дослідників родоводу (а надто їхніх «молекулярних» нащадків) формально однаково, які розміри мав об'єкт, чи був від хижим чи автотрофом, численним чи рідкісним, підземним чи морським. До певної міри цю ситуацію виправила кладистика, яка не тільки об'єктивізувала філогенетичні реконструкції і пошуки монофілій, але й повернула морфологію в царину ключових об'єктів уваги (Wilkins 2003). Третім нездоланим є примат дивергентної еволюції, тобто неможливість пояснювати появу й еволюцію будь-яких варіантів змішування популяцій (гібридогенез), що вводить цю систему поглядів у глухий кут (Боркин & Даревский 1980). Тому шлях до з'ясування місця на кладі — це не шлях до розуміння виду, а лише до пояснення одного з його минулих (!) передстанів — походження та місця на кладі.

Блок із біологічних/семіотичних/екологічних концепцій — явно нове слово у формуванні нової парадигми, після двох сторіч домінування типологічної (морфологічної) парадигми. Звісно, і тут все замінено на генетиці (єдність, близькість, змішування тощо) та морфології (морфологічний тип, екоморфологічна особливість, мінливість, розпізнавання собі подібних тощо). Цей другий модус видовості є абсолютно «перпендикулярним» до філогенетичного, проте спільним є уявлення про генетичну єдність (однорідність) всередині та генетичну відокремленість від інших. Далі тільки відмінності, включно з уявленнями про панміксію в БКВ (біологічній концепції виду), систему ідентифікації «свій-чужий» в семіотичній концепції (Kull 2016), систему будь-якої співпраці в угрупованні, окрім репродуктивної (окрім змішування) в екологічній (Загороднюк & Ємельянов 2003).

Автор найбільше пристає саме на останню концепцію, оскільки в ній вид є чітко окресленим саме через його відмінності від суміжних видів, що разом із ним входять до складу біотичного угруповання, і також тому, що вона найбільш сумісна з іншими моделями, які розвиває автор, зокрема інвазійною моделлю видоутворення та ампліфікаційною концепцією виду (Загороднюк 2004). Сутність останньої — у формуванні однорідної широкоареальної популяції внаслідок будь-яких процесів її виокремлення з материнського ядра, незалежно від наявності в історії її формування фактів гібридогенезу, партеногенезу, компілогенезу, обмеженої панміксії та апоміксису тощо.

Ситуації «вид-недовид-невид»

В цьому розділі — сім модулів, у т.ч. чотири модулі основного боку статті (пп. 8-11) та три — з наступного блоку «На шляху до перебудови знань. Три задачі» (пп. 12-14).

⁹ Мова про гризунів групи *Microtus arvalis* (s. l.), яких у стосунку до локальної фауни одного із заповідників сходу України за 30 років таксономічних ревізій послідовно назвали 5 назвами, всі з яких і було включено у список місцевої фауни.

8. Системи верифікації видів (їхніх описів та статусів). Хоча всі уявляють вид частиною природи, вид також є частиною знання, і «вид» у науці — це, насамперед, назва, запропонована з певною системою доказів та формальних процедур. Системи верифікації (як і ідентифікації) описаних видів — *дуже різні, тобто неуніверсальні*. Вже тому і поняття виду не універсальне (про це більше далі). Одні такі системи створені для того, щоби довести реальність виду самому собі, як от метод чистих культур (напр.: Солодка 2007) чи поліфазна таксономія (напр.: Нечипуренко *et al.* 2016). Інші системи створено, щоби довести це (і свої погляди) іншим, як-от комплексний таксономічний аналіз (Мейер 1968) чи алгоритм перевірки «кандидатного» виду. Статус такого виду перевіряється і стверджується (або спростовується) послідовними процедурами (рис. 5), які запропоновано назвати «інтегративною верифікацією кандидатного виду» (Padial *et al.* 2010)¹⁰.

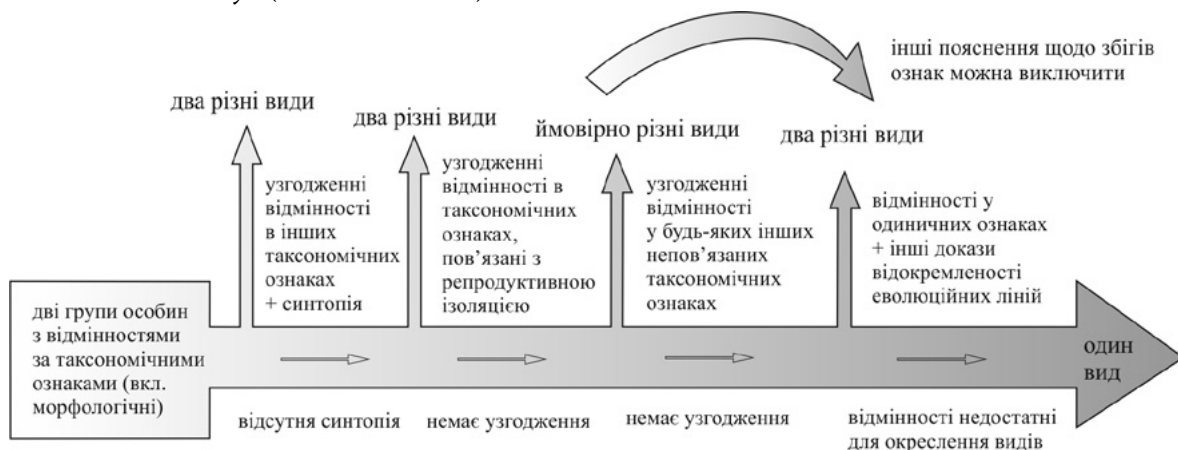


Рис. 5. Загальний робочий протокол інтегративної систематики (Padial *et al.* 2010). Збільшення інтенсивності чорного кольору означає зростаючу невизначеність стану виду та необхідність більш ретельної оцінки даних.

Fig. 5. A general working protocol for integrative taxonomy (Padial *et al.* 2010). Increasing black color intensity represents increasing uncertainty about species status and the need for a more thorough evaluation of data.

В останньому випадку мова, по суті, йде про *вид-гіпотезу*, тобто не «вид» як природне явище, а «вид» як наше уявлення про природне явище, про природу та її неоднорідність, врешті про продукт нашої наукової роботи¹¹. Тобто перевірка нашого знання на відповідність стандартам таксономії, корекція цього знання, аж ніяк не пошук чи виявлення окремішності як явища в структурі біорізноманіття. У кожному разі це однозначно нові спроби об'єктивізації таксономічних процедур шляхом виваженого поєднання різних способів верифікації, і тепер є стандартом підкріплювати нові таксономічні рішення комплексними доказами, на кшталт класичної тріади — *генетика + морфологія + біогеографія* (генетика — гібридизація, каріотип або ДНК; морфологія — зокрема й тонка, генітальна, краніальна; біогеографія — ареал та оселища).

9. Породи: не-види чи види. Термін «порода», на думку автора, прийшов до нас із часів, коли види як логічні категорії чи то як ранги іменували «родами», що і дало цю похідну назву (рід → порода), а, отже, розуміння породи як похідного таксону від «роду», тобто виду

¹⁰ По суті цей алгоритм не новий і методологічно нічим не відрізняється від «комплексного таксономічного аналізу» М. Мейер чи поліфазної таксономії, яку активно практикують українські мікробіологи.

¹¹ Виглядає так, що проблема є більше гносеологічною, а не епістемологічною. Філософи вбачають різницю між гносеологією та епістемологією в тому, що «гносеологія розгортає свої уявлення навколо опозиції суб'єкт — об'єкт, а для епістемології базовою є опозиція об'єкт — знання» (за Вікіпедією). Тобто сутнісними є не уявлення дослідників про види жуків, а відображення різноманіття жуків у знаннях, хоча ясно, що має бути система зворотних зв'язків між цими двома процесами.

(Загороднюк 2019)¹². Породи часто мають такий самий ранг у класифікаціях та рівень уваги до них, що і «дикі» форми, з яких їх виводили. Їхні ключові особливості — власна назва, зв'язок з людиною, виразні господарські особливості. Прикладів безліч — спанієль, арабський скакун, канарка, карпатська бджола. Тому тривалий час породи або свійські (одомашнені) форми вважали настільки значимими окремостями, що їх визнавали самостійними таксонами, які мали власні назви (напр. *Canis familiaris*, *Equus caballus*, *Gallus domesticus*) і які відповідні за рангом до диких форм (напр.: свиня свійська / дика, кіт свійський / дикий тощо).

Загалом таке протиставлення дає чимало зручностей не лише на номіналістичному полі, але й в описах морфології, біології та значення для людини (Загороднюк & Дикий 2012). Останнє є основою фолк-таксономії та загалом вихідним підтекстом всіх таксономічних систем (Atran 1998; Casetta 2014). Попри це, з огляду на ступінь родинності свійських форм з дикими, їх останнім часом все частіше не виокремлюють, попри очевидні морфологічні відмінності. Значною мірою відмова від визнання таксономічної окремості (видовості) свійських форм стала найбільшим в історії ейдології ударом по типологічній концепції виду, відчутним в усіх «куточках» біології та людського господарства¹³.

Проте дедалі очевиднішою є незручність такого об'єднання: воно явно орієнтоване на філогенетику, а не морфологію (морфологічний гіатус очевидний), але очевидно, що наведення у списку фауни окремими записами свійського та дикого kota, вовка і пса має більше значення для розуміння такого списку, ніж об'єднання таких форм під спільними назвами. У цьому сенсі «вид-назва» (кінь свійський *vs* кінь Пржевальського) та «вид-сутність» (*Equus ferus sensu lato*) — це доволі різні за обсягом і характеристиками концепти. Тому одомашнені форми (породи) варто описувати окремо, попри відносно легкий шлях їхнього повернення до дикого типу, відсутність їхньої репродуктивної ізоляції тощо. (Останнє говорить лише про обмеженість біологічної концепції виду).

10. Наукові фантоми: сумнів як «мотив» пошуку нового. Фантомні види — види, що загалом, але частіше на рівні регіону не стверджені, відомі лише за неоднозначними згадками, без підтверджень, а тим паче ваучерних зразків. Наукові фантоми — закономірно найбільше з обскурних середовищ наукової діяльності, насамперед у сенсі «поля роботи» систематиків, у тому числі види, про які фактично знають тільки автори відповідних згадок. Прикладів таких видів багато навіть серед ссавців, годі казати про інші групи тварин, через що варіативна частина фауністичних списків є надто великою (Zagorodniuk 2014).

Так, значна кількість фантомів, що закономірна, відома для найбільш обскурної групи ссавців — кажанів, серед яких в Україні та суміжних країнах відомі такі фантоми, як нічні Іконнікова та Наталіне, численні фантомні реєстрації вечірниць гігантської, фантомні види «середніх» підковиків у Криму. Інші групи — мідія середня на Поліссі, сункус етрусський та мідія звичайна в Криму, а з відносно крупних ссавців — сарна сибірська (Загороднюк 2002; Zagorodniuk 2014). Звісно, у палеонтологів та археозоологів фантомів ще більше: там значна кількість матеріалу — це уламки з браком ознак та неоднозначностями у діагностиці. Фантоми є важливим інструментом пошуку нових видів¹⁴, і автор вбачає у фантомах постійний привід

¹² Практично вся давня література (публікації останньої чверті XIX ст. та першої чверті XX ст.) містять саме термін «рід» для позначення того, що тепер ми називаємо «видом» (Загороднюк 2019). У лісознавстві дотепер говорять не про види дерев, а про *породи*.

¹³ Можна спробувати уявити угруповання з таких видів *Equus caballus*, *Bos taurus*, *Sus scrofa*, *Canis lupus*, *Felis sylvestris*, яке з одному місцезнаходженні буде представлене комбінацією «тарпан, тур, вепп, вовк, дикий кіт», а в другому — свійським комплексом «кінь, корова, свиня, пес, свійський кіт». Відмінності очевидні, але не при наведенні видів з їхніми назвами латиною.

¹⁴ Один наш колега, Олександр Зоря, дослідник теріофауни Харківщини, багато років «відчував» і шукав один або два нові (невідомі) для регіону види полівок, про що йому підказували і біотопи, і зоонози, і неоднозначні рештки в сов'язних пелетках. І врешті він довів наявність в регіоні *Microtus oeconomus* та *M. agrestis*, представивши на огляд колег морфологічні матеріали.

для перевірки матеріалу на однорідність, що запобігає втраті (пропуску) відомостей про рідкісні види, яких нерідко приймають за більш звичайні (докладніше: Загороднюк & Глеба 2018).

Чи можуть бути фантомними види науковців? Ті й інші існують як описи, оформлені за певними правилами, і тому вони не менш об'єктивні, ніж сотні інших видів, хоча й не верифіковані¹⁵. Для видів, що описані без достатніх ознак, тобто по суті видів-назв, науковці узаконили термін *nomen nudum* (гола назва), хоча ясно, що не завжди малоінформативні описи можуть стати приводом до такого вироку, а нерідко при ревізії даних виявляється, що видові назви («види») є валідними. Проте більшою проблемою є те, що описані за всіма правилами «види» такими є лише для їхніх авторів, і нерідко мають пройти десятиліття, поки хтось інший візьметься ревізувати такі описи. Звісно, система ревізування матеріалів, яка тепер стала нормою (peer review), не є гарантією, оскільки цей новий період охоплює лише малі частки відсотка описаного на сьогодні біотичного різноманіття і ще й тому, що ревізування даних не означає, що нові таксони задовольняють критеріям видів, особливо з огляду на різноманіття концепцій виду.

11. Мікровиди як наслідок «надмірних знань». Успіхи у виявленні відмінностей серед поліморфних (політипних) видів та окреслення малих за обсягом та географією форм у якості видів — типова ситуація для малорухомих або поширених за фрагментованими поселеннями видів: рослин, представників острівних (озерних) біот або диференційованих за річковими басейнами гідробіонтів. Нерідко їх поділяють на дуже малі види, і ключовим критерієм окремішності виступає їх географія, до якої слідом додається морфологія, хоча остання нерідко є лише фрагментом мінливості «великого» виду, що посилений ефектами засновника. «Малі» види рослин, відомі в Україні як «кловівські» види, по суті жорданони, є продуктом надмірного дробіння таксонів і визнання географічних рас поліморфних видів самостійними видами. Ясно, що все це високі знання, пов'язані з вивченням закономірностей еволюційної (просторової) диференціації (Клоков 1978). Тому, попри критику, часто справедливу (Котов 1965; Ена 2007), такі знання мають цінність і значною мірою адаптовані у сучасні таксономічні схеми (Мосякин 2008).

По суті, мікровиди і вся когорта «кловівських» та подібних «малих» видів та локальних ендеміків — це також фантоми, але це інший рівень реальності порівняно з фантомами попереднього класу. Інший, бо самі ці об'єкти («малі види») є реальними, вони відомі в колекціях і мають описи. Проте і особини — ще не види, а лише об'єкти, що формально називають видами. Все це — представники видів-назв, створені дослідниками в їхній уяві та оформлені у «види» на папері, часто без однозначних морфологічних та інших меж від сестринських видів. Такі тенденції призвели до надмірного зростання (на папері) регіонального ендемізму, за показниками якого флора України може досягти, за висловом Котова, рівня Гавайїв (за: Ена 2012: 35).

Одна з причин життєздатності малих видів — маніпуляція шляхом перенесення ознак з реальних особин на види як абстракції. Тому такі об'єкти відносяться до фантомного різноманіття, яке має бути ревізоване (рис. 6). Проти таких видів виступав багато хто, а Микола Вавилов прямо зазначав необхідність їх «закриття»¹⁶. Як показало спілкування автора з колегами-геоботаніками, нерідко *de facto* існує «запит» на малі види, оскільки факт їхньої наявності нерідко дозволяє «додавати» цінність певним типам угруповань, що досліджуються і пропонуються для охорони.

¹⁵ Звісно, чимало «видів» зведено в синоніми інших більш звичайних видів; напр. у синонімії *Mus musculus* є принаймні 112 назв, з яких не менше чверті встановлені (і колись визнавалися) як види.

¹⁶ В «Законі гомологічних рядів» М. Вавилов прямо зазначає: «Чимало «нових видів», описаних ботаніками, по суті являють собою тільки нові жорданони. Найближчому майбутньому належить ревізія всіх цих сумнівних видів і тим самим скорочення числа видів.» (Вавилов 1987).



Рис. 6. Співвідношення понять «фактичне», «криптичне», «фантомне» біорізноманіття.

Fig. 6. The relation between the concepts of “actual”, “cryptic” and “phantom” biodiversity.

На шляху до перебудови знань. Три задачі

12. По-перше, на рівні щоденної практики про цей пласт проблем та неоднозначностей (надто стосовно фантомів, двійників, рідкісних, маловідмінних та інших «критичних» видів) треба говорити, щоби застерігати колег від пошуків неіснуючих видів та наведення їх у списках біоти, проте не припускати можливість виявлення чи обґрунтування того, що варто очікувати. Бо таких помилок є надто багато. Це особливо актуально, насамперед, на рівні локальних або регіональних біот (напр., фауни певного національного парку). Натомість, для великих територій питання присутності (чи відсутності) того чи іншого виду більш доказове, а локальні зміни завжди потужніші за регіональні (Загороднюк 2010). З іншого боку, пошук і аналіз фантомів — це завжди джерело виявлення таксономічної неоднорідності, і це завжди контроль якості роботи при шаблонних визначеннях матеріалу, особливо при розборі великих вибірок матеріалу (про що не раз йшла мова: див. п. 10). Тому псевдовиди і фантоми мають бути «в голові» дослідників завжди, але не у контрольних списках біоти, якими послуговуються практики, а хіба що в примітках до них (щоби було ясно, що їхню наявність припускали і перевіряли).

13. По-друге, у гносеологічній площині у плінні часу йде постійне наростання знань, і ми маємо усвідомлювати, що види постійно змінюються, але не у дарвінівському сенсі (еволюційно), а в ліннеївському (класифікаційно). Як результат, йде їх подрібнення (звісно, що дослідниками, а не природою), тобто відбувається збільшення їх кількості, проте не через видоутворення чи вселення, а через зміну знань: зокрема йде зміна критеріїв виду, систем діагностичних ознак та підходів до ідентифікації, але це лише зміна знань (чи вмінь) саме дослідників, а не еволюція видів. В останньому дозволяють пересвідчитися колекції. Але через це дані попередників катастрофічно старіють, хоча ми від того не зневажаємо їх та їхні внески у принципово важливий гносеологічний процес. Ми не відкидаємо ті попередні знання, хоча наші сучасні таксономічні публікації *de facto* заперечують попередні успіхи, розробки і погляди, зокрема й визнану раніше таксономію. І тому, як не печально, давніші уявлення про види та видове різноманіття біоти постійно відкидатимуться, а потреба в нових знаннях наростатиме: як через збільшення обсягу описаних таксонів, так і через дедалі більше глобальне перемішування регіональних біот. І попит на фахівців і фахові знання лише зростатиме.

14. По-третє, засадничо треба усвідомлювати і усіляко підкреслювати цінність колекцій, а надто колекцій типових та ваучерних зразків. Весь сучасний молекулярний шум ще треба верифікувати і узгодити з сумою попередніх знань, закріплених у каталогах та колекціях і треба розрізняти зміни біоти чи контрольних списків видів та зміни наших уявлень про них (Загороднюк 2010). І музеї мають накопичувати такі матеріали та впорядковувати такі базові зведення: від каталогів і чеклістів до ревізій складних груп та складних ситуацій — як з мінливістю та критеріями діагностики матеріалу, так і критеріями визначення видових меж. Колекції цінні не тільки тим, що дають нові знання, раніше не «вилучені» з них, але і тим, що забезпечують перевизначення давніх згадок, включно з новою ревізією матеріалів із застосуванням нових систем ознак (у т.ч. препаруванням зразків, аналізом їх форми чи решток ДНК з них).

Можливості вивчення актуальних біологічних проблем на матеріалах колекцій значно ширші (Писанець 2009; Загороднюк *et al.* 2014), проте в основі всіх їх, а надто при вирішенні задач опису та аналізу видового багатства біоти лежить колекційний матеріал, який і забезпечує верифікацію і порівняння даних, саме завдяки доступності для аналізу зразків та ознак як підстав наведення тих чи інших видів. З цієї думки і розпочато цей аналіз. І це особливо важливо при аналізі багаторічних змін біоти, коли з плином часу змінюються уявлення про критерії й межі видів, а так само й самі види.

Нові тренди нової доби

15. Про «вимирання» традиційної систематики. Один колега-ентомолог на вченій раді нашого музею (ННПМ) нещодавно повідомляв нас, що в євромузеях йде жорсткий процес вимивання традиційних таксономістів і заміни їх на умовно успішну молодь, яка вміло користується девайсами, стат-пакетами, секвенаторами та ідентифікаторами.. Це стало визнанням цінності нових вмій, які стали важливішими за попередні знання. Ясно, що це закономірний результат зміни парадигми і росту потреб у нових уміннях при втраті цінності колекцій і попередніх знань, які не важливі для успішного оперування новими технологіями. Цінністю стає не знання об'єктів, а вміння працювати з ними. Дальтонізм в науці не тільки стає нормою, але й дедалі посилюється (Загороднюк 2016), дослідники розраховують не так на власні знання, як на інструментальні аналізи, які, з одного боку, дозволяють об'єктивізувати діагностичні процедури, з іншого — дають значну кількість помилок, очевидних для приладів, а для дослідника, надто дослідника з досвідом. Звісно, це об'єктивізує моніторинг, проте інструментальна діагностика в системі динамічних популяцій та динаміки їхніх ознак та ареалів — не достатня і не завжди надійна основа знань. Врешті, діагностика замінила систематику, і там, де систематика проявляється, її реалізація йде, м'яко кажучи, без благоговіння перед доробками науковців попередньої епохи, часто без правил і без дотримання традицій.

16. Наростання суми знань, але не фахівців. Складність знань стає надмірною, спеціалізація росте, а кваліфікація стосовно традиційних практик (польові дослідження, збір, ведення колекцій, діагностика) падає. Кількість фахівців, залучених у процес створення та (що важливо) підтримання знань, падає, а вимоги спеціалізації, тобто й вимоги до зростання кількості фахівців, явно збільшуються, проте не повною мірою реалізуються, спеціалізація йде не лише за групами, але й за «вузькими» напрямками досліджень цих груп. Це незначною мірою компенсується «пулом» магістрантів та аспірантів, особливо тих, які мають хист до колекціонування і намагаються стверджуватися описами нових таксонів. Залишається очікувати на те, що потреби соціумів, націй або в цілому цивілізації у високих знаннях не ростимуть [бо їх фактично немає кому забезпечити], а згасатимуть разом зі згасанням самих знань, наукових шкіл і біоти. Біорізноманіття переможене людиною і буде зникати й надалі. Подрібнення таксонів стало певною компенсацією фактичних вимирань, з усіма проблемами таксономічних інфляцій (Загороднюк 2001; Isaac *et al.* 2004) — від називання підвидів видами до втрати ейдологічних знань в цілому аж до зникнення із вжитку і самого поняття «ейдологія».

17. Про неуніверсальність виду. Як зазначав С. Парамонов, універсальність виду — це фікція, оскільки залежить від задач його вирішення та галузі застосування: як категорії, як рангу, як елемента біорізноманіття, як варіанту мінливості роду, як фрагменту філогенії чи біогеографічної одиниці (Парамонов 1943; Paramonov 1951)). Наступним суттєвим кроком стало визнання різних реальностей виду як концепту, яскраво розвинуте у працях О. Любищева¹⁷: реальність не лише не універсальна, вона залежна від контексту (Любищев 1971). Маємо факт

¹⁷ Олександр Любищев у період існування Зообіну працював в Києві й був керівником відділу екології Зообіну (1937–1939 роках), а надалі — керівником того ж відділу вже у складі Інституту зоології АН УРСР (1939–1941), аж до евакуації з Києва в липні 1941 року.

Таблиця 2. Два ключові підходи в тлумаченнях виду, які використовували з огляду на універсальність виду

Table 2. Two key approaches to the interpretation of species that were used given the versatility of species

Група концепцій	Особливості
Філогенетична	пошук рівня відокремленості, аналіз та обґрунтування монофілії, пошук і аналіз унікальних ознак (апоморфій), визначення таксону через інші сестринські групи, пошук та визначення діагностичних ознак, зокрема й морфологічних
Екологічна	існування у формі популяції, член гільдії та угруповання, в межах яких розвиває всі форми взаємодії з іншими, окрім змішування з ними, що є механізмом збереження спеціалізації та власної функції в екосистемі

багатозначності виду, проте це не глухий кут. Неуніверсальність виникає через спробу визначити критерії виду з огляду на його місце, статус і ранг в системі диференціації філуму та диференціації угруповань (табл. 2). В термінах опису філуму мова йде про ознаки, мінливість, компактність, рівень відокремленості, гени, апоморфії тощо. В термінах угруповань мова йде про популяцію, еконішу, репродукцію, конкуренцію, ізоляцію, екоморфологію.

Закономірним підсумком подальших пошуків стало визнання плюралізму концепцій (далі), що і стало остаточним визнанням неуніверсальності виду. Наступним кроком, на переконання автора, має стати визнання виду як стану популяції та її місця в структурі угруповання, а не морфологічної чи еволюційної системи в межах філуму. Маємо визнати, що існують види видів та еволюція видовості, яка розвивається в процесі еволюції біоти, у пліні філогенетичного розвитку, від одноклітинних до багатоклітинних та в різних гілках багатоклітинних. Мова про еволюцію видовості на різних етапах еволюції живого, незалежно від генетичної чи морфологічної еволюції в поколіннях.

Новий синтез

Про сутність природних і соціальних схем з огляду на питання реальності виду: «(а) [...] природні об'єкти існують незалежно від наших концептуальних схем, тоді як соціальні об'єкти потребують таких схем по суті; та (b) [...] схеми, що працюють на досвіді соціальних об'єктів, відрізняються від схем, що застосовуються до науки про природні об'єкти» (Ferraris 2009: 120; after: Casetta 2014)

18. Вихід з глухого кута, в який завели пошуки універсального визначення виду та універсального критерію виду, а так само визначення виду через самого себе, насправді є. В цей кут дослідження потрапили через те, що вид розглядали майже виключно як фрагмент філогенетичного дерева (філогенетична концепція) або лише як популяційну систему (біологічна концепція). Важливо розрізняти наступні три позиції: 1) вид як об'єкт біорізноманіття та вид як стан такого об'єкту, тобто поняття окремішності в структурі біорізноманіття (угруповань); 2) не намагатися визначати вид через інші види, проте визначати через типи взаємин, зокрема репродуктивні (вид філогенетичний), конкурентні (вид в структурі гільдії) та мутуалістичні (вид в структурі угруповань); 3) розрізняти еволюцію виду як елемента конкретного філогенезу та еволюцію виду як рівня (стану) окремішності, який змінюється в процесі еволюції так само як і вид — популяція. Ми маємо прийти до визнання «видів виду», розуміння неуніверсальності виду, поняття виду як системи диференціації у філетичних лініях і одночасно диференціації живого в угрупованнях вимагає нової концепції, а в перспективі — нової парадигми.

Вид як стан диференціації живого є різним в різних типах угруповань, в різних типах екосистем, в різних середовищах, в різних розмірних групах, на різних етапах еволюційного розвитку філетичних ліній, в різних філумах, на різних фазах життєвого циклу, навіть в різні сезони¹⁸. Відповідно до цього закономірно мають змінюватися і прояви видовості, і критерії виду.

¹⁸ У мій юннатський період незмінною загадкою стосовно видів було те, чому в сезон розмноження горобиних птахів вони добре розрізняються за співом, поведінкою і забарвленням (навіть за гніздами та забарвленням яєць), позаяк у зимових скупченнях вони ведуть себе як однорідна моновидова група.

Вони не можуть бути універсальними. Понад те, вони можуть бути динамічними, залежними від стану середовища (як приклад, багатовидові зимові зграї горобиних птахів ведуть себе як одна популяційна група, оскільки фактично займають одну нішу і неактивні репродуктивно) та залежними від фаз життєвого циклу (наприклад, зоопланктон) або масштабу аналізу (трава, кущі, деревостани).

19. Біотичне різноманіття організоване у види як форму його диференціації та освоєння доступних ресурсів і одночасно збереження кожним видом власного філуму (самих себе). Задачі освоєння ресурсів, уникнення ризиків самому стати ресурсами і постійна боротьба за збереження свого статусу в угрупованні як його фактора (а не як ресурсу), розвиток всіх форм взаємодій, окрім репродуктивних, підтримання своєї спеціалізації й самобутності — все це змінюється в процесі змін в екосистемах, упродовж сукцесій, сезонів, років, змін клімату тощо. Відповідно, і стан видовості змінюватиметься.

Власне, тому види як стани диференціації живого (починаючи з гільдій) будуть різними і будуть визначатися різними критеріями. Про універсальність виду можна вести мову тільки, якщо заперечувати біорізноманіття як явище, як іманентну властивість живого. Різноманіття проявів виду, різноманіття видовості є такою самою властивістю живого, як і різноманіття популяційних систем, екологічних чи репродуктивних взаємин, стратегій індивідуального розвитку, живлення, життєвих циклів. Види видів — така сама реальність, як і факт диференціації угруповань на види як типи окремішностей, як спосіб спеціалізації в біотичних угрупованнях задля досягнення максимально повного контролю і використання наявних (доступних) ресурсів.

20. Загальновідома думка про те, що Дарвін по суті не визнавав види, а Лінней не визнавав еволюцію, не давала спокою всім, хто намагався зрозуміти сутність виду: виходило, що види, хоч і продукт еволюції, не є реальністю, але об'єктивно існують лише в класифікаціях, тобто на папері. Маємо зрозуміти еволюцію самої думки. На початках дослідники шукали універсальність, як того вимагала наука, зокрема й метафізика. Те, що Дарвін як науковець мав послуговуватися однозначними концептами, а вид не відповідав поняттю однозначності (що цілком влаштовувало Ліннея як креаціоніста), закономірно вело до заперечення виду як універсалії¹⁹. І таку позицію зайняли всі еволюціоністи: види, якщо й реальні, то змінні, а тому і реальність не універсальна, і критерії виду не універсальні (і критерії виду для слонів не збігаються з критеріями для інфузорій).

Заперечення універсальності виду має бути співвіднесено з тим, яку саме реальність заперечують або визнають. Парамонов пропонував розрізняти сім варіантів такої реальності (від видів-назв до видів як процесів) і щоразу обирати відповідний до ситуації варіант. Але чи можуть всі реальності бути одночасно? Саме цього вимагає задача пошуку універсального критерію виду. На думку автора, можуть. Можуть, оскільки в кожній із них вид є реальним: тому треба визнати реальною (можливою) їхню одночасність. А для цього треба перейти на іншу систему критеріїв, які є реальними в усіх ситуаціях та контекстах. По суті, треба вийти на спільні знаменники реальностей, якими є:

- 1) вид — це популяційна система, з прашурами, сибсами і нащадками;
- 2) вид — це окремішність (не тільки в філогенезі, але й в угрупованні);
- 3) вид — це спеціалізована ніша, характер використання ресурсів;
- 4) вид — це взаємодія з чужими, спрямована на співпрацю;
- 5) вид — це взаємодія зі своїми, спрямована на ізоляцію.

¹⁹ У заключному розділі «Походження видів» Дарвін писав так: «Ми будемо ставитися до видів так само, як ставляться до родів ті натуралісти, що визнають роди лише штучними комбінаціями... Ми назавжди звільнимося від марних пошуків не вловленої дотепер і невловимої сутності слова "вид"» (Дарвін 1936).

Останні два важливі саме як *типи взаємин* з видами, щоби не визначати вид через інші види. Визначення виду через інші види — типова логічна помилка більшості визначень. Важливо також зазначити, що всі ці критерії не працюють у філогенетичному контексті, фактично тільки п. 2 є спільним з філогенетичними концепціями.

21. Аналізуючи різноманіття визначень, Сергій Парамонов (1943) звертає увагу на формулу Володимира Комарова, за якою «вид є певним етапом в процесі еволюції» (с. 15), проте дає свою власну характеристику концепту, яку значною мірою поділяє автор. Дослідник визначає «вид» через поняття відмінностей, окремішності, своєрідності, системи поколінь і популяційної системи, підкреслюючи, що «задача наша полягає не тільки в описі виду, але в його розумінні²⁰». Практика показує, що більшість цінує описи і практики поділу, а не аналіз концептів і аналіз структури схожості (тому й домінують сплітери)²¹. Багаторазово викладена Олександром Любищевим теза про реальність виду, яка багатоліка і залежна від контексту (Любищев 1971), цілком справедлива і однозначно безсмертна: тільки її тепер варто розглядати не як потребу вибору контексту відповідно до аналізованої реальності, а як реальне різноманіття контекстів і відповідне різноманіття «видів» (у епістемологічному розумінні) — як проявів диференціації живого.

Ключі до розуміння: види видів?

Попри різноманіття визначень виду як морфологічної чи як популяційної системи, треба уточнити епістемологічний сенс виду, необхідний для розуміння концепті «*види видів*» та «*видовість*». Це важливо незалежно від того, чи йде мова про яку з іпостатей виду йде мова — вид як назву, таксон, елемент філогенезу чи член угруповання (Парамонов 1943; Любищев 1971; Загороднюк 2001). Всі ці часткові концепти стосуються визначень виду як елементу біотичного різноманіття. В цьому сенсі види — це певні реєстраційні категорії, важливі для опису й обліку біотичного різноманіття. Такі види розрізняють дослідники колекцій та дослідники угруповань, а в описі їх прив'язують до родоводу, і тільки. І на цьому ейдологічні «вправи» звичайно закінчуються. Все це прикладні аспекти, більше пов'язані з проблемами діагностики, ніж окремішності.

Але існує й інша площина — аналіз різноманіття типів таких проявів біорізноманіття, які досягли певного рівня поширення в природі, варіанти відокремленості та існування в угрупованнях. В нормі вона не привертає уваги, бо в межах кожної групи, що досліджується, все це інваріантна система ознак. Вони — це одночасно типи та рівні виокремленості, наслідки ампліфікації (Загороднюк 2004) певних варіантів, хоч гібридогенного походження, хоч клонування, хоч вегетативного розмноження або статевого процесу. І таке розуміння має поширюватися і на багатоклітинних, і одноклітинних, і спорових, і насінневих, і апоміктичних. І мова саме про походження та репродукцію — це ключові фактори появи і підтримання статусу видовості, окремішності, підтримання відмінностей.

Власне, формування окремішностей (відмінностей, спеціалізацій) — це заповідь виживання у біотичних спільнотах, де кожний вид тому і є видом, що має *унікальність і систему її охорони та відтворення*. І не має великого значення, як саме організована така система охорони та відтворення унікальності; її варіантів може бути багато (табл. 3). Понад те, різноманіття безстатевих варіантів і варіантів з гібридизацією є значно більшим за статевий процес, на якому побудовано більшість популярних концепцій виду та моделей видоутворення (Боркин

²⁰ Історія з лампером Котовим та сплітером Клоковим відома всім: визнання закономірно йшло сплітеру — як відкривачу «нових видів»; аналогічний процес йде й тепер на новому рівні, з молекулярними лініями.

²¹ Автор також аналізує явище «мерономічного голоду»: «традиція описувати нові види, підкріплена новими засобами виявлення гетерогенності біологічного матеріалу, входить у протиріччя з високим ступенем вивченості біоти і вимагає зниження планки виду» (Загороднюк 2001: 154).

& Даревский 1980; Saura *et al.* 1993; Гребельный 2005). Тому не має бути обмежень у визначенні статусу виду через його походження чи тип репродукції. Якщо екосистемну функцію виконують гібриди — то видами по суті будуть і гібриди. Це основа розуміння (існування, тлумачення) «виду», надто в екології, оскільки поза угрупованнями види в природі не існують. Вірніше, вони існують у філогенетичних класифікаціях, побудованих на засадах філогенетики і монофілії. І такі види, види таксономістів можуть існувати поза угрупованнями, в кабінетах, книжках, колекціях та уяві.

Таблиця 3. Різноманіття основних форм репродукції як основи підтримання самобутності видів
Table 3. Variety of the main forms of reproduction as a basis for maintaining the identity of species

Залученість партнерів	Гаплоїди	Диплоїди	Триплоїди	Тетраплоїди
Бастардовий рівень (міжвидові взаємодії)	кон'югація прокаріотів	гібридогенез («звичайний»), гіногенез, партеногенез	клептон	аллополіплоїдія (амфіполіплоїдія) у результаті
Сібсовий рівень (близькі пари)	кон'югація прокаріотів	біпарентальність, дводомність, кон'югація евкаріотів	гібридогенез/кредитогенез, гіногенез, партеногенез	автополіплоїдія, гібридогенні клональні форми
Осібний рівень (самітні особини)	гаметофіт, партеногенез (апогамія, апоспорія)*	спорофіт, одностомність, партеногенез (апогамія, апоспорія)*	партеногенез (гіногенез, апогамія, апоспорія)	автополіплоїдія

* Явища апоміксису загалом не пов'язані з плоідністю, тому можуть стосуватися всього нижнього ряду.

Отже, «види видів» — це реальність, а контекст задається біологічними особливостями об'єктів аналізу. Звісно, різними будуть не лише уявлення про види в різних систематичних чи екологічних групах і в різні періоди еволюції філумів та екосистем. Але різними (незрівняними) будуть і оцінки видового багатства та різноманіття різних груп організмів. І така різність буде природною (про це є і у Парамонова 1940). Понад те, питання, що більш різноманітно — 100 видів комах чи 10 видів гризунів — не повинно стояти. *Видове різноманіття є так само контекстним, як і поняття виду.* Не універсальним.

Ключі до розуміння: автономні репродуктивні системи

Особливістю всього живого є репродукція, мінливість, спеціалізація. При тому репродукуються і мінливість, і спеціалізація, і репродукція по суті є системою охорони і відтворення спеціалізації, а мінливість забезпечує лабільність при зміні умов і уникнення конкуренції в стабільних умовах. Всі вони забезпечують еволюцію. Це очевидні істини. Проте важливо на них поглянути з точки зору видовості. По суті, основними і спільними для всіх ознаками є 1) система репродукції, 2) система взаємодій в угрупованнях, 3) уникнення близьких форм, 4) освоєння ареалу (ареалу придатних біотопів), 5) утримання ніші. Це ключова п'ятірка ознак видовості.

І тут не залишається простору для типів ознак, апоморфій, послідовностей ДНК, величини гіатусів, числа хромосом, груп крові та інших ознак, які завжди є групоспецифічними і «працюють» дуже нарізно в різних групах, якщо тільки їх не аналізувати крізь призму названої «ключової п'ятірки». Якщо є додавати елементи філогенетики, то важливо додати, що види — це також система поколінь та спадковість. А якщо однією фразою — це все *система відтворення та охорони набутої унікальності (спеціалізації)*.

В розвитку ідей видовості особливе місце має посісти концепція еволюції репродуктивних систем, детально досліджена у ссавців у контексті видоутворення (Sinervo *et al.* 2019). Еволюція видовості може бути пояснена через еволюцію систем «охорони репродуктивних систем». Охорона репродуктивних систем і складні системи репродукції (бісексуальність, подвійне чи внутрішнє запліднення, чергування поколінь тощо) — це надбання еволюції, певний крок у формуванні системи охорони генофонду від змішувань з віддаленими генотипами,

а тому основи подальшої генетичної (географічної => морфологічної ==> екологічної) диференціації²².

Тобто «види» у вищих еволюційних щаблів мають бути більш захищеними, і статевий процес з його обмеженнями для чужинців — це також надбання. Тому види у бісексуальних видів — це певний рівень еволюційного розвитку. І види у примітивніших істот — агамних, вегетативних тощо — так само їхній рівень. Бісексуальні (двodomні, біпарентальні) істоти могли суттєво пришвидшити еволюцію, а різні варіанти апоміксису (зокрема партеногенезу у тварин, апоспориї чи апогамії у рослин) — сприяти збереженню цінних комбінацій генів. Так само гібридогенез дозволив пришвидшити еволюцію і забезпечив широку мінливість і адаптогенез у малорухомих або нерухомих, зокрема у рослин.

Тому маємо ще одну (чи не основну) площину неуніверсальності виду. Виду як епістемологічного явища, а не морфологічної чи популяційної системи. Ця неуніверсальність виду існує також тому, що вид як форма існування живого також *еволюціонує*, вона може ускладнюватися, спрощуватися, модифікуватися. Залежно від способу життя, організації популяційних систем, модулярності, складності будови, рухомості, середовищ існування, складності життєвих циклів тощо. Іншими словами, можна побудувати філогенію видовості як стану біосистем, від видів найпростіших до видів високоорганізованих груп багатоклітинних істот. Отже, теоретично можна побудувати систему видів як моделей (способів) існування біосистем між надорганізмовим і субгільдійним рівнями їх організації²³.

У таксономічній шкалі (на відміну від шкали біотичних спільнот) все буде більш-менш однотипно, власне, тому чисті таксономісти прагнуть знайти єдиний рецепт визначення поняття «вид» і вірять в те, що він існує. Про це свідчать і окремі дискусії, які довелося прослухати автору, годі казати про всю дидактичну літературу і те, що так по суті мислять всі випускники природничих та біологічних факультетів. Вірять в універсальність так само, як поборники біологічної (ізоляційної) концепції виду вірять, що явище ізолюючих механізмів є ключовим і [в нормі] універсальним.

На шляху до нової парадигми

«Таксономічні одиниці, зокрема «вид», можна порівняти тільки в межах близьких груп і, отже, порівнювати «вид» в орнітології та «вид» в ентомології можна тільки умовно. Чи можлива в такому випадку побудова єдиної біологічної системи нижчих таксономічних одиниць ...? ... хоча реальності самих видів рослин та тварини і не можна порівняти, але стадії утворення видів, чинники, що лягли в їх основу, часто цілком тотожні» (Парамонов 1940: 259–260)

Все це засвідчує, що разом з еволюцією систем репродукції та охорони генофонду виду змінюється і сам зміст (сама сутність виду як явища природи, як елемента біотичного різноманіття). Цей факт має бути прийнятий як реальність, яка жодним чином не пов'язана з утопічними пошуками універсального критерію виду, його немає і бути не може. Різноманіття видів як станів окремішності є великим і є одним із проявів біологічного різноманіття в цілому. Воно є природним, воно є об'єктивним, воно існує.

Варто сказати про конотаційну складову «виду». Системи доказів у англомовній літературі напевно відштовхуються від давнього *specie* як позначення окремішності, фрагмента, елемента тощо. Натомість слов'янське «вид» (включно з зеровським «вид — те, що має вид»),

²² Порядок може бути іншим, і на початку не обов'язково мають бути мутації, як це нав'язують ортодоксальні еволюціоністи, а нерідко все починається саме зі змін у стосунках видів з біотичними угрупованнями, до яких він входить — внаслідок його експансії в нові регіони, суттєвих змін в структурі угруповань, ускладнення гільдій, трансформації екосистем тощо (Загороднюк 2003b, 2004).

²³ Зауважу, що позиція «вид» не передбачена в екологічних частинах моделі, яка узгоджує ієрархічні рівні біорізноманіття (Шеляг-Сосонко & Ємельянов 1997), в ценотичній частині схеми є ланцюг «індивідуум — популяційна еконіша — місцепомешкання — біогеоценоз ...», в екосистемній — «індивідуум — екопопуляція — біоценоз — екосистема». Немає там і позицій «гільдія» та «угруповання».

а перед тип «рід» — це морфологічні або морфогенетичні концепти. Семантика «виду» у нас менш екологічна і менш пов'язана з різноманіттям або угрупованнями, тому процес розвитку знання і розуміння «виду» дещо інший від західного світу. Проте процес пізнання триває. Пояснення і розуміння концепту «види видів» має стосуватися різноманіття проявів виду саме у складі біотичних угруповань та гільдій, а також систем репродукції та охорони генетичного фонду популяції.

Відхід від пошуків універсального визначення і універсальних критеріїв виду призвело до розробки низки спеціальних концепцій виду (біологічна, філогенетична, еволюційна, екологічна) і привело до ідеї «плюралізму концепцій» (Павлинов 2009; Павлинов & Любарский 2011)²⁴, тобто визнання різності видів та різності концепцій у стосунку до різних груп та різних ситуацій. Ідея плюралізму концепцій виду, викладена І. Павлиновим, по суті може розглядатися як провісник ідеї «види видів», викладеної автором (Загороднюк 2019). Звісно, плюралізм концепцій є кроком вперед — як визнання різноманіття ідей та різноманіття точок зору в науці. Або контекстів, як про це писав О. Любичев (loc. cit.). Проте наступним кроком має стати не лише визнання плюралізму концептів, але й визнання різноманіття станів «видовості» як складової біологічного різноманіття.

На відміну від понять “kinds of species” (варіанти видів) та «categories of species» (категорії видів), які описують різноманіття гносеологічних концептів (кладовид, хроновид, паравиди, квазівид, аловид, надвид, вид в екології тощо), ідея «типів видів» (або «варіантів видовості») несе ейдологічний зміст і охоплює різноманіття проявів виду та станів видовості — як на різних рівнях організації, та і в різних систематичних групах. Цей концепт визнає нормальним різноманіття та еволюцію станів видовості, включно з клонами, бісексуалами, гібридами чи алополіплоїдами. І це різноманіття може бути ранжоване у певні ряди, а в багатьох випадках — накладене на філогенію типів, класів й рядів.

Подяки

Щиро дякую всім колегам, які долучилися до обговорення ідей цього дослідження, зокрема Л. Гармаш, І. Ємельянову, П. Царенку, О. Червоненко. Моя подяка всім колегам, які надіслали важливі публікації за темою дослідження, зокрема А. Бокотею, А. Єні, Е. Король, О. Ковальчуку, Т. Косоговій, К. Очеретній, В. Пархоменку, К. Рентюк. Незмінна подяка дослідникам, які вплинули на мій інтерес до цього напрямку досліджень, надто М. Воронцову та І. Павлинову.

Література

- Абеленцев, В. І., І. Г. Підоплічко, Б. М. Попов. 1956. *Загальна характеристика ссавців. Комахоїдні, кажани*. Вид-во АН УРСР, Київ, 1–448. (Серія: Фауна України; Том 1: Ссавці, вип. 1). [Abelentsev, V. I., I. G. Pidoplichko, B. M. Popov. 1956. General characteristics of Mammals. Insectivores, bats. *Fauna of Ukraine; Volume 1: Mammals, Issue 1*. Acad. Sci. Ukr. RSR Press, Kyiv, 1–448. (In Ukrainian)]
- Боркин, Л. Я., Даревский И. С. 1980. Сетчатое (гибридогенное) видообразование у позвоночных. *Журнал общей биологии (Москва)*, **41** (4): 485–506. [Borkin, L. Ya., I. S. Darevsky. 1980. Mesh (hybridogenic) speciation in vertebrates. *Journal of General Biology (Moscow)*, **41** (4): 485–506. (In Russian)]
- Борхес, Х. Л. 2017. *Книга вигаданих істот*. Переклад С. Борщевського. Вид-во Старого Лева, Львів, 1–240. ISBN 978-617-679-297-0. <https://bit.ly/2Po78pz> [after: Borges, J. L. 1967. *El libro de los seres imaginarios*, 1–159. Bs. As., Kier.]
- Вавилов, Н. И. 1987. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Ред. И. А. Рапопорт. Наука, Ленинград, 1–256. <https://bit.ly/2yNqKPs> [Vavilov, N. I. 1987. *The Law of Homologous Series in Hereditary Variability*. Ed. by I. A. Rapoport. Nauka, Leningrad, 1–256. (In Russian)]
- Гребельный, С. Д. 2005. Много ли на свете клональных видов. Часть 1. Отличие клональных форм от обычных двуполовых видов. *Invertebrate Zoology*, **2** (1): 79–102. [Grebelnyi, S. D. How many clonal species

²⁴ «У Природі реально існує біологічна надорганізмова різноманітність, вона багатоаспектна, розібратися і виокремити в ній щось, що зватиметься «видом», можна, лише озброївшись відповідною теорією. Таких теорій, які формують різні концепції виду, може бути багато» (Павлинов 2009).

- are there in the world. Part 1. The difference between clonal forms and bisexual species. *Invertebrate Zoology*, 2 (1): 79–102. (In Russian)]
- Дарвін, Ч. 1936. *Походження видів через природний добір або збереження сприяних порід у боротьбі за життя*. Переклад українською з шостого англ. видання В. Державіна, за ред. і з передм. І. М. Полякова. Державне медичне видавництво, Харків, 1–674. [Darwin, Ch. 1936. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. Translated from the sixth English into Ukrainian. edition of V. Derzhavin, ed. and with the foreword by I. M. Poliakov. State Medical Publishing House, Kharkiv, 1–674. (In Ukrainian)]
- Ена, А. В. 2007. Линнеоны, жорданоны и клокионы. *Матеріали читань, присвячених 300-річчю з дня народження К. Ліннея*. За ред. И. Д. Соколов. Елтон-2, Луганськ, 76–78. [Yena, A. V. 2007. Linneons, Jordanons and Clokions. *Proceedings of the Readings on the 300th Anniversary of K. Linnaeus*. Ed. by I. D. Sokolov. Elton-2, Luhansk, 76–78. (In Russian)]
- Ена, А. В. 2012. *Природная флора Крымского полуострова: монография*. Н. Орианда, Симферополь, 1–232. [Yena, A. V. 2012. *Spontaneous Flora of the Crimean Peninsula*. N. Orianda, Simferopol, 1–232. (In Russian)]
- Загороднюк, І. В. 2001a. Вид в біології як неперервна система. У кн.: *Феномен співіснування двох парадигм: креаціонізму та еволюційного вчення*. За ред. І. Г. Ємельянова. НВП «Вирій», Київ, 153–181. [Zagorodniuk, I. V. 2001. Species in biology as continuous system. In: Emelyanov, I. (ed.). *Phenomenon of Coexistence of Two Paradigms: Creationism and Evolutionary Concept*. NVP Vyriy Press, Kyiv, 153–181. (In Ukrainian)]
- Загороднюк, І. 2001b. Роди звірів східноєвропейської фауни та їх українські назви. Частина 1. Загальні положення. Комахоїдні, кажани та хижі. *Вісник Національного науково-природничого музею*, 1: 113–131. [Zagorodniuk, I. V. 2001. Genera of mammals in the East-European fauna and their Ukrainian names. Part. 1. General theses. Insectivores, bats, and carnivores. *Proceedings of the National Museum of Natural History*, 1: 113–131. (In Ukrainian)]
- Загороднюк І. В. 2002. Аловиди сарни (*Capreolus*): природа відмінностей між ними і статус популяцій з України. *Вісник Луганського державного педагогічного університету. Біологічні науки*, № 1 (45): 206–222. [Zagorodniuk, I. 2002. Allospecies of the roe deer (*Capreolus*): nature of differences between them and status of populations from Ukraine. *Visnyk of the Luhansk Pedagogical University. Biological Sciences*, No. 1 (45): 206–222. (In Ukrainian)]
- Загороднюк, І. В. 2003a. Види нижчих тетрапод України: у природі та на папері. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 33: 80–90. [Zagorodniuk, I. 2003. Species of the lower tetrapods from Ukraine: in the nature and on the paper. *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*, 33: 80–90. (In Ukrainian)]
- Загороднюк, І. В. 2003b. Інвазія як шлях видоутворення. *Доповіді НАН України*. № 10: 187–194. [Zagorodniuk, I. V. 2003. Invasions as way to speciation. *Reports of the NAS of Ukraine*. No. 10: 187–194. (In Ukrainian)]
- Загороднюк, І. В., І. Г. Ємельянов. 2003. Вид в екології як популяційна система та як компонент біотичного угруповання. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія Біологія, Екологія*, 11 (1): 8–13. [Zagorodniuk, I. V., I. G. Emelyanov. 2003. Species in ecology as population system and member of biotic community. *Visnyk of the Dnipropetrovsk University. Series Biology & Ecology*, 11 (1): 8–13. (In Ukrainian)]
- Загороднюк, І. В. 2004. Біологічний вид як ампліфікована сутність: ознаки буферизації та механізми її зрушення. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*, 14: 5–15. [Zagorodniuk, I. V. 2004. Biological species as amplify essence: attributes of buffering and modes of shifting. *Scientific Bulletin of the Uzhgorod University. Series Biology*, 14: 5–15. (In Ukrainian)]
- Загороднюк, І. В. 2010. Ссавці північного сходу України: зміни фауни та знань про її склад від огляду О. Черная (1853) до сьогодення. Повідомлення 2. *Вісник Національного науково-природничого музею*, Том 8: 33–60. [Zagorodniuk, I. V. 2010. Mammal of the North-Eastern Ukraine: changes of fauna and views about fauna composition since review by O. Czernay (1853) to the present. Communication 2. *Proceedings of the National Museum of Natural History*, 8: 33–60. (In Ukrainian)]
- Загороднюк, І. 2011. Міжвидова гібридизація і фактори її формування на прикладі теріофауни Східної Європи. *Studia Biologica*, 5 (2): 173–210. [Zagorodniuk, I. 2011. Interspecies hybridization and factors of its formation in the East-European mammalian fauna. *Studia Biologica*, 5 (2): 173–210. (In Ukrainian)]
- Загороднюк, І., І. Дикий. 2012. Мисливська теріофауна України: видовий склад і вернакулярні назви. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 58: 21–44. [Zagorodniuk, I., I. Dykyu. 2012. Hunting mammal fauna of Ukraine: species list and vernacular names. *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*, 58: 21–44. (In Ukrainian)]
- Загороднюк, І., І. Ємельянов, О. Червоненко. 2014. Зоологічні колекції та музеї як осередки дослідження біорізноманіття. *Зоологічні колекції та музеї*. За ред. І. Загороднюка; ННПМ НАН України. Київ, 6–9. [Zagorodniuk, I., I. Emelianov, O. Chervonenko. 2014. Zoological collections and museums as centres of biodiversity investigations. In: Zagorodniuk, I. (ed.). 2014. *Zoological Collections and Museums*. National Museum of Natural History, NAS of Ukraine. Kyiv, 6–9. (In Ukrainian)]
- Загороднюк, І. 2016. Криптичне різноманіття біоти, види-двійники та дослідницький дальтонізм. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 71: 3–30. [Zagorodniuk, I. 2016. Cryptic diversity of biota, sibling species and researchers' daltonism. *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*, 71: 3–30. (In Ukrainian)]

- Загороднюк, І. 2017. Зоологічні колекції як джерело інформації про стан та зміни фауни, угруповань, популяцій. *Novitates Theriologicae*, **10**: 183–189. [Zagorodniuk, I. 2017. Zoological collections as a source of information about the state and changes of fauna, communities, and populations. *Novitates Theriologicae*, **10**: 183–189. (In Ukrainian)]
- Загороднюк, І., В. Глеба. 2018. Нічниця довговуха (*Myotis bechsteinii*) на Закарпатті (Україна). *Theriologia Ukrainica*, **16**: 166–170. [Zagorodniuk, I., B. Gleba. 2018. Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*) in Transcarpathia, Ukraine. *Theriologia Ukrainica*, **16**: 166–170. (In Ukrainian)]
- Загороднюк, І. 2019. Поняття виду в біології: аналіз сутностей. *Geo&Bio*, **18**: 77–117. [Zagorodniuk, I. 2019. Species concepts in biology: analysis of essence. *Geo&Bio*, **18**: 77–117. (In Ukrainian)]
- Камелин, Р. В. 2016. Систематика растений как искусство. *Turczaninowia*, **19** (4): 18–24. [Kamelin, R. V. 2016. Plant systematics as art. *Turczaninowia*, **19** (4): 18–24. (In Russian)]
- Клоков, М. В. 1978. Биологическая дифференциация в таксономическом и фитоэкологическом аспектах. *Новости систематики высших и низших растений* 1977. Наукова думка, Київ, 50–73. [Klokov, M. V. 1978. Biological differentiation in taxonomic and phytoecological aspects. *News of Taxonomy of Higher and Lower Plants* 1977. Naukova Dumka, Kyiv, 50–73. (In Russian)]
- Котов, М. І. 1965. Нові види, описані з флори УРСР, та їх критичний перегляд. *Український ботанічний журнал*, **22** (2): 95–101. [Kotov, M. I. 1965. New species described from the flora of the Ukrainian SSR and their critical revision. *Ukrainian Botanical Journal*, **22** (2): 95–101. (In Ukrainian)]
- Кэрролл, Р. 1993. Классификация позвоночных (Приложение). Кэрролл, Р. *Палеонтология и эволюция позвоночных. Том 3. Пер. с англ.* Мир, Москва, 169–233. [Carroll, R. 1993. Classification of Vertebrates (Appendix). In: Carroll, R. *Paleontology and Vertebrate Evolution. Volume 3.* Mir, Moscow, 169–233. (In Russian)]
- Лакатош, І. 2013. Дослідницькі програми Поппера і Куна у фокусі фальсифікаціонізму. *Філософія. Суспільство*, № 4: 6–17. <https://bit.ly/349UPUM> [Lakatos, I. Research Programs of Popper and Kuhn in the Focus of Falsificationism. *Philosophy. Community*, No. 4: 6–17. (In Ukrainian, transl. from English)]
- Любарский, Г. Ю. 2015. Рождение науки. аналитическая морфология, классификационная система, научный метод. Языки славянской культуры, Москва, 1–192. [Lyubarsky, G. Y. 2015. *The Birth of Science. Analytical Morphology, Classification System, Scientific Method.* Languages of Slavic Culture, Moscow, 1–192. (In Russian)]
- Любищев, А. А. 1971. О критериях реальности в таксономии. В кн.: *Информационные вопросы семиотики, лингвистики и автоматического перевода. Выпуск 1.* ВИНТИ, Москва, 67–81. (Рос. перекл. статті 1969 р.). http://molbiol.edu.ru/review/02_14.html [Liubishchev, A. A. 1971. On the criteria of reality in taxonomy. In: *Informational Issues of Semiotics, Linguistics and Automatic Translation. Issue 1.* VINITI, Moscow, 67–81. (In Russian)]
- Мейер, М. Н. 1968. Комплексный таксономический анализ вида на примере некоторых форм серых полевок (род *Microtus*). *Зоологический журнал*, **47** (6): 850–859. [Meyer, M. N. 1968. Comprehensive taxonomic analysis of the species using some forms of the gray voles (genus *Microtus*) as an example. *Zoologicheskii Zhurnal*, **47** (6): 850–859. (In Russian)]
- МКЗН, 2003. Міжнародний кодекс зоологічної номенклатури: видання четверте. Переклад Ю. П. Некрутенка. Бібліотека офіційних видань, Київ, I–XLIII + 1–175. [ICZN, 2003. *International Code of Zoological Nomenclature: Fourth Edition.* Transl. by Yu. P. Nekrutenko. Official Publications Library, Kyiv, I–XLIII + 1–175. (In Ukrainian)]
- Мосякин, С. Л. 2008. Вид и видообразование у растений: фитоэкологические взгляды М. В. Клокова и современность. Институт ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины, Киев, 1–72. <https://bit.ly/2VzMzt8> [Mosyakin, S. L. 2008. *Species and Speciation in Plants: Phytoecological Views of M. V. Klokov and Modernity.* N. G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, Kyiv, 1–72. (In Russian)]
- Некрутенко, Ю. П. 1968. Филогения и географическое распространение рода *Gonepteryx* (Lepidoptera, Pieridae). Опыт историко-зоогеографического исследования. Отв. ред. А. П. Маркевич; Институт геологических наук АН УССР. Наукова думка, Киев, 1–128. [Nekrutenko, Yu. P. 1968. *Phylogeny and Geographical Distribution of the Genus Gonepteryx (Lepidoptera, Pieridae).* The Experience of Historical and Zoogeographic Research. Ed. by A. P. Markevych; Institute of Geological Sciences, AS of Ukrainian SSR. Naukova Dumka, Kyiv, 1–128. (In Russian)]
- Нечипуренко, О. О., М. А. Хархота, Л. Б. Зелена, А. М. Остапчук, Л. В. Авдеева. 2016. Поліфазний таксономічний аналіз каротинсинтезуючого штаму *Bacillus* sp. 1.1. *Мікробіологічний журнал*, **78** (3): 36–44. [Nechypurenko, O. O., M. A. Kharhota, L. B. Zelena, A. M. Ostapchuk, L. V. Avdeeva. Polyphasic taxonomic analysis of carotene-synthesizing strain *Bacillus* sp. 1.1. *Microbiological Journal*, **78** (3): 36–44. (In Ukrainian)]
- Павлинов, И. Я. 2009. Проблема вида в биологии — еще один взгляд. В кн.: Ред. А. Ф. Алимов, С. Д. Степанынц. *Вид и видообразование. Анализ новых взглядов и тенденций.* СПб., 259–271. (Труды ЗИН РАН. Приложение № 1). (цит. за: Павлинов, И. Я. 2011. Современная систематика: традиции и новации. *Природа*, № 10: 35–40). [Pavlinov, I. Ya. 2009. The problem of species in biology is another look. In: Alimov, A. F. and S. D. Stepanyants. (Eds). *Species and Speciation. Analysis of New Attitudes and Trends.* St. Petersburg, 259–271. (Proceedings of ZIN RAS; Supplement No. 1). (In Russian)]

- Павлинов, И. Я., Г. Ю. Любарский. 2011. *Биологическая систематика: Эволюция идей*. Тов-во научн. изд. КМК, Москва, 1–667. (Сборник трудов Зоологического музея МГУ; Том 51). [Pavlinov, I. Ya., G. Yu. Lyubarsky. 2011. *Biological Systematics: Evolution of Ideas*. KMK Scientific Press Ltd., Moscow, 1–667. (Archives of the Zoological Museum of Moscow State University. Vol. 51). (In Russian)]
- Парамонов, С. Я. 1934. Сучасна систематика, її методи та завдання. *Збірник праць Зоологічного музею*, **13**: 3–23. (Серія: Інститут зоології та біології [Труди]; Том 4). [Paramonov, S. J. 1934. Gegenwärtige Systematik, ihre Methoden und Aufgaben. *Travaux du musée zoologique*, **13**: 3–23. (In Ukrainian)]
- Парамонов, С. Я. 1935. Проблема видоутворення і ареал. *Збірник праць Зоологічного музею*, **15**: 5–26. (Труди Інституту зоології та біології / Travaux de l'Institut de zoologie et biologie, 7). [Paramonov, S. J. 1935. Das Problem der Artbildung und das Areal. *Travaux du musée zoologique*, **15**: 5–26. (In Ukrainian)]
- Парамонов, С. Я. 1937. Чи повинна бути система тварин філогенетичною? *Збірник праць Зоологічного музею*, **19**: 197–212. [Paramonov, S. J. 1937. Ob das System der Tiere phylogenetisch sein soll? *Travaux du musée zoologique*, **19**: 197–212. (In Ukrainian)]
- Парамонов, С. Я. 1940. Возможно ли построение единой биологической системы низших таксономических единиц. *Советская ботаника*, **56**: 252–261. [Paramonov, S. J. 1940. Is the construction of a unified system of the lower systematic units possible? *Sovetskaya botanika*, **56**: 252–261. (In Russian)]
- Парамонов, С. Я. 1943. Что такое вид в биологии. *Советская ботаника*, № 2: 3–18. [Paramonov, S. J. 1943. What is a species in biology. *Soviet Botany*, No. 2: 3–18. (In Russian)]
- Писанець, Є. М. 2009. Зоологічні колекції України: значення, сучасний стан і перспективи розвитку. *Природничі музеологія*, [Том 1] (Матеріали конф. ІСОМ України). Львів, Кам'янець-Подільський, 9–17. [Pysanets, E. M. 2009. Zoological collections of Ukraine: significance, current status and development prospects. *Natural History Museology*, [Volume 1] (Materials of ICOM-Ukraine Conf.). Lviv, Kamianets-Podilskyi, 9–17. (In Ukrainian)]
- Попов, М. Г. 1924. Новые и критические виды губоцветных Туркестана. *Ботанические материалы Гербария Главного ботанического сада РСФСР*, **5** (10) 153–156. <https://bit.ly/2qLdPJO> [Popov, M. G. 1924. New and critical species of Lamiaceae from the Turkestan. *Botanical materials of the Herbarium of the Main Botanical Garden of the Russian SFSR*, **5** (10) 153–156. (In Russian)]
- Солодка, Л. О. 2007. Методи ідентифікації культур актиноміцетів. *Вісник Державного агроекологічного університету. Біотехнологія, мікробіологія та інфекційні хвороби*, **1** (2/19): 173–177. <https://bit.ly/3ceioin> [Solodka, L. O. 2007. Methods for the identification of actinomycetes cultures. *Visnyk of the State Agroecological University. Biotechnology, Microbiology and Infectious Diseases*, **1** (2/19): 173–177. (In Ukrainian)]
- Шаповал, А. І. 2016. Документи С. Я. Парамонова у фондах Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського: джерелознавче дослідження. НБУВ НАН України, Київ, 1–352. <https://bit.ly/2CaTyQ8> [Shapoval, A. I. 2016. Documents of S. Ya. Paramonov in the collection of the V. I. Vernadsky National Library of Ukraine: source study. Vernadsky Natl. Library of Ukraine, of NAS of Ukraine, Kyiv, 1–352. (In Ukrainian)]
- Штумпке, Х. *Формы и жизнь ринограденций*. Пер. П. Волков. 2009. Online: <https://bit.ly/2xYdw1Z> [Stümpke, H. 1957 (1993). *Bau und Leben der Rhinogradentia*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart; Jena, 1–83.]
- Casetta, E. 2014. Are species social objects? Some notes. *Rivista di estetica*, **57**: 173–183.
- Atran, S. 1998. Folk Biology and the Anthropology of Science: Cognitive Universals and Cultural Particulars. *Behavioral and Brain Sciences*, **21** (4): 547–609.
- Isaac, N., J. Mallet, G. M. Mace. 2004. Taxonomic inflation: its influence on macroecology and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, **19** (9): 464–469.
- Kull, K. 2016. The biosemiotic concept of the species. *Biosemiotics*, **9** (1): 61–71.
- Martínková, N., J. Zima, M. Jaarola, M. Macholán, F. Spitzenberger. 2007. The origin and phylogenetic relationships of *Microtus bavaricus* based on karyotype and mitochondrial DNA sequences. *Folia Zoologica*, **56** (1): 39–49.
- Padial, J. M., M. Aurélien, I. De la Riva, M. Vences. 2010. Integrative future of taxonomy. *Frontiers in Zoology*, **7** (1): 16 [1–14].
- Paramonov, S. J. 1951. What is a species? *Annals of the Ukrainian Academy of Arts and Sciences in the United States*, **1** (2): 138–149.
- Saura, A., J. Lokki, E. Suomalainen. 1993. Origin of polyploidy in parthenogenetic weevils. *Journal of Theoretical Biology*, **163** (4): 449–456.
- Sinervo, B., A. S. Chaine, D. B. Miles. 2019. Social games and genic selection drives mammalian mating system evolution and speciation. In: Supplement to: 'Genic Mating System Evolution' by Sinervo et al. (Am. Nat.). The University of Chicago. Preprint, 1–132.
- Wilkins, J. S. 2003. How to be a chaste species pluralist-realist: the origins of species modes and the Synapomorphic Species Concept. *Biology and Philosophy* **18**: 621–638.
- Zagorodniuk, I. 2014. Changes in taxonomic diversity of Ukrainian mammals for the last three centuries: extinct, phantom, and alien species. *Proceedings of the Theriological School*, **12**: 3–16.

Поширення та морфологічні особливості сонячного окуня *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) у водоймах Луганщини

Євген С. Коваль,

Віталій П. Форощук 

Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка (Луганськ, Україна)

Distribution and morphological features of the common sunfish *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) in waters of Luhansk Oblast, Ukraine. — E. Koval, V. Foroshchuk. — The common sunfish (*Lepomis gibbosus*), a representative of the North American fish fauna, became widespread in waters of south-eastern Ukraine. Currently, it is known from water bodies of the Northern Pryazovia, from the basins of the Dnipro and Siversky Donets Rivers. The common sunfish is a recent invader species in the fish fauna of the Siversky Donets and Mius Rivers. Fish were caught in the Siversky Donets River above and below the dam of the Schastinska TPS, in the rivers Luhan, Olkhova, and Luhanchik, and in the reservoir of the former Shteregrovskaya TPS on the Mius River. They were caught on a fishing rod in June–July 2015–2019. Findings of the common sunfish from the Aydar and Derkul Rivers are also known. Morphometric features of the common sunfish *L. gibbosus* were studied for the first time. An analysis of the data revealed that the occurrence of the common sunfish in the studied water bodies led to the formation of a more elongated body shape compared to individuals from the native range (Ontonabe River, Canada). This is confirmed by the maximum values of average length of the head, dorsal and pectoral fins, post-dorsal distance, and body height in relation to standard body length. Although the caught fish had slightly higher average values of standard body length compared to those from the natural range, determination of Student's t-test confirmed the revealed regularity between fish samples from the Siversky Donets and Ontonabe Rivers according to these characters, but there was no significant difference between the average values of the pectoral fin length. Comparison of fish samples from the Dnieper and Ontonabe Rivers showed a significant difference between the mean values of only the largest body height among the considered characters. No significant differences in the mean values of these characters were found when comparing fish samples from the Siversky Donets and Dnipro Rivers. Special deviations of meristic features in the studied fish were not noted, only their range of variation was wider. Due to the significant rate of its expansion and the damage caused to aborigine ichthyofauna, this invasive species should receive quarantine status in the near future.

Key words: common sunfish, ichthyofauna, Siversky Donets, Mius, morphometry, species.

Вступ

Сонячний окунь — *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) — є представником північноамериканської фауни. У Європу його завезли як декоративний об'єкт. Згодом він натуралізувався в природних водоймах та широко розселився. На даний момент в Україні сонячний окунь відзначений в низов'ях Дунаю, лиманах Ялпут і Кагул, озері Сасик, пониззях Дністра (дельта і Дністровський лиман), Одеській затоці, Тилігульському, Березанському та Дніпровсько-Бузькому лиманах і заплавах водоймах пониззя Дніпра, басейні Південного Бугу, внутрішніх водоймах Криму та у Дніпропетровській області (Дерипаско & Демченко 2008; Федоненко & Маренков 2013).

Останні знахідки цього виду відомі з водойм Північного Приазов'я: Каховський канал, р. Молочна та р. Кальміус (Дерипаско & Демченко 2008), Запорізького водосховища на р. Дніпро (Федоненко & Маренков 2013) та середньої течії р. Сіверський Донець (Коваль & Форощук 2016).

Іхтіофауна середньої течії р. Сіверський Донець представлена 61 видом риб з 39 родів та 15 родин (Денщик 1994; Матвеев & Форощук 2012; Мовчан 2011; Шандиков & Гончаров 2008;

Correspondence to: V. Foroshchuk; Luhansk Taras Shevchenko National University, Oboronnaya St. 2, Luhansk, 91011 Ukraine; e-mail: formanvita1954@gmail.com; orcid: 0000-0001-7593-6987

Щербуха 2013). Незважаючи на численні відомості з інтернету про знахідки сонячного окуня у водах басейнів річок Дніпра та Сіверського Дінця (наприклад, <https://bit.ly/2QpjHBU> та ін.), наукові дослідження з вивчення його морфометрії у водоймах Луганщини почали проводитися тільки останнім часом (табл. 1–4).

Метою роботи є морфометрична характеристика нового виду для іхтіофауни водойм Луганщини, зазначеного в річках Сіверський Донець, Луганчик (права притока р. Сіверський Донець) та Міус (впадає в Азовське море).

Матеріал

Вивчення мінливості окуня сонячного проводилося за 32 пластичними та 9 меристичними ознаками відповідно до загальноприйнятої методики [Правдин 1966]. Матеріал був здобутий у водосховищі Штерівської ТЕС на річці Міус (7 екз.) використовуючи поплавкову вудку і ставковому господарстві, розташованому в верхів'ї р. Луганчик (9 екз.) при облові товарної риби у 2017–2018 рр.

Але в достатній кількості для отримання достовірних висновків (біля 30 екз.) матеріал був здобутий використовуючи поплавкову вудку лише у р. Сіверський Донець біля м. Щастя (рис. 2) вище та нижче греблі ТЕС у липні 2015 р (табл. 2).

Останнім часом (2019 р.) окунь сонячний був відмічений також на території м. Луганськ, у річках Вільхова та Лугань (рис. 1).



Рис. 1. Окунь сонячний *L. gibbosus* з природним забарвленням (річка Ольхова, м. Луганськ, 2019 р.).

Fig. 1. Common sunfish *L. gibbosus* with natural coloration (Olkhova River, Luhansk, 2019).



Рис. 2. Окунь сонячний *L. gibbosus*, фіксований екз. (річка Сіверський Донець, м. Щастя, 2015 р.)

Fig. 2. Common sunfish *L. gibbosus* preserved specimen (Siversky Donets River, Schastia, 2015).

Результати

Дещо більша середня довжина тіла у вивчених риб обумовлена селективністю використання знаряддя лову. Як показав аналіз меристичних ознак у вивчених груп риб, то особливих відхилень між їх показниками не відзначено, лише збільшився їх діапазон мінливості (табл. 1).

Таблиця 1. Характеристика меристичних ознак сонячного окуня

Table 1. Description of meristic characters of the common sunfish

Водоймище	Ознака			Джерело
	D	A	L.l.	
р. Сіверський Донець	IX–X 11–14	III 8–12	33–37	Наші данні
р. Луганчик	X–XI 10–12	III 9–11	27–41	Наші данні
р. Міус	X 13	III 10–13	32–38	Наші данні
Павлопольське вдсх.	XI 11	III 10	41–42	Дерипаско <i>et al.</i> 2008
Каховський канал	X–XI 10–12	III 9–11	39–42	Дерипаско <i>et al.</i> 2008

Примітка: D — кількість променів у спинному плавці (римські цифри — кількість нерозгалужених променів, арабські — розгалужених променів); A — кількість променів у анальному плавці (позначення як на спинному плавці); L.l. — загальна кількість луски у бічній лінії.

Щодо пластичних ознак, то інтродукція сонячного окуня у вивчених водоймах привела до формування більш видовженої форми тіла риб (максимальні показники середнього значення довжини голови, спинного та грудного плавців, постдорсальної відстані, висоти тіла) відносно до особин з природного ареалу (табл. 2).

Таблиця 2. Порівняльний аналіз морфометричних ознак сонячного окуня

Table 2. Comparative analysis of morphometric characters of the common sunfish

Ознака	р. Сіверський Донець (20 екз.) Наші данні		Запорізьке вдсх. (32 екз.) Фе- доненко & Маренков 2013	р. Онтонাবে, Канада (85 екз.) Дерипаско <i>et al.</i> 2008	
	min-max	M ± m		min-max	M ± m
TL, мм	107,3–135,0	117,3 ± 1,86	106,3 ± 5,50	21,1–141,5	70,2 ± 2,41
SL, мм	85,7–112,0	94,4 ± 1,49	93,0 ± 5,00	17,4–113,1	57,1 ± 1,97
lc, мм	27,0–41,0	32,69 ± 0,77	32,25 ± 2,00	—	—
у % від стандартної довжини тіла SL					
lc	30,7–38,7	34,6 ± 0,53	36,4 ± 3,75	30,8–36,7	33,8 ± 0,14
H	40,4–53,6	44,9 ± 0,64	48,8 ± 1,97	32,2–47,7	41,3 ± 0,28
h	11,1–15,7	14,4 ± 0,25	16,0 ± 1,59	11,9–15,2	13,3 ± 0,06
aD	40,4–46,2	43,4 ± 0,42	47,9 ± 5,20	41,1–45,0	43,1 ± 0,12
pD	17,7–28,4	21,4 ± 0,62	25,9 ± 2,40	—	—
lD	43,3–52,7	47,6 ± 0,59	47,3 ± 4,21	36,8–48,8	43,3 ± 0,22
hD	12,6–20,4	15,9 ± 0,39	13,4 ± 6,94	10,9–16,2	14,0 ± 0,14
lP	22,9–34,1	30,0 ± 0,62	31,0 ± 4,30	23,2–34,0	28,1 ± 0,20
PV	13,7–20,5	16,6 ± 0,38	13,0 ± 4,42	12,2–17,9	15,1 ± 0,11
lV	17,2–23,7	20,5 ± 0,35	11,0 ± 1,83	14,9–23,7	20,4 ± 0,15
l caud	17,9–25,0	21,89 ± 0,47	20,88 ± 1,56	—	—
у % від довжини голови (lc)					
do	17,65–37,04	24,37 ± 1,11	24,77 ± 1,2	—	—
po	35,29–62,96	49,96 ± 1,47	48,81 ± 3,84	—	—

Примітка: TL — абсолютна довжина тіла; SL — довжина тіла до кінця покриву луски; lc — довжина голови; H — найбільша висота тіла; h — найменша висота тіла; l caud — довжина хвостового стебла; lV — довжина черевного плавця; lP — довжина грудного плавця; PV — відстань між основами грудного і черевного плавців; aD — антедорсальна відстань; pD — постдорсальна відстань; lD — довжина основи спинного плавця; hD — висота спинного плавця на рівні четвертого нерозгалуженого променя; do — діаметр ока; po — посторбітальна довжина.

Таблиця 3. Характеристика морфометричних ознак окуня сонячного з водойм південно-східної частини України

Table 3. Description of morphometric characters of the common sunfish from water bodies of south-eastern Ukraine

Ознака	р. Міус (7 екз.) Наші данні		р. Луганчик (9 екз.) Наші данні		Павлопольське вдсх. (2 екз.) Дерипаско <i>et al.</i> 2008		Каховський канал (12 екз.) Дерипаско <i>et al.</i> 2008	
	min-max	M±m	min-max	M±m	min-max	M±m	min-max	M±m
TL, мм	94,2–122,3	107,2±3,71	80,2–99,7	89,09±1,85	89,0–121,0	105,0±16,0	110,0–144,0	122,8±2,99
SL, мм	73,3–96,1	85,6±2,74	64,3–84,2	71,24±2,02	74,0–98,0	86,0±12,0	91,0–119,0	101,9±2,4
lc, мм	25,7–34,1	30,0±1,1	21,6–27,1	24,18±0,54	32,5–33,9	33,2±0,68	31,5–35,5	32,6±0,30
у % від стандартної довжини тіла SL								
lc	34,17–37,27	35,03±0,39	32,19–35,26	33,99±0,34	32,5–33,9	33,2±0,68	31,5–35,5	32,6±0,30
H	42,7–47,97	45,27±0,59	34,56–43,38	39,99±0,88	45,7–46,6	46,1±0,48	40,0–45,4	42,8±0,41
h	12,46–15,5	14,35±0,35	13,29–15,09	14,3±0,22	15,0–15,1	15,1±0,07	13,5–15,0	14,2±0,13
aD	42,67–44,61	43,1±0,3	37,17–47,77	44,36±0,99	42,1–42,2	42,2±0,04	38,9–42,5	40,5±0,30
pD	21,64–34,17	25,6±1,63	19,25–23,25	21,27±0,42	20,9–25,3	23,1±2,18	18,9–27,3	24,0±0,58
lD	44,07–51,82	46,36±0,99	41,92–47,02	44,41±0,53	45,5–48,8	47,2±1,62	42,8–49,4	45,6±0,59
hD	13,08–16,17	14,07±0,39	12,01–15,58	14,26±0,47	13,5–14,8	14,1±0,64	13,2–14,7	13,9±0,15
lP	29,71–34,53	31,75±0,65	28,86–32,37	30,49±0,38	25,7–26,8	26,3±0,58	13,4–16,2	30,1±0,37
PV	14,78–17,24	15,67±0,4	13,96–17,76	15,76±0,42	16,0–16,2	16,1±0,09	27,4–31,7	15,0±0,23
lV	19,47–23,39	20,79±0,5	19,7–23,1	21,14±0,37	21,6–23,2	22,4±0,77	21,0–25,0	22,3±0,31
l caud	16,28–22,34	19,99±0,71	20,68–25,23	23,03±0,46	21,6–23,2	22,4±0,77	21,0–25,0	22,3±0,31
у % від довжини голови (lc)								
do	17,08–25,0	21,45±1,18	19,19–26,85	23,57±0,93	—	23,49±0,08	—	27,90±0,03
po	44,87–53,29	48,72±1,13	44,36–52,14	47,5±0,76	—	49,37±0,04	—	59,79±0,23

Таблиця 4. Значення t-критерія Стьюдента ознак у трьох вибірках окуня сонячного

Table 4. The value of Student's t-test of traits in three samples of the common sunfish

Ознаки	р. Сів. Донець — р. Онтонাবে	Достовірна різниця	р. Дніпро — р. Онтонাবে	Достовірна різниця	р. Сів. Донець — р. Дніпро
lc	1,45		0,64		0,47
H	5,14	<0,001	3,77	<0,001	1,88
h	4,4	<0,001	1,7		1,38
aD	0,68		0,92		0,86
ID	10,75	<0,001	0,95		0,07
IP	2,92	<0,01	0,67		0,23

Це підтверджує і визначення значень t-критерію Стьюдента. Достовірна різниця встановлена для таких ознак, як максимальна та мінімальна висота тіла, довжина спинного та грудного плавців у вивчених риб з р. Сіверський Донець та р. Онтонাবে. Між вибірками риб з р. Дніпра та р. Онтонাবে достовірна різниця встановлена лише для найбільшої висоти тіла окуня сонячного.

Достовірних відмінностей між розглянутими ознаками у груп риб з р. Сіверський Донець та р. Дніпро не встановлено (табл. 4).

Морфометричні дані риб з інших водойм не є репрезентативними (табл. 3).

Висновки

Таким чином, можна зробити висновок, що поширення окуня сонячного у водоймах Луганщини носить інвазійний характер. Цьому сприяють, головним чином, приватні орендарі, які спеціалізуються на вирощуванні товарної риби у водоймах, куди разом із зарибком потрапляє цей чужорідний вид, який потім при спуску води потрапляє до аборигенної іхтіофауни. Для отримання більш деталізованої картини експансії виду у басейні Сіверського Дінця слід продовжити вивчення поширення сонячного окуня і з'ясувати аспекти його конкуренції з аборигенних видом — окунем річковим.

Література

- Денщик, В. А. 1994. Фауна рыб бассейна среднего течения Северского Донца: препринт. Ин-т зоологии НАНУ, Киев, 1–40. [Denshchik, V. A. 1994. Fish fauna of the basin of the middle course of the Siversky Donets (preprint). Schmalhausen Institute of Zoology, NAS of Ukraine, Kyiv, 1–40. (In Ukrainian)]
- Дирипаско, О. А., Н. А. Демченко, П. В. Кулик, et al. 2008. Расширение ареала солнечного окуня *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) на восток Украины. *Вісник зоології*, **42** (3): 269–273. [Diripasko, O. A., N. A. Demchenko, P. V. Kulik, et al. 2008. An expansion of the pumpkinseed, *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes), Area of Distribution into the East of Ukraine. *Vestnik zoologii*, **42** (3): 269–273. (In Ukrainian)]
- Коваль, Е. С., А. С. Матвеев, В. П. Форощук 2016. Морфологическая характеристика окуня солнечного *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) среднего течения р. Северский Донец. II Международная конференция: Актуальные вопросы биологической науки. НДУ ім. Миколи Гоголя. Ніжин, 157–159. [Koval, E. S., A. S. Matveev, V. P. Foroshchuk 2016. Morphological characteristics of the sunny perch *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) of the middle course of the Siversky Donets River. II International Conference: Actual Problems of Biological Science. NSU of Mikolai Gogol. Nizhyn, 157–159. (In Ukrainian)]
- Матвеев, А. Н., В. П. Форощук. Загороднюк (ред). 2012. Обзор таксономии рыб, обитающих в бассейне реки Северский Донец. *Динаміка біорізноманіття 2012*. Зб. наукових праць. Вид-во ЛНУ ім. Т. Шевченка, Луганськ, 230–232. [Matveev, A. N., V. P. Foroshchuk 2012. Overview of the taxonomy of fish living in the Siversky Donets river basin. In: Zagorodniuk, I. V. (Ed). *Dynamics of Biodiversity 2012*. Collection of Scientific Works. Taras Shevchenko National University, Luhansk, 230–232. (In Ukrainian)]
- Мовчан, Ю. В. 2011. *Риби України (визначник-довідник)*. ННПМ НАНУ, Київ, 1–420. [Movchan, Yu. V. 2011. *The Pisces of Ukraine (handbook)*. NMNH NASU, Kyiv, 1–420. (In Ukrainian)]
- Правдин, И. Ф. 1966. *Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных)*. Пищевая промышленность, Москва, 1–377. [Pravdin, I. F. 1966. *Guidelines for the Study of Fish (Mainly Freshwater)*. Food's Industry, Moscow, 1–377. (In Russian)]
- Федоненко, Е. В., О. Н. Маренков. 2013. Расселение, пространственное распространение и морфометрическая характеристика солнечного окуня *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) Запорожского водохранилища. *Российский журнал биологических инвазий*, № 2: 51–59. [Fedonenko, E. V.,

- O. N. Marenkov. 2013. The resettlement, spatial distribution and morphometric characteristics of the pumpkinseed sunfish *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) in the Zaporozhian reservoir. *Russian Journal of Biological Invasions*, № 2: 51–59. (In Russian)]
- Шандиков, Г. О., Г. Л. Гончаров. 2008. Рідкісні види риб басейну Сіверського Дінця Північно-східної України. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: біологія*, № 8: 65–90. [Shandikov, G. A., G. L. Goncharov. 2008. Rare fishes of the Severskiy Donets River drainage, North-Eastern Ukraine. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology*, No. 8: 65–90. (In Ukrainian)]
- Щербуха, А. 2013. *Риби України*. Вид-во Раєвського, Київ, 1–256. [Shcherbukha, A. 2013. *The Pisces of Ukraine*. Raeyvsky Scientific Publisher, Kyiv, 1–256. (In Ukrainian)]

Особливості онтогенезу *Grindelia squarrosa* в популяціях зі сходу України

Оксана Кучер 

Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України (Київ, Україна)

Specifics of the ontogenesis of *Grindelia squarrosa* in populations from eastern Ukraine. — O. Kucher. — Results of studying of the ontomorphogenesis of the North American adventive species *G. squarrosa* in its secondary range in natural conditions of eastern Ukraine are presented. The scheme of ontomorphogenesis is given and age states are selected (seeds, seedlings (p), juvenile (j), immature (im), virginal (v), young generative (g1), medieval generative (g2), aging (g3), subsenile and senile plants) and their characteristics are presented. It was found that the number of seedlings differs significantly during the growing season, the germination of seeds is also affected by temperature, the largest number of seedlings is observed at values from +25 to +27 °C in the spring. The choice of the study site is not accidental — the locality of the species in the Starobilsk grass-steppe meadow of Luhansk Oblast in the floodplain of the Siverskyi Donets River is one of the primary centres of deposition and distribution of *G. squarrosa* and its current high invasive status. The research was conducted according to the generally accepted methods of Zlobin at four localities. The density, ontogenetic and vitality structure of populations were studied. Each population was surveyed five times a year at the beginning (end of May) in the middle (June; early and late July) and at the end of the growing season (September). It was determined that the species is characterised by non-simultaneous germination of seeds and the formation of monodominant groups; the species acts as a co-dominant in steppe groups, prefers sandy loam and clayey loam and gravelly soils, rarely occurs on gravel and dense clay substrate. The period of ontogenetic development of the studied species lasts 1–2 years. As a result of studying the ontogenetic structure of model populations of *G. squarrosa*, it was found that they are dominated by plants of pregenerative state, i.e. the spectrum of age groups is left-sided, characterised by positive asymmetry with peak on plants of younger age group, full-fledged populations and has high recovery indices.

Key words: *Grindelia squarrosa*, ontogenesis, age stage, population research, east of Ukraine

Вступ

Вид *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal) має північноамериканське походження (Bartoli & Tortosa 2012). Природно цей вид поширений від півдня Манітоби до Техасу і на схід до Айдахо та Аризони. В умовах природного ареалу частіше росте на сухих місцях, але також займає вологі ґрунти з розрідженим рослинним покривом, найчастіше трапляється в сухих преріях, пустинних місцях, по узбіччях залізничних шляхів, виснажених пасовищах та орних угіддях. Часто формує майже монодомінантні угруповання; виступає як співдомінант в степових угрупованнях, віддає перевагу супіску і глинистому суглинку та щербеним ґрунтам, рідко трапляється на гравії і щільноглинистому субстраті. Є компонентом рослинних угруповань багатьох екосистем, а саме різних листяних і хвойних лісах, чагарникових пустелях, преріях, гористих, рівнинних і пустинних (Gleason & Cronquist 1991). Це поліморфний вид, описано три різновидності та дві форми.

У вторинному ареалі спонтанно вид трапляється на сході Північної Америки та країнах Тихоокеанського узбережжя (Strother & Wetter 2006), Південній Америці, Європі, а також як адвентивний відмічений у Австралії (Truta *et al.* 2012). В Європі *G. squarrosa* інтродуковано з 1804 р. в Королівському ботанічному саду в Мадриді (Іспанія) (Truta *et al.* 2012). Згодом вид поширився багатьма країнами континенту зокрема відмічений у Австрії, Бельгії, Білорусі (Парфенов 1999), Болгарії (Vladimirov & Petrova 2012), Грузії (Jinjolia & Shakarishvili 2014), Ірландії (Reynolds 2004), Естонії (Drake 2009), Латвії (Drake 2009), Литві (Gudžinskas 1997);

Correspondence to: O. Kucher; M. G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine; Tereshchenkivska St. 2, Kyiv, 01004 Ukraine; e-mail: kucher.oksana29@gmail.com; orcid: 0000-0002-5665-288X

Молдові (Мырза *et al.* 1987), Німеччині, Румунії (Anastasiu & Negrean 2005; Truta *et al.* 2012); Словаччині (Jehlik *et al.* 2013), Угорщині (Botta-Dukát 2008), Чехії (Pyšek *et al.* 2002), тощо.

На території України *G. squarrosa* вперше виявлена у 1949 р. у Баштанському районі Миколаївської обл. на перелогах та біля залізничної станції в 1948 р. (Білик 1950). Історія розповсюдження та сучасний стан поширення виду в Україні узагальнено у працях Г. І. Білика та В. С. Ткаченка (1977), В. В. Протопопової, В. С. Ткаченка та М. В. Шевери (Протопопова & Ткаченко 1979; Протопопова *et al.* 2009; Protopopova & Shevera 2014), на сході України — автора (Кучер 2012; Kucher 2015). Зараз вид натуралізувався в степовій зоні України. Він поширений у Лісостепу (Харківська, Черкаська, Київська обл.); окремі місцезростання відомі з Полісся (Житомирська обл.). Дослідження екологічних особливостей місцезростань, де поширений вид, провів Є. В. Польовий (Polevoy 2013), порівняння анатомо-морфологічних особливостей та дослідження онтогенезу представників роду *Grindelia* проводили О. Л. Клименко та В. О. Меньшова (2012).

Місцезнаходження виду в Луганській обл., зокрема в околицях м. Слов'яносербськ у приуслівій заплаві річки Сіверський Донець, є одним із первинних осередків поширення *G. squarrosa*, який, ймовірно, існує з часів Другої світової війни, але вперше виявлений тут 1962 р. (Білик & Ткаченко 1963, 1977).

Об'єкт та методика досліджень

Вибір місця дослідження *G. squarrosa* для популяційних досліджень зумовлений тим, що саме Старобільський злаково-лучний степ є одним із первинних осередків занесення виду в Україну та його сучасним високим інвазійним статусом (Kucher 2015). Дослідження інвазійних видів на популяційному рівні дає можливість з'ясувати особливості біології та специфіку їх адаптації в нових умовах, що дозволить прогнозувати подальше поширення та можливості уцяти у різних типах рослинних угруповань.

Дослідження проведено протягом 2012–2016 рр. На початку дослідження популяцій *G. squarrosa* у 2012 рр. нами закладено облікові ділянки: в околицях с. Христове Слов'яносербського р-ну Луганської обл.; околицях с. Старий Айдар Станично-Луганського р-ну (розташована в первинному осередку занесення виду на території регіону); м. Кремінна. 2014 року облікові ділянки закладено також у м. Благовіщенське (Кіровоградська обл.). Три облікові ділянки знаходяться в межах району досліджень (степова зона), одна — за його межами, у лісостеповій зоні (Кіровоградська обл.), яка була закладена для порівняння популяцій що зростають в різних природних зонах.

Популяція в околицях с. Христове розташована уздовж автотраси Луганськ-Старобільськ. Протягом вегетаційного сезону ділянка двічі скошувалася, що вплинуло на габітус рослин. Популяція в околицях с. Старий Айдар знаходиться на березі штучного каналу, який з'єднує р. Сіверський Донець та Айдар. Рослинний покрив тут під помірним пасквальним навантаженням. Популяція в м. Кремінна розташована на залізниці, в кількох кілометрах на південь від залізничного вокзалу, в бік залізничної платформи «Юний». Косіння не проводилося, проте відмічена незначна кількість пошкоджених рослин. У популяції в м. Благовіщенське, що розташована в центральній частині міста, поблизу професійно-технічного училища на залізничному полотні, нами відмічена велика кількість пошкоджених рослин, які проявлялися у різноманітних морфологічних змінах.

Дослідження проводили за методиками Ю. А. Злобіна (Злобин 2001, 2009). На чотирьох облікових ділянках. Досліджували щільність, онтогенетичну та віталітетну структуру популяцій. Кожну популяцію досліджували п'ять разів на рік на початку (кінець травня), тричі в середині (у червні; на початку та в кінці липня) та наприкінці (вересень) вегетації.

Результати дослідження

Морфологічні особливості різних вікових стадій *G. squarrosa* такі:

- Насіння: дрібне, продовгуватої форми, блискуче, з добре помітними гранями, 1–2 мм завдовжки.
- Проростки (р): починають з'являтися у квітні-травні місяці. Мають 2 листки ланцетної форми. Якщо проростки з'являються влітку, рослина до кінця вегетаційного періоду досягає іматурного-віргінільного стану і так перезимовує. Наступного року з квітня відновлює свій розвиток.
- Ювенільні рослини (j): 2–4 см заввишки, корінь стрижневий, тонкий, бічні корені не розвинені, мають в основному чотири ланцетні листки, їх розміри збільшуються.
- Іматурні рослини (im): 4–6 см заввишки, корінь стрижневий тонкий, бічних корені не розвинені, мають 6–8 листків від ланцетної до обернено-яйцеподібної форми, які зібрані в розетку.
- Віргінільні рослини (v): від 6 до 15 см заввишки, мають до 30 листків, листки довгочерешкові, обернено-яйцеподібні, цілокраї чи майже цілокраї, стебла практично не галузяться.

Генеративного стану рослини *G. squarrosa* досягають або восени першого року, або влітку наступного року розвитку. Рослини генеративної вікової групи починають галузитися (максимально до 4 порядку). Молоді генеративні рослини (g1) мають максимально 2-й порядок галуження. Висота пагону 30–45 см заввишки. Добре зберігається прикоренева розетка, яка складається з довгочерешкових листків, таких як у віргінільних рослин. У той самий час у верхній частині рослини формується другий тип листків: значно дрібніші, стеблообгорткові, еліптичні, пильчасті. Всі пагони в цій віковій групі генеративні. Коренева система стрижнева, починають розвиватися бічні корені. До зацвітання квіток у кошиках верхній частині рослини з'являється ароматична смола, до складу якої входять дитерпенові кислоти (9 %). Смола — в'язка маса, від світло-жовтого до бурштинового кольору з бальзамічним запахом, застигає при зниженні температури. Квітки в кошику зацвітають нерівномірно.

У середньовікових генеративних рослин (g2) збільшується порядок галуження, від якого залежить кількість кошиків на рослині (від 1–3 при галуженні 1 порядку до 80 — при галуженні 4 порядку). В рослин спостерігається початок плодоношення, хоча на більшості генеративних пагонах триває активне цвітіння. Коренева система досягає максимального розвитку. В цій віковій групі прикоренева розетка відмирає — залишаються декілька листків. У зрілих генеративних рослин з'являється більше вегетативних пагонів, прикоренева розетка повністю відмирає.

У старіючих рослин (g3) поступово зникають генеративні пагони та усихають нижні листки. Майже у всіх кошиках дозріває насіння. Субсенільні рослини вегетуючі з сухими генеративними пагонами або лише в їх залишках, характеризуються наявністю бічних коренів, та залишків відмерлих листків. Рослини цієї вікової групи не завжди вдається зафіксувати, оскільки вони відмирають з настанням морозів (рис. 1).

За життєвою формою *G. squarrosa* — однорічник або озимий короткоживучий малорічник. Хоча в літературі описані випадки коли рослини при інтродукції в ботанічних садах, як і у первинному ареалі, є лише дворічниками або багаторічниками (Клименко & Меньшова 2012).

При дослідженні онтоморфогенетичної структури популяції *G. squarrosa* встановлено, що протягом вегетаційного сезону кількість проростків суттєво відрізняється. Найбільше проростків відмічено на початку вегетаційного періоду, коли в ґрунті спостерігається максимальна кількість вологи (рис. 2). Далі поступово їхня кількість знижується, частина проростків переходить в інші вікові групи, частина — гине.

Так, якщо на початку літа кількість проростків сягає 50 шт/м², то в другій половині літа становить від 0 до 10 шт/м² (популяція в м. Благовіщенське). Також на проростання насіння впливає температура, найбільша кількість проростків виду спостерігається при значеннях від +25 до +27 °C у весняний період (в травні місяці).

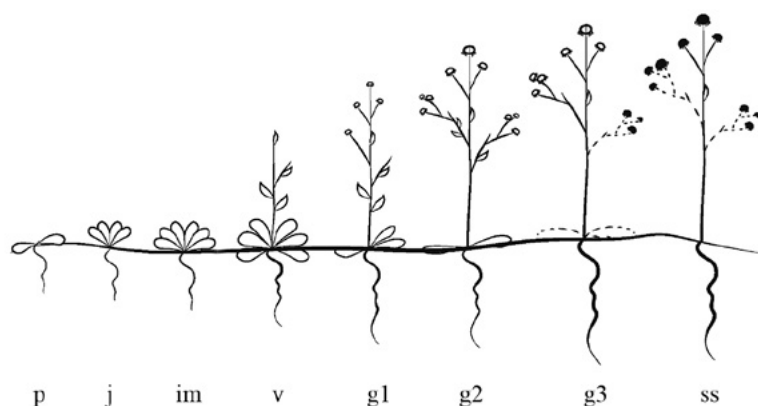


Рис. 1. Схема онтоморфогенезу *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal.

Fig. 1. Scheme of ontomorphogenesis of *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal.

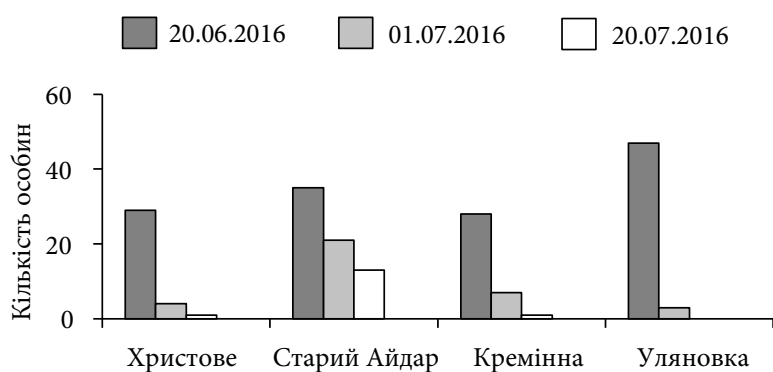


Рис. 2. Кількість проростків у різний період.

Fig. 2. Number of seedlings in different periods.

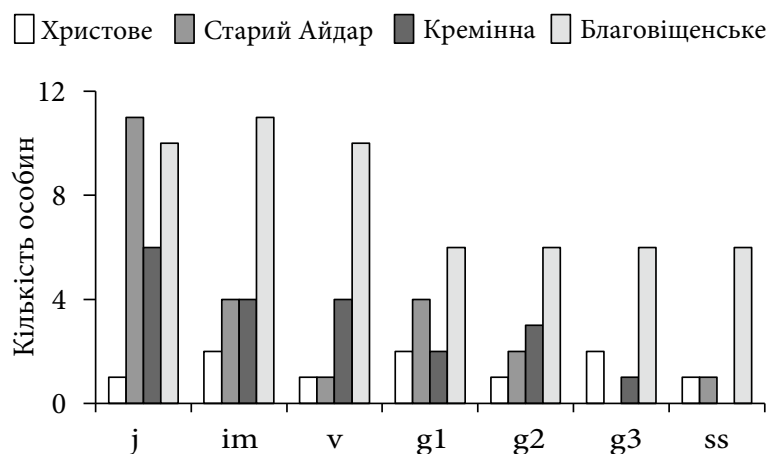


Рис. 3. Онтогенетична структура популяцій *Grindelia squarrosa*.

Fig. 3. Ontogenetic structure of populations of *Grindelia squarrosa*.

В результаті дослідження онтогенетичної структури популяцій *G. squarrosa*, нами встановлено, що у всіх модельних популяціях переважають особини прегенеративного стану, спектри їх вікових груп лівосторонні характерна позитивна асиметрія з піком на особинах молодшої вікової групи. Це свідчить про те що з на ранніх етапах розвитку конкуренція в популяції досить висока, через що не всі ювенільні та іматурні особини досягають генеративного стану розвитку. Рослини постгенеративного періоду відмічені не у всіх популяціях, зокрема, такі були відсутні в модельній популяції у м. Кременній (рис. 3).

Висновок

Для виду характерне неоднчасне проростання насіння, що проявляється через кількісні показники особин впродовж сезону. Повний цикл онтогенетичного розвитку особини виду проходять за 1 або 2 роки, залежно від часу проростання насіння. Отже, в результаті проведеного популяційного дослідження модельних популяцій *Grindelia squarrosa* у степовій зоні встановлено, що вони повностанові, мають лівосторонні онтогенетичні спектри та характеризуються високими показниками індексів відновлення.

Подяка

Автор висловлює щирю подяку проф. Людмилі Григорівні Любінській за цінні консультації, надані під час підготовки статті.

Література

- Білик, Г. І. 1950. Нова адвентивна рослина для флори УРСР — гринделія розчепірена (*Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal). *Ботан. журн. АН УРСР*, **27** (7): 76–79. [Bilyk, G. I. 1950. New adventive plant for the Ukrainian SSR flora — *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal. *Botan. Zhurnal, USSR AS*, **27** (7): 76–79. (In Ukrainian)]
- Білик, Г. І., В. С. Ткаченко. 1963. Гринделія розчепірена (*Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun.) в заплаві Сіверського Дінця. *Укр. ботан. журн.*, **20** (4): 16–21. [Bilyk, G. I., V. S. Tkachenko. 1963. *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun. in the floodplain of the Siversky Donets. *Ukr. Botan. Zhurn.*, **20** (4): 16–21. (In Ukrainian)]
- Білик, Г. І., В. С. Ткаченко. 1977. Нове місцезнаходження *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal на Україні. *Укр. ботан. журн.*, **34** (1): 92–93. [Bilyk, G. I., V. S. Tkachenko. 1977. New location of *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal in Ukraine. *Ukr. Botan. Zhurn.*, **34** (1): 92–93. (In Ukrainian)]
- Злобин, Ю. А. 2001. *Принципы и методы изучения ценологических популяций растений*. Казань: Издательство Казанского университета, 1–146. [Zlobin, Yu. A. 2001. *Principles and Methods of Studying Cenotic Population of Plants*. Kazan University, Kazan, 1–146. (In Russian)]
- Злобин, Ю. А. 2009. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Университетская книга, Сумы, 1–263. [Zlobin, Yu. A. 2009. *Population Ecology of Plants: the Present State, the Points of Growth*. University Book, Sumy, 1–263. (In Russian)]
- Клименко, О. Л., В. О. Меньшова. 2012. Особливості онтогенезу видів роду *Grindelia* Willd. *Інтродукція рослин*, **4**: 48–52. [Klymenko, O. L., V. O., Menshova. 2012. Specifics of ontogenesis of species of genus *Grindelia* Willd. *Plant introduction*, **4**: 48–52. (In Ukrainian)]
- Кучер, О. О. 2012. Інвазійний вид *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal. на території сходу України. *Динаміка біорізноманіття 2012*. За ред. І. В. Загороднюка. Луганський нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, Луганськ, 96–99. [Kucher, O. O. 2012. An invasive species of *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal. on the territory of eastern Ukraine. *Dynamics of biodiversity 2012*. Ed. I. V. Zagorodniuk. Luhansk Taras Shevchenko National University, Luhansk, 96–99. (In Ukrainian)]
- Мырза, М., Л. Кухарская, Д. Гочу. 1987. Поширення *Grindelia squarrosa* (Pursch.) Dun. на території Молдавії. *Укр. ботан. журн.*, **44** (6): 42–44. [Myrza, M., L. Kuharskaya, D. Gohu. 1987. Distribution of *Grindelia squarrosa* (Pursch.) Dun. on the territory of Moldova. *Ukr. Botan. Zhurn.*, **44** (6): 42–44. (In Russian)]
- Парфенов, В. И. ред.). 1999. *Определитель высших растений Беларуси*. Дизайн ПРО, Минск, 1–327. [Parfenov, V. I. (ed.). 1999. *Keys to vascular plants of Belarus*. Design PRO, Minsk, 1–327. (In Russian)]
- Протопопова, В. В., В. С. Ткаченко. 1979. Історія та прогноз поширення *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal. *Укр. ботан. журн.*, **36** (5): 457–461. [Protopopova, V. V., V. S. Tkachenko, 1979. History and Propagation of *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal. *Ukr. Botan. Zhurn.*, **36** (5): 457–461. (In Ukrainian)]
- Протопопова, В. В., М. В. Шевера, С. Л. Мосякін та ін. 2009. Види-трансформери у флорі Північного Причорномор'я. *Укр. ботан. журн.*, **66** (6): 770–782. [Protopopova, V. V., M. V. Shever, S. L. Mosyakin, et al. 2009. Transformers-species in the flora of the Northern Black Sea Coast. *Ukr. Botan. Zhurn.*, **66** (6): 770–782. (In Ukrainian)]
- Anastasiu, P., G. Negrean. 2005. Alien plants in Romania. *Analele Stiintifice ale Universitatii "Al. I. Cuza" Iasi*, **51** (s II a Biologie Vegetala), 87–96.
- Bartoli, A., R. D. Tortosa. 2012. Revision of the North American species of *Grindelia* (Asteraceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **98**: 447–513.
- Botta-Dukát, Z. 2008. Invasion of alien species to Hungarian (semi-)natural habitats. *Acta Botan. Hung.*, **50** (Suppl.): 219–227.
- Gleason, H. A., A. Cronquist. 1991. *Manual of Vascular Plants of Northeastern United States and Adjacent*. 2nd ed. New York Botanical Garden, New York, 1–910.

- Gudžinskas, Z. 1997. Conspectus of alien plant species of Lithuania. 4. Asteraceae. *Bot. Lith.*, **3** (4): 335–366.
- Drake, J. A. (ed.). 2009. *Handbook of Alien Species in Europe*. Springer Science + Business Media B. V., 1–421. (Series: Invading Nature Springer Series in Invasion Ecology; Volume. 3). doi: 10.1007/978-1-4020-8280-1
- Jehlik, V., J. Majekova, M. Zaliberova. 2013. New discovered adventives plants from eastern Slovakia. *Thaiszia. J. Bot., Košice*, **23** (1): 61–66.
- Jinjolia, L., N. Shakarishvili. 2014 *Grindelia asquarrosa* (Pursh) Dunal — a new alien genus and species for flora of Georgia. *Bull. Georg. Natl. Acad. Sci.*, **8** (3): 64–68.
- Kucher, O. O. 2015. Transformer species in the in the flora of Starobisk grass-meadow steppe (Ukraine). *Biodiv. Res. Conserv.*, **40**: 49–58.
- Pol'ovyj, E. V. 2013. Ecological features of *Grindelia squarrosa* as invasive species on the territory of Savranka river basin. *Actual Problems of Botany and Ecology*. Proceedings of the Conference, Schokine, 180–181.
- Protopopova, V. V., M. V. Shevera. 2014. Ergasiophytes of the Ukrainian flora. *Biodiv. Res. Conserv.*, **35** (1): 31–46.
- Pyšek, P., J. Sádlo, B. Mandák. 2002. Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia*, **74** (2): 97–186.
- Reynolds, S. C. P. *A Catalogue of Alien Plants in Ireland*. Glasnevin, National Botanic Gardens, Occasional Papers, **14**: 1–41.
- Strother, J. L., M. A. Wetter. 2006. *Grindelia*. In: *Flora of North America North of Mexico. Volume 20: Magnoliophyta: Asteridae (part 7: Asteraceae, part 2)*. Oxford, New York, 424–436.
- Truta, E., G. Vochita, A. Oprea, C. Sibru. 2012 Karyotype traits in *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal (Asteraceae), an invasive plant in Romania *Silvae Genetica*, **61** (4–5): 179–185.
- Vladimirov, V., A. S. Petrova. 2012. *Grindelia squarrosa*: a new alien species for the Bulgarian flora *Phytol. Balcan.*, **18** (3): 315–318.

The current composition of the family Gobiidae Cuvier, 1816 (Actinopterygii) in waters of Ukraine with comments on species distributions

Leonid Manilo 

National Museum of Natural History, NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

The current composition of the family Gobiidae Cuvier, 1816 (Actinopterygii) in waters of Ukraine with comments on species distributions. — L. Manilo. — The present paper is devoted to a literature-based retrospective analysis of changes in the species composition of the family Gobiidae of waters of Ukraine since the 1930s. Keys and checklists published earlier cover the fish fauna of separate regions of Ukraine, either only of river basins or of coastal waters of the Black Sea and the Sea of Azov. The first checklist of fishes of Ukraine was published by academician A. M. Nikolsky in 1930 including both freshwater and marine species known in that time. In that work, the family Gobiidae includes 23 species of 7 genera. In the paper by D. A. Tretyakov (1947), 23 species of 10 genera of true gobies are listed for waters of Ukraine with some changes in the species composition. In one of the volumes of the series “Fauna of Ukraine. Fishes” devoted to true gobies (Smirnov 1986), data on 25 species of 11 genera are presented. According to the data by Yu. Movchan (2011), the composition of the family largely expanded comprising 33 species of 13 genera, including 5 marine species that were recorded in that time in coastal waters of the Crimea as well as 1 newly described species from the Chorna River. Later, five more marine species, known earlier only in the Mediterranean Basin, were found in waters of Ukraine, as well as another species in the Sea of Azov. It was established that the current fish fauna of the family Gobiidae of Ukraine includes 38 species of 17 genera, according to the literature and data from the fish collection of the National Museum of Natural History NAS of Ukraine (Kyiv). The geographic range and distribution of each species in waters of Ukraine are presented. The fauna of true gobies of Ukraine is composed of species of the Ponto-Caspian (52.6 %) and Atlantic-Mediterranean (47.4 %) faunal complexes. Endemics (4 species) are highlighted along with recent intruders of the Black Sea that have appeared here since the early 2000s (8 species); the time of appearance for 2 species remains unknown.

Key words: Gobiidae, genus, species, distribution, Ukraine, Black Sea, Sea of Azov, faunal complex, endemic species.

Introduction

True gobies (Gobiidae) are one of the largest family of the order Gobiiformes that includes 1 359 species of 189 genera (Nelson *et al.* 2016) distributed in tropical and temperate latitudes from the intertidal zone to a depth of 200 m. True gobies are important components of fish diversity having a significant role in trophic chains of water ecosystems. In the fish fauna of Ukraine, the family of true gobies is the second largest by the number of species after the cyprinids (Cyprinidae).

Many of the earlier published checklists and keys to fishes cover mainly the whole fish fauna of separate regions (Ostroumov 1896; Sushkin & Beling 1923; etc.), while others deal only with freshwater fish faunas (Markevych & Korotkyy 1954), species composition of fishes of separate river basins, regions, or coastal waters of Ukraine (Vladykov 1926; Kolyushev 1949; Lyashenko 1952; Manilo 2014; etc.). Therefore, these publications cannot present the entire family of true gobies.

One of the first publications with a description of the fish fauna of Ukraine was the work by academician A. M. Nikolsky (1930), in which the author considers not only freshwater, but also marine species of coastal waters of Ukraine in the Black Sea and the Sea of Azov. In this key, the family Gobiidae is represented by 23 species of 7 genera, such as *Gobiosoma*, *Aphia*, *Pomatoschistus*, *Gobius*, *Proterorhinus*, *Benthophilus* and *Benthophiloides*.

The systematics of true gobies started to develop intensely after the studies of the lateral line system in different genera and species by B. S. Ilin (1927, 1949). In the “Key to Cyclostomes and Fishes of

Correspondence to: Leonid Manilo; National Museum of Natural History, NAS of Ukraine; Bohdan Khmelnytsky St. 15, Kyiv, 01030 Ukraine; e-mail: leonid.manilo@gmail.com; orcid: 0000-0002-7143-9470

the Ukrainian SSR” by D. K. Tretyakov (1947), 23 species of 10 genera of true gobies are presented for waters of Ukraine (three genera are added: *Knipowitschia*, *Zostericola*, *Bubyr* along with modifications in the species composition), and gobies are first considered among other local literature sources as a separate order Gobiiformes.

In the following years, many papers and monographs were published devoted to different aspects of systematics, biology, and distribution of gobies. In 1980–1988, the series “Fauna of Ukraine. Fishes” was published (issues 1–5 in six books), including an issue dedicated to gobies (Smirnov 1986). In that publication, the author considers 25 species of 11 genera in the composition of the family Gobiidae.

Yu. V. Movchan (2011), based on a survey and analysis of novel ichthyological data, generalised the materials of numerous sources on fishes of waters of Ukraine, including gobies. According to this publication, the composition of Gobiidae significantly expanded up to 33 species of 12 genera, including marine species (*Pomatoschistus bathi*, *Millerigobius macrocephalus*, *Gobius cruentatus*, and *G. xanthocephalus*) that were discovered in coastal waters of the Crimea by scientists of the Institute of Biology of Southern Seas, NAS of Ukraine (Boltachev *et al.* 2009a, 2010; Boltachev & Karpova 2010). Additionally, a new species *Proterorhinus tataricus* was described from the Chorna River (Freyhof & Naseka 2007).

Later, several other species were discovered in coastal waters of the Crimea previously known to be occurring only in the Mediterranean Basin: *Chromogobius quadrivittatus* (Kovtun 2013), *Gammogobius steinitzi* (Kovtun & Manilo 2013), as well as *Benthophilus magistri* from the Sea of Azov (Manilo 2011a). These species were included into L. G. Manilo’s monograph, and the number of species and genera increased to 34 and 17, respectively (Manilo 2014).

Afterwards, a number of Mediterranean species were discovered in coves of Sevastopol and underwater caves of Cape Tarkhankut: *Chromogobius zebratus*, *Gobius couchi*, and *Zebrus zebrus* (Kovtun & Karpova 2014; Karpova & Boltachev 2018).

However, there are no publications dealing with the complete current composition of the family of waters of Ukraine, including both freshwater and marine species. Therefore, the aim of the present paper is to generalise knowledge and to determine the current composition of the family Gobiidae along with the distribution of species.

Material and Methods

The study is based on results of a retrospective analysis of literature on the composition and distribution of fishes of the family Gobiidae occurring in waters of Ukraine. The systematics and nomenclature of true gobies are presented based on their validity according to modern ichthyological research (Froese & Pauly 2019).

Based on recent data of phylogenetic and biogeographic analyses (Neilson & Stepien 2009), the expansion of the taxonomic volume of subfamily Benthophilinae (based on the tribe Benthophilini Beling *et al.* 1927) by inclusion of the genus *Neogobius* and other close genera is substantiated. This subfamily is divided into three tribes: Benthophilini, Neogobiini, and Ponticolini. The tribe Ponticolini, in addition to the genera *Mesogobius* and *Proterorhinus*, also includes *Babka* and *Ponticola* as independent genera. Thus, the system of the family of true gobies is presented in this paper according to these data.

The unit of zoogeographic analysis is a faunal complex, i.e. a group a species connected by common geographic origin (Nikolsky 1947). Due to the complex geological past of the Azov–Black Sea Basin, its fish fauna, including the family Gobiidae, has a multifarious origin and includes representatives of different faunal complexes such as Boreal-Atlantic, Mediterranean, and Ponto-Caspian (Zenkevich 1963). According to more recent views (Zaitsev 1998), the ichthyofauna of the Black Sea was ultimately formed after the last connection between the Black Sea and the Mediterranean Sea. Species of the Boreal-Atlantic complex had already been present in the composition of the Mediterranean complex before the Dardanelles appeared, thus this complex is considered in this paper as Atlantic-Mediterranean.

All species of the Ponto-Caspian complex are Ponto-Caspian endemics by their origin. In this paper, endemics are considered based on their current distribution, i.e. a species is considered endemic if its distribution is restricted to the Black Sea and Sea of Azov or has an even narrower range (e.g. *Pr. tataricus*).

Among the representatives of the Atlantic-Mediterranean complex, recent invaders that appeared in the Azov-Black Sea Basin in the last few decades are highlighted.

Systematic Part

Order Gobiiformes

Family Gobiidae

Subfamily Benthophilinae

Tribe Benthophilini Neilson et Stepien, 2009

Genus *Benthophiloides* Beling et Iljin, 1927

The genus includes two species distributed in estuaries and rivers of the Black and Caspian Seas. One species occurs in waters of Ukraine.

Benthophiloides brauneri Beling et Iljin, 1927

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. The only representative of the genus in the fauna of Ukraine. Inhabits estuaries, bays, river mouths, reservoirs, and coastal waters of the northwest part of the Black Sea and the Sea of Azov. In Ukraine, it was recorded in the middle and upper sections of the Dnipro Estuary (Snigirov 2014), in Odesa Bay (Cape Velyky Fontan), in the Bug Estuary from Nova Odesa to Mykolaiv, in the course of the Dnipro from Kherson to Kakhovka, in Tendra Bay, and in the upper sections of the Dnipro (Novitsky *et al.* 2008; Stepanok & Hubanov 2018; Tkachenko 2018) and Kaniv Reservoirs (Manilo *et al.* 2013b). One record of the species is also known from Tatar cove of Kazantip Bay, Sea of Azov (Boltachev *et al.* 2009b).

Genus *Benthophilus* Eichwald, 1831

According to data from different sources, the genus includes 18–20 species (Boldyrev & Bogutskaya 2007), most of which inhabit the Caspian Sea. In waters of Ukraine, three species occur (Manilo 2011). Some researchers (Shandikov & Goncharov 2008) suggest the presence of another species *Benthophilus durrelli* Boldyrev et Bogutskaya, 2004 in the Siversky Donets River.

Benthophilus magistri Iljin, 1927

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Endemic to the Sea of Azov, where inhabits its eastern part from Taganrog Bay (Mius and Yeya Estuaries) to Temryuk Bay (Akhtanizovskiy Estuary). The species is absent in the western part of the Sea of Azov and in Lake Syvash. Occurs in Taganrog Bay from its mouth between Bilosaraiska and Dovha Spits to the mouth of the Don River. In waters of Ukraine, the species is recorded in the middle section of Taganrog Bay near Kryva Spit (Manilo 2011a, 2014).

Benthophilus nudus Berg, 1898

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Distributed in the northwest part of the Black Sea and in adjacent estuaries, lakes, and rivers. In waters of Ukraine, the species occurs near Zmiinyi Island, in the mouth of the Danube River and adjacent lakes, in the Sasyk Estuary (Demchenko & Smirnov 2009), in coastal waters of the Danube–Dnister interfluvium, in the Budatsky, Dnister, Tiligul (until 1990) (Shekk 2004), Berezansky, and Dnipro–Bug Estuaries, in the lower section of the Dnister River to Bendery city (Berg 1949), in the Southern Bug River to Oleksandrivka, in the Dnipro River (including its tributaries Samara (Novitsky *et al.* 2006) and Ingulets (Ambroz 1956)), in Kaniv Reservoir (Goroshko *et al.* 1989), in the mouth of the Desna River and near Kyiv (Pinchuk *et al.* 1985), as well as in Tendra Bay.

Benthophilus stellatus (Sauvage, 1874)

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Endemic to the Sea of Azov. According to literature data, the distribution range of the species covers the Sea of Azov to the Kerch Peninsula, also including Lake Syvash (Boldyrev & Bogutskaya 2007). According to some researchers, as a result of accidental introduction the species appeared in the Volga River's basin where it dispersed through several waterbodies and now occurs in reservoirs of the Don and Volga Rivers (Vasileva 2007). In waters of Ukraine, the species occurs in the south-western part of the Sea of Azov to Cape Kazantip, as well as along the northern coast from the Utlyuk Estuary to Kryva Spit, including the Molochnyi Estuary (Demchenko *et al.* 2005; Diripasko *et al.* 2011).

Genus *Caspiosoma* Iljin, 1927

A monotypic genus.

Caspiosoma caspium (Kessler, 1877)

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Its geographic range covers the basins of the Black Sea, Caspian Sea, and the Sea of Azov (Svetovidov 1964; Luzhnyak & Korneev 2006). In waters of Ukraine, the species occurs in estuaries of the northwest part of the Black Sea, particularly in the Sasyk (Moshu 2006), Berezansky, Dnipro–Bug, and Dnister Estuaries (Strautman & Pinchuk 1972), as well as from the Dnipro Delta to Kakhovka and in the Southern Bug near Mykolaiv. Not recorded in waterbodies of Ukraine in the last few years.

Tribe Neogobiini Neilson et Stepien, 2009

Genus *Neogobius* Iljin, 1927

The genus comprises four species that inhabit the basins of the Black Sea, Sea of Azov, and the Caspian Sea. Two species occur in waters of Ukraine.

Neogobius fluviatilis (Pallas, 1814)

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Widely distributed in the basin of the Black Sea (in the Danube to Austria (Ahnelt *et al.* 1998; Jurajda *et al.* 2005; Szalóky *et al.* 2015), in the Dnister to its upper course, in the Southern Bug and Dnipro and their tributaries) and of the Sea of Azov (rivers of the Azov Region and the Don with its tributaries). Records of the species are also known from the Aegean (Zogaris & Apostolou 2011) and Marmara Seas (Sari *et al.* 2006). Through the system of channels, the species penetrated the basin of the Baltic Sea (Danilkiewicz 1998; Rakauskas *et al.* 2018) and within the net of European freshwaters reached the Netherlands (Van Kessel *et al.* 2009). In waters of Ukraine, the species occurs in coastal waters from the Danube Delta in the west to Kryva Spit, Sea of Azov in the east, except for Zmiinyi Island and saline lakes Shagany, Alibei, and Burnas (Manilo 2011b). Occurs practically in all rivers of Ukraine, including their middle and upper courses (Smirnov 1986).

Neogobius melanostomus (Pallas, 1814)

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Inhabits the basin of the Black Sea, Sea of Azov, and Caspian Sea (Svetovidov 1964), as well as of the Marmara and Aegean Seas (Eryilmaz 2002). In the late 1950s, it was accidentally introduced in the Aral Sea and occurred there until the 1980s, but by now disappeared (Bogutskaya *et al.* 2004). The species got into the basin of the Baltic Sea with ballast waters (Skóra & Rzeznik 2001). In recent years, it was recorded in the basin of the North Sea (Manné *et al.* 2013). The species was accidentally brought to North America, where it became naturalised and widely distributed in the Great Lakes and rivers that flow into them (Jude 2001; Stepien & Tumeo 2006; Kornis *et al.* 2012). In the Black Sea and Sea of Azov, the species occurs along the shores. In Ukraine, it inhabits along the entire coast of the Black Sea and Sea of Azov, in bays and estuaries except for the saline lakes Shagany, Alibei, and Burnas (Manilo 2011b), as well as in deltas of all rivers. The species reaches the middle and upper courses of the Danube, Dnister, Southern Bug, Dnipro, and of rivers of the Azov Basin (Smirnov 1986; Movchan *et al.* 2003).

Tribe Ponticolini Neilson et Stepien, 2009

Genus *Babka* Iljin, 1927

A monotypic genus.

***Babka gymnotrachelus* (Kessler, 1857)**

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Inhabits desalinated estuaries, bays, coves, coastal lakes, and rivers of the basin of the Black Sea, Sea of Azov, Caspian Sea, and Sea of Marmara. It penetrated the basin of the Baltic Sea from the Dnipro through the system of canals (Danilkiewicz 1996; Kottelat & Freyhof 2007), although the route of dispersal according to some other sources is unknown (Grabowska 2005; Grabowska & Grabowski 2005). Through the Rhine–Main–Danube Canal, it dispersed to Germany along the Danube (Roche *et al.* 2013). In waters of Ukraine, the species was recorded in lakes of the Danube Delta area (Yalpug, Kagul, Katlabug, etc.), in the Sasyk Estuary (Smirnov & Tkachenko 2007), in the Dnister from its mouth to the upper course and in its tributaries Zbruch, Zhvanchyk, Strypa, Bystrytsia, Murafa, and Strviazh (Movchan *et al.* 2003; Grabowski *et al.* 2016). It also occurs in the Southern Bug from its mouth to Ladyzhyn Reservoir, in the Dnipro to Belarus, in the upper section of the Berezansky, Dnipro–Bug (Pinchuk 1977), and Tiligul (in periods of its desalination) estuaries (Shekk 2004), as well as in Yahorlyk, Dzharylhach, and Tendra Bays (Manilo 2009a). In the basin of the Sea of Azov, the species occurs in the desalinated zone of the northern part of the sea and in rivers of the Northern Azov Region (Smirnov 1986). It was also recorded in reservoirs and lakes of eastern Crimea (Karpova 2009).

Genus *Mesogobius* Bleeker, 1874

The genus includes three species that inhabit marine, brackish, and freshwaters of the Azov–Black Sea Basin and the Caspian Sea. One species occurs in waters of Ukraine.

***Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814)**

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Its geographic range covers the Azov–Black Sea Basin, the Bosphorus, and the Sea of Marmara (Smirnov 1986). In waters of Ukraine, the species occurs along the coasts, including Zmiinyi Island (Snigiryov 2008), Crimea (Boltachev 2003; Shaganov 2009), Kerch Strait (Shaganov & Milovanov 2005), western and northern parts of the Sea of Azov to Taganrog Bay (Demchenko *et al.* 2005). It was also recorded in the lower course of the Danube, in the middle course of the Dnister (Romanescu 2012) and the Southern Bug (to Oleksandrivka) and its tributary Mertvovod, as well as in the Dnipro to Kyiv (Kakhovka, Dnipro, Kremenichug, and Kaniv Reservoirs) (Smirnov 1986; Bulakhov *et al.* 2008) and in the Obitychna and Berda rivers. The species was not found in saline lakes of the Danube–Dnister interfluvium (Shagany, Alibei, and Burnas), nor in the Khadzhibey Estuary (Manilo 2009a).

Genus *Ponticola* Iljin, 1927

Initially, the genus *Ponticola* was described as a subgenus of the genus *Gobius* Iljin, 1927. In modern systematics of the family, it is accepted as a valid genus, which currently includes 14 Ponto-Caspian species that inhabit the basins of the Black Sea, Sea of Azov, and Caspian Sea. In waters of Ukraine, six species occur.

***Ponticola cephalargoides* (Pinchuk, 1976)**

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Distributed in the western and north-western parts of the Black Sea from the coast of Bulgaria and Romania to Cape Tarkhankut (western population), in waters of the Kerch Peninsula from Cape Opuk in the Black Sea to Cape Kazantip in the Sea of Azov (eastern population) (Pinchuk 1976; Pinchuk *et al.* 2003; Manilo & Peskov 2012). In waters of Ukraine, the species also occurs in the southern part of the Dnipro Estuary, along the seashore from Sychavka, Odesa Oblast to the mouths of the Berezansky and Dnipro–Bug Estuaries, in particular on Dnister and Sanzheiska shoalbanks, in Odesa (Zambriborshch *et al.* 1995) and Karkinit Bay, as well as near Cape Opuk (Shaganov 2009), in the Kerch Strait (Shaganov & Milovanov 2005), and in the

southern part of the Sea of Azov to Cape Kazantip. Rarerly occurs in the northern part of the Sea of Azov near Obitochna and Berdiansk Spits (Manilo 2009a, 2011b).

Ponticola eurycephalus (Kessler, 1874)

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Its geographic range covers the north-western part of the Black Sea from the coast of Bulgaria along the coast of the Crimea to the Kerch Strait (Shaganov & Milovanov 2005; Shaganov 2009; Ereemeev *et al.* 2012), as well as the Sea of Azov from its southern part to Obitochna and Berdiansk Spits, including estuaries of the Kuban region (Demchenko *et al.* 2005). In waters of Ukraine, the species was recorded in seaside waters of the Danube Delta (Balatskiy & Voloshkevich 2005), in the Sasyk Estuary (Moshu 2006; Smirnov & Tkachenko 2007), and along the coast of the Danube–Dnister interfluvium (Manilo 2009a). In the southern part of the Dnister Estuary, it was identified as *Neogobius cephalargus* (Zambriborshch & Framudu 1990). The species also occurs in coastal waters from the Dnister Estuary to the mouth of the Dnipro–Bug Estuary (Pinchuk 1977; Shekk 2004); in Karkinit Bay it was mentioned as a species of the complex “*G. cephalargus* + *platyrostris*” (Pinchuk 1968; Manilo 2009a). According to some researchers, the north-western population of the species is represented by the subspecies *N. eurycephalus odessicus* Pinchuk, 1977 (Manilo & Peskov 2012).

Ponticola kessleri (Günther, 1861)

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Distributed in marine and freshwater of the basin of the Black Sea (Svetovidov 1964; Kottelat & Freyhof 2007). The species is absent in the basin of the Sea of Azov. In the last years, the species was recorded in the basin of the Rhine to which it entered through the Main–Danube Canal (Manné *et al.* 2013; Borcharding *et al.* 2011). In waters of Ukraine, the species is known from lakes of the Danube Delta area such as Kytay, Katlabug, Yalpug, and Kagul (Smirnov 1986). Also inhabits the Dnister to the mouth of its tributary Bystrytsia (Pinchuk 1977), in the middle and lower courses of the Southern Bug and some of its tributaries (Movchan *et al.* 2003), as well as in the Dnipro to Kyiv (Smirnov 1986). The species was also recorded in the upper section of the Sasyk (Moshu 2006) and Dnister Estuaries (Movchan *et al.* 2003), in the lower part of the Khadzhibey Estuary (Kvach *et al.* 2009), and in the lower course of the Alma River in the Crimea (Boltachev & Karpova 2017).

Ponticola platyrostris (Pallas, 1814)

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. An endemic of the Black Sea known from the western coast of the Crimea up to Georgia in the east; it was also found off the coast of Turkey near Samsun (Vasileva 2007). Its records in checklists of fishes of coastal waters of Bulgaria (Vassilev & Pehlivanov 2005) and Romania (Radu & Radu 2008) belong to other goby species. In waters of Ukraine, the species occurs near Cape Tarkhankut, in the west of the Crimea (Kacha) (Manilo 2009b), as well as along the southern coast of the Crimea from Yalta to Karadag Nature Reserve (Vynogradov 1947) and Feodosia (Shaganov 2009). Rarerly occurs in the southern part of the Kerch Strait, probably only during exchange of saline waters from the Black Sea. The inclusion of the species into the checklist of the ichthyofauna of the lower course of the Dnipro (Movchan 2001) and of the middle course of the Southern Bug (Movchan *et al.* 2002) is erroneous.

Ponticola ratan (Nordmann, 1840)

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Its geographic range covers the basins of the Black Sea (from the coast of Bulgaria to the western part of the Crimea and from the Kerch Strait to Novorossiysk), the Sea of Azov (northern and eastern parts), and the Caspian Sea (Vasileva 2007). In waters of Ukraine, the species was recorded near Zmiinyi Island (Snigiryov 2008), from the coast of the Danube–Dnister interfluvium to Tendra Bay, including Shagan and Dnister shoalbanks (Manilo 2009a), in the southern part of the Dnister Estuary, in the Khadzhibey, Tiligul (from 1970 to 1990) (Shekk 2004), Berezansky, and Dnipro–Bug Estuaries, as well as in the Southern Bug to Bilousivka

(Beling 1927). Pinchuk *et al.* (1985) mentioned an isolated dwarf population of the species in the lower part of Kakhovka Reservoir near Berislav. In freshwaters, the species was found in Kamyanske (Dniprodzerzhynsk) Reservoir nearby to the mouth of the Dnipro–Donbas Canal (Manilo & Didenko 2013) and in Kaniv Reservoir (author's unpublished data). The species was also recorded near the Tarkhankut Peninsula (Pinchuk 1968; Ereemeev *et al.* 2012), near Karadag and off the coast of the Kerch Peninsula; it is abundant in the Kerch Strait (Shaganov 2009). The species is also known from the southern part of the Sea of Azov to Cape Kazantip (Ereemeev *et al.* 2012), in the Utlyuk (Demchenko *et al.* 2005) and Molochnyi (during contact with the sea) Estuaries (Smirnov 2006), as well as in the northern part of the sea to Berdyansk Spit.

Ponticola syrman (Nordmann, 1840)

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Its geographic range covers coastal waters of the Black Sea (along the shore of Bulgaria, Romania, and Ukraine), the Sea of Azov, and the Caspian Sea. Single records of the species are known from the Danube in Hungary (Guti 1999). In waters of Ukraine, the species occurs in lakes of the Danube Delta area (Kytay, Katlabug, Yalpug and Kagul), in seaside waters of the Danube Delta (Movchan *et al.* 2003), in the Dnister Estuary, and rarely along the coast from the Dnister Estuary to the Grygorivsky Estuary (in some years during spring desalination) (Vynogradov 1960; Zambriborshch *et al.* 1995). Earlier the species was recorded in the Tiligul (Shekk 2004), Berezansky, and Dnipro–Bug Estuaries (Pinchuk 1968; Movchan *et al.* 2003), and rarely in the Kerch Strait (Shaganov & Milovanov 2005). In the Sea of Azov, the species is widely distributed and also occurs in Lake Syvash (Demchenko 2005).

Genus *Proterorhinus* Smitt, 1899

Until recently, the genus was considered monotypic with a polymorphic species *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814). Results of genetic studies (Slynko *et al.* 2012; Sorokin *et al.* 2011) indicate that the Ponto-Caspian Basin is inhabited by two species of this genus: *Pr. marmoratus* represented by populations in waters of the Black Sea, and *Pr. semilunaris* inhabiting saline and freshwaters of this basin. In addition, the latter species also includes the earlier known species *Pr. nasalis* and *Pr. semipellucidus*. The composition of the genus remains dubious and needs further clarification, although currently it comprises 4–5 (?) species that inhabit fresh, brackish, and saline waters of the Azov–Black Sea Basin, the Caspian Sea, as well as the north-eastern part of the Aegean Sea. In this review, we follow the international database Fishbase (Froese & Pauly 2019) in which all these species are considered valid. Thus, in waters of Ukraine, four species of the genus occur.

Proterorhinus marmoratus (Pallas, 1814)

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Its geographic range is yet to be clarified. In saline and brackish waters of Ukraine, the species occurs in the coastal zone of the Black Sea near Zmiinyi Island (Snigiryov 2008), in seaside waters of the Danube Delta (Balatskiy & Voloshkevich 2005), along the coast of the Danube–Dnister interfluvium to the Grygorivsky Estuary, including the Budatsky, Dnister, Tiligul (Shekk 2004), Berezansky, and Dnipro–Bug Estuaries, as well as in Yahorlyk, Tendra, and Dzharylhach Bays (Pinchuk 1987; Pinchuk & Tkachenko 1996; Movchan 2000; Manilo 2009a). The species is known from nearby to Sevastopol and quite rarely also occurs along the southern coast of the Crimea to the Kerch Strait (Bogutskaya & Naseka 2004; Shaganov & Milovanov 2005; Shaganov 2009). The species was recorded in the southern part of the Sea of Azov and in Lake Syvash, in the Utlyuk and Molochny Estuaries, as well as near Berdiansk Spit (Demchenko & Mityai 2001; Diripasko *et al.* 2011; Demchenko *et al.* 2005).

Proterorhinus nasalis (De Filippi, 1863)

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. Its geographic range covers the basins of the Sea of Azov and the Caspian Sea. In Ukraine, the species occurs in the coastal desalinated zone of the Sea of Azov and is known from the Molochny Estuary, near Obotochna and Berdiansk Spits, as well as from Lake Syvash (Movchan 2011). The species' range needs to be clarified.

Proterorhinus semilunaris (Heckel, 1837)

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. It is distributed in estuaries of the western and north-western parts of the Black Sea and in rivers that flow into them. The species is known in the Danube from its mouth to Central and Western Europe (Manne & Poulet 2008; Manne *et al.* 2013), in the basin of the Dnister, in the Southern Bug and Dnipro Rivers, in the lower course of the Marytsia and Struma Rivers that flow into the eastern part of the Aegean Sea (Kottelat & Freyhof 2007; Froese & Pauly 2019), as well as in the basin of the Vistula to its mouth (Grabowska *et al.* 2008). The species was brought to lakes and rivers of North America with ballast waters (Stepien & Tumeo 2006; Neilson & Stepien 2009).

Proterorhinus tataricus Freyhof et Naseka, 2007

A species of the Ponto-Caspian faunal complex. A strict endemic of freshwaters of the Crimea. It is known from the Chorna River (Freyhof & Naseka 2007), which flows into Sevastopol Cove.

Subfamily Gobiinae

Genus *Aphia* Risso, 1827

A monotypic genus.

Aphia minuta (Risso, 1810)

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. Distributed in the eastern Atlantic from the Scandinavian Peninsula to Morocco. Also inhabits the Mediterranean (not recorded along the northern coast of Africa), Adriatic, Aegean, Marmara, and Black Seas, and occurs in the southern part of the Sea of Azov (Svetovidov 1964; Vasileva 2007). In waters of Ukraine, the species was recorded in seaside waters of the Danube Delta (Chepurinov *et al.* 1954), in the Sasyk Estuary before its separation from the sea by a dam and desalination by waters from the Danube (Smirnov & Tkachenko 2007), along the seashore in the north-western part of the Black Sea to Odesa (Kvach 2015), in Karkinit Bay in the area of Zernov's Phyllophora Field Botanical Sanctuary, in Yahorlyk and Tendra Bays, near the Tarkhankut Peninsula (Vynogradov 1960), near Zmiinyi Island (Snigiryov 2008), in coastal waters of north-western Crimea (Chesalin *et al.* 2004; Karpova 2009) and Karadag (Vinogradov 1949), in the Kerch Strait (Shaganov & Milovanov 2005), and in the southern part of the Sea of Azov (Diripasko *et al.* 2011). One of the few pelagic species of the family.

Genus *Chromogobius* de Buen, 1930

The genus consists of three species distributed in the eastern Atlantic and in the Mediterranean and Black Seas. Two species occur in waters of Ukraine.

Chromogobius quadrivittatus (Steindachner, 1863)

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. Its geographic range covers coastal waters of the northern (Spain, France, Italy, Croatia) and eastern parts of the Mediterranean Sea (Adib 2005). Also occurs in the Sea of Marmara, the Aegean (Bilecenoglu *et al.* 2014) and the Black Seas. A highly rare species in every part of the range. In the Black Sea, it was earlier also known near the coast of the Caucasus (Pinchuk 1987), where by now has entirely disappeared, as well as in Varna Bay (Georgiev 1961). A single record of the species during fish kills near Odesa is reported by A. K. Vinogradov and S. A. Khutornoy (2013), although the specimen was not preserved and only its photograph was published. In waters of Ukraine, the species was first recorded in underwater karst caves of Cape Tarkhankut (Kovtun 2013). In 2015, a number of specimens, including juveniles, were found in Martynova Cove (Sevastopol, Crimea) (Boltachev & Karpova 2016), and in Kozacha Cove in 2016 (Boltachev & Karpova 2017). According to the latest data, the species was also revealed in underwater caves of Bulgaria north of Varna Bay nearby to the border with Romania.

Chromogobius zebratus (Kolombatović, 1891)

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. A recent invader of the Mediterranean. It is known from several localities of the northern (Spain, France, Italy) (Colombo & Langeneck 2013) and eastern parts of the Mediterranean (Lebanon, Turkey) (Engin & Dalgiç 2008), Adriatic (Croatia, Montenegro), and Aegean Sea (Greece) (Miller 1986). A rare and non-abundant species. In the Black Sea, it was first recorded in waters of Ukraine in underwater caves of Cape Tarkhankut (Kovtun & Karpova 2014; Boltachev & Karpova, 2014, 2017).

Genus *Gammogobius* Bath, 1971

A monotypic genus.

Gammogobius steinitzi Bath, 1971

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. Known from several localities of the northern part of the Mediterranean Sea: off the coast of France (Dufour *et al.* 2007), near Ibiza, (Scsepka & Ahnelt 1999), in the north of the Tyrrhenian Sea near Giglio Island, Italy (Ahnelt *et al.* 1998), in the north of the Adriatic Sea near Krk, Croatia (Kovačić 1999), as well as near Crete, Greece (Kovačić *et al.* 2011). A rare and non-abundant species. It is known in the Black Sea only in waters of Ukraine from marine underwater karst caves of the Tarkhankut Peninsula near Malyyi Atlesht tract (Kovtun 2012; Kovtun & Manilo 2013).

Genus *Gobius* Linnaeus, 1758

The genus includes 28 species distributed in the Indo-West Pacific, Atlantic Ocean, Mediterranean Sea, Black Sea, and the Sea of Azov. In waters of Ukraine, currently seven species are known.

Gobius bucchichi Steindachner, 1870

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. Distributed in the eastern Atlantic from the south of Portugal to the coasts of Morocco. Also occurs in the Mediterranean Basin: in the Adriatic, Aegean, and Marmara Seas. In the Black Sea, the species is distributed along the coasts of Turkey, the Caucasus, the Crimea, and Bulgaria (Vasileva 2007). In Ukraine, the species inhabits coastal waters along the western shore of the Crimea near Cape Tarkhankut and Sevastopol (Boltachev & Karpova 2012b; Manilo 2014).

Gobius cobitis Pallas, 1814

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. Distributed in the eastern Atlantic from the English Channel to Morocco, as well as in the Mediterranean Basin (Adriatic, Aegean, and Marmara Seas). In the Black Sea, the species occurs near the coasts of the Crimea, the Caucasus, Turkey, Romania, and Bulgaria. Absent in the Sea of Azov (Vasileva 2007). In waters of Ukraine, it was recorded near Cape Tarkhankut (Malyyi Atlesht tract), along the southern coast of the Crimea from Sevastopol to Karadag and Feodosia (Boltachev 2003; Gordina *et al.* 2004; Shaganov 2009). In the north-western part of the Black Sea, it was discovered near Zmiinyi Island (Manilo 2009a).

Gobius couchi Miller et El-Tawil, 1974

A quite rare Atlantic-Mediterranean species. A recent invader of the Mediterranean Basin. It was described from coastal waters of Great Britain (Miller & El-Tawil 1974) and later recorded near south-western and northern Ireland (Minchin 1988; Costello 1992). Later, the species was found in the Mediterranean Basin: in 1996–1997, near the coast of Croatia (Kovačić 2001); in 1999, in the Tyrrhenian Sea near Ischia (Stefanni & Mazzoldi 1999); in 2004, in the Ionian Sea near Corfu (Šanda & Kovačić 2009); in 2007, in the Aegean Sea, in the southern part of the Dardanelles (Ozen *et al.* 2009); in 2009, in the Ligurian Sea (Liu *et al.* 2009); in 2010, near Crete (Kovačić *et al.* 2011); in 2011, near Malta (Kovačić *et al.* 2013). In the Black Sea, the species was recorded in 2015–2016 only in waters of Ukraine in Kozacha and Karantynna Coves (Karpova & Boltachev 2018), where the species has completely adapted to conditions of the south-western coast of the Crimea.

Gobius cruentatus Gmelin, 1789

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. A recent invader to the Mediterranean. Widely distributed in the eastern Atlantic from south-western Ireland to Morocco and Senegal, as well as in seas of the Mediterranean Basin (Adriatic, Aegean, Marmara Seas, and the Bosphorus) and in the Black Sea (Golani *et al.* 2006). Its first records in the Black Sea are confined to coastal waters of Ukraine near Sevastopol in Martynova Cove from 2002. Later, in 2007, a number of specimens were caught off the coast and in coves of Sevastopol (Boltachev *et al.* 2009a; Boltachev & Karpova 2014). About the same time, the red-mouthed goby was recorded near the coast of Turkey (Engin *et al.* 2007). Since then a stable tendency of increase in abundance and distribution has been observed along the south-western coast of the Crimea to Laspi Cove (Boltachev & Karpova 2014).

Gobius niger Linnaeus, 1758

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. Widely distributed in waters of the eastern Atlantic from the coast of Norway and the Baltic Sea to Morocco, including the Canary Islands. A common species in the Mediterranean, Adriatic, Aegean, and Marmara Seas. In the Black Sea, the species occurs along the entire coast (Vasileva 2007). S. P. Volovik and S. A. Chikhachev (1998) noted the expansion of the species' range in the Sea of Azov to its northern parts. In waters of Ukraine, the species occurs near Zmiinyi Island (Snigiryov 2008), in seaside waters of the Danube Delta (also occurred in the Sasyk Estuary before its desalination (Smirnov & Tkachenko 2007)), along the coast from the Danube–Dnister interfluvium to the Grygorivsky Estuary including Shagan and Dnister shoalbanks, in the Budak Estuary, in the southern part of the Dnister Estuary (Manilo 2009a), in the Tiligul Estuary (Shekk 2004), at the mouth of the Dnipro–Bug Estuary, as well as in Tendra, Yahorlyk, Dzharylhach, and Karkinit Bays (Pinchuk & Tkachenko 1996) and near the coast of the Crimea (Gordina *et al.* 2004; Shaganov 2009).

Gobius paganellus Linnaeus, 1758

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. Distributed in the eastern Atlantic from the western coast of Scotland to Senegal, including the Azores, the Canary Islands, and Madeira. Also occurs in the Mediterranean, Adriatic, Aegean, and Marmara Seas. Through the Suez Canal, it penetrated the Red Sea. In the Black Sea, the species is known from coastal waters of Bulgaria, Turkey, the Caucasus, and the south of the Crimea (Vasileva 2007). In waters of Ukraine, the species occurs near Zmiinyi Island (Snigirov *et al.* 2018), Sevastopol, and the area of the Tarkhankut Peninsula, as well as along the southern coast of the Crimea to Feodosia where it is a rare species (Boltachev 2003; Shaganov 2009).

Gobius xanthocephalus Heimer et Zander, 1992

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. A recent invader of the Mediterranean Sea. Inhabits coastal waters of the eastern Atlantic along the shores of Portugal (Almeida & Arruda 1998) and the Canary Islands (Wirtz & Herrera 1995). In the Mediterranean Sea, it is known off the coast of France (Heimer & Zander 1992). The species' occurrence in the central and eastern parts of the Mediterranean Sea (from Italy to Turkey) is debatable (Louisy 2002). It is a rare species in the Black Sea, where it was recorded in its eastern part near Abkhazia (Vasileva & Bogorodskii 2004). In waters of Ukraine, the species was found in the Crimea in coves of Sevastopol (Boltachev *et al.* 2009a) and near Cape Tarkhankut (Karpova & Saksahanskyy 2011).

Genus *Knipowitschia* Iljin, 1927

The genus includes 17 species distributed in basins of the Mediterranean, Black, and Caspian Seas. Two species are known in saline, brackish, and freshwaters of Ukraine.

Knipowitschia caucasica (Berg, 1916)

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. The most widely distributed representative of the genus occurring in basins of the Sea of Azov, the Black, Caspian, Ionian, Adriatic, Aegean, and Marmara Seas (Economidis & Miller 1990; Ahnelt *et al.* 1995). In the 1950s, it was accidentally

introduced in the Aral Sea, where by now its population diasappeared. In the Black Sea, the species occurs in the western and northern parts along the coasts of Bulgaria (in lakes near Burgas and in the lower course of rivers that flow into them) (Vassilev & Pehlivanov 2005), Romania (Banarescu 1964), and further to the Kerch Peninsula and the coast of the Caucasus. In marine and brackish waters of Ukraine, the species was recorded in the Danube Delta (Balatskiy & Voloshkevich 2005), in the Sasyk Estuary before its separation from the sea by a dam (Smirnov & Tkachenko 2007), along the shore of the Danube–Dnister interfluvium (Chepurinov 1958), in the Budatsky (Manilo 2014), Tiligul (Shekk 2004), and Berezansky Estuaries, in Tendra Bay (Vinogradov *et al.* 1967; Manilo 2009a), in the Kerch Strait, in the Eastern Syvash, in the Utlyuk and Molochnyi Estuaries (Demchenko *et al.* 2005), and in mouths of small rivers (Diripasko *et al.* 2011). According to A. V. Pankov (Pankov 2007), the species is actively expanding its range to the north in the Dnipro River. It was also recorded in the upper course of the Siverskyi Donets (tributary of the Don) within Kharkiv Oblast, Ukraine (Shandikov *et al.* 2009).

Knipowitschia longicaudata (Kessler, 1877)

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. Distributed sporadically in the western and south-western parts of the Black Sea (Bulgaria, Romania, and Ukraine), in the southern and eastern parts of the Sea of Azov, and in the northern part of the Caspian Sea (Troitskiy & Tsunikova 1988). It was also recorded in Turkey in Lake Manyas (Turan *et al.* 2005). In waters of Ukraine, the species was discovered in lakes of the Danube Delta area (Zelenin & Vladimirov 1975), in the lower part of the Danube Delta (Balatskiy & Voloshkevich 2005), in the Sasyk (Moshu 2006; Smirnov & Tkachenko 2007), Dnister, Tiligul (Shekk 2004), and Dnipro–Bug Estuaries and in the lower course of rivers that flow into them. In P. J. Miller's opinion (Miller 2004), records of the species in the Crimea near Sevastopol and Yalta and in the Yahorlyk Estuary (Vinogradov 1960) possibly belong to *Pomatoschistus marmoratus*. The only specimen was caught in the estuary zone of the Chorna River near Sevastopol (Boltachev & Karpova 2012a). In the area of the Kerch Strait, records of the species were reported from desalinated estuaries of the Kuban region. It was also found in the North Crimean Canal (Karpova 2009). A semipelagic species.

Genus *Millerigobius* Bath, 1973

A monotypic genus.

Millerigobius macrocephalus (Kolombatović, 1891)

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. A recent invader of the Mediterranean Basin. It was known as an endemic of the Aegean and Adriatic Seas (Miller 1986; Golani *et al.* 2006; Kovačić 2008). It was also found near Ibiza (Fischer *et al.* 2007), Corsica, and near the entrance to the Dardanelles (Bogorodsky *et al.* 2010). A rare species. It was not recorded in the Black Sea earlier. In waters of Ukraine, the species was first discovered in April 2009 in Sevastopol Cove during inspection of artificial mussel collectors installed at the mouth of the cove (Boltachev *et al.* 2010). By now, the species has formed here a separate population.

Genus *Pomatoschistus* Gill, 1863

The genus includes 14 species that inhabit the coastal zone from the north-eastern Atlantic to the Black Sea and Sea of Azov. Three species are known in marine and brackish waters of Ukraine.

Pomatoschistus bathi Miller, 1982

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. The native range of the species covers the Mediterranean, Aegean, and Marmara Seas. In the Black Sea, it is known near the coast of Abkhazia (Vasileva & Bogorodskii 2004), and near the Black Sea coast of Russia (Vasileva 2007) and Bulgaria (Vassilev *et al.* 2012). In marine waters of Ukraine, the species was first recorded in the early 2000s in coves of Sevastopol and along the southern coast of the Crimea from Cape Sarych to Cape Tovsty (Boltachev & Karpova 2010). Currently, the species is abundant in coves of Sevastopol and Lake Donuzlav, as well as near the Tarkhankut Peninsula (Eremeev *et al.* 2012). Also occurs along the

southern coast of the Crimea (it was recorded in 2013 in the Karadag Nature Reserve) (Boltachev *et al.* 2016) and in Karkinit Bay (Prishchepa *et al.* 2018). In A. R. Boltachev and E. P. Karpova's (2010) opinion, a self-maintaining population of the species has formed in the coastal zone of the Crimea.

Pomatoschistus marmoratus (Risso, 1810)

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. Inhabits coastal waters of the eastern Atlantic from Great Britain to the Bay of Biscay, Portugal, and Spain (Froese & Pauly 2019). Also occurs in the Mediterranean, Aegean, and Marmara Seas, and in the Suez Canal. It was introduced to Lake Qarun, Egypt (Vasileva 2007). In the Black Sea and Sea of Azov, it is widely distributed along almost the entire coast. In waters of Ukraine, it occurs along the entire coast in marine waters, estuaries, saline and brackish lakes (Gordina *et al.* 2004; Shekk 2004; Demchenko 2005; Shaganov & Milovanov 2005; Manilo 2009a; Movchan 2011).

Pomatoschistus minutus (Pallas, 1770)

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. Inhabits coastal waters of the eastern Atlantic from the coast of Norway to the southern part of the Iberian Peninsula; also common in the Mediterranean, Aegean, Marmara, and Black Seas (Miller 1986; Vasileva 2007). In waters of Ukraine, it was recorded in coastal waters of Zmiinyi Island (Pinchuk & Savchuk 1982), in seaside waters of the Danube Delta, along the coast of the Danube–Dnister interfluvium, in the Budatsky Estuary, in the lower part of the Dnister Estuary, in Odesa Bay (Kvach 2015), at the mouth of the Berezansky Estuary, in Yahorlyk, Tendra, and Dzharylhach Bays (Vynogradov 1960; Pinchuk & Tkachenko 1996; Movchan 2000), as well as in the Crimea in Lake Donuzlav (Boltachev & Zuyev 1999), near Sevastopol (Karpova 2009), and in the Kerch Strait. The species was not noted for the Sea of Azov until the mid-1950s, although in the mid-1970s it has expanded its range to the northern part of sea (Pinchuk & Savchuk 1982). Eventually, the species was included into the checklist of fishes of the Sea of Azov (Diripasko *et al.* 2011).

Genus *Zebrus* de Buen, 1930

A monotypic genus.

Zebrus zebrus (Risso, 1827)

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. Distributed in the Mediterranean Sea except for small areas of the northern coast of Africa (Kovačić *et al.* 2005; Bogorodsky *et al.* 2010). In the eastern Atlantic, it was recorded near the coast of Spain in the southern part of the Iberian Peninsula (Froese & Pauly 2019). A recent invader of the Mediterranean Sea. In 2007, a mature specimen was caught in the Black Sea off the coast of Turkey near Cape Jason (Kovačić & Engín 2009). In waters of Ukraine, the species was first recorded near the shore of the Crimea at mussel collectors in Sevastopol Cove, where since 2009 co-occurs with *M. macrocephalus* allowing to suggest that the species has naturalised in the Crimea (Manilo *et al.* 2013a; Karpova *et al.* 2015).

Genus *Zosterisessor* Whitley, 1935

A monotypic genus.

Zosterisessor ophiocephalus (Pallas, 1814)

A species of the Atlantic-Mediterranean faunal complex. Distributed along the northern and south-western coast of the Mediterranean Sea, as well as in the Aegean and Marmara Seas (Miller 1986). Its records in the Bay of Biscay are dubious (Pinchuk *et al.* 2004b). In the Black Sea, the species is known along almost the entire shore except for the central part of the northern coast of Turkey, and it is very rare near the southern coast of the Crimea. In the Sea of Azov, it is distributed from the south-western to the northern coast (Demchenko *et al.* 2005). In waters of Ukraine, the species occurs from seaside waters of the Danube Delta to the Kerch Strait, including all estuaries and bays. In the Sasyk Estuary, the species disappeared after its separation from the sea by a dam (Smirnov & Tkachenko 2007).

Discussion

In summary, we can note that the true gobies are currently represented in Ukraine by 38 species of 17 genera. The fauna of the family Gobiidae includes representatives of the Ponto-Caspian (20 species, 52.6 % of the total number of species of the family in Ukraine) and Atlantic-Mediterranean (18 species, 47.4 %) faunal complexes (see Table 1).

Table 1. The current species composition of the family Gobiidae of waters of Ukraine and the faunal complexes to which they belong

Таблиця 1. Сучасний видовий склад родини Gobiidae водойм України та їх належність до фауністичних комплексів

Species	Faunal complex	Species	Faunal complex
<i>Benthophiloides brauneri</i>	PC	<i>Chromogobius quadrivittatus</i> *	AM
<i>Benthophilus magistri</i>	PC	<i>C. zebratus</i> *?	AM
<i>B. nudus</i>	PC	<i>Gammogobius steinitzi</i> *?	AM
<i>B. stellatus</i>	PC	<i>Gobius bucchichi</i>	AM
<i>Caspiosoma caspium</i>	PC	<i>G. cobitis</i>	AM
<i>Neogobius fluviatilis</i>	PC	<i>G. couchi</i> *	AM
<i>N. melanostomus</i>	PC	<i>G. cruentatus</i> *	AM
<i>Babka gymnotrachelus</i>	PC	<i>G. niger</i>	AM
<i>Mesogobius batrachocephalus</i>	PC	<i>G. paganellus</i>	AM
<i>Ponticola cephalargoides</i>	PC	<i>G. xanthocephalus</i> *	AM
<i>P. eurycephalus</i>	PC	<i>Knipowitschia caucasica</i>	AM
<i>P. kessleri</i>	PC	<i>K. longicaudata</i>	PC
<i>P. platyrostris</i>	PC	<i>Millerigobius macrocephalus</i> *	AM
<i>P. ratan</i>	PC	<i>Pomatoschistus bathi</i> *	AM
<i>P. syrman</i>	PC	<i>P. marmoratus</i>	AM
<i>Proterorhinus marmoratus</i>	PC	<i>P. minutus</i>	AM
<i>P. nasalis</i>	PC	<i>Zebrus zebrus</i> *	AM
<i>P. semilunaris</i>	PC	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	AM
<i>P. tataricus</i>	PC	Total (n)	20
<i>Aphia minuta</i>	AM	(%)	52.6
			47.4

Note. Faunal complexes: PC — Ponto-Caspian, AM — Atlantic-Mediterranean, * — recent immigrant species; *? — time of appearance unknown; endemic species are given in bold.

Among species of the Atlantic-Mediterranean complex, a group of recent invaders can be highlighted, which appeared in the Black Sea in the early 2000s (*Chromogobius zebratus*, *Gobius couchi*, *G. cruentatus*, *G. xanthocephalus*, *Millerigobius macrocephalus*, *Pomatoschistus bathi*, and *Zebrus zebrus*). This is directly related to the natural permanent process of Mediterraneanization. The time of appearance of two species (*Chromogobius zebratus* and *Gammogobius steinitzi*) remains unknown. By now, near the coast of Ukraine and in coves of the Crimea such species as *C. quadrivittatus* (according to records of juveniles in coves of Sevastopol), *G. cruentatus*, *M. macrocephalus*, and *P. bathi* have fully naturalised. Four species of the family Gobiidae are endemic to Ukraine: *Benthophilus magistri*, *B. stellatus*, *P. platyrostris*, and *Proterorhinus tataricus*.

References

- Adib, S. 2005. Check-list of Bony Fish Collected from the Coast of Syria. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 5: 99–106.
- Ahnelt, H., P. Bănărescu, R. Spolwind, Á. Harka, H. Waidbacher. 1998. Occurrence and distribution of three gobiid species (Pisces: Gobiidae) in the middle and upper Danube region — example of different dispersal patterns? *Biologia*, 53: 661–674.
- Ahnelt, H., J. Herler, S. Scsepka. 1998. First records of two rare Mediterranean Gobiidae in the northern Tyrrhenian Sea. *Cybiu*, 1 (22): 83–186.
- Ahnelt, H., P. G. Bianco, H. Schwammer. 1995. Systematics and zoogeography of *Knipowitschia caucasica* (Teleostei: Gobiidae) based on new records from the Aegean Anatolian area. *Ichthyol. Explor. Freshw.*, 6 (1): 49–60.
- Almeida, A. J., L. M. Arruda. 1998. *Gobius xanthocephalus* Heimer and Zander, 1992 in Portuguese waters (Pisces: Gobiidae). *Arq. Mus. Bocage. Nov. Ser.*, 3 (5): 205–212.

- Ambroz, A. I. 1956. *Ryby Dnepra, Yuzhnogo Buga i Dneprovsko-Bugskogo limana*. Kiev: Izd-vo AN USSR. 1–405. (In Russian)
- Balatskiy, K. L., A. N. Voloshkevich. 2005. Ryby Dunayskogo biosfernogo zapovednika. *Del'ta i chelovek. Ekol. gazeta Pridunays'kogo krayu*. 30 grud. № 22–24 (81–83): 9. (In Russian)
- Bănărescu, P. 1964. Pisces-Osteichthyes (Pestii Ganoizi si Ososii) (Fauna Republicii Populare Romine). Bucharest: Acad. Republicii Populare Romine, 13: 1–962.
- Beling, D. E. 1927. Materialy do ikhtiofauny r. Pivdennyy Bog. *Zbirn. prats' Dnopr. biol. stantsiyi*, 2: 334–356. (In Ukrainian)
- Berg, L. S. 1949. *Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries*. Chast 3. 4th ed. Izdatelstvo AN SSSR. Moskva, Leningrad, 929–1382. (In Russian)
- Bilecenoglu, M., M. Kaya, B. Cihangir, E. Cicek. 2014. An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turk. J. Zool.*, 38: 901–929.
- Bogorodsky, S., M. Kovačić, O. Ozen, M. Bilecenoglu. 2010. Records of two uncommon goby species (*Millerigobius macrocephalus*, *Zebrus zebrus*) from the Aegean Sea. *Acta Adriat.*, 51 (2): 217–222.
- Bogutskaya, N. G., A. M. Naseka, V. S. Boldyrev. 2004. Bychki Neogobiinae (Teleostei: Gobiidae) v ekosistemakh Yevrazii i severoamerikanskikh Velikikh ozer. *Biological invasions in aquatic and terrestrial ecosystems*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 297–320. (In Russian)
- Boldyrev, V. S., N. G. Bogutskaya. 2007. Revision of the tadpole-gobies of the genus *Benthophilus* (Teleostei: Gobiidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 18 (1): 31–96.
- Boltachev, A. R. 2003. *Taksonomicheskoye raznoobrazie. Sovremennoye sostoyaniye bioraznoobraziya pribrezhnykh vod Kryma (Chernomorskiy sektor)*. Ikhtiofauna chernomorskogo poberezh'ya Kryma. Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika: 364–379. (In Russian)
- Boltachev, A. R., E. D. Vasileva, O. N. Daniluk. 2007. First Finding of the Stripe Tripletooth Goby *Tridentiger trigonocephalus* (Perciformes, Gobiidae) in the Black Sea (the estuary of the Chernaya River, Sevastopol Bay). *J. Ichthyology*, 47 (9): 802–805.
- Boltachev, A. R., E. P. Karpova, O. N. Danilyuk. 2009a. Findings of New and Rare Fish Species in the Coastal Zone of the Crimea (the Black Sea). *Journal of Ichthyology*, 49 (4): 277–291.
- Boltachev, A. R., E. P. Karpova, O. N. Danilyuk. 2009b. The First Find of the Brauner's Tadpole-goby *Benthophiloides braueri* (Perciformes, Gobiidae) in the Sea of Azov. *Morskyy ekolohichnyy zhurnal*, 8 (3): 14. (In Russian)
- Boltachev, A. R., E. P. Karpova. 2010. Bath's goby *Pomatoschistus bathi* (Perciformes, Gobiidae) is a new species for the ichthyofauna of the Crimean coast of the Black Sea. *Morskyy ekolohichnyy zhurnal*, 9 (2): 57. (In Russian)
- Boltachev, A. R., E. P. Karpova. 2012a. The ichthyofauna of the Sevastopol coastal zone (the Black Sea). *Morskyy ekolohichnyy zhurnal*, 2 (11): 10–27. (In Russian)
- Boltachev, A. R., E. P. Karpova. 2012b. *Marine Fishes of the Crimean peninsula*. Biznes-Inform, Simferopol, 1–224. (In Russian)
- Boltachev, A. R., E. P. Karpova, V. K. Machkevskiy. 2010. The naturalization of Miller's goby, *Millerigobius macrophthalmus* (Perciformes, Gobiidae) in the Sevastopol bay of the Black Sea. *Morskyy ekolohichnyy zhurnal*, 9 (1): 32. (In Russian)
- Boltachev, A. R., E. P. Karpova. 2014. Faunistic Revision of Alien Fish Species in the Black Sea. *Russian Journal of Biological Invasions*, 3: 2–25.
- Boltachev, A. R., E. P. Karpova. 2016. Redkiye, uyazvimyye i ischeznuvshiy ryby Sevastopolskogo regiona. *Nauchnyye zapiski prirodnogo zapovednika "Mys Martyan"*. Vyp. 7. *Fauna i zhivotnyy mir*, 251–264. (In Russian)
- Boltachev, A. R., E. P. Karpova. 2017. *Marine Fishes of the Crimean peninsula*. 2nd edition: revised and enlarged. Simferopol, Biznes-Inform, 1–376. (In Russian)
- Boltachev, A. R., G. V. Zuyev. 1999. Sostav i ekologicheskaya struktura ikhtiofauny limana Donuzlav (severo-zapadnyy Krym). *Voprosy ikhtiologii*, 39 (1): 57–63. (In Russian)
- Boltachev, A. R., V. M. Yurachno. 2002. New evidence of the continuing mediterraneanization fish fauna of the Black Sea. *Voprosy Ikhtiologii*, 42 (6): 744–750. (In Russian)
- Boltachev, A., E. Karpova, I. Vdodovich. 2016. Distribution, Biological and Ecological Characteristics of Alien Species *Pomatoschistus bathi* Miller, 1982 (Gobiidae) in the Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16: 113–122.
- Borcherding J., S. Staas, S. Krüger, M. Ondračková, L. Šlapanský, P. Jurajda. 2011. Non-native gobiid species in the lower River Rhine (Germany): recent range extensions and densities. *Journal of Applied Ichthyology*, 27: 153–155.
- Bulakhov, V. L., R. O. Novitsky, O. E. Pakhomov, O. O. Khrystov. 2008. *Biologichne riznomanittya Ukrainy. Dnipropetrovska oblast. Kruhloroti (Cyclostomata). Ryby (Pisces)*. Dnipropetrovsk: Vyd-vo Dnipropetrov. nats. un-tu, 1–304.
- Chepurinov, V. S. 1958. Biologicheskiye osobennosti i promysel nekotorykh ryb severo-zapadnoy chasti Chernogo morya. *Uchen. zap. Kishinev. un-ta*, 32: 3–46. (In Russian)
- Chepurinov, V. S., M. S. Burnashev, V. N. Dolgiy. 1954. Materialy po faune ryb severo-zapadnoy chasti Chernogo morya. *Uchen. zap. Kishinev. un-ta. Ser. biol.*, 13: 3–15. (In Russian)

- Chesalin, M. V., G. V. Zuev, T. L. Chesalina. 2004. Transparent Goby *Aphia minuta* (Gobiidae) in the Pelagic Zone of Black Sea. *J. Ichthyol.*, **44** (8): 632–636.
- Colombo, M., J. Langeneck. 2013. The importance of underwater photography in detecting cryptobenthic species: new in situ records of some gobies (Teleostei: Gobiidae) from Italian Seas with ecological notes. *Acta Adriat.*, **54** (1):101–110.
- Costello, M. 1992. Abundance and spatial overlap of gobies (Gobiidae) in Lough Hyne, Ireland. *Environ. Biol. Fish.*, **33**: 239–248.
- Danilkiewicz, Z. 1996. Babka łysa (gołogłowa), *Neogobius gymnotrachelus* (Kessler, 1857) Perciformes, Gobiidae) nowy gatunek w ichtiofaunie zlewiska Morza Bałtyckiego. *Komun. Rybackie*, **2**: 27–29.
- Danilkiewicz, Z. 1998. Babka szczupła, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1811), Perciformes, Gobiidae nowy pontyjski element w ichtiofaunie zlewiska Morza Bałtyckiego. *Fragm. faun.*, **41**: 269–277.
- Demchenko, N. A., P. M. Zabroda, V. O. Demchenko. 2005. Vydove riznomanitya rodyny Gobiidae v vodoymakh pivnichno-zakhidnoho Pryazovya. *Nauk. zap. Ternopilskoho nats. pedahoh. un-tu im. V. Hnatyuka. Ser. Biolohiya*, **4** (27). Spets. vyp. Hidroekolohiya: 67–69. (In Ukrainian)
- Demchenko, V. A., I. S. Mityai. 2001. Current State of Some Mass Gobies (Gobiidae) from the Molochnyi Liman and Adjacent Areas of the Sea of Azov. *Ekologiya morya*, **56**: 5–8. (In Russian)
- Demchenko, V. O. 2005. Dynamika vydovoho skladu ryb Skhidnoho Syvashu u zv'yazku z transformatsiyeyu vodoymy. *Nauk. zap. Ternopilskoho nats. pedahoh. un-tu im. V. Hnatyuka. Ser. Biolohiya*, **4** (27). Spets. vyp. Hidroekolohiya: 65–67. (In Ukrainian)
- Demchenko, V. O., A. I. Smirnov. 2009. Changes of ichthyodiversity of Sasyk, Tiligulsky, Molochny and Utlyuksky estuaries. *Biologia ta Valeologia. Zb. nauk. pratz. Kharkiv*, **11**: 16–23. (In Ukrainian)
- Diripasko, O. A., L. V. Izergin, K. V. Demyanenko. 2011. *Ryby Azovskogo morya*. Pod red. N. G. Bogutskoy. Berdyansk, Izd-vo OOO NPK Inter-M, 1–288. (In Russian)
- Dufour, F., P. Guidetti, P. Francour. 2007. Comparaison des inventaires de poisons dans les aires marines protégées de Mediterranee: influence de la surface et de l'anciennete. *Cybiuim*, **31** (1): 19–31.
- Economidis, P. S., P. J. Miller. 1990. Systematics of freshwater gobies from Greece (Teleostei: Gobiidae). *J. Zool.*, **221**: 125–170.
- Engin, S., D. Turan, M. Kovacic. 2007. First record of the redmouthed goby, *Gobius cruentatus* (Gobiidae), in the Black Sea. *Cybiuim*, **31**: 87–88.
- Engin, S., G. Dalgıç. 2008. First Record of *Chromogobius zebratus* (Gobiidae) for the Mediterranean Coast of Turkey. *Turk. J. Zool.*, **32**: 197–199.
- Eremeev, V. N., A. R. Boltachev, B. G. Aleksandrov et al. 2012. *Biological diversity of the coastal zone of the Crimean peninsula: problems, preservation and restoration pathways*. NAS Ukraine, Inst. Biol. Southern Seas, Sevastopol, 1–92.
- Eryilmaz, L. 2002. A new fish record for the Aegean Sea: round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) (Gobiidae). *Israel J. Zool.*, **48**: 251–252.
- Fischer, S. T., R. A. Patzner, C. H. G. Müller, H. M. Winkler. 2007. Studies on the ichthyofauna of the coastal waters of Ibiza (Balearic Islands, Spain). *Rostocker Meeresbiologische Beiträge*, **18**: 30–62.
- Freyhof, J., A. M. Naseka. 2007. *Proterorhinus tataricus*, a new tubenose goby from Crimea, Ukraine (Teleostei: Gobiidae). *Ichthyol. Explor. Freshw.*, **18** (4): 325–334.
- Froese, R., D. Pauly. 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2019).
- Georgiev, J. M. 1961. An unknown goby for Bulgarian ichthiofauna — *Relictogobius kryzanowskii*. *Izvestiya Central. nauchnoizsled. Inst. ribov. and fishing*, **1**: 141–145. (In Bulgarian)
- Golani, D., B. Öztürk, N. Başusta. 2006. *Fishes of the Eastern Mediterranean*. Istanbul, Turkish Marine Research Foundation, 1–248.
- Gordina, A. D., L. P. Salekhova, T. N. Klimova. 2004. Species composition of fish as an indicator of the current state of the coastal ecosystem of the southwestern shelf of Crimea. *Morskyy ekologichnyy zhurnal*, **3** (2): 15–24. (In Russian)
- Goroshko, O. A., V. N. Grishchenko, L. P. Zgerskaya et al. 1989. Flora i fauna zapovednikov SSSR. Pozvonochnye zhivotnye Kanevskogo zapovednika (operativno-informatsionnyy material). M.: Proizv.-izd. komb. VINITI: 1–43. (In Russian)
- Grabowska, J. 2005. Reproductive biology of racer goby *Neogobius gymnotrachelus* in the Wlodelawski Reservoir (Vistula River, Poland). *J. Appl. Ichthyol.*, **21**: 296–299.
- Grabowska, J., M. Grabowski. 2005. Indications on the diel feeding activity in early summer of racer goby *Neogobius gymnotrachelus* (Gobiidae) — a new invader in the Baltic Basin. *J. Appl. Ichthyol.*, **21**: 282–286.
- Grabowska J., D. Pietraszewski, M. Ondračková. 2008. Tubenose goby *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) has joined three other Ponto-Caspian gobies in the Vistula River (Poland). *Aquatic Invasions*, **3** (2): 261–265.
- Grabowski M., K. Hupało, A. Bylak, K. Kukuła, J. Grabowska. 2016. Double origin of the racer goby (*Babka gymnotrachelus*) in Poland revealed with mitochondrial marker. Possible implications for the species alien/native status. *Journal of Limnology*, **75** (1): 101–108.
- Guti, G. 1999. Syrman-géb (*Neogobius syrman*) a Duna magyarországi szakaszán. *Halászat*, **92**: 30–32.
- Heimer, A., C. D. Zander. 1992. Le statut de *Gobius auratus* Risso, 1810 et description de *Gobius xanthocephalus* n. sp. de la Mediterranee (Teleostei, Gobiidae). *Zool. Jahrb. Syst. (Jena)*, **119** (2): 291–313.

- Ilin, B. S. 1927. Opredelitel' bychkov (Fam. Gobiidae) Azovskogo i Chernogo morey (predvaritel'noye soobshcheniye). *Tr. Azovo-Chernomor. nauch.-promysl. ekspeditsii*, 2: 128–143. (In Russian)
- Ilin, B. S. 1949. Kratkiy obzor chernomorskikh bychkov (Pisces, Gobiidae). *Byull. Mosk. o-va isp. prirody, Otd. biologii*, 54 (3): 16–30. (In Russian)
- Jude, D. J. 2001. Round and tubenose gobies: 10 years with the latest Great Lakes phantom menace. *Dreissena*, 11 (4): 1–14.
- Jurajda P., J. Černý, M. Poláčik, Z. Valová, M. Janáč, R. Blažek, M. Ondračková. 2005. The recent distribution and abundance of non-native Neogobius fishes in the Slovak section of the River Danube. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 319–323.
- Karpova, E. P. 2009. Rasprostraneniye ryb semeystva bychkovykh (Gobiidae) v presnykh vodoemakh Kryma. *Tezy II Mizhnar. ikhtiolog. nauk.-prakt. konf. "Suchasni problemy teoretychnoyi ta praktychnoyi ikhtiolohiyi"*. Sevastopol: 60–62. (In Russian)
- Karpova, E. P., A. R. Boltachev 2018. Distribution and Biological Characteristics of Couch's Goby *Gobius couchi* (Gobiidae), a New Species for the Black Sea. *Journal of Ichthyology*, 58 (3): 303–311.
- Karpova, E. P., V. V. Saksahanskyy. 2011. Raspredeleeniye ryb semeystva bychkovykh (Gobiidae) u chernomorskoho poberezhya Kryma. *Tezy IV Mizhnar. ikhtiolog. nauk.-prakt. konf. "Suchasni problemy teoretychnoyi ta praktychnoyi ikhtiolohiyi"* (Odesa, 7–11 ver. 2011 r.). Odesa: 117–118. (In Russian)
- Karpova, E., A. Boltachev, S. Statkevich et al. 2015. Cryptobenthic fauna of the mussel farm's collectors. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 15 special issue: 511–521.
- Kolyushev, I. I. 1949. *Korotkyy vyznachnyk ryb Zakarpatskoyi oblasti URSR*, Vyd-vo Uzhhorod. un-tu, Uzhhorod, 1–33. (In Ukrainian)
- Kornis, M. S., N. Mercado-Silva, M. J. Vander Zanden. 2012. Twenty years of invasion: a review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications. *Journal of Fish Biology*, 80: 235–285.
- Kottelat, M., J. Freyhof. 2007. *Handbook of European Freshwater Fishes*. Cornol, Switzerland and Berlin, Germany, Kottelat M. and Freyhof J., 1–646.
- Kovačić, M. 1999. *Gammogobius steinitzi* Bath, 1971, a fish new to the Adriatic Sea. *Nat. Croat.*, 8 (1): 1–7.
- Kovačić, M. 2001. The Kvarner population of *Gobius couchi* (Teleostei: Gobiidae), a fish new to the Adriatic fauna. *Nat. Croat.*, 10: 1–10.
- Kovačić, M., S. Bussotti, P. Guidetti. 2005. First record of the zebra goby, *Zebrus zebrus* (Pisces: Gobiidae), in the Ionian Sea. *Ann. Ser. Hist. Nat.*, 15: 45–48.
- Kovačić, M., 2008. The key for identification of Gobiidae (Pisces: Perciformes) in the Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, 49 (3): 245–254.
- Kovačić, M., S. Engín. 2009. First record of the zebra goby, *Zebrus zebrus* (Gobiidae), in the Black Sea. *Cybium*, 33 (1): 83–84.
- Kovačić, M., M. Miletić, N. Papageorgiou. 2011. A first checklist of gobies from Crete with ten new records. *Cybium*, 35 (3): 245–253.
- Kovačić, M., J. J. Bonello, J. Evans. 2013. Three new records of Gobiidae from Malta with morphology, coloration and identification of the smallest known juveniles of two small gobiid species. *Cybium*, 37: 233–239.
- Kovtun, O. A. 2012. First records goby *Gammogobius steinitzi* Bath, 1971 (Actinopterygii, Perciformes, Gobiidae) in coastal grottoes of the western Crimea (Black Sea) (A preliminary report). *Morskyy ekologichnyy zhurnal*, 11 (3): 56. (In Russian)
- Kovtun, O. A. 2013. The new finding of a rare goby *Chromogobius quadrivittatus* (Actinopterygii, Perciformes, Gobiidae) in the marine underwater cave peninsula Tarhankut (Black Sea). *Morskyy ekologichnyy zhurnal*, 13 (1): 18. (In Russian)
- Kovtun, O. A., E. P. Karpova. 2014. *Chromogobius zebratus* (Kolombatovic, 1891) (Actinopterygii, Perciformes, Gobiidae) from marine underwater cave of Tarhankut peninsula (western Crimea), a species new for the Black Sea. *Morskyy ekologichnyy zhurnal*, 13 (1): 72. (In Russian)
- Kovtun, O. A., L. G. Manilo. 2013. Mediterranean *Gammogobius steinitzi* Bath, 1971 (Perciformes, Gobiidae) — a new representative of the Black Sea ichthyofauna. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 43 (4): 307–314.
- Kvach, Yu. 2015. The fish assemblage on the coastal shallow waters of the Gulf of Odessa and its diel changes. *Studia Biologica*, 9 (1): 191–200.
- Kvach, Yu., S. Kudrenko, K. Mierzejewska. 2009. The First Record of Bighead Goby, *Neogobius kessleri* (Actinopterygii, Gobiidae), in the Khadzhibey Estuary, SW Ukraine. *Vestnik zoologii*, 43 (3): 286.
- Liu, H. T. H., H. Ahnelt, G. A. C. Balma, G. B. Delmastro. 2009. First record of the rare gobiid fish *Gobius couchi* in the Ligurian Sea (north-western Mediterranean). *Mar. Biodiversity Rec.*, 2, p. e135.
- Louisy, P. 2002. Guide d'identification des Poissons Marins Europe de l'ouest et Mediterranee (Les Editions Eugen Ulmer).
- Luzhnyak, V. A., A. A. Korneev. 2006. Modern Ichthyofauna of the Lower Don Basin and Anthropogenic Effects on the Drainage. *Vopr. ikhtologii*, 46 (4): 503–511. (In Russian)
- Lyashenko, O. F. 1952. Ryby ponyzzya Dunayu ta yikh promyslove znachennya. *Tr. In-tu hidrobiolohiyi*, 27: 28–66. (In Ukrainian)
- Manilo, L. G. 2009a. Gobies Fishes (Gobiidae, Perciformes) of North-Western Part of the Black Sea and Adjoining Estuary Ecosystems. *Zbirn. prats Zool. muzeyu*, 40: 19–46. (In Russian)

- Manilo, L. G. 2009b. To Distribution of Some Species of the Gobies Family (Perciformes, Gobiidae) in the Waters of Ukraine. *Vestnik zoologii*, **43** (3): 275–281. (In Russian)
- Manilo, L. G. 2011a. The Azov tadpole-goby, *Benthophilus magistri* (Gobiidae, Perciformes) — rare species in the ichthyofauna of Ukraine. *Zbirn. pratz Zool. Muzeju*, **42**: 92–99. (In Russian)
- Manilo, L. G. 2011b. Features of Distributing Gobies Species (Actinopterygii, Perciformes) in Depending to the Salinity in Marine and Estuary Waters of the Azov-Black Sea Basin. *Vestnik zoologii*, **45** (3): 231–240. (In Russian)
- Manilo, L. G., V. N. Peskov. 2012. Morphological Divergence and Diagnostic Characters of Ginger Goby *Neogobius eurycphalus* (Kessler, 1874) and Surman Goby *N. cephalargoides* Pinchuk, 1976 (Perciformes, Gobiidae). *J. Ichthyol.*, **52** (1): 30–38. DOI: 10.1134/S0032945211050092.
- Manilo, L. G., A. V. Didenko. 2013. A Record of the Ratan Goby, *Ponticola ratan* (Gobiidae, Perciformes), in the Dneprodzerzhinsk Reservoir (Dnieper River). *Vestnik zoologii*, **47**(4): 335–341. DOI 10.2478/vzoo-2013-0035
- Manilo, L. G., A. R. Boltachev, E. P. Karpova. 2013a. Gobiidae invasive species of the crimean marine waters. *Zbirn. pratz Zool. Muzeju*, **44**: 50–69. (In Russian)
- Manilo, L. G., V. P. Onoprienko, I. S. Mitay. 2013b. Recent data about Brauner's tadpole-goby, *Benthophiloides brauneri* (Gobiidae, Perciformes), in the Dnieper river. *Zbirn. pratz Zool. Muzeju*, **44**: 77–82. (In Russian)
- Manilo, L. G. 2014. *Ryby semeystva Bychkovy (Perciformes, Gobiidae) morskikh i solonovatykh vod Ukrainy*. Naukova dumka, Kyiv, 1–243. (In Russian)
- Manné S., N. Poulet, S. Dembski. 2013. Colonisation of the Rhine basin by non-native gobiids: an update of the situation in France. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 411.
- Manné, S., N. Poulet. 2008. First record of the western tubenose goby *Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837) in France. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 389, 03. DOI: 10.1051/kmae:2008009.
- Markevych, O. P., Y. I. Korotkyy. 1954. *Vyznachnyk prysnovodnykh ryb Ukrainy*. Radyanska shkola, Kyiv, 1–208. (In Ukrainian)
- Miller, P. J. 1986. Gobiidae. *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean*. Eds P. J. P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau et al. UNESCO, Paris, **3**: 1019–1085.
- Miller, P. J. 2004. *Knipovitschia longicauda* (Kessler, 1877). *The Freshwater Fishes of Europe. Gobiidae 2*. Wiebelsheim: AULA-Verlag GmbH. **8/2**: 383–397.
- Miller, P. J., M. Y. El-Tawil. 1974. A multidisciplinary approach to a new species of *Gobius* (Teleostei: Gobiidae) from southern Cornwall. *J. Zool.*, **174**: 539–574.
- Minchin, D. 1988. Couch's goby, *Gobius couchi* (Teleostei: Gobiidae), from Irish waters. *J. Zool.*, **33**: 821–822.
- Moshu, A. 2006. Materialy po vidovomu sostavu ryb limannogo ozera Sasyk. *Akademiku L. S. Bergu — 130 let*. Sb. nauch. statey. Bendery, Eco-TIRAS: 103–109. (In Russian)
- Movchan, Yu. V. 2000. Spisok vidov ryb Jarylgachskogo zaliva. Biodiversity of the Jarylgach: Modern State and Ways for Conservation. *Vestnik zoologii*. Supplement. Special Issue: 182–184. (In Russian)
- Movchan, Yu. V. 2001. Do ikhtiofauny baseynu nyzhn'oyi techiyi Dunayu v mezhakh Ukrainy. *Proceedings of the National Museum of Natural History*, **1**: 38–141. (In Ukrainian)
- Movchan, Yu. V. 2011. *Fishes of Ukraine. Vyznachnyk dovidnyk*. Zoloti vorota, Kyiv, 1–420. (In Ukrainian)
- Movchan, Yu. V., A. V. Pankov, Yu. E. Rabtsevich. 2002. Finds of New Species of Fishes for the Middle and Upper Stream of the Southern Bug. *Vestnik zoologii*, **36** (5): 85–88. (In Ukrainian)
- Movchan, Yu. V., L. G. Manilo, A. I. Smirnov, A. Ya. Shcherbukha. 2003. *Katalog kollektsiy Zoologicheskogo muzeja NNPM NAN Ukrainy. Kruglorotye i ryby*. Zoomuzej NNPM NAN Ukrainy, Kyiv, 1–342. (In Russian)
- Neilson, M. E., C. A. Stepien. 2009. Escape from the Ponto-Caspian: Evolution and biogeography of an endemic goby species flock (Benthophilinae: Gobiidae: Teleostei). *Mol. Phylogen. and Evol.*, **52**: 84–102.
- Nelson, J. S., T. C. Grande, M. V. H. Wilson. 2016. *Fishes of the world*. 5th edition. Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons, 1–752.
- Nikolskiy, G. V. 1947. O biologicheskoy spetsifike faunisticheskikh kompleksov i znachenii yeye analiza dlya zoogeografii. *Zoologicheskii zhurnal*, **26** (3): 221–232. (In Russian)
- Nikolskiy, A. M. 1930. *Vyznachnyk ryb Ukrainy (Chornoho, Ozivskoho moriv i solodkykh vod)*. Derzh. vyd. Radyanskyy selyanyn, Kharkiv, Kyiv, 1–139. (In Ukrainian)
- Novitsky, R. O., O. O. Hristov, D. L. Bondarev. 2008. *Benthophiloides brauneri* (Gobiidae, Perciformes) — a new species of the ichthyofauna of Dniprovsk (Zaporizke) reservoir. *Vestnik zoologii*, **42** (6): 524.
- Novitsky, R. O., S. V. Bilyk, A. O. Mishchenko. 2006. Persha znakhidka puholovky zirchastoyi *Benthophilus stellatus* na seredniy techiyi r. Samara v Dnipropetrovskiy obl. *Vestnik zoologii*, **40** (6): 528. (In Ukrainian)
- Ostroumov, A. 1896. Opredelitel' ryb Chernogo i Azovskogo morey. *Vestn. rybn. prom-ti*, **7/9**: 1–45. (In Russian)
- Özen, Ö., H. Ayildiz, D. Tunca, M. Bilecenoğlu. 2009. First record of *Gobius couchi* Miller & El-Tawil, 1974 from the Aegean Sea (Pisces: Gobiidae). *Zool. Middle East*, **47**: 109–110.
- Pankov, A. V. 2007. First Find of the Caucasian Goby, *Knipovitschia caucasica* (Pisces, Gobiidae), in the Freshwaters of Ukraine. *Vestnik zoologii*, **41** (1): 92. (In Ukrainian)
- Pinchuk, V. I. 1968. O vidovom sostave bychkov roda *Gobius* razlichnykh rayonov Chernogo morya u beregov Sovetskogo Soyuza. *Ekologicheskaya biogeografiya kontaktnykh zon morya*. Naukova dumka, Kyiv, 126–134. (In Russian)

- Pinchuk, V. I. 1976. Sistematika bychkov rodov *Gobius* Linne (otechestvennyye vidy), *Neogobius* Iljin, *Mesogobius* Bleeker. *Vopr. ikhtiologii*, **16**, 4 (99): 600–609. (In Russian)
- Pinchuk, V. I. 1977. Sistema bychkov rodov *Gobius* Linne (otechestvennyye vidy), *Neogobius* Iljin i *Mesogobius* Bleeker. *Vopr. ikhtiologii*, **17**, 4 (105): 587–596. (In Russian)
- Pinchuk, V. I. 1987. Taksonomicheskiye zametki o bychkovykh (Perciformes, Gobiidae) fauny Ukrainy. *Vestnik zoologii*, **5**: 30–35. (In Russian)
- Pinchuk, V. I., A. I. Smirnov, N. V. Koval, P. G. Shevchenko. 1985. O sovremennom rasprostraneni bychkovykh ryb (Gobiidae, Pisces) v basseynе Dnepra. *Gidrobiologicheskije issledovaniya presnykh vod*. Sb. nauch. Tr., Naukova dumka, Kyiv, 121–130. (In Russian)
- Pinchuk, V. I., E. D. Vasileva, P. J. Miller. 2004a. Benthophilus magistri Iljin, 1927. The Freshwater Fishes of Europe. Gobiidae 2. Wiebelsheim: AULA-Verlag, **8/2**: 235–240.
- Pinchuk, V. I., E. D. Vasileva, V. P. Vasilev, P. J. Miller. 2004b. Zosterisessor ophiocephalus (Pallas, 1814). The Freshwater Fishes of Europe. Gobiidae 2. AULA-Verlag, Wiebelsheim, **8/2**: 5–32.
- Pinchuk, V. I., M. Ya. Savchuk. 1982. O vidovom sostave bychkovykh ryb roda *Pomatoschistus* (Gobiidae) morey SSSR. *Vopr. ikhtiologii*, **22** (1): 9–14. (In Russian)
- Pinchuk, V. I., P. J. Miller, E. D. Vasileva, V. P. Vasilev. 2003. *Neogobius cephalargoides* Pinchuk, 1976. The Freshwater Fishes of Europe. Gobiidae 1. AULA-Verlag, Wiebelsheim, **8/1**: 181–192.
- Pinchuk, V. I., P. J. Miller. 2004. Benthophiloides braueri Beling and Iljin, 1927. The Freshwater Fishes of Europe. Gobiidae 2. AULA-Verlag, Wiebelsheim, **8/2**: 153–159.
- Pinchuk, V. I., P. V. Tkachenko. 1996. Pozvonochnyye zhivotnyye Chernomorskogo biosfernogo zapovednika (annotirovannyye spiski vidov). Ryby morskikh akvatori. *Vestnik zoologii*, 1. Otd. Vyp.: 5–14. (In Russian)
- Prishchepa, R. E., A. R. Boltachev, E. P. Karpova. 2018. The diversity of gobies (Perciformes: Gobiidae) of the Karkinit'sky gulf (the Black Sea coast of the Crimean peninsula). Tez. konf. "Biologicheskoye raznoobrazie: izucheniyе, sokhraneniye, vosstanovleniye, ratsionalnoye ispolzovaniye", Kerch, 259–265. (In Russian)
- Radu, G., E. Radu. 2008. Determinator al principalelor specii de pesti din Marea Neagra. Editura VIROM, Constanta, 1–558.
- Rakauskas, V., T. Virbickas, K. Skrupskeles, V. Kesminas. 2018. Delayed expansion of Ponto-Caspian gobies (Pisces, Gobiidae, Benthophilinae) in the Nemunas River drainage basin, the northern branch of the central European invasion corridor. *BioInvasions Records*, **7** (2): 143–152.
- Roche, K.F., M. Janač, P. Jurajda. 2013. A review of Gobiid expansion along the Danube-Rhine corridor — geopolitical change as a driver for invasion. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, **411**, 01.
- Romanescu, V. K. 2012. Goby fish (Perciformes: Gobiidae) in water bodies of the Republic of Moldova. Modern fisheries and environmental problems of the Azov-Black Sea region: Materials of the VII International Conference (Kerch, June 20–23, 2012), T. 2. YugNIRO, Kerch. 171–174. (In Russian)
- Šanda, R., M. Kovačić. 2009. First record of *Gobius couchi* (Gobiidae) in the Ionian Sea. *Cybium*, **33** (3): 249–250.
- Sari, H. M., S. L. Balik, M. Ustaolulu, A. Ulhan. 2006. Distribution and Ecology of Freshwater Ichthyofauna of the Biga Peninsula, North-western Anatolia, Turkey. *Turk. J. Zool.*, **30**: 35–45.
- Scsepka, S., H. Ahnelt. 1999. Wiederbeschreibung von *Gammogobius steinitzi* Bath, 1971 sowie ein Erstnachweis von *Corcyrogobius liechtensteini* (Kolombatovic, 1891) fur Frankreich (Pisces, Gobiidae). *Senckenbergiana biol.*, **79**: 71–81.
- Shaganov, V. V. 2009. Predvaritelnyy obzor ikhtiofauny chernomorskogo poberezhya yugo-vostochnogo Kryma. Sb. nauch. tr., posvyashch. 95-letiyu Karadag. nauch. stantsii i 30-letiyu Karadag. prirod. zapovednika NAN Ukrainy, Sevastopol, 262–273. (In Russian)
- Shaganov, V. V., A. I. Milovanov. 2005. Taksonomicheskiy sostav i osobennosti raspredeleniya bychkovykh ryb (Gobiidae, Perciformes) v pribrezhnoy zone Kerchenskogo proliva. *Materialy Mezhdunar. konf., posvyashch. 140-letiyu osnovaniya Odes. nats. un-ta im. I. I. Mechnikova*, 22–25 apr. 2005 g., Odesa, 332–333. (In Russian)
- Shandikov, G. A., G. L. Goncharov. 2008. Redkiye vidy ryb basseyna Severskogo Dontsa Severo-vostochnoy Ukrainy. *Vestnik Kharkovskogo natsionalnogo universiteta (Seriya: biologiya)*, **8** (828): 65–90. (In Russian)
- Shandikov, G. A., D. V. Kryvokhyzha, I. V. Slipko. 2009. A First Record of the Caucasian Dwarf Goby *Knipowitschia caucasica* (Teleostei, Perciformes, Gobiidae), in the Siverskiy Donets River Drainage, Ukraine. *Vestnik zoologii*, **43** (4): 368.
- Shekk, P. V. 2004. Ikhtiofauna Tiligul'skogo limana. *Prichornomor. ekol. byul.*, **2** (12): 101–111. (In Russian)
- Skóra, K. E., J. Rzeznik. 2001. Observations on diet composition of the round goby, *Neogobius melanostomus* Pallas, 1811 (Gobiidae, Pisces) in the Gulf of Gdansk (Baltic Sea). *J. Great Lakes Res.*, **27** (3): 290–299.
- Slynko, Yu. V., E. A. Borovikova, V. V. Zamorov et al. 2012. The taxonomical status and distribution of species genera *Proterorhinus* into the Ponto-Caspian basin. *Mater. V Mizhnar. ichtiol. nauk.-prakt. konf. "Suchasni problemy teoretichnoi ta praktichnoi ikhtiologii"*. 13–16 veresnya 2012, Chernivtsi, 212–216. (In Russian)
- Smirnov, A. I. 1986. Okuneobraznye (bychkovidnye), skorpenoobraznye, kambaloobraznye, prisoskoperoobraznye, udil'shchikoobraznye. Nauk. dumka, Kyiv, 1–320. (Series: Fauna Ukrainy; Vol. 8: Ryby, Issue 5). (In Russian)
- Smirnov, A. I. 2006. Recent Ichthyofauna Status of the Molochny Firth of the Sea of Azov. *Zbirn. pratz Zool. Muzeju*, **38**: 23–33. (In Ukrainian)
- Smirnov, A. I., V. A. Tkachenko. 2007. Ichthyodiversity Character as a Biotic Marker of Freshening of the Sasyk (Kunduk) Firth. *Zbirn. pratz Zool. Muzeju*, **39**: 41–56. (In Ukrainian)

- Snigirov, S. M. 2014. Biodiversity of ichthyofauna in Dnister Delta. *Romanian J. of Geography*, **58** (2): 189–200.
- Snigirov, S. M., V. Z. Pitsyk ta in. 2018. "Chervonoknyzhni" vydy ryb pryberezhnykh vod ostrovu Zmiynyy. *Materialy do 4-ho vydannya Chervonoyi knyhy Ukrayiny. Tvarynnyy svit. Seriya: "Conservation Biology in Ukraine"*. 7 (2), Kyiv: 273–274. (In Ukrainian)
- Snigiryov, S. M. 2008. Coastal zone ichthyofauna of the iseland Zmeiny. *Visn. Odes. Nats. Un-tu, (Biology)*, **13** (4): 115–124. (In Russian)
- Sorokin, P. A., D. A. Medvedev, V. P. Vasilev, E. D. Vasileva. 2011. Further studies of mitochondrial genome variability in Ponto-Caspian *Proterorhinus* species (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae) and their taxonomic implications. *Acta ichthyol. et piscat.*, **41** (2): 95–104.
- Stefanni, S., C. Mazzoldi. 1999. The presence of Couch's goby in the Mediterranean Sea. *J. Fish Biol.*, **54** (5): 1128–1131.
- Stepanok, M. A., V. V. Hubanov. 2018. Znakhidky predstavnykiv fauny, zanesenykh do Chervonoyi knyhy Ukrayiny v ponyzzy Dnistra *Materialy do 4 Vydannya Chervonoyi Knyhy Ukrayiny. Tvarynnyy svit*. Kyiv, 295–296. (Series: "Conservation Biology in Ukraine". 7 (2)). (In Ukrainian)
- Stepien, C. A., M. A. Tumeo. 2006. Invasion genetics of Ponto-Caspian gobies in the Great Lakes: a "cryptic" species, absence of founder effects, and comparative risk analysis. *Biol. Invasions*, **8**: 61–78.
- Strautman, I. F., V. I. Pinchuk. 1972. The discovery of the caspian goby *Caspiosoma caspium* (Kessler) in the Dniester estuary. *Vestnik zoologii*, **2**: 81–83. (In Russian)
- Sushkin, P. P., D. E. Beling. 1923. *Opredelitel ryb presnovodnykh i morskikh Yevropeyskoy Rossii*. Petrograd, 1–155. (In Russian)
- Svetovidov, A. N. 1964. *Fish of the Black Sea*. Nauka, Moscow, Leningrad, 1–550. (In Russian)
- Szalóky, Z., V. Bammer, Á. I. György, L. Pehlivanov, M. Schabuss et al. 2015. Offshore distribution of invasive gobies (Pisces: Gobiidae) along the longitudinal profile of the Danube River. *Fundamental and Applied Limnology. Archiv Für Hydrobiologie*, **187**: 127–133.
- Tkachenko, P. V. 2018. Vidomosti pro znakhidky vydyv ryb, zanesenykh do Chervonoyi knyhy Ukrayiny v rayoni Chornomorskoho biosfernoho zapovidnyka NAN Ukrainy (Tendrivska, Yahorlytska zatoky ta prylehla do nykh akvatoriya Chornoho morya) u 2009–2017 rr. *Materialy do 4-ho vydannya Chervonoyi knyhy Ukrayiny. Tvarynnyy svit, Seriya: "Conservation Biology in Ukraine"*. 7 (2), Kyiv, 329–331. (In Ukrainian)
- Tret'yakov, D. K. 1947. *Vyznachnyk kruhlorotykh i ryb URSR*. K., Vyd-vo AN URSR, 1–112. (In Ukrainian)
- Troitskiy, S. K., E. P. Tsunikova. 1988. *Ryby basseynov Nizhnego Dona i Kubani*. Rostov n/D., Rostovskoye. knizhnoye. izd-vo, 1–112. (In Russian)
- Turan, D., S. Berber, E. T. Topkara, B. A. Verep. 2005. First Record Knipowitschia longicaudata (Kessler, 1877) for the Fish Fauna of Lake Manyas. *Turk. J. Zool.*, **29**: 171–176.
- Van Kessel, N., M. Dorenbosch, F. Spikman. 2009. First record of Pontian monkey goby, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), in the Dutch Rhine. *Aquat. Invasions*. **4** (2): 421–424.
- Vasileva, E. D. 2007. Fish of the Black Sea. Key to Marine, Brackish-water, Euryhaline, and Anadromous Species with Color Illustrations Collected by S. V. Bogorodsky. VNIRO Publishing, Moskva, 1–238. (In Russian)
- Vasileva, E. D., S. V. Bogorodskii. 2004. Two New Species of Gobies (Gobiidae) in the Ichthyofauna of the Black Sea. *Journal of Ichthyology*, **44** (8): 555–562.
- Vassilev, M. V., L. Z. Pehlivanov. 2005. Checklist of Bulgarian Freshwater Fishes. *Acta zool. Bulg.*, **57** (2): 161–190.
- Vassilev, M., A. Apostolou, B. Velkov, D. Dobrev, V. Zarev. 2012. *Atlas of the gobies Gobiidae in Bulgaria*. Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences, 1–112.
- Vinogradov, A. K., S. A. Khutornoy. 2013. *Ikhtiofauna Odesskogo regiona severo-zapadnoy chasti Chernogo morya* (biologicheskoye, ekologicheskoye, ekologo-morfologicheskoye osobennosti). Astroprint, Odessa, 1–224. (In Russian)
- Vinogradov, K. A. 1949. Spisok ryb Chernogo morya, vstrechayushchikhsya v rayone Karadagskoy biologicheskoy stantsii, s zamechaniyami ob ikh biologii i ekologii. *Trudy Karadag. biol. stantsii*, **7**: 76–106. (In Russian)
- Vinogradov, K. A., O. I. Tikhonov, L. I. Starushenko. 1967. *Biologiya severo-zapadnoy chasti Chernogo morya. Ikhtiofauna*. Kiev, 202–232. (In Russian)
- Vladykov, V. 1926. Ryby Podkarpatskoy Rusi i ikh glavneyshiye sposoby lovli. Uzhgorod, 1–151. (In Russian)
- Volovik, S. P., A. S. Chikhachev. 1998. *Antropogennyye preobrazovaniya ikhtiofauny Azovskogo baseyna*. Osnovnyye problemy rybnogo khozyaystva i okhrany rybokhozyaystvennykh vodoyemov Azovo-Chernomorskogo basseyna. *Sb. nauch. tr. Azov. NII ryb. khoz-va* (1996–1997). Rostov n/D., 7–23. (In Russian)
- Vynogradov, K. O. 1947. Spysok ryb Chornoho morya, shcho zustrichayutsya v rayoni Karadahskoy biologicheskoy stantsiyi. *Dop. AN URSR. Viddil biol. nauk*, **5**: 57–61. (In Ukrainian)
- Vynogradov, K. O. 1960. *Ikhtiofauna pivnichno-zakhidnoy chastyny Chornoho morya*. Vyd-vo Akademiyi nauk URSR, Kyiv, 1–116. (In Ukrainian)
- Wirtz, P., R. Herrera. 1995. The lobster *Enoplometopus antillensis* (Decapoda: Enoplometopidae), and the goby *Gobius xanthocephalus* (Pisces: Gobiidae) — new records for the marine fauna of the Canary islands. *Archipelago Life and Marine Science*, **13**: 115–118.
- Zaitsev, Yu. 1998. *The Most Blue in the World*. New York, United Nations Publishing, 1–142. (In Russian)
- Zambriborshch, F. S., D. Framudu. 1990. Sostav, otnositelnaya chislennost i raspredeleniye molodi ryb v Dnestrovskom limane. *Gidrobiol. zhurn.*, **26** (1): 47–50. (In Russian)

- Zambriborshch, F. S., M. A. Vinnikova, V. V. Zamorov. 1995. Ryby Odesskogo zaliva v proshlom i nastoyashchem. *Nauch. tr. Zool. muzeya Odes. un-ta im. I. I. Mechnikova*, **2**: 19–26. (In Russian)
- Zelenin, A. M., M. Z. Vladimirov. 1975. Novye dannye o raspredelenii i biologii bychka *Knipowitschia longicaudata* (Kessler) v bassejne Dunaya. *Izv. AN MSSR*, **5**: 44–46. (In Russian)
- Zenkevich, L. A. 1963. *Biologiya morey SSSR*. Izd-vo AN SSSR, Moskva, 1–739. (In Russian)
- Zogaris, S., A. Apostolou. 2011. First record of Pontian Monkey Goby, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) in the Evros River (Greece): Is it an alien species? *Mediterranean Marine Science*, **12** (2): 454–461.

Transition of plant resins from the biosphere to the lithosphere

Viktor M. Matsui 

Uliana Z. Naumenko 

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

Transition of plant resins from the biosphere to the lithosphere. — V. M. Matsui, U. Z. Naumenko. — In the article the authors consider in detail the process of transition of plant resins from the biosphere to the lithosphere, characterize the conditions and paleogeographic situation of such transition, the formation of deposits of resin minerals and placers of amber-succinitis in particular. The subject of research is the territory of the modern Dnipro brown coal basin within the Ukrainian Shield and its slopes, covering the border areas of the Pripyat Depression, Dnipro-Donetsk and Black Sea depressions, Volyn-Podilsk plate as a promising object of amber-succinitis genesis. A comprehensive geological and paleogeographic analysis of the natural conditions of this region in the Eocene-Oligocene was given. At that time, resin secretions of mainly conifers were accumulating in this area and transformed into fossil resins, which allowed the authors to distinguish three temporary stages of fossilization (fossilization and transformation) of the plant soft resin on the long path of transition from wildlife to inanimate. It was found that the fossilization of plant resins occurred in land-bog and marine stages under conditions of diagenesis. The first took place in the lower half of the Middle Eocene (the Lutetian); the second — in the post-Buchak time at the end of the Middle-Upper Eocene — Early Oligocene; the final stage is associated with the transformation of amber-succinite in the late diagenesis (Eocene-Oligocene) and catagenesis (Anthropogene) at low temperatures and pressure. For the first time, the primary source of amber-succinitis placers was identified, which was formed at the first, land-boggy stage of fossilization of plant resins. It is represented by biogenic-sedimentary deposits of resin secretions in peat bogs (proto-amber), underlying the “amber forests” and at some distance from them. The erosion of primary deposits took place in the post-Buchak time. The proto-amber taken from the primary sources was transported by river waters to the sea basin, where in a glauconite-containing medium, it acquired the properties of amber-succinitis. Establishment of the primary source of amber-succinite placers completely determines the scientific and practical significance of the research carried out, ultimately aimed to forecast deposits.

Key words: plant resins, stages of fossilization, amber-succinitis, proto-amber, placers.

Introduction

In Ukraine, there are large reserves of high-quality amber-succinitis. Deposits are developed only in the northwestern part of the territory — the Pripyat amber-bearing basin, where not rich in content (in average up to 200 g / cm³), near-surface (from 1–2 to 20 m), coastal-sea and lagoon-delta placers are found. Searches for large industrial AS placers of a different genesis have not been carried out in Ukraine, although there are objective prerequisites for the discovery of new types of industrial amber-succinitis placers confined to remote parts of the shelf of the marine paleobasin. Justification of the forecast for the identification of these placers in Ukraine is based on the study of the genesis and history of the transformation of plant resins, starting from the moment of the afflux of the soft resin to the formation of primary biogenic-sedimentary deposits of resin secretions before the formation of amber-succinitis in a marine glauconite-containing environment.

The purpose of the article is to present the results of the study on the specifics of the accumulation of resin secretions and the formation of a variety of resins, which depends on the conditions of their deposits and processes that took place in the area. The authors have established the primary source of amber-succinitis placers in Ukraine. The practical value of the obtained results is that their application should increase the efficiency and effectiveness of geological surveying, search and extraction of valuable gems.

Correspondence to: Uliana Naumenko; Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine; Oles Honchar St. 55b, Kyiv, 01154 Ukraine; e-mail: uznaum@gmail.com; orcid: 0000-0001-9420-4044

Statement of the problem and its connection with important scientific and practical tasks

P. A. Tutkovsky (1893) was the first to express the idea of a direct connection between the formation of amber and Eocene brown coal in the Dnipro brown coal basin. According to the scientist, almost the same trees that exuded resin eventually transformed into amber, also formed brown coal. This idea was substantiated at the beginning of this century in the bitumen-brown coal theory of the origin of amber-succinitis (Lebid' & Matsui 2007 *a-b*, 2008; Matsui 2016). The materials presented in the article open up real possibilities for identifying the primary sources of AS of the first intermediate reservoirs for the purpose of scientifically substantiated forecast of industrial deposits. Until now, the most important issue in the geology of AS placers — the genetic type and spatial position of the primary source — has not been finally resolved, which significantly limits the possibilities for forecasting placers in Ukraine, Belarus and the Baltic states. The factual data presented in the article contradict the ideas about hypothetical conifers of Scandinavia, due to the erosion of which AS placers were formed in the territory of the Baltic-Dnipro amber province. The authors also have serious objections to the idea of transferring amber to Ukraine from the North by glaciers, river waters, and coastal currents of the Early Paleogene seas, which is not supported by factual materials (Schultz 1960; Katinas 1971; Trofimov 1978).

Ukraine is part of the largest Baltic-Dnipro amber province, and within its territory at the beginning of the Middle Eocene (Buchak time) the primary biogenic-sedimentary deposits of resin secretions were formed, which are the original source of Ukrainian amber-succinitis placers (Fig. 1).

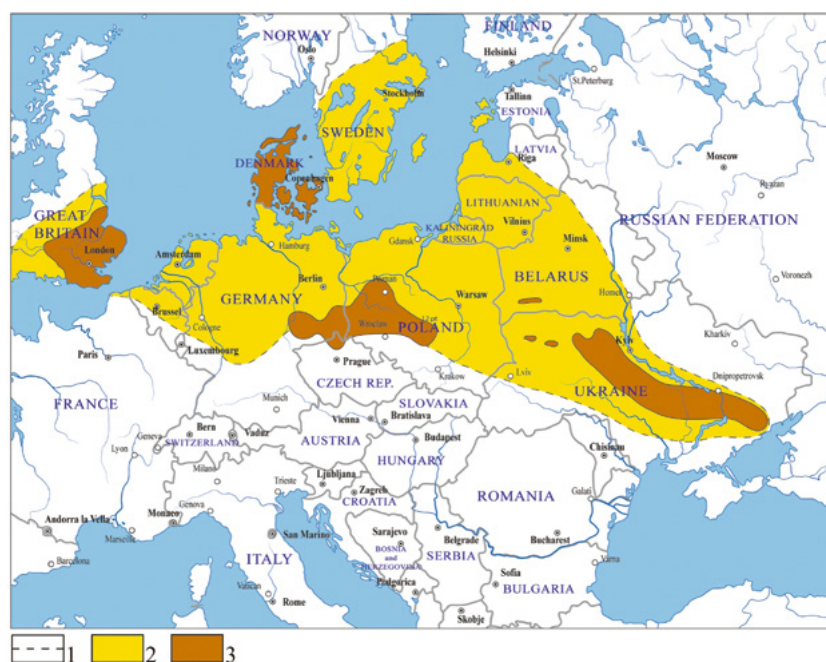


Fig. 1. Scheme of the territory of formation of primary biogenic-sedimentary deposits of tar secretions of proto-amber: 1 — presumed boundary of Middle Eocene paleotropicals — primary deposits of the protector, 2 — territory of partial or complete erosion of lignite layers in post-Buchak time, 3 — Middle Eocene coal basins. (after: Ladur 2013).

Рис. 1. Схема території формування первинних біогенно-осадових покладів смоляних виділень протобурштину: 1 — передбачена межа середньоеоценових палеотропічних — первинних покладів протобурштину, 2 — територія часткового або повного розмиву буровугільних нашарувань в постбучацький час, 3 — середньоеоценові вугленосні басейни (за: Ладур 2013).

Research results and their analysis

Plant resins in a solution of essential oils (balms, soft resins) are formed by special rubbery tissues during the life of the plant and, especially, when it is damaged. Such tissues are contained mainly in bark, needles, wood and are maximally adapted to the texture of the tree. They protect plants from drying out, physical damage and decay. The transition of resin secretions into the state of fossil resins, during the transformation of plant residues under the influence of geological and geochemical factors, begins from the moment they flow to the day surface, when they no longer take part in the

metabolism during the life of the plant. After that, they go through a very difficult and long path of fossilization through various physical and chemical transformations accompanied by movements. As a result, depending on the changing environmental conditions, various mineral types of fossil resins, natural organic formations of complex chemical composition, accumulated in the earth's interior. All the variety of fossil resins types is due to natural and facies conditions during sedimentation, which were changing in time and space.

A comprehensive analysis of the conditions of sedimentation of fossil resins in the territory of the Dnipro brown coal and other coal basins of the world allowed the authors to determine three main stages of fossilization of plant resins: 1) land-bog; 2) marine; and 3) hypergenic transformations of the AS in the process of late diagenesis and catagenesis.

The stages of fossilization and the natural setting during the transformation of resin into various mineral types of fossil resins, including their most valuable variety — amber-succinitis, were studied in detail in the 1970s by S. S. Savkevich (1970 *a, b*), V. I. Katinas (1971), and V. S. Trofimov (1974, 1978). They identified three stages of resin transformation, but in contrast to our scheme, these authors in the land-bog stage distinguished the processes of the outflow of the resin of amber-producing vegetation and its transformation on the surface and inside the soil as two separate stages. Additionally, their third stage corresponds to our second: erosion and accumulation of resin secretions (proto-amber) in the sea during the formation of amber-succinitis placers in a marine glauconite-containing environment. S. S. Savkevich (1970) determined the main changes in fossil resins during hypergenic oxidation reasonably and in detail.

Presentation of the main research materials

Land-bog stage of fossilization of plant resins

The stage begins with the outflow of the resin of the reproducing vegetation during the life of the plant in the territory accessible for aeration; ends with the erosion and transfer of the proto-amber to the sea basin. At the stage of resin release, highly volatile components evaporated, resin substances thickened, polycondensed and oxidized on tree trunks, litter and in the soil of the “forests”. The processes of weathering and oxidation of the soft resin took place at approximately 20 °C and free access of oxygen, simultaneously with its drying and subsequent thickening and hardening. At the stage of burial within the bog forests, swamps, and overgrown lakes, resin fossilization proceeded in the paleo-peat bogs in a redox environment. Under these conditions, the diagenesis of the resin took place in the process of biochemical coalification at high humidity and difficult access of oxygen. Thus, the stage of release of resin on the earth's surface with an increase in its density and hardening is interconnected and coupled in time and space with the stage of burial of soft resin in a continuously growing layer of decaying plant organic matter under the cover or at some distance from the “amber forest”. Thus, these are the stages of a single land-bog stage of fossilization of plant resins with a duration of more than 1 million years. At this stage, primary biogenic-sedimentary deposits of proto-amber accumulated — the primary sources of amber-succinitis placers. Of course, the autochthonous deposits of the proto-amber were formed directly in situ of the growth of amber-producing vegetation; allochthonous biogenic-sedimentary deposits — at some distance from the main accumulation of biomass. The latter was composed of accumulations of fragments of small and large plants — trunks, branches, leaves, algae, etc. At present, similar forests of swamp cypress or taxodium growth are observed on the floods of the Mississippi river. Allochthonous fossil resins deposits in geological sections are found in strata of interbedded clays, sands, sandstones, brown coals with lenses of lignite and remains of charred wood.

In the territory of the Ukrainian Shield and its slopes, geographically corresponding to the modern Dnipro Basin at the beginning of the Middle Eocene (Buchak time), ideal conditions were formed for the lush growth of subtropical vegetation with elements of tropical and coal formation. This unique

region is located on the right bank in the form of a wide strip stretching from north-west to south-east, covering the Zhytomyr, Kyiv, Cherkasy, Kirovohrad, Dnipropetrovsk, and Zaporizhzhya regions of Ukraine. The total area is 100 thousand km². Here, about 120 deposits and coal shows with inclusions of fossil resins (retinites) have been identified at the site of widespread in the Buchak time paleo-peat bogs that were not eroded at the end of the Middle Eocene, which contained proto-amber. Paleofloristic data indicate that woody (90–95 %), angiosperms and gymnosperms subtropical, partly tropical evergreens served as the initial material for the formation of brown coal deposits. Of the gymnosperms subtropical forms, these are cypress, araucaria, taxodium, sequoia, legcarp, ginkgo, as well as well-known conifers *Pinus Haploxyton* and *Diploxyton*, *Picea* sp., *Podocarpus*. Of the angiosperms, these are magnolias, palms, olives, madder, myrtle, holly, heather, drimis, etc. (Syabryai 1958). The composition of plant associations of brown coals is close to the floristic composition of modern subtropical peatlands. According to F. S. Stanislavsky (1955), convincing remains of magnolia (prints of two leaves and a combined leaves) were found in the Buchak sandstones of the Karnikha stow near the village of Hulianka of Zhytomyr region not far from abandoned amber manifestation. In general, the vegetation of the Buchak period was close to the flora of modern southern Japan and southern parts of North America.

To conclude on the characteristics of the land-bog stage of fossilization of plant resins and the formation of primary biogenic-sedimentary deposits of the proto-amber we note that approximately similar geological processes took place in the same era in most of the Scandinavian Peninsula, in Germany, Poland, Russia (Kaliningrad region), and Belarus.

Marine stage of resin secretions fossilization

As a result of erosion of primary biogenic-sedimentary deposits, the amber enclosed in them was transported by river waters to various areas of accumulation, including the marine sedimentation basin. Within the latter, the burial of resin sediments took place in sandy-silty-clayey sediments with the participation of glauconite in the coastal and remote areas of the sea shelf.

The marine stage of fossil resin transformation is associated exclusively with post-Buchak marine transgressions: Kyiv, Obukhiv, and Mezhyhiria. The most intensive erosion of bitumen-containing brown coal layers and the influx of proto-amber into the coastal zone of sea basins occurred in the Late Eocene and Early Oligocene (Obukhiv and Mezhyhiria times) (Matsui 2011; 2016; Matsui & 2019; Matsui *et al.* 2019).

The specificity of the processes of catagenesis of resin secretions washed out from primary sources and the specifics of the geochemical environment in the blue earth of the sea basin are described in detail by S. S. Savkevich (1970, 1983).

In the sea water body containing glauconite, only those bodies from the proto-amber substrate that were washed from the “mature” paleo-peat bogs preserved in the parts that are now represented by layers of brown coal could pass into amber-succinitis.

The geochemical situation of glauconite formation is characterized by a constant change of the redox potential and the alkaline reaction of the medium. In the alkaline environment, sludge waters containing oxygen and enriched with potassium interacted with the resin and contributed to a number of intermolecular transformations, which led to the formation of various oxy compounds and cleavage of succinic acid in the free state (Savkevich 1970: 163, 165). Chemical transformations of the resin were accompanied by the appearance of succinic acid and its esters, as well as organically bound sulfur and sulfides, and fragility reducing. At the same time, depending on the curves of the shoreline of the sea basin, the nature of the coastal currents in the coastal zone and remote parts of the shelf, the formation of amber-containing placers of the first intermediate reservoirs took place.

In Ukraine, for a short period of development and study of amber geology (since the end of the twentieth century), deposits of raw amber exclusively of coastal-marine and lagoon-delta genesis have been discovered and are currently being developed. The content of the useful component in them is significantly inferior to the Late Eocene Zambian — from 1–10 to a maximum of 200 g/m³.

The search for large deposits of AS of another genesis, such as the Zambian, associated with the remote part of the shelf, has never been conducted or predicted in Ukraine.

At the end of the Eocene-Early Oligocene, the volumes of direct erosion of the paleo-peat-forming seams of the Dnipro basin increased, due to which the mass of proto-amber accumulating in the coastal zone of the sea basin was constantly growing. As a result, the basal layers of the Mezhyhiria horizon today are the main treasury of Ukrainian amber. Mezhyhiria placers were enriched with valuable components both due to the input from the eroded primary sources, and the erosion and redeposition of amber from Obukhiv placers. The Middle Holocene placers of the Litorina Sea in the Baltic Sea were similarly formed due to the washing of the Late Eocene placers of 5500–2000 BC on the site of the modern Baltic water area.

Hypergene transformation processes

The final stage of the fossil resins and amber-succinatis transformations is currently takes place at low temperatures and pressure on the day surface, in water and underground at shallow depths. It was found that, in contrast to minerals of inorganic origin, fossilized resins do not have a constant elemental composition and do not have stable properties that change at depths and on the surface of Earth.

Amber in complete stratigraphic sections, not exposed by erosion, generally retains its properties and structure acquired earlier. In cases of its removal to the day surface, both by natural processes and human economic activity, it changes significantly under the influence of catagenesis. In placers, which were repeatedly washed in the Neogene, Pleistocene, and Holocene, and especially subjected to destructive human activity, the amber-succinatis under the influence of oxidation in hypergene conditions (air, light, fluctuations in humidity and temperature) changes the internal structure and color, an oxidative crust gradually appears, “saccharoid” nature and eventually grinding it into a fine powder.

According to S. S. Savkevich, various stages of hypergenic oxidation of fossil resins, especially amber (succinite), are also amenable to visual observation. First, these are color changes from dark yellow through orange to red and sometimes brown. After reaching the surface saturation limit with oxygen because of cleavage reactions, the resin surface becomes concentrated and microcracks appear, breaking the surface into small polygons. Along with contraction, the wedging effect of water can also contribute to the development of surface microcracks (Savkevich 1983: 104). In addition to color, the composition also changes — the oxygen content increases, the content of carbon, hydrogen, sulfur decreases; properties change. The Neogene-Anthropogenic alluvial manifestations, which were formed due to erosion and redeposition of the native Eocene-Oligocene, significantly differ, first of all, in the size of grain amber, the degree of roundness and, in general, in the preservation of specimens that are more resistant to weathering.

Archaeological amber from the economic complex of the Late Paleolithic settlements (18-14 thousand years) — villages of Mezhyrich (Ros river), Semenivka (Trubezh river basin), Dobranychivka (Supoy river), city of Rivne (Barmaky) and others allow assessing the degree of destruction of natural amber by human influence and time. Pieces of untreated and treated AS are distinguished by a uniform light yellow color with a slight pinkish tinge. The surface of these pieces is smooth, unevenly, but relatively deeply cut by randomly oriented polygonal cracks into irregularly shaped cellular joints. Small carbonate nodules, firmly soldered into pieces of amber, are distinguished. Most often, there are rounded volumetric concentrations of loose fragments of destroyed stone of various dimensions around a central (internal) slightly weathered transparent piece with a bright primary color of yellow or red. Moreover, the outer “shell” is composed of silty varieties of amber, closer to the center — sandy fractions, and coarser ones adjoin the weakly weathered center. Thus, we suggest that the destruction of the AS pieces occurred in the direction from the outer peripheral surface to the center.

In a later burial during the excavations of the Hordiivskiy burial ground (end of the 2nd millennium BC), there are more than 1 500 amber items in the form of beads and pendants 0.4-5 cm in size. V. A. Shumova (2011) notes that artifacts in the air were intensively oxidized, which was expressed in the loss of color, transparency, coating the surface of amber items with patina and, finally, destruction of integrity. The destructive process of archaeological amber was halted only thanks to restoration and conservation measures using a vacuum method of fixing and by washing and rolling each sample with a solution of amber varnish, followed by fixing the surface with an organosilicon composition.

The English gemologist E. Frackey notes the disappearance of fluorescence in collection samples of Sicilian amber (simethite) of the 19th century. Without explaining the reasons for this phenomenon, which, in her opinion, should be the subject of a special study (Frackey 1990).

Workers of science and natural history museums are most familiar with the problem of AS destruction during storage indoors. Researchers at the Museum of the Land of the Polish Academy of Sciences and the Kaliningrad Amber Museum (Russia) not only record postdiagenetic transformations of amber, but also introduce recommendations and storage rules into everyday practical work that limit the negative effects of air, light and the internal structure of collection samples.

The problem associated with the transformation of amber-succinitis in catagenesis has not yet been resolved. It covers the issues of not only prolonging the “life” of the sun stone, but also qualitatively improving its unique properties, taking into account the wider use in medicine, agriculture, and various industries. In the XXI century, this problem can be solved by a comprehensive scientific analysis of nuclear substances and other mineral types of fossil resins at the molecular level.

Conclusions

The question on the geological nature, genetic type, and spatial position of the primary source of the European amber-succinitis placers has not yet had a final solution, and without establishing the location and geological nature of this source, as a result of the destruction of which the placers formed, their qualitatively substantiated prediction is impossible.

Considering the enormous scientific interest in the problem of the origin of fossil resins and especially its most valuable variety — amber-succinitis, the authors examine in detail the transition of plant resins from the biosphere to the lithosphere. It has been established that this transition and the formation of fossil resins and amber-succinitis deposits in the interior of the Earth is determined by natural features and facies conditions during sedimentation, alternating in time and space. A comprehensive analysis of the conditions of sedimentation of fossil resins in the territory of the Dnipro and other coal basins of the world allowed the authors to identify three main stages of fossilization (fossilization, likewise amber formation): land-bog, marine, hypergenic transformations in the process of late diagenesis and catagenesis, which are continuing to the present day.

At the first stage (the lower half of the Middle Eocene), in the territory of the low-lying land of the Dnipro Basin, in the substratum of producing trees, there was an accumulation and fossilization of resin secretions, mainly of coniferous trees. As a result, in conditions when soil formation was practically replaced by waterlogging and peat formation, the formation of primary biogenic-sedimentary deposits of proto-amber or the primary sources of amber-succinite placers took place. The stage covers lithological and geochemical processes at sedimentation and diagenetic stages under conditions of a humid type of lithogenesis. At this stage of transformation of plant resins, the whole variety of currently established mineral types of fossil resins was formed.

At the second stage of fossilization of plant resins in the post-Buchak time from the end of the Middle Eocene to the Early Oligocene, not ubiquitous erosion of the primary biogenic deposits of the proto-amber occurs. The erosion products, including proto-amber, were transported by river waters to various sedimentation basins, in which various mineral types of fossil resins were formed. In the sea basin, with the participation of glauconite, amber-succinitis was formed; and in the depressions of the Paleogene relief (freshwater and brackish-water basins), as well as in the territory of the not

eroded and lowered part of the primary deposits of the coastal plains — fossil resins (retinite, cran-cite, rostornite, valchovite, sedarite and many others). The latter occur mainly in coal seams, lignites, coal shale, silt, sandstone interlayers. Common signs of these resins are a high degree of fragility, a very high solubility, the absence or insignificant percentage of succinic acid, etc.

Secondary fossil resins placers are subdivided into two orders: the first is amber-succinitis of the Baltic — Dnipro province and the second is sea placers that were subject to rock pressure and dislocation at the end of the stage of marine transformations (in the Ukrainian Carpathians, delatinite, Halician shraufite, in foreign countries — burmite, rumenite, simethite, etc.). The formation of these placers took place at the third stage of AS transformation at the stage of late diagenesis.

Amber-succinitis is a type of fossilized fossil resins of the Eocene-Oligocene, which passed the stage of fossilization in a marine glauconite-containing environment, followed by underground and surface variation in platform conditions. Characteristic features: viscosity (low brittleness), refracto-riness, high degree of decorativeness, ease of processing (valuable raw material for jewelry and orna-mental production), increased content of free succinic acid (up to 8–9 %), very noticeable solubility. It is distributed exclusively in placers due to erosion of layers of the Buchak paleo-peat bogs formed in the first half of the Middle Eocene.

References

- Frakey, E. 1990. *Amber*. Mir, Moscow, 1–198. (In Russian)
- Katinas, V. I. 1971. *Amber and amber-bearing deposits in the South of the Baltic region*. Minitis, Vilnius, 1–150. (In Russian)
- Lebid', M. I., V. M. Matsui. 2007a. A probability the brown coal bitumen took part in the formation of amber placers origin. *Ukrainian Geologist*, 3: 62–68. (In Ukrainian)
- Lebid', M. I., Matsui, V. M. 2007b. Spatial-time association of amber and brown coal in the Cenozoic of Europe. *Ukrainian Geologist*, 4: 16–18. (In Ukrainian)
- Lebid', M. I., V. M. Matsui. 2008. *Palaeogeographic Aspects of Amber Placers Forecast* (on the basis of amber-brown coal hypotesis). *Ukrainian Amber World: Proceedings of the First International Scientific and Practical Conference* (Kyiv, October, 17, 2007). Kyiv, 38–45. (In Ukrainian)
- Matsui, V. M. 2010. From plant resin of conifers to the amber-succinite. *Proceedings of the National Museum of Natural History*, 8: 135–142. (In Russian)
- Matsui, V. M. 2011. Transformation of plant resins into fossil resins. *Florology and Phytosozology*. Vol. 2. Phyton, Kyiv, 290–294. (In Russian)
- Matsui, V. M. 2016. Evolution of resin producing vegetation and the formation of fossil resins deposits. *Naukova Dumka*, Kyiv, 1–155.
- Matsui, V. M., U. Z. Naumenko. 2019. Seashore and offshore amber-succinite placers in Ukraine. *Geology and Mineral Resources of World Ocean*, 4: 89–98. (In Russian)
- Matsui, V. M., U. Z. Naumenko, O. L. Aleksandrov, G. O. Kuzmanenko. 2019. Problems of the Amber Polissia of Ukraine related to the development of amber-succinite deposits. *Visnyk of the NAS of Ukraine*, 11: 45–52. (In Ukrainian)
- Savkevich, S. S. 1970. *Amber*. Leningrad, 1–191. (In Russian)
- Savkevich, S. S. 1983. Processes of amber and some amber-like resins transformation depending on conditions of their formation and natural environment. *Proceedings of the USSR Academy of Sciences, Series Geology*, 12: 96–106. (In Russian)
- Schultz, W. 1960. Die naturliche Verbreitung des Ostseebernsteins und das Bernsteinvorkommen von Stubbenfelde (Usedom). *Zs. Angew. Geol.*, 12 (6): 610–664.
- Shumova, V. O. 2011. Amber of the Hordiivskyi burial place. In: Klochko, V. I. (ed.). *Hordiivskyi burial place*. Vinnytsia, 270–275. (In Ukrainian)
- Stanislavskyy, F. A. 1955. On the fossil remains of magnolia from the Paleogene deposits in the Ukrainian SSR. *Geological Journal*, 15, 1 (46): 65–69. (In Ukrainian)
- Syabryai, V. T. 1958. *Origin of the brown coal of the Dnipro Basin*. Ukrainian SSR Academy of Sciences Publishing House, Kyiv, 1–78. (In Russian)
- Trofimov, V. S. 1974. *Amber*. Nedra, Moscow, 1–184. (In Russian)
- Trofimov, V. S. 1978. Main stages of amber transformation and principles of its classification. *Proceedings of the USSR Academy of Sciences, Series Geology*, 2: 128–138. (In Russian)
- Tutkovsky, P. A. 1893. Kyiv amber. In: *South-Western region. Popular natural history essays. Issue 1*. Kyiv, 12–18. (In Ukrainian)

Географічне поширення та умови місцезростань *Gentiana cruciata* L. (Gentianaceae) в Україні в зв'язку з новим локалітетом виду на Волинській височині

В. І. Мельник 

О. Р. Баранський 

О. І. Шиндер 

О. Ф. Левон 

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України (Київ, Україна)

Geographical distribution and habitats of *Gentiana cruciata* L. (Gentianaceae) in Ukraine in the light of a new record locality of the species in the Volyn Upland. — V. Melnyk, O. Baransky, O. Shynder, O. Levon. — The star gentian (*Gentiana cruciata* L.) is an herbaceous perennial plant of the Gentianaceae family, is included in either Red Data Books or Red Lists of nine European countries and Lists of regional rare species of two regions of Ukraine. *G. criciata* occurs mainly in Central and Eastern Europe, Western Siberia, and the Caucasus. Geographical distribution, phytocoenotic conditions and current state of populations of *G. cruciata* was studied in Ukraine. This species occurs in the plain part of Ukraine (forest steppe zone, left bank steppe zone, extreme south part of Polissia) and southern and eastern part of the Ukrainian Carpathians. A separate exclave of the species range is located in the Crimean peninsula (mainly in the Crimean Mountains and an isolated location in the Tarkhankut Peninsula). *G. cruciata* is rare in the Ukrainian Carpathians and in the plains of Ukraine. This plant prefers dry calcareous soils on marl, chalk and loess deposits. Its participation in plant communities is very low (less than 1 %). The largest lowland population of the species was found in Barmakivske tract near Rivne in the Volhynian Upland represented by near a thousand adult individuals and occupies the ecotone between a *Festucetalia–Brometea* meadow steppe and a meadow community. In the Crimean Mountains, *G. cruciata* is a component of the meadow steppe dominated by *Alchemilla* species. Analysis of *G. cruciata* populations in Ukraine showed a qualitative differentiation depending on the natural habitats. Homeostatic population with high number of specimens and complete ontogenetic state are very rare in lowland part of Ukraine. The largest known population of *G. cruciata* is located in Barmakivske tract (Rivne region). Anthropogenic degradation of natural ecosystems with disturbance of soils and overgrowth of grassy communities by trees and shrubs are threatening for *G. cruciata* populations. As rare vulnerable species, *G. cruciata* should be included into the new edition of the Red Data Book of Ukraine.

Key words: *Gentiana cruciata*, geographical distribution, habitat, population, conservation, Ukraine.

Вступ

Тирлич хрещатий — *Gentiana cruciata* L. (родина *Gentianaceae*) — рідкісний вид флори Європи, внесений до Червоних книг Білорусі, Латвії, Литви (Андриєвич 2015; Latvijas... 2003; Rašomavičius 2007), червоних списків: Австрії, Люксембургу, Німеччини, Польщі, Угорщини (Niklefeld 1986; Ludwig & Schnittler 1996; Kazmierczakova & Zarzycki 2001; Cooling 2005; Gergely 2007) та атласу рідкісних і зникаючих видів флори Нідерландів (Atlas... 1980). Крім того, *Gentiana cruciata* внесено до регіональних списків рідкісних видів рослин ряду регіонів Італії, Швейцарії та Росії (Conti *et al.* 1997; Сорокин 2002; Федотов 2009; Langenauer & Keel 2018). В Україні цей вид внесено до регіональних списків рідкісних видів Житомирської та Рівненської областей (Андрієнко & Перегрим 2012).

В Україні *Gentiana cruciata* вивчена недостатньо. В роботі Н. М. Драпайло (1993) коротко охарактеризовано географічне поширення та умови місцезростань цього виду в нашій країні, а в роботі О. Лукаша зі співавторами (Lukach *et al.* 2019) описані умови його місцезростань на

Correspondence to: O. Shynder; M. M. Gryshko National Botanic Garden, NAS of Ukraine; Timiriazivska St. 1, Kyiv, 01014 Ukraine; e-mail: shinderoleksandr@gmail.com; orcid: 0000-0003-1146-0873

«лесових островах» Новгород-Сіверського Полісся. Відсутність детальних даних щодо хорології та умов місцезростань *G. cruciata* є перешкодою у справі її науково-обґрунтованої охорони в Україні.

Метою наших досліджень було вивчення закономірностей географічного поширення та еколого-ценотичних умов місцезростань цього виду в нашій країні.

Матеріал і методи

Аналіз географічного поширення та умов місцезростань *Gentiana cruciata* в Україні проведено на основі літературних, гербарних даних та матеріалів експедиційних досліджень. Опрацьовано матеріали гербаріїв:

Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, м. Київ (KW); Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України, м. Київ (KWHN); Ботанічного саду ім. акад. О. В. Фоміна Київського Національного університету ім. Тараса Шевченка; Державного природознавчого музею НАН України, м. Львів (LWS); Львівського національного університету ім. І. Я. Франка (LW); Інституту екології Карпат НАН України, м. Львів (LWKS), Нікітського ботанічного саду, смт Нікіта, Крим (YALT); Волинського (м. Луцьк, ВКМ) і Рівненського (м. Рівне, РОКМ) краєзнавчих музеїв.

На основі узагальнення хорологічного матеріалу складено картосхему поширення *Gentiana cruciata* в Україні точковим методом (рис. 1). Популяційне й еколого-ценотичне вивчення виду проводили за методичними розробками Т. А. Работнова (1983).

Результати та їх обговорення

Ареал західноєвразійського виду *G. cruciata* охоплює Середню, Південну та Східну Європу, Західний Сибір, Середню та Малу Азію і Кавказ (Hultin & Fries 1986). Українська частина ареалу *G. cruciata* складається із двох відособлених фрагментів, один з яких охоплює Карпати та рівнинні регіони, інший — Крим (рис. 1).

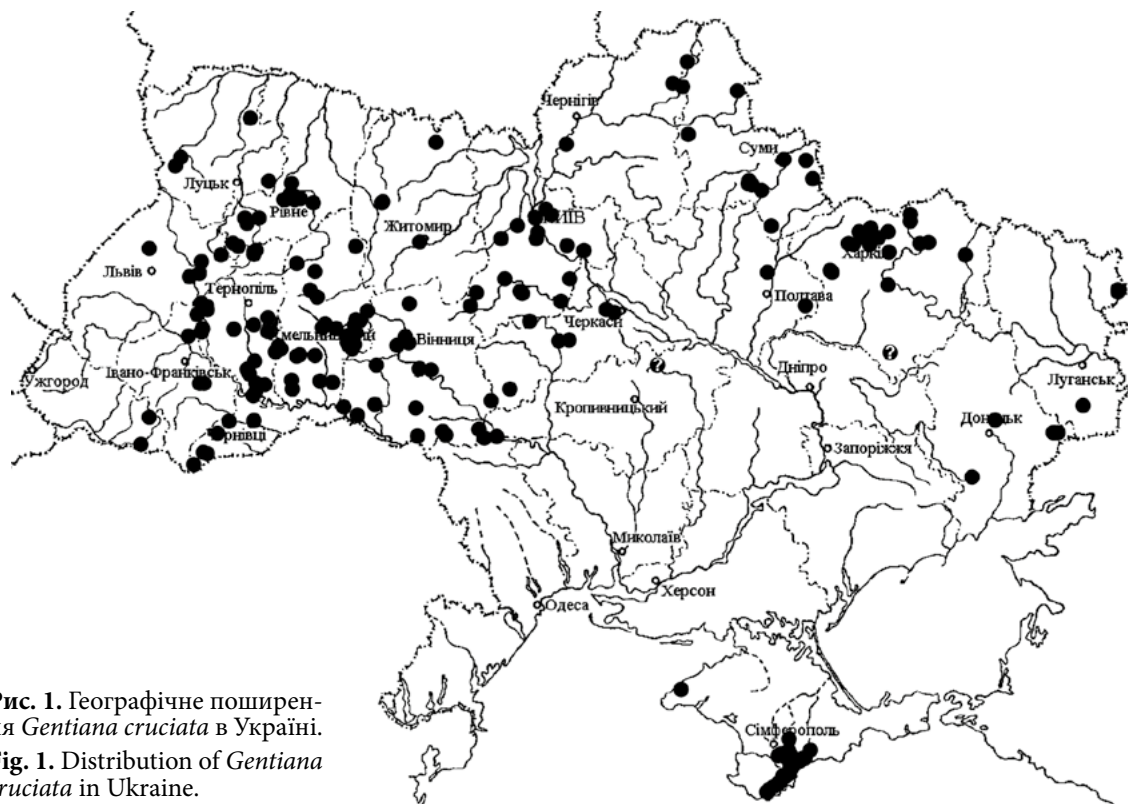


Рис. 1. Географічне поширення *Gentiana cruciata* в Україні.
Fig. 1. Distribution of *Gentiana cruciata* in Ukraine.

Українські популяції відособлені від прибалтійсько-білоруської частини ареалу поліською диз'юнкцією. Північна межа ареалу виду в Україні проходить по крайньому півдню Поліської низовини по лінії населених пунктів м. Володимир-Волинський — с. Замостя (Маневийський р-н Волинської обл.) — с. Суськ (Костопільський р-н Рівненської обл.) — с. Верби (Житомирська обл., Ємільчинський р-н) — м. Житомир — с. Черепин Овруцького р-ну Житомирської обл. — м. Ірпінь — м. Бровари (Київська обл.) — с. Надинівка Козелецького р-ну Чернігівської обл. — м. Новгород-Сіверський. Південна межа цієї частини ареалу тирличу хрещатого в Україні проходить по лінії: Кодри (Молдова) — с. Дмитрашківка (Вінницька обл., Піщанський р-н) — с. Бритава (Вінницька обл., Чечельницький р-н) — с. Гербине (Одеська обл., Балтський р-н) — м. Саврань (Одеська обл.) — м. Умань (Черкаська обл.) — с. Козацьке (Черкаська обл., Звенигородський р-н) — с. Руська Поляна (Черкаська обл., Черкаський р-н) — смт Диканька (Полтавська обл.) — м. Зміїв — м. Лозова (Харківська обл.) — м. Волноваха (Донецька обл.) — м. Ясинувата — м. Чистякове — с. Нагірне (Луганська обл., Довжанський р-н).

Порівняння наших даних з хорологією виду в Україні з даними Н. М. Драпайло (1995) показало, що за четверть віку збільшилась кількість зафіксованих локалітетів виду, що пов'язано з новими гербарними зборами останніх років. Однак, в цілому це не змінило картину географічного поширення виду в нашій країні, за винятком її північно-західної частини. На нашій картосхемі (рис. 1) вперше показано географічне поширення *Gentiana cruciata* на Волинській височині та на Волинському Поліссі.

Відсутність хорологічної інформації про цей вид на північному заході України в роботі Н. В. Драпайло (1995) пов'язано не лише з відсутністю флористичних знахідок того періоду, а й з незалученням до наукового обігу маловідомих для широкого кола ботаніків гербарних зборів (наприклад, гербарію польського ботаніка Й. Панека, зібраного у довоєнні роки на Волині, який зберігається в Рівненському та Волинському (м. Луцьк) краєзнавчих музеях).

Українська частина ареалу *G. cruciata* відмежована також від середньоевропейських локалітетів в Угорщині та Словаччині, оскільки існує закарпатська диз'юнкція в його ареалі. Лише в Румунських Карпатах, а також на Люблінській височині в Польщі, середньоевропейські місцезнаходження прилягають безпосередньо до українських. Безпосередньо до українських локалітетів прилягають місцезнаходження *G. cruciata* в Російській Федерації на всьому протязі українсько-російського кордону від Полісся до Степу. В цілому, ця частина ареалу виду в Україні охоплює переважно лісостеп, а також лівобережний степ, крайній південь Полісся та південно-східну частину Українських Карпат на Чорногорі, в Чивчино-Гринявських горах та на Мармороських Альпах. Згідно даних Н. М. Драпайло (1995) в Українських Карпатах популяції *G. cruciata* поширені до висоти 700 м н.р.м.

Кримський ексклав ареалу *G. cruciata* охоплює переважно високі яйли (Ай-Петринська, Нікітська, Бабуган-яйла). Окремі ізольовані локалітети відмічені в передгір'ях Криму (Сімферопольський район), північних околицях Севастополя і на півострові Тарханкут (Джарилгач, південно-західний схил). Згідно даних Н. М. Драпайло (1995) в горах Криму *G. cruciata* зростає у висотному діапазоні від передгір'їв до 1500 м н.р.м.

Окрім загальних вказівок про зростання *G. cruciata* на луках, лісових галявинах, у розрізаних лісах, серед чагарників (Цвелев 1978 та ін.) в літературі відсутні відомості про умови місцезростання *G. cruciata* в нашій країні. Лише в статті О. Лукаша зі співавторами (Lukash et al. 2013) наведена детальна еколого-ценотична характеристика ксеротермічних угруповань *Trifolium medii-Agrimoniaetum* з участю *G. cruciata* на лесових островах у Новгород-Сіверському Поліссі (Чернігівська обл.).

Нами проведено детальне дослідження еколого-ценотичних умов місцезростання *G. cruciata* на Волинській височині. Значним осередком зростання *G. cruciata* в цьому регіоні є урочище Бармаківське, розташоване на південь від с. Бармаки в Рівненському районі

Рівненської області. Від 1983 р. ця територія перебуває під охороною як заповідне урочище місцевого значення «Бармаківське». Його площа — 22,4 га. Це заповідне урочище являє собою систему ярів і балок, відому під назвою Бармацький яр, які прорізають товщу крейдових і лесових порід на північному краю Волинського лесового плато. Подекуди крейдові породи виходять на поверхню. Ґрунти у верхній частині урочища — сірі лісові на лесовому суглинку, місцями сильно деградовані; в західній частині урочища — дерново-карбонатні на крейдоподібному мергелі та крейді туронського віку, місцями деградовані.

У недавньому минулому урочище Бармаківське було одним із найбільших за площею осередків лучно-степової рослинності Волинської височини. Однак, у 60-тих роках минулого століття тут були проведені лісомеліоративні роботи по закріпленню ярів (Мельник *et al.* 1999). В результаті, верхня частина балки інтенсивно заросла деревами *Carpinus betulus* L., *Populus tremula* L., *Quercus robur* L., *Salix caprea* L. та кущами: *Corylus avellana* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Euonymus europaea* L., *E. verrucosa* L., *Prunus padus* L., *P. spinosa* L., *Rosa canina* L., *Viburnum opulus* L.

Степова рослинність збереглася на крутих схилах південної експозиції і представлена лучно-степовими угрупованнями *Festuco-Brometea* порядку *Festucetalia valesiacae* союзу *Festuco-Stipion* і асоціаціями *Caricetum humile*, *Festucetum valesiacae* та *Botriochloetum ischaetum*. Проективне покриття рослинного покриву — 80–90 %. Його домінантом є *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, співдомінантами в деяких частинах урочища — *Bothriochloa ischaetum* (L.) Keng і *Carex humilis* Leyss.

До складу трав'яного покриву входять також: *Alopecurus pratensis* L., *Anchusa officinalis* L., *Anthericum ramosum* L., *Anthyllis vulnearia* L., *Campanula glomerata* L., *C. sibirica* L., *Carduus nutans* L., *Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem., *Centaurea jacea* L., *C. scabiosa* L., *Cytisus ruthenicus* Wol., *Dianthus membranaceus* Borbás, *Eryngium planum* L., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Fragaria viridis* Weston, *Galium verum* L., *Securigera varia* (L.) Lassen, *Hypericum perforatum* L., *Jacobaea vulgaris* Gaertn., *Jurinea calcarea* Klovov, *Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult., *Lotus corniculatus* L., *Peucedanum ruthenicum* M.Bieb., *Phleum phleoides* (L.) H. Karst., *Pilosella officinarum* Vaill., *Polygala comosa* Schkuhr, *Potentilla incana* P. Gaertn., B. Mey. & Scherb., *Salvia pratensis* L., *S. verticillata* L., *Scabiosa ochroleuca* L., *Sedum acre* L., *Serratula tinctoria* L., *Stachys officinalis* (L.) Trevis., *Thymus pannonicus* All., *Veronica spicata* L.

Тут зростають рідкісні, внесені до Червоної книги України (Дідух 2009) види *Adonis vernalis* L. і *Stipa capillata* L. та регіонально-рідкісні види: *Anemone sylvestris* L., *Helianthemum nummularium* (L.) Mill., *Iris aphylla* L., *Linum flavum* L., *Trinia multicaulis* (Poir.) Schischk. Дно центральної балки покрите лучною рослинністю з домінуванням *Poa angustifolia* L. та *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski. В прилеглих до бортів частини балки є значні зарості *Pastinaca sativa* L. До складу рослинності балки входять також: *Achillea millefolium* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Artemisia absinthium* L., *Centaurea jacea*, *Cichorium intybus* L., *Daucus carota* L., *Equisetum arvense* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Lotus corniculatus* L., *Medicago falcata* L., *Melampyrum pratense* L., *Nonea pulla* DC., *Odontites vulgaris* Moench, *Origanum vulgare* L., *Pimpinella saxifraga* L., *Plantago lanceolata* L., *Prunella grandiflora* (L.) Scholler, *Senecio jacobaea*, *Sedum acre*, *Seseli annuum* L., *Stenactis annua* (L.) Cass., *Tanacetum vulgare* L.

Популяція *Gentiana cruciata* приурочена до екотону між лучною та степовою рослинністю по краях дна центральної балки та в нижніх частинах її схилів (рис. 2).

Середня щільність популяції становить 5 дорослих особин на 1 м². До складу популяції входять близько тисячі дорослих особин. Вона є однією з найбільших в рівнинній частині України. Цікаво відмітити, що до екотону приурочені місцезростання *G. cruciata* в ботанічному заказнику «Тулинецькі Переліски» в Миронівському районі Київської області, де чисельність цієї популяції є значно нижчою (Мельник & Гриценко 2007). Тут нами виявлено лише 10 особин цього виду.

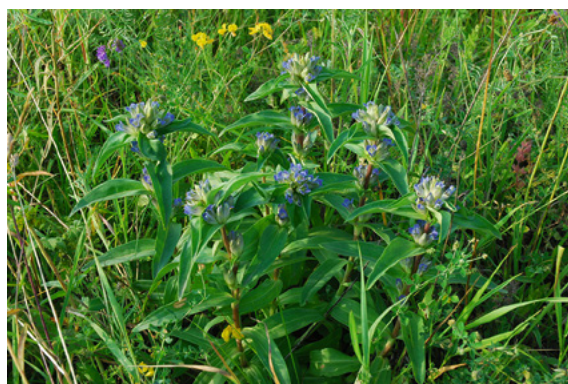


Рис. 2. *Gentiana cruciata* в урочищі Бармаківське (Рівненська область).

Fig. 2. *Gentiana cruciata* in the Barmakivske tract (Rivne region).

Очевидно, в лісових та лучних угрупованнях в рівнинній частині України *G. cruciata* є ще більш рідкісним. В лучному угрупованні на околиці с. Підгірці (Київська область) та в сосновому лісі в околицях с. Надинівка (Чернігівська область) нами виявлено лише по дві особини *G. cruciata*, а на луках в околицях с. Сошників Бориспільського району Київської області — лише одну особину.

Зауважимо, що умови місцезростань *G. cruciata* в рівнинній частині України подібні до еколого-ценотичних умов зростання цього виду в Польщі. Дві локальних популяції цього виду в Західних Карпатах приурочені до ксеротермічних угруповань класу *Festuca — Brometea*, до складу яких входить 540 віргінільних та 2712 генеративних рослин. Заростання степових схилів чагарниками *Prunus spinosa* та *Cornus sanguinea* ставить під загрозу існування цих популяцій (Wójcik 2018; Wójcik & Tompasz 2019). У передгір'ях Судетів *G. cruciata* є вимираючим видом,

оскільки схили заростають *Prunus spinosa*, *Cornus sanguinea*, *Rosa* sp., *Crataegus* sp., які витісняють трав'янисті ксеротермічні угруповання з участю *G. cruciata* (Keczyńska et al. 2019).

В горах Криму *Gentiana cruciata* переважно поширена в нагірно-лучних степах Кримської яйли, причому частіше трапляється на верхівках яйлинських пагорбів та макросхилів. Менша чисельність популяцій цього виду відмічена у карстових пониженнях рельєфу. Це особливо чітко прослідковується на північному підплато Чатирдагу. Більшість цих угруповань, за даними Я. П. Дідуха (1992), належить до формації «кримських манжеток».

Ця назва досить умовна, оскільки в угрупованнях домінують близькі в екологічному та систематичному відношенні види роду *Alchemilla* (*Alchemilla taurica* (Buser) Juz., *A. aetula* Juz., *A. jailae* Juz. та ін.). В угрупованнях у різних частинах Кримської яйли цей рід може бути представлений різними видами та гібридами. За даними наших досліджень, проективне покриття травостою складає 100 %, досить чітко помітна ярусність. Поряд з видами роду *Alchemilla* домінують *Festuca pratensis* Huds., *Filipendula vulgaris* Moench, *Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl., *Galium verum*, *Poa angustifolia* L. Субдомінантами виступають *Bromopsis cappadocica* Boiss., *Betonica officinalis* L., *Festuca rupicola* Heuff., *Gentiana cruciata*. Також з високою константністю представлені *Fragaria viridis*, *Myosotis collina* Hoffm., *Veronica gentianoides* Vahl, *Trifolium ambiguum* M. Bieb., *Phlomis herba-venti* subsp. *pungens* (Willd.) Maire ex DeFilipps, *Trifolium repens* L. У окремих фітоценозах досить часто трапляються *Pedicularis sibthorpii*, *Paronichia cephalotes*, *Androsace taurica*, *Elytrigia repens* (порушені екотопи).

У місцезростаннях, які піддалися різним ступеням антропогенної деградації, яка сприяла рудералізації рослинного покриву, вид трапляється значно рідше (частини Ай-Петринської та Нікитської яйли, де у минулому столітті відбувалось викошування трави, а також прокладався газопровід). Відновлення популяцій у деградованих екотопах йде за сприятливих умов досить повільними темпами, у ряді випадків зовсім не відбувається.

На Ай-Петринській, Нікитській та Бабуган-яйлі, *Gentiana cruciata* досить часто трапляється у складі ендемічних угруповань *Teucrieta jajlae*. Ці угруповання займають невеликі площі, проективним покриттям 50–60 % і відмічені епізодично на сухих пагорбах, де місцями мають місце процеси денудації зі зміщенням верхнього шару ґрунту з оголенням щільнощербистих вапняків.

В угрупованнях прослідковується двох'ярусність. Перший під'ярус досить розріджений (проективне покриття близько 20 %) представлений *Scabiosa columbaria* L., *Alopecurus vaginatus* (Willd.) Kunth, *Gentiana cruciata*, *Phleum phleoides* (L.) H. Karst., *Bromus riparius* Rehmman. Другий під'ярус представлений плагіотропними кущиками *Teucrium jailae* Juz., *Thymus callieri* Borb. ex Velen. і *Th. tauricus* Klokov & Des.-Shost., а також типовими петрофітами: *Androsace villosa* subsp. *taurica* (Ovcz.) Fed., *Draba cuspidata* M. Bieb., *Asperula supina* subsp. *caespitans* (Juz.) Pjatunina, *Anthyllis vulneraria* subsp. *pulchella* (Vis.) Bornm., *Veronica orientalis* Mill., *Allium saxatile* M. Bieb., *Onobrychis jailae* Czernova. Ці фітоценози займають тимчасову позицію на сукцесійному тренді і з часом мають тенденцію до остепнення з заміщенням на типові нагірно-лучні угруповання.

При антропогенному впливові на екосистеми з порушенням ґрунтового покриву популяції *G. cruciata* зникають і не поновлюються. Витісняються рослини цього виду також при заростанні екотопів та прилеглих до них степів і лук деревами та чагарниками. Як рідкісний вид флори України, вразливий до впливу антропогенних факторів, *G. cruciata* заслуговує включення до нового видання Червоної книги України.

Висновки

Ареал рідкісного виду флори Європи *Gentiana cruciata* (*Gentianaceae*) в межах України представлений двома відокремленими фрагментами, один з яких включає в себе рівнинні регіони (Лісостеп, Лівобережний степ, крайній південь Полісся) та південно-західну частину

Українських Карпат. Поліська диз'юнкція відмежовує цю частину ареалу виду від білорусько-балтійської географічної популяції виду, а диз'юнкція в Правобережному степу від кримського ексклаву.

В рівнинній частині України *G. cruciata* є компонентом екотонів між лучними степами та луками, в горах Криму — в лучностепових угруповань з домінуванням різних видів манжеток. Участь *G. cruciata* в рослинних угрупованнях є вкрай низькою (проективне покриття — менше 1 %). Осередки компактного зростання *G. cruciata* виявлені лише на Волинській височині в урочищі Бармаківське поблизу м. Рівне (близько 1000 дорослих особин) та на яйлах Кримських гір. Антропогенна трансформація природних екосистем з порушенням ґрунтів та заростання трав'янистих угруповань деревами та чагарниками, ставить під загрозу існування популяцій *G. cruciata* в Україні. Як рідкісний вид вразливий до антропогенних впливів *G. cruciata* заслуговує внесення до нового видання Червоної книги України.

Додаток. Список місцезнаходжень *Gentiana cruciata* в Україні

Установи і гербарії, для яких у списку наведено акроніми та скорочення, представлено у розділі «Матеріали та методи дослідження». Літературні джерела, із яких використано лише хорологічні відомості, наведено як звичайне посилання, але у переліку джерел не представлено. Хорологічні відомості за YALT наведені мовою оригіналу.

Українські Карпати

Закарпатська обл., Рахівський р-н: Хребет Мармароські (Гуцульські) Альпи, змішаний буково-ялиновий ліс на пд.-сх. схилі г. Бій (В. Чопик, Є. Орнст KW); с. Ясиня, на лузі (19.07.1946 М. Попов KW).

Чернівецька обл., Вижницький р-н: с. Карапчів, в травостої на відкритих схилах між IV і V терасами р. Черемош (З. Горотов 28.06.1952 KW). Путильський р-н: біля с. Розтоки, на г. Вихід (З. Катіна 2.07.1954 KW); біля с. Петраші, г. Вихід (З. Катіна 9.05.1954 KW); поблизу х. Сарата, вапнякові осипи в урочищі Вапнярка (І. Чорней 19.08.1983 KW); окол. с. Шепіт, Чивчинсько-Гринявські гори, верхів'я р. Серет, г. Фрунія (О. Дубовик, Г. Вереш, В. Чопик 14.07.1968 KW); окол. с. Шепіт, Чивчинсько-Гринявські гори, верхів'я р. Сучави, в заростях чагарників (О. Дубовик, Г. Вереш, В. Чопик 26.06.1968 KW).

Поліська низовина

Волинське Полісся. Волинська обл., Володимир-Волинський р-н: окол. Верба (Монтрезор KW); м. Володимир-Волинський (Монтрезор KW). Ківерецький р-н: смт Цумань, вологий ліс (Vandas 1886). Меневицький р-н: Черемський ПЗ, суха галявина, на узліссі (Коніщук 2003 KW).

Рівненська обл., Костопільський р-н: 2 км на зх. від с. Суськ, Суський з-к, узлісся буково-грабового лісу (В. Мінарченко, Т. Соломаха, Д. Якушенко, KW).

Мале Полісся. Львівська обл., Жовківський р-н: окол. с. Мацошин, нижня частина пд. схилу горба, термofільне чагарниково-трав'яне угруповання на виходах карбонатних порід (О. Кузярін 8.09.1993 KW).

Рівненська обл., Радивилівський р-н: Радивилівське л-во, ур. Баранне, сосновий ліс на крейді (Т.Л. Андрієнко, РОКМ); окол. с. Михайлівка, смуга соснового лісу в полі, на крейді (Г. Антонова, РОКМ).

Житомирське Полісся. Житомирська обл., Житомирський р-н: окол. м. Житомир: висока [гора] (1.07.1890, Montresor KW); уроч. Соколова гора (28.07.1890, Montresor KW); уроч. Сокул (Монтрезор 1891); Соколова гора; Житомир, береги р. Тетерів (Монтрезор KW). Ємільчинський р-н: с. Верби (4.07.1890, Montresor KW).

Хмельницька обл., Полонський р-н: м. Полонне (Шмальгаузен 1886).

Чернігівське Полісся. Київська обл., Броварський р-н: Бровари (Рогович KW); с. Скибин (Монтрезор KW).

Новгород-Сіверське Полісся. Чернігівська обл., Новгород-Сіверський р-н: окол. м. Новгород-Сіверськ, в Городищенському лісі (9.08.1882, Montresor KW); с. Комань, на схилі правого берега р. Десни біля села (5.08.1947, С. Харкевич KWHA).

Лісостеп Західний

Волинська височина. Рівненська обл., Гошанський р-н: заказник місцевого значення «Дорогобузькі джерела», біля с. Дорогобуж (Наукове обґрунтування). Дубенський р-н: окол. м. Дубно (Panek 1939); на Лісій горі (Мельник & Парубок 2004); окол. с. Піратин (Paczoski 1890). Рівненський рн: окол. с. Бармаки, ентомологічний заказник «Бармаківський» (13.08.2014, І. Логвиненко KWHN); пн.-сх. окол. м. Рівне, урочище Бармаки, лучно-степові схили (В. Мельник, О. Баранський, С. Діденко KW); м. Рівне, кладовище, чагарникові зарості (Панек, 19.07.1943, РОКМ); на Вишневій горі (Панек, 23.07.1930 LUM); окол. с. Городок (ПЗФ Рівненської); окол. с. Ставки (Panek 1939).

Подільська височина. Івано-Франківська обл., Галицький р-н: пд.-сх. окол. м. Буртин, пам'ятка природи Касова Гора, остепнені схили та в підніжжі гори біля дач (Н. Шиян 27.07.1994 KW). Тлумачський р-н: між с. Жабокруки і с. Хотимир, степова ділянка Городище (Г. Куковиця 14.07.1973 KW); с. Хотимир, г. Зелена, степові ділянки (Ю. Шеляг-Сосноко, Я. Дідух, 28.07.1977 KW).

Львівська обл., Бродівський р-н: с. Гаї, гора Макітра (25.07.1973, І. Мороз KWHN); Львівська обл., Золочівський р-н: с. Білий Камінь, степові схили г. Білий Камінь (Я. Дідух, Ю. Шеляг-Сосноко 9.07.1977 KW). Золочівський р-н: степові вапнякові схили біля с. Жулиця (М. Косець 14.09.1940 KW); с. Митулин, Лиса гора, сосновий ліс (Бухало 3.08.1955 KW).

Тернопільська обл., Бережанський р-н: Лапшинська сільська рада, окол. х. Колонія, Урочище «Жолоби», лучно-степові ділянки і насадження сосни і глоду (Оліяр & Проців 2012); круті схили біля с. Нараїв (26.07.1940, Барбарич KW); окол. с. Рогачин, уроч. Долини, лучностеповий схил пд. експозиції з посадками сосни і листяним підростом (Оліяр & Проців 2012); ліс біля с. Тростянець (29.07.1940, А. Барбарич KW). Борщівський р-н: с. Більче-Золоте (Tyniecki 1877); Борщів (Slendzinski 1877); с. Глибочок (Slendzinski 1878). Гусятинський р-н: с. Вікно, товтра Гостра скеля (Зелінка 1975); с. Оришківці, дубово-грабовий ліс біля шосе Чортків-Тернопіль (24.07.1973, І. Мороз KWHN); с. Паївка (Slendzinski 1879). Заліщицький р-н: с. Винятинці (Slendzinski 1877); с. Кулаківці (Slendzinski 1877). Кременецький р-н: с. Білокриниця (28.06.1880 KW); м. Кременець, біля Дівочих Скель (8.07.2003 І. Барбуляк та ін. KW); м. Кременець, єврейське кладовище (І. Контар, Н. Драпайло KW); м. Кременець, старе міське кладовище (О. Чекмезова; О. Стельмашук, 11.07.2002; Герасимчук, Будимова, Красиленко 8.06.2008 KW). Підволочиський р-н: с. Остап'є (Slendzinski 1879). Підгаєцький р-н: пн.-зх. окол. с. Носів, уроч. Під конем, лучно-степовий схил пн. експозиції (Оліяр & Проців 2012). Теребовлянський р-н: с. Деренівка — стінка по р. Серет (Slendzinski 1879). Чортківський р-н: с. Заболотівка (Slendzinski 1878); с. Угринь (Slendzinski 1878); с. Улашківці (Данилевська); окол. с. Улашківці, діброва Галілея (7.08.1940, Ф. Гринь KW; 8.08.1940, Данилевська KW).

Прут-Дністровське Межиріччя. Чернівецька обл., Чернівецький р-н: окол. м. Чернівці, Хотинська височина, Садгірське л-во, на луках (13.09.2004, Т. Никирса KWHN).

Лісостеп правобережний

Подільська височина. Вінницька обл., Бершадський р-н: окол. с. Голдашівка, Голдашівська діброва (Осичнюк 1958). Вінницький р-н: окол. Вінниці, ліс /бувш. Грокольського/, лісова галявина, одинична сильна рослина (30.08.1923, М. Білозір (KW); пн.-зх. окол. Вінниці, діброви, 1927 (Борзова 1946). Жмеринський р-н: Жмеринка (Шмальгаузен 1886). Могилів-Подільський р-н: с. Яришів, на кам'янистих пагорбах по р. Лядова (Rehmann 1872). Мурованокуриловецький р-н: пд.-зх. окол. с. Жван, ландшафтний заказник місцевого значення «Дністер» (Т.Л. Андрієнко, В.А. Онищенко, Наукове обґрунтування на створення заповідного об'єкту). Піщанський р-н: с. Дмитрашківка, за 6 верст на північ (і за 5 км на південь від с. Гарячківка), ліс Кисирняк, дубовий ліс (24.07.1929, М. Котов KW). Томашпільський р-н: сх. окол. смт Вапнярка (колишнє с. Цапівка-Кічман), вгорі схилу глибокої лісової балки у дубово-грабовому лісі (3.08.1929, М. Котов KW); там же, поверху балки грабово-дубового лісу (KW). Чернівецький р-н: сх. окол. с. Шендерівка, ліс Белів, Моївське л-во, дубовий ліс (15.08.1948, Кузнецова KW). Чечельницький р-н: Бритавка (11.08.1988, Т. Андрієнко, О. Прядко KW); Бритавське л-во, проєктований Бритавський з-к, багато (Андрієнко *и др.* 1990); окол. с. Луги, на узліссі (17.06.2013, Є. Польовий KW).

Одеська обл., Балтський р-н: пн.-сх. окол. с. Гербино, ліс Кишів, на галявині (03.07.1956, г.о. (Осичнюк 1958). Савранський р-н: окол. Саврані (5.06.1878, Montresor KW).

Хмельницька обл., Білогірський р-н: смт Білогір'я (кол. Ляхівці), у лісі, рідко (Кучерява KW). Городоцький р-н: сх. окол. м. Городок, ландшафтний заказник «Кошарнянський» (Ковальчук, Задорожний 1986); окол. с. Жишинці, на луках, зрідка (Paczoski 1913); с. Кринцілів, 1912 (Paczoski 1913); пн.-зх. окол. с. Турчинці, дубовий ліс із грабом (18.07.1928, М. Котов KW); смт Сатанів (Рогович 1869); смт Сатанів (Шмальгаузен 1886). Деражнянський р-н: с. Коричинці, лучний схил (неподалік лісу) біля залізниці (11.08.1928, М. Котов KW); окол. с. Осикове, західне узлісся дубово-грабового лісу (11.07.1928, М. Котов KW); між с. Чернелівці і с. Майдан-Чернелевецький (кол. Чернилеговсь-

кая Гута), біля галявини на узліссі грабового лісу (Котов KW). Дунаєвецький р-н: с. Соснівка (кол. Сцибори) (Шмальгаузен 1886). Ізяславський р-н: с. Теліженці, на луках в чорних лозах (Н. Осадча, 18.07.1930 KW); с. Теліжинці, росте в чорних лозах, багато навесні (18.07.1930, Н. Осадча KW). Кам'янець-Подільський р-н: Нігин (Шмальгаузен 1886); Кам'янецьке Придністров'я — на сухих пагорбах у напівтіні, часто (Маковецкий 1913); м. Кам'янець-Подільський: (Рогович 1869). Летичівський р-н: с. Криничне, 1897 (Paczoski 1899); с. Лисогірка, в Жубринському лісі (1.08.1881, Montresor KW); зх. окол. с. Марківці, гранітні відслонення (30.07.1928, Козлов KW); сх. окол. с. Ставниці, чагарники навколо поля, у лісі (14.08.1928, Козлов KW); с. Суслівці («Суслівка»), дубовий ліс (3.08.1928, Козлов KW); с. Шарки, 1897 (Paczoski 1899); окол. смт Меджибіж, в Переймському лісі (31.07.1881, Montresor KW). Новоушицький р-н: Нова Ушиця (Рогович 1869). Старосинявський р-н: с. Нова Синявка, понад дорогою (6.08.1928, Козлов KW). Хмельницький р-н: с. Масівці (Шмальгаузен 1886). м. Хмельницький (Шмальгаузен 1886); м. Хмельницький: мікрорайон Раково, пд. окол., на території військової частини, в чагарниках у балці, кілька особин (27.06.2015, О. Шиндер KWHA). Ярмолинецький р-н: м. Ярмолинці (Шмальгаузен 1886).

Придніпровська височина. Вінницька обл., Калинівський р-н: с. Великі Кутища, Мало-Кутищанський ліс, між с. Антонопіль і с. Малі Кутища (30.07.1936, М. Котов KW); с. Великі Кутища, ліс Мало-Кутищанський (30.07.1936, М. Михайленко, Н. Осадча KW). Немирівський р-н: зх. окол. с. Мухівці, ліс Мухівецька дача (30.07.1932, Ф. Гринь, В. Михайличенко KW); с. Стрільчинці, на вторинних степах, 30.08.1932 (Гринь & Михайличенко 1933). Погребищенський р-н: с. Скибинці (Монтрезор 1888); с. Скибинці, [...], 3.10.1880, Montresor (KW). Теплицький р-н: с. Росоша (7.09.1888, Montresor KW).

Київська обл., Богуславський р-н: Богуслав, грабова діброва, трав'яний відкритий схил (19.07.1929, Kleorow KW). Васильківський р-н: між с. Дзвінкове і с. Жорнівка — на крутому схилі по р. Ірпіню, 25.08.1916 (Семенкевич 1926); між с. Дзвінкове і с. Жорнівка (Києво-Святошинського р-ну), на схилі підвищеного берега р. Ірпіню (25.07.1916, Ю. Семенкевич KW). Миронівський р-н: окол. с. Тулинці, ботанічний заказник «Тулинецькі переліски», байрачний степ, N49.846598, E31.195813 (19.05.2016, Н. Шиян KW); там же (Мельник & Гриценко 2007). Обухівський р-н: с. Підгірці — с. Підгірці — пн-зх. окол., галявина в діброві на горі, 3 особини N50.2488, E30.5318 (26.05.2019, О. Шиндер KWHA). Сквирський р-н: Сквиря (s. coll.). Таращанський р-н: Тараща (Рогович 1869); між Таращею і с. Троїцьке Рокитнянського р-ну (Шмальгаузен 1886). м. Біла Церква (Рогович 1869); м. Біла Церква: дендропарк Олександрія, уроч. Палієва гора (Кляшторная 1981); околиці, Палієва гора, по низу на відкритому місці, не багато (30.07.1922, М. Гродзінський KW); там же, по низу степового схилу до р. Рось, чимало (22.[...].192[7], М. Гродзінський KW). Київ: (Рогович 1855); біля Видубецького монастиря, 01.07.1899, В.В. Фін (Семенкевич 1926); уроч. Лісники, пн. окол. х. Мриги, луки навколо оз. Шапарня (Прядко *et al.* 2014).

Черкаська обл., Звенигородський р-н: с. Козацьке, ліс Довжок, на вирубі, (20.07.1921, N. Pidopliczka KW); між с. Майданівка і с. Хлипнівка, на схилах придорожного валу вздовж залізниці (Шевчик & Бакалина 2009). Лисянський р-н: с. Федюківка, в дубовому лісі, на вологих ділянках, А. Анджейовський (Рогович 1869). Уманський р-н: м. Умань (Пачоский 1887). Черкаський р-н: за першою греблею Ірдинського болота (Страшко 1937); окол. с. Руська Поляна, в лісі (2005, О. Свистун KWHA).

Кіровоградська обл., колиш. Єлизаветградський повіт, на лісових луках (Lindeman 1867) (прим.: імовірно, в лісах Олександрівського або Знаменського районів; повторних знахідок *G. cruciata* у цьому регіоні не було).

Лісостеп Лівобережний

Полтавська обл., Диканський р-н: смт Диканька — ліс Яковенків яр, зрідка (16.07.1938, Н. Осадча KW).

Сумська обл., Охтирський р-н: с. Чупахівка, балки, ліс до [...] (08.07.1913, К. [Залеский], det. М. Котов KW). Глухівський р-н: окол. с. Заруцьке (22.07.1931, С. Илличевский KW). Конотопський р-н: с. Раки (10.08.1982, Гуденко KWU: електронна база). Краснопільський р-н: с. Новоолександрівка, на степових схилах (30.07.1999, Гончаренко KW); окол. с. Осоївка, урочище Кавун-гора, остепнені луки, на схилі яру (03.07.2005, С. Панченко KW). Лебединський р-н: Межириччя (19.06.1913, К. Заліський KW); заповідник «Михайлівська цілина», дуже часто (20.07.1952 С. Харкевич KW); заповідник «Михайлівська цілина», плато (18.07.1959, Саричева З. KW); заповідник «Михайлівська цілина», степ (26.07.1956, [Рошаль] KW); заповідник «Михайлівська цілина», схил балки (24.07.1963, Ткаченко KW); заповідник «Михайлівська цілина», участок (14.20.06.1956 Г. Білик KW); цілина держ. кінного заводу (балка Капниста) біля х. Саївських, лучно-степові схили (08.08.1927, О. Порецький KW); цілина Михайлівського кінзаводу, біля хутору заводу (05.07.1928, J. Zoz KW); с. Степове, пн.-зх. окол., ПЗ «Михайлівська цілина», на степовій ділянці (16.05.1952, С.С. Харкевич KWHA); там же (20.07.1952, С. Харкевич KWHA); це ж (20.07.1952, Р. Бородин (KWHA); там же, Михайлівська цілина, плато (25.07.1958, З. Сарычева, М. Трохименко, Г. Гурченко KWHA); там же (18.08.1958, ті ж

колектори (КВНА); там же (19.07.1961, З. Сарычева КВНА). Сумський р-н: поблизу с. Токарі, лісова галявина (24.08.1910, П. Стародуб КВ); м. Суми (3.06.1928 КВ).

Харківська обл., Валківський р-н: м. Валки, у лісі (11.07.1870, Горницький КВ); с. Заміське (23.07.1929, Доброчаєва КВ); біля залізничної ст. Люботин, на схилі залізничної виїмки (29.07.1923, Козлов КВ). Вовчанський р-н: с. Верхня Писарівка, в лісах (15.07.1902 КВ); с. Рубіжне, західні околі, кол. х. Дубинського (4.07.1953, herb. В. Czernjaewi КВ). Дергачівський р-н: м. Дергачі, ліс Любарського, в чагарниках, в верхній частині лісового схилу в уроч. Покобилчин яр (11.07.1918, Є. Лавренко КВ); с. Пересічне, сирі кущі (12.07.1916, Є. Лавренко КВ); біля с. Руська Лозова, зруб (18.06.1913, [...], det. М. Котов КВ). Куп'янський р-н: 5-6 км на південний захід від. м. Куп'янська, листяний ліс і по чагарниках, (13.07.1912, М. Клоков КВ); кол. Куп'янський пов., 1819, herb. В. Czernjaewi (КВ); Кур[лусь], галявина (02.08.1910, Шириєв КВ). Нововодолазький р-н: вище с. Новоселівка, за Водолагою, байрачний ліс на правому березі річки Водолажки (28.05.1928, М. Котов КВ). Печенізький р-н: околі. с. Мартове, балка Ланцева, бічний відрог, понизу струмкового схилу (22.05.1996, І. Коротченко КВ); околі. с. Мартове, балка Ланцева, на горбі (23.07.1996, І. Коротченко, Я. Дідух КВ). Харківський р-н: біля с. Артемівки, лісова галявина, 24.08.1924, Козлов (КВ); біля с. Артемівки, сад біля села (28.07.1924, Козлов КВ); в лісі біля х. Мокрого (26.08.1925, Козлов КВ); в лісі біля х. Ржавець (30.08.1925, Козлов КВ); степи по р. Роганка (12.07.1853, herb. В. Czernjaewi КВ); Сокольники, вище свічкового заводу, біля галявин на схилі (21.08.1924, М. Котов КВ); с. Сороківка, по отрогу Квіткового яру, на галявині лісу (26.08.1923, Козлов КВ); околі. Харкова, на схилах за містом, зверху схилу в парку (26.07.1917, М. Котов КВ); околі. м. Харків (19.06.1923, КВ); північно-західні околі. м. Харків, піски ІІ тераси р. Лопань (11.07.1918, Є. Лавренко КВ); Хутори, галявина (20.07.1907, Шириєв КВ).

Степ Лівобережний

Донецька обл., Волноваський р-н: Великоанадольський ліс (14.07.1926, Р. Кравченко КВ). Шахтарський р-н: околі. м. Сніжне, ур. Глухе (Кондратюк *и др.* 1985). пн. околі. м. Чистякове, ліс Глухівська дача, на узліссі, галявина (16.09.1928, Ю. Клеопов КВ). околі. м. Ясинувата (Кондратюк *и др.* 1985).

Луганська обл., Довжанський р-н: с. Нагірне (кол. с. Картушине), балка Суха (7.08.1928, С. Гребеньова КВ). Мілованський р-н: заповідник «Стрільцівський степ», по степовому схилу у верхів'ї балки Просяна (29.0[8?].1938, М. Котов КВ); там же (29.07.1938, М. Котов КВ); заповідник «Стрільцівський степ», схил північної експозиції до 2 балки (24.07.1954, Г. Маринуца КВ); с. Криничне, заповідник «Стрільцівський степ» (2.07.1960, Р. Бородин КВНА); Стрільцівська цілина (М. Котов, Маслова); х. Іжачий, заповідник «Стрільцівський степ» на схилах балки (05.07.1957, З. Саричева КВ); Стрільцівське відділення УСПЗ (Маслова *et al.* 2003).

Харківська обл., кол. Зміївський пов., біля річки П[...].п[...].вк[...], (1830, herb. В. Czernjaewi КВ). Харківська обл., Лозівський (?) р-н, долина р. Лози, між гирлами двох балок, чагарники з *Prunus spinosa* та *P. fruticosa* (24.07.19[17], Лавренко КВ).

Крим

Ай-Петри (10.07.1946, В. Астахова, det. Н. Чернова YALT); Ай-Петри, кв. 281, западне Ат-Баша (19.06.1979, О. Усачева YALT); Ай-Петри, северо-восточнее Ат-Баша (03.07.1979, В. Косых YALT); 03.07.1979, О. Усачева YALT); Ай-Петринская яйла, сев.-зап. Метеостанции (28.07.1977, В. Косых, О. Усачева YALT); Ай-Петринская яйла, северо-западнее метеостанции (27.06.1977, 27.06.1977, В. Косых, О. Усачева YALT); Ай-Петринская яйла, ЮЗ Беденехыра (23.09.1980, О. Усачева, В. Косых YALT); Ай-Петринский опытно-луговой участок (12.09.1915 П. Крыжевский YALT); Ай-Петрі (25.07.1960, И. Сикура КВНА; 21.09.2005, Т. Багацька КВНА); Аллия Сырым (21.07.1907, И. Ваньков, det. В. Васильев YALT); Алушта, Бабуган-яйла, х. Козьма-Дамиан (05.07.1901, Н. Зеленецкий YALT); Алуштинський р-н: вище с. Генеральського, буковий ліс (02.08.1974, О. Дубовик КВ). Бабуган яйла (02.08.1917, А. Дойч YALT); Бабуган яйла, южный склон (25.07.1947, В. Пожидаева YALT); Бабуган-Яйла (07.08.1976, В. Карасюк, det. В. Косых YALT); близ деревни Корбеклы (11.07.1914, В. Андреев YALT); близ Симферополя, Курцовская казарма, лес (03.06.1911, В. Андреев YALT); буковий лес около Козьмо-Дамиановского монастыря (17.07.1917, С. Станков YALT); буковий лес, северо-западнее Васильевки (05.08.1977, В. Косых, О. Усачева YALT); в горах, окрестности Ялты (06.1913, Нейенкирхен YALT); в лесах Крыма изредка (гербарий Срединского YALT); Велика Ялта, Ай-Петрі, яйла (20.09.2003, В. Гелюта, det. Н. Шиян КВ); Велика Ялта, верхівка г. Ай-Петрі (20.06.1964, Г. Білик КВ); Велика Ялта, Нікітська яйла (22.08.1964, С. Смолко, О. Дубовик КВ); Велика Ялта: Ай-Петринська яйла, посеред скель (10.09.1975, А. Краснова КВ); Велика Ялта: Кримський державний заповідник, Бабуган-яйла, г. Роман-Кош, вис. 1450 м (19.07.1955, М. Котов КВ); Велика Ялта, Кри́мський державний заповідник, центральний кордон, схил у лісі (13.05.1965, М. Котов КВ); Велика Ялта, Нікітська яйла, Гурзуфське сідло, гірські луки, у котловині між вапняковими глинами (26.09.1929, М. Котов

KW); Велика Ялта, підйом з «Бугорнуса» на Гурзуфське сідло, висота 600-800 м, вапняки, посеред буково-соснового лісу (17.09.1929, М. Котов KW); верхнє плато гори Большой Чучели (08.07.1916, Вульф YALT); верхнє плато Чатыр-Дага. Юго-восточный склон под Ангар-Бурун (13.09.1978, Косых В.; Усачева О. YALT); восточная часть Караби-яйлы (09.07.1954, Привалова, Макарова YALT); восточный склон Бабуган-Яйлы, перевал Дипла (30.07.1980, Усачева О., det. Косых В. YALT); г. Роман-Кіш, на лузі (9.06.1952, С. Харкевич KWHN); Гурзуфське седло х. Ущельє Авинды, луговина на яйле (17.07.1917, С. Станков YALT); Даир-Алан, луговина (09.07.1915, Е. Вульф (YALT); Демерджи-яйла, спуск к деревни Демерджи (14.07.1914, Вульф YALT); долина р. Б. Бурульча (07.07.1979, Маслова И. YALT); захищений участок на Мартын-Коше, на Никитской яйле (28.08.1912, Вульф YALT); изредка на вершине Чатырдага (Срединский, det. Вульф YALT); каменистые места защиты 1911 г. Ай-Петринская опытная посадка (15.06.1914, К. Левандовский, det. А. Яната YALT); с. Коккозы, южный склон (20.07.1987, Н. Зеленецкий YALT); на яйле (05.08.1901, К. Гольде YALT); лес под Бабуган-яйлой близ Гурзуфского седла (17.07.1917, С. Станков YALT); лиственный лес при подъеме на Чатырдаг (09.07.1914, Вульф YALT); м. Севастополь, між бухтою Голландія, та Сухарною балкою (07.07.1993, KW); Нейзац, на поляне (27.07.1915, В. Андреев YALT); Никитская яйла (07.06.1916, Вульф YALT); Никитская яйла, захищений участок выше Красного Камня (№2) (30.07.1913, Вульф YALT); Никитская яйла, Коккозы, Северный склон, 18.07.1887, Н. Зеленецкий YALT); Никитская яйла, травянистые луговины (27.07.1965, В. Косых YALT); около Чаян-Баирской казармы (05.06.1916, Мелуа, det. Вульф YALT); окр. деревни Махулду (1930, В. Пупкова, det. Л. Савина YALT); окр. Таушан-Базара (17.07.1911, М. Очан, det. Е. Висюлина YALT); перешеек между Долгоруковской и Тырке — яйлами (21.07.1951, Привалова, Карамышева YALT); подъем от Чучельского перевала на гору Малая Чучель (31.07.1918, К. Франус, det. Е. Вульф YALT); при подъеме на среднее плато Чатырдага (19.07.1976, В. Карасюк, det. В. Косых YALT); ручей у тропы на Чучель (04.07.1917, Н. Дойч YALT); севернее Генеральского, грабово-буково-дубовый лес (07.08.1978, В. Косых, О. Усачева YALT); северный склон Большой Чучели (30.07.1918, К. Франус, det. Е. Вульф YALT); седловина между Большой и Малой Чучелями (08.07.1916, Вульф YALT); Симферополь, северный склон (07.1885, Н. Зеленецкий YALT); склоны г. Малая Чучель (08.07.1916, Вульф YALT). Сімферопольський р-н: Довгоруківська яйла, біля краю Перевального лісництва (15.08.1976, М. Котов KW); Довгоруківська яйла, скелі та між каміння (15.08.1971, М. Котов KW); окол. с. Мраморне, Чатир-Даг, урочище Чумнок, 979 м.н.р.м., 44°46'859", 34°16'177" (11.07.2011, І. Ольшанський, О. Футорна KW); Перевальне лісництво, яйла (14.08.1971, М. Котов KW); с. Краснолісся, долина Зонтугай (05.06.1973, О. Дубовик KW); північний схил гори Чатирдаг, гірські луки (02.06.1956, М. Котов 11.07.1956 KW); Чаир №3 Узенбашской тропы, отдельными экземплярами по всему чаиру (01.08.1914, П. Крыжевский YALT); Чатырдаг, нижнее плато, луговина среди леса (17.07.1949, В. Пожидаева YALT); Чатырдаг, среднее плато (04.08.1949, Н. Чернова, det. В. Пожидаева YALT); Чатырдаг, воронка близ Бим-Баш Коба (09.07.1914, Вульф YALT); Чатырдаг, лиственный лес при подъеме (09.07.1914, Е. Вульф YALT); Чатырдаг, луговина, 30.05.1914, Вульф YALT); Чатырдаг, нижнее плато, луговинки на днище воронки (30.05.1914, Вульф YALT); Чатырдаг, скалистые места близ Бим-Баш Коба (09.07.1914, Вульф YALT). Чорноморський р-н: Джерилгач, південно-західний схил (07.1995, В. Гелюта, det. Н. Шиян KW); Чучель (det. Грабовский YALT); Чучель (07.1899, В. Андреев YALT); Южная Демерджи (29.07.1980, Т. Вылегжанина, В. Косых YALT); Южная Демерджи (29.07.1980, О. Усачева, В. Косых YALT); южный склон Чатырдага (29.07.1980, В. Корженевский YALT).

Література

- Андрієвич, В. В. (ред.). 2015. *Красная книга Республики Беларусь. Растения*. Белорусская Энциклопедия, Минск, 1–448. [Andrievich, V. (Ed.). 2015. *The Red Book of the Republic of Belarus. Plants*. Encyclopedia of Belarus, Minsk, 1–448. (In Belarusian)]
- Андрієнко, Т. Л., М. М. Перегрим (уклад.). 2012. *Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України*. Альтрес, Київ, 1–148. [Andrienko, T., M. Peregrym (Comp.). 2012. *Official Lists of Regional Rare Plants of Administrative Territories of Ukraine*. Altres, Kyiv, 1–148. (In Ukrainian)]
- Драпайло, Н. М. 1995. *Під Gentiana s.l. у флорі України*: дис. ...к.б.н. ... 03.00.01. — ботаніка. Київ, 1995, 1–334. [Drapaylo, N. 1995. *Genus Gentiana s.l. in the flora of Ukraine: Dissertation PhD, biology*. Kyiv, 1995, 1–334. (In Ukrainian)]
- Дідух, Я. П. (ред.). 2009. *Червона книга України. Рослинний світ*. Глобалконсалтинг, Київ, 1–900. [Didukh, Ya. (Ed.). 2009. *Red Book of Ukraine. Plants*. Hlobalkonsaltynh, Kyiv, 1–900. (In Ukrainian)]
- Дидух, Я. П. 1992. *Растительный покров горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана)*. Научная думка, Киев, 1–256. [Diduch, Ya. 1992. *Vegetation of the mountainous Crimea (structure, dynamics, evolution and protection)*. Naukova dumka, Kyiv, 1–256. (In Russian)]
- Мельник, В. И., В. В. Гриценко. 2007. Луговые степи Киевского плато. *Ботанический журнал*, **92** (2): 730–739. [Melnik, V., V. Gritsenko. 2007. Meadow steppes of the Kiev plateau. *Botanical Journal*, **92** (2): 730–739. (In Russian)]

- Мельник, В. І., М. І. Парубок, Р. І. Савчук. 1999. Нові відомості про степову рослинність Волинської височини. *Український фітоценологічний збірник. Серія А. Фітоценологія*, **1–2** (12–13): 30–33. [Melnik, V., M. Parubok, R. Savchuk. 1999. New information about the steppe vegetation of the Volyn highlands. *Ukrainian Phytocenological Collection. Series A. Phytocenology*, **1–2** (12–13): 30–33. (In Ukrainian)]
- Работнов, Т. А. 1983. *Фитоценология*. Изд. МГУ, Москва, 1–295. [Rabotnov, T. 1983. *Phytocenology*. Moscow State University, Moscow, 1–295. (In Russian)]
- Сорокин, А. С. (ред.). 2002. *Красная книга Тверской области*. Вече Твери, Тверь, 1–256. [Sorokin, A. (Ed.). 2002. *The Red Book of the Tver Region*. Veche Tveri, Tver, 1–256. (In Russian)]
- Федотов, Ю. П. (ред.). 2009. *Красная книга Брянской области*. Растения, грибы. Китай-город, Брянск, 1–272. [Fedotov, Yu. (Ed.). 2009. *Red Book of the Bryansk region*. Plants, mushrooms. Kitay-gorod, Bryansk, 1–272. (In Russian)]
- Цвелев, Н. Н. 1978. *Gentiana*. *Флора Европейской части СССР. Том 2*. Наука, Ленинград, 64–74. [Tsvelev, N. 1978. *Gentiana*. *Flora of the European part of the USSR. Volume 2*. Science, Leningrad, 64–74. (In Russian)]
- Atlas of the Netherlands Flora. Vol. 1. Extinct and very rare specie. 1980. Springer, 1–229.
- Colling, G. 2005. *Red List of the Vascular Plants of Luxemburg*. Musée national d'histoire naturelle, Luxemburg, 1–82.
- Conti, C. F., A. Manzi, F. Pedrotti. 1997. *Liste Rosse regionali delle piante d'Italia*. Camerino, 1–139.
- Gergely, K. (Ed.). 2007. *Red list of the vascular flora of Hungary*. Sopron, 1–73.
- Kazmierczakova, R., K. Zarzycki (Ed.). 2001. *Polska czerwona księga roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe*. Kraków, 1–664.
- Langenauer, R., A. Keel. 2018. *Aktionsplan Kreuz-Enzian (Gentiana cruciata L.)*. Artenschutzmassnahmen für gefährdete Farn- und Blütenpflanzen im Kanton Zürich. Zurich, 1–32.
- Latvijas Sarkana Gramata. Vaskularie augi. 2003. Riga, 1–691.
- Ludwig, G., M. Schnittler. 1996. *Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands*. Balt Godesber, Bonn, 1–745.
- Lukash, O., I. Miroshnyk, O. Yakovenko, S. Strilets. 2019. The vegetation of the cretaceous outcrops of Novhorod-Siverskyi Polesie loess “islands” (Ukraine) and the new locality of *Gentiana cruciata* L. *Ecological Questions (International Journal on Controversial Problems of Ecology)*, **30** (1): 21–33.
- Niklefeld, H. 1986. Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. Gesamtleitung. Wien: Reiche des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz. Bd. 5: 1–202.
- Rašomavičius, V. (Ed.). 2007. *Lietuvos Raudonoji knyga*. Lutute, Kaunas, 1–900.
- Reczyńska, K., V. Yurczenko. 2019. Goryczka krzyżowa *Gentiana cruciata* L. rozmieszenie a aktualny stan ochrony na Dolnym Śląsku. *Przyroda Sudetów*, **22**: 15–26.
- Woicik, T., K. Tompasz. 2019. Occurrence of *Gentiana cruciata* in dry grassland (Festuco-Brometea) in Kołoczyce (Stryzowskie Foothills). *Ecological Questions*, **30**(1): 9–19.
- Wójcik, T. 2018. Występowanie *Gentiana cruciata* (Gentianaceae) w Zbiorowisku z *Brachopodium pinnatum* (Festuco-Brometea) w Bukowej na Pogórzu Strzyżowskim. *Fragmenta Floristica et Geobotanica*, **25** (2): 205–215.

Silken-fungus beetles (Cryptophagidae, Coleoptera) of the Ukrainian Carpathians

Kateryna Ocheretna 

Institute of Zoology NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
Kyivo-Pecherskiy Lycee No. 171 “Leader” (Kyiv, Ukraine)

Silken-fungus beetles (Cryptophagidae, Coleoptera) of the Ukrainian Carpathians. — **Kateryna Ocheretna.** — The results of the revision of taxonomy and species richness of silken-fungus beetles of the Ukrainian Carpathians are presented. In the scope of work, all taxonomic and faunistic summaries of the group from 1820 to current studies are included. Three groups of sources are chosen as basis: the author’s original research, analysis of collections of natural history museums, and analysis of literature. Considerable attention is paid to taxonomic changes due to which a variety of synonymic names appeared. A short annotation on species richness and on the most important changes in recent taxonomy is given for genera and subgenera, as well as brief information for each species on actual collected specimens. Estimations of species abundance and key biotopes or altitudinal zones, statuses of presence and possible rarity are given. The indices of actual and expected richness of silken-fungus beetles are specified by systematic groups, which showed the highest richness for two genera — *Atomaria* (50 species belonging to the two subgenera — *Atomaria* and *Agathengis*) and *Cryptophagus* (44 species). On the other hand, 4 genera are monotypic, of which *Spavius*, *Pteryngium*, *Paramecosoma*, and *Ootypus* are monotypic worldwide, whereas *Sternodea* is represented only by one species in the Carpathian region (*S. baudii*). Of the total number of species (116) indicated by different literature sources and actual records for Ukraine, the presence of 78 species is confirmed by the author’s original records and results of analysis of zoological collections. The remaining 38 species are indicated by ambiguous records in the literature (including adjacent countries) and they are not confirmed by descriptions or collection specimens. Eight species representing the genera *Antherophagus* (1), *Atomaria* (2), and *Cryptophagus* (5) are given for the region’s fauna for the first time. It is shown that the largest number of species and genera is common for forested piedmont areas, and less so for high elevations. An increase in the number of species is expected in case of further research in Bukovina and, in general, in the north-eastern macroslopes of the Carpathians.

Key words: silken-fungus beetles, biodiversity, fauna checklist, taxonomy, Ukrainian Carpathians.

Introduction

The silken-fungus beetles are closely associated to forest ecosystems of piedmont and mountainous regions. They are often considered within the groups of saproxylic and xylobiont Coleoptera (Buse 2009), as the main substrate for such genera as *Cryptophagus* and *Atomaria* is wood-decay fungi and molds. Nevertheless, neither the silken-fungus beetles nor data about their occurrence in the region have been listed yet in the European Red List of Saproxylic Beetles (Nieto 2010), although many rare species of the family should be included in the List along with species that are closely related to cryptophagids trophically (Erotylidae, Languriidae, and Mycetophagidae), which are listed there. The silken-fungus beetles and the two mentioned families are associated with the fruit bodies of various fungi (basidiomycetes, deuteromycetes, ascomycetes, etc.) as a substrate they dwell and feed on (Carpaneto 2015).

The creation of checklists is an important step in the study of each systematic group in any region. For the superfamily Cucujoidea, a checklist was prepared by V. Tsinkevich (Tsinkevich 2005), which contains the families Cryptophagidae, Nitidulidae, Monotomidae, and others. The author of this article prepared a list of species of the genus *Cryptophagus*, distributed in the Borzhava massif, i.e. in Volovets and Mizhhirya Raions of Zakarpattia Oblast (Liashyna 2018).

The idea of checklists is long-standing, but it has become relevant after the implementation of the Convention on Biological Diversity (Convention... 1992), one of the key ideas of which is the Global

Correspondence to: Kateryna Ocheretna; Kyivo-Pecherskiy Lycee No. 171 “Leader”; Leipzigska St. 11 A, Kyiv, 01015 Ukraine; e-mail: kateryna_ocheretna@ukr.net; orcid: 0000-0002-7759-8878

Taxonomy Initiative (Global... 2018). This topic is relevant for Ukraine, and it is based on the development of monitoring programs for the protection and rational use of biological resources, where the key point is the creation of detailed and verified checklists of the regional fauna, indicating various statuses of a species (rarity, invasiveness, migratory activity, belonging to the lists of special attention, industrial species, pests, etc.). Such lists of the existing diversity are especially valuable in relation to large natural regions with a high level of conservation of natural landscapes and, at the same time, with a high level of economic and recreational use, as well as for groups with species diversity of hundreds of species. Therefore, the object of the author's research, which is the silken-fungus beetles of the Carpathians, completely meets the tasks of the GTI.

The problem in estimation of the diversity of this group of beetles is their insignificant representation in natural history collections in Ukraine. The same can be notified for the literature sources: most of the available information on the distribution and number of species is limited to extrapolated data from neighbouring regions, which, in particular, we see in current lists of the web-resource "Fauna Europaea" (Otero *et al.* 2018).

The main aim of the work is to compile a systematic list of silken-fungus beetles of the Ukrainian Carpathians based on results of original research, analysis of collections of natural history museums of Ukraine and information from the literature.

Materials and Methods

The study covers the period from the first to the present faunal reports concerning Cryptophagidae. The main features of body structure of this group of beetles are presented by J. Roubal, M. Nowicki, O. Marcu and other researchers. An overview of such summaries is presented below.

Materials from the following collections are analysed: 1) the author's collection (planned to be transferred for permanent storage to one of the museums) (1657 specimens, 57 species from the Carpathian region) (Liashyna 2016, 2018, 2019); 2) collection of the State Museum of Natural History NAS of Ukraine (224 specimens, 15 species from the territory of the Carpathians) (Ocheretna 2019 *b*); 3) collection of the National Museum of Natural History NAS of Ukraine (214 specimens, no specimens from the Carpathians) (Ocheretna 2019 *d-e*), 4) collection of the Zoological Museum of Taras Shevchenko National University of Kyiv (304 specimens, 23 species from the territory of the Carpathians) (Ocheretna 2019 *a*); 5) collection of the State Museum of Nature of V. N. Karazin Kharkiv National University (341 specimens, 9 species from the Carpathian region, 7 of which are collected in the mountains of Zakarpattia Oblast) and 6) V. Lazorko's collection stored at I. I. Schmalhausen Institute of Zoology NAS of Ukraine (Kyiv) (263 specimens, 17 species from the Carpathian region) (Ocheretna 2019 *c*). Designation of collections in the descriptions of species in the order of guidance here: SMNH, KOC, NMNH, ZMKU, MNKU, SIZK. The characteristics of the collections are given below in a separate section.

The collections contain from 21 to 57 species of Cryptophagidae. For example, the author's collection contains 57 Carpathian species, V. Lazorko's collection contains 17 Carpathian species, 48 species in total, and the third important is the ZMKU collection (23 species of 85 in total). A detailed analysis of the collections was presented earlier (Ocheretna 2019 *a-d*).

The original research was conducted during 2015–2018, mainly in the spring and autumn in 40 locations in vicinities of Uzhhorod city and in Perechyn, Mizhhirya, Tyachiv, Uzhhorod, Volovets, and Velykyi Bereznyi Raions. In total, about 1700 specimens were collected, representing 57 species from 13 genera. All of the material is mounted, partially stored on mattresses with proper labels.

The material was identified using the appropriate keys (Reitter 1909; Reška 1994; Otero 2013) and the nomenclature follows the catalogue of beetles by I. Löbl and A. Smetana (2007) for the Palearctic. The works of H. Freude, R. Leschen, G. Lyubarsky (Freude 1967; Leschen 1996; Lyubarsky 1998, 2002) are used to clarify the taxonomy (in particular, the division of the family into genera and supra-general groups). G. Lyubarsky's reviews (Lyubarsky 1998, 2002) are taken as a basis for the taxonomic

scheme of subfamilies. The taxa are listed in alphabetical order: within the family and each smaller taxon. The volume of tribes is given according to Leschen (Leschen 1996). Data on the number of species in genera are given according to G. Lyubarsky (Lyubarsky 2002).

Annotations were prepared for each genus and subgenus, the obligatory parts of which are the following information: information on the most important changes in the taxonomy and nomenclature (first of all, in comparison with the summaries of the 1930s–1940s (Roubal 1930, 1936, 1941), information on the volume of the genus or subgenus and the availability of relevant revisions (Lyubarsky 1998), distribution, preferred biotopes, features of ontogenesis, biology, and life cycles (Burakowski *et al.* 1986 *a–b*, 1987).

For each species, brief information on collection specimens is given. In fact, the availability of collection specimens was a key criterion for including a species into the fauna checklist. In some cases, when the taxonomy and nomenclature of a certain group of species did not change significantly, and the presence of a species can be claimed from the descriptions, literature references are taken into account. However, the author verified the species identification in all cases.

Characteristics of key articles and collections

The section provides a brief description of the most important reviews and collections. These two groups of sources (scientific publications and zoological collections) are an important addition to the original data, and, in some cases, the only possible source for estimation of the presence and distribution (or frequency) of a species in the Ukrainian Carpathians.

The article includes scientific papers which contain the information on Cryptophagidae species which are recorded in the territory of modern Ukraine and in the Carpathian region. In some cases, the presence of species in the region cannot be stated unequivocally; some researchers omitted indications of specific locations or due to the fact that the borders of Ukraine, Poland, Slovakia, and Romania underwent several changes. Subject to this caveat, all of the following species are considered to be part of the fauna of the Ukrainian Carpathians. In all cases, when mentioning the region, we are talking about the Ukrainian part of the Carpathians, i.e. the Eastern Carpathians within the modern territory of Ukraine.

The sources for the presence of species in the region's fauna, which are given after the species name, are based on works of the following researchers: J. Roubal (Roubal 1930, 1936, 1941) (Slovakia and Carpathian Ruthenia, the most of modern Zakarpattia Oblast), M. Łomnicki (Łomnicki 1875, 1886, 1913) (territory of Poland and parts of modern Lviv Oblast), M. Nowicki (Nowicki 1864, 1865, 1873) (territory of Galicia: parts of modern Lviv, Ivano-Frankivsk and Ternopil Oblasts of Ukraine, Subcarpathian and most of Lesser Poland Voivodeship of Poland), J. Müller (Müller 1862) (territory of Austrian Silesia (northeastern part of modern Bohemia), S. Tenenbaum (Tenenbaum 1913, 1923, 1938) (territory of Poland), O. Marcu (Marcu 1928 *a–b*, 1929, 1930) (territory of Bukovina, Austria-Hungary, and modern Romania), L. Miller (Miller 1867) (territory of the eastern part of Galicia).

Checklist

The Cryptophagidae family belongs to the superfamily Cucujoidea and includes about 700 species, according to some sources — about 1000 (Peris 2017), belonging to 3 subfamilies, 4 tribes, and 54 genera, which are common in all biogeographical regions. During the original research, 57 species were identified (Liashyna 2016, 2018, 2019), which belong to 13 genera with 3 subfamilies and 4 tribes — Atomariini, Caenoscelini, Cryptophagini, and Telmatophilini (Table 1).

A new series of studies with the revision of all literature data and collections gave a larger number of species — 116 species from 14 genera for the Carpathian region, whereas the total number of species for Ukraine is 122 (representing 16 genera, respectively) (Ocheretna 2019 *b*). Of 116 species, 8 species (genera *Antherophagus* (1), *Atomaria* (2), *Cryptophagus* (5)) have not previously been reported in the literature for the region's fauna. Those include 3 species from the author's collection and

5 from the museums. A detailed description of such additions to the fauna of the region is presented in a separate paper (Ocheretna 2019 b).

Adult beetles and larvae are predominantly mycetophages and feed on rotting plant debris and fungi. Cryptophagidae are commonly found in damp places, under bark, in forest litter, topsoil, in nests of bumblebees, wasps, ants, as well as in cellars, warehouses, and in moldy products. Some species are pests that damage the seeds and seedlings of beets and turnips (e.g. *Atomaria linearis* Stephens, 1830).

Asterisk (*) signed before the species name is given to highlight the species which are not mentioned for the Carpathians in any of the revised publications.

Table 1. Distribution of Cryptophagidae genera known in the Ukrainian Carpathian fauna by supergeneric taxa and indices of their species richness based on the author's original research (column 2016) and on results of the analysis of the entire volume of collections and publications (column 2019)

Таблиця 1. Розподіл родів родини криптофагід, відомих у фауні Українських Карпат, за надродовими таксонами та показники їхнього видового багатства за матеріалами оригінальних досліджень автора (колонка 2016) та підсумками аналізу всього обсягу колекцій та публікацій (колонка 2019)

Subfamily	Tribe	Genus	Number of species, 2016	Number of species, 2019
Atomariinae	Atomariini Le Conte, 1861	<i>Atomaria</i> Stephens, 1829	16	50
		<i>Curelius</i> Casey, 1900	1	1
		<i>Ephistemus</i> Stephens, 1829	0	1
		<i>Ootyus</i> Ganglbauer, 1899	1	1
		<i>Caenoscelis</i> Thomson, 1863	1	3
Cryptophaginae	Caenoscelini Casey, 1900	<i>Sternodea</i> Reitter, 1875	1	1
		<i>Antherophagus</i> Dejean, 1821	3	3
	Cryptophagini Kirby, 1826	<i>Cryptophagus</i> Herbst, 1792	23	44
		<i>Henoticus</i> Thomson, 1868	1	1
		<i>Hypocoprus</i> Motschulsky, 1839	0	1
		<i>Micrambe</i> Thomson, 1863	2	3
		<i>Paramecosoma</i> Curtis, 1833	1	1
		<i>Pteryngium</i> Reitter, 1887	1	1
		<i>Spavius</i> Stål, 1862	1	1
		<i>Telmatophilus</i> Heer, 1841	2	4
Telmatophilinae	Telmatophilini Jacquelin du Val, 1858			
In total			54 sp., 13 gen.	116 sp., 14 gen.

Genus *Antherophagus* Dejean, 1821

Taxonomy. There are at least 13 species in this genus. In Ukrainian Carpathians, we found 3 species. **Distribution.** Species are found in the southern part of Northern Europe and in Central Europe, reaching southern central France and northern Italy, marked in Poland and Ukraine. Occur in the nests of bumblebees and in the period of vegetation on flowers that grow in moist places on meadows and forest edges, especially on flowering raspberries. They attach themselves to the body of bumblebees with the help of heavily developed mandibles; in the nests of the representatives *Bombus* Latreille, 1802 (and other genera) their larvae can completely develop.

Antherophagus pallens (Fabricius, 1781)

Col.: SMNH, MNKU, KOC; Lit.: Müller 1862 (*Antherophagus nigricornis* and *A. pallens*); Miller 1867 (*A. nigricornis*); Łomnicki 1868 (*A. nigricornis*); Nowicki 1873 (*A. nigricornis* and *A. pallens*); Łomnicki 1886 (*A. nigricornis*); Łomnicki 1890 (*A. nigricornis* and *A. pallens*); Łomnicki 1913 (*A. nigricornis* and *A. pallens*); Tenenbaum 1913 (*A. nigricornis* and *A. pallens*); Marcu 1928 a (*A. nigricornis*); Marcu 1928 b; Roubal 1936 (*A. nigricornis*, *A. nigricornis* f. *fascifera* and *A. pallens*).

Antherophagus silaceus (Herbst, 1792)

Col.: MNKU, KOC; Lit.: Müller 1862; Nowicki 1864, 1865, 1873; Łomnicki 1866, 1875, 1886, 1913; Tenenbaum 1913; Roubal 1936 (*Antherophagus canescens*).

**Antherophagus similis* Curtis, 1835

Col.: MNKU, KOC.

Genus *Atomaria* Stephens, 1829

Taxonomy. More than 200 species and 2 subgenera; in the fauna of the Ukrainian Carpathians — 50 species, including 21 species of the *Agathengis* subgenus and 29 species of nominative subgenus.

Distribution. South Palaearctic species occur in Europe from the Mediterranean to England and the southern provinces of Fennoscandia, Poland, and Russia. In Ukraine, they are spread throughout the territory. In the Carpathians, inhabit mainly the woods: in the litter, under the ground and in the fruit bodies of fungi. The species of *Atomaria* mostly live in mouldy substrates, more rarely in debris, dried dung, on fungi or on the twigs. They are active flyers and are regularly collected at light.

Subgenus *Agathengis* Des Gozis, 1886

Atomaria (A.) *affinis* Sahlberg, 1834

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1913; Marcu 1936; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *alpina* Heer, 1841

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936 (*Atomaria alpina* and *A. alpina* a. *scharpi*).

Atomaria (A.) *atrata* Reitter, 1875

Col.: KOC; Lit.: Roubal 1936 (*Atomaria prolixa* f. *atrata*).

Atomaria (A.) *barani* C. Brisout de Barneville, 1863

Col.: no; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *bella* Reitter, 1875

Col.: SIZK; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *bescidica* Reitter, 1888

Col.: no; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *bicolor* Erichson, 1846

Col.: ZMKU; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936 (*Atomaria bicolor* and *A. acutifrons*).

Atomaria (A.) *carpathica* Reitter, 1875

Col.: KOC, SIZK; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *diluta* Erichson, 1846

Col.: SMNH, KOC; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *elongatula* Erichson, 1846

Col.: KOC; Lit.: Nowicki 1873.

Atomaria (A.) *fimetarius* (Fabricius, 1792)

Col.: ZMKU, KOC; Lit.: Łomnicki 1913 (*Grobbernia fimetarii* a. *flavescens*, *G. fimetarii* a. *brunnea*, *G. fimetarii* a. *opaca*); Marcu 1936 (*Grobbernia fimetarii*); Roubal 1936 (*Atomaria fimetarii*, *A. fimetarii* f. *brunnea* and *A. fimetarii* f. *flavescens*).

Atomaria (A.) *impressa* Erichson, 1846

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *linearis* Stephens, 1830

Col.: ZMKU, KOC, SIZK; Lit.: Müller 1862; Miller 1867; Nowicki 1873; Łomnicki 1875, 1886, 1890, 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *longicornis* C. G. Thomson, 1863

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913 (*Atomaria procerula*); Roubal, 1936 (*Atomaria procerula*).

Atomaria (A.) *nigrirostris* Stephens, 1830

Col.: ZMKU, KOC, SIZK; Lit.: Łomnicki 1913 (*Atomaria fuscicollis*); Roubal 1936 (*A. fuscicollis*).

Atomaria (A.) *nigriventris* Stephens, 1830

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki, 1890, Roubal 1936.

Atomaria (A.) *norica* Ganglbauer, 1899

Col.: n/a; Lit.: Miller 1867 (*Atomaria nana*); Nowicki 1873 (*Atomaria nana*); Łomnicki 1875 (*Atomaria nana*).

Atomaria (A.) *puncticollis* Thomson, 1868

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1913 (*Atomaria nigriventris* f. *puncticollis*); Roubal 1936 (*A. nigriventris* f. *puncticollis*)

Atomaria (A.) *pulchra* Erichson, 1846

Col.: SIZK; Lit.: Łomnicki 1913 (*Atomaria prolixa* v. *atrata*, and *A. pulchra*); Roubal 1936 (*A. prolixa*, *A. prolixa* f. *pulchra* and *A. prolixa* f. *atrata*).

**Atomaria* (A.) *soror* Ganglbauer, 1899

Col.: SIZK.

Atomaria (A.) *umbrina* (Gyllenhal, 1827)

Col.: ZMKU, KOC, SIZK; Lit.: Müller 1862; Miller 1867; Nowicki 1873; Łomnicki 1875, 1890, 1913 (*Atomaria pumila* and *A. umbrina*); Tenenbaum 1923 (*A. pumila*); Marcu 1936; Roubal 1936.

Subgenus *Atomaria* (s. str.) Stephens, 1829

Atomaria (A.) *analisis* Erichson, 1846

Col.: ZMKU, SMNH, KOC; Lit.: Müller 1862; Miller 1867; Nowicki 1873; Łomnicki 1875, 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *apicalis* Erichson, 1846

Col.: ZMKU, SMNH, KOC, SIZK; Lit.: Müller 1862; Łomnicki 1877, 1890, 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *atra* (Herbst, 1793)

Col.: KOC, SIZK; Lit.: Łomnicki 1890, 1891, 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *atricapilla* Stephens, 1830

Col.: SMNH; Lit.: Müller 1862; Łomnicki 1891, 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *attila* Reitter, 1878

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936 (*Atomaria attila*, *A. attila* f. *banatica* and *A. attila* f. *flavicolor*).

Atomaria (A.) *basalis* Erichson, 1846

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1870; Nowicki 1873.

Atomaria (A.) *clavigera* Ganglbauer, 1899

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913 (*Atomaria clavipes*); Roubal 1936.

Atomaria (A.) *fuscata* (Schönherr, 1808)

Col.: ZMKU, SMNH, KOC, SIZK; Lit.: Łomnicki 1866, 1870 (*Atomaria fuscata*); Łomnicki 1875, 1886, 1890, 1913; Tenenbaum 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *fuscipes* (Gyllenhal, 1808)

Col.: KOC; Lit.: Müller 1862; Nowicki 1873; Łomnicki 1875, 1886, 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *gibbula* Erichson, 1846

Col.: n/a; Lit.: Müller 1862; Łomnicki, 1913; Marcu 1928 a (*Anchicera gibbula*); Roubal 1936.

Atomaria (A.) *gravidula* Erichson, 1846

Col.: ZMKU; Lit.: Müller 1862; Łomnicki 1913; Marcu 1928 a (*Anchicera gravidula*); Roubal 1936 (*Atomaria gravidula* and *A. formosa*).

Atomaria (A.) *gutta* Newman, 1834

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1870, 1886, 1913; Nowicki 1873; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *mesomela* (Herbst, 1792)

Col.: n/a; Lit.: Tenenbaum 1913 (*Atomaria mesomelaena*); Łomnicki 1913 (*Atomaria mesomelaena* v. *guttula* and *A. mesomelaena* a. *pseudoatra*); Marcu 1930 (*Anchicera mesomelaena*); Roubal 1936 (*Atomaria mesomelaena*).

Atomaria (A.) *morio* Kolenati, 1846

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *munda* Erichson, 1846

Col.: n/a; Lit.: Nowicki 1873; Łomnicki 1866, 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *nigripennis* (Kugelann, 1794)

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1886 (*Atomaria pulchella*); Łomnicki 1890 (*A. pulchella*); Łomnicki 1913; Marcu 1931 (*Anchicera nigripennis*); Marcu 1936.

Atomaria (A.) *nitidula* Marsham, 1802

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1886, 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *ornata* Heer, 1841

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *peltata* Kraatz, 1853

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1875, 1877, 1913; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *plicata* Reitter, 1875

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936 (*Atomaria plicata* and *A. plicata* f. *amplipennis*).

Atomaria (A.) *pusilla* (Paykull, 1798)

Col.: KOC; Lit.: Müller 1862; Łomnicki 1870, 1886, 1890, 1913; Nowicki 1873; Roubal 1936.

**Atomaria* (A.) *rubella* Heer, 1841

Col.: SZK.

Atomaria (A.) *rubida* Reitter, 1875

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913 (*Atomaria cognata*); Roubal 1936 (*A. viennensis* and *A. viennensis* f. *rubida*).

Atomaria (A.) *scutellaris* (Motschulsky, 1849)

Col.: n/a; Lit.: Roubal 1936.

Atomaria (A.) *testacea* Stephens, 1830

Col.: KOC; Lit.: Müller 1862 (*Atomaria ruficornis*); Łomnicki 1870 (*A. terminata*); Nowicki 1873 (*A. terminata*); Łomnicki 1875 (*A. ruficornis*); Łomnicki 1886 (*A. ruficornis* and *A. testacea*); Łomnicki 1890 (*A. ruficornis* and *A. testacea*); Łomnicki 1913 (*A. ruficornis* v. *nigricornis*); Roubal 1936 (*A. ruficornis*).

Atomaria (A.) *turgida* Erichson, 1846

Col.: SMNH; Lit.: Łomnicki 1886, 1913; Marcu 1933; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *unifasciata* Erichson, 1846

Col.: n/a; Lit.: Müller 1862; Tenenbaum 1923; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *versicolor* Erichson, 1846

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913; Tenenbaum 1923; Roubal 1936.

Atomaria (A.) *zetterstedti* (Zetterstedt, 1838)

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Genus *Caenoscelis* Thomson, 1863

Taxonomy. Twelve described species; in the fauna of the Carpathians — 3 species, including the information from literature sources.

Distribution. Species of the genus are spread from England and France through Northern and Central Europe to the eastern part of Siberia; to the south reach Serbia, Transylvania, and the Caucasus, in Poland they are distributed in the south, in Ukraine mostly in the west. They can be found year-round in rotten and moldy stumps and trunks, rotting leaves, mixed with thickets and pieces of wood, in old stacks of sawdust near sawmill and under moldy bark; in addition, are caught under trees and during flights.

Caenoscelis ferruginea (Sahlberg, 1820)

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Caenoscelis sibirica Reitter, 1889

Col.: n/a; Lit.: Roubal 1936 (*Caenoscelis Fleischeri*).

Caenoscelis subdeplanata C. Brisout de Barneville, 1882

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Genus *Cryptophagus* Herbst, 1863

Taxonomy. Approximately 250 species, 44 are known from the Carpathians in collections, but only 23 were recorded by the author in the Ukrainian Carpathians.

Distribution. Distributed across all ecozones of the world (Lyubarsky 2011), known in Europe, Greenland, Asia, Africa, and North America. These beetles can be found in other habitats where fungi are available, such as beehives, the nests of other hymenopterans such as wasps and ants, rodent burrows, and wool (Lyubarsky 2012). As most of the other beetles of the family, these are fungivores, feeding on fungal spores and hyphae. Some species are considered pests: they inhabit grain stores, flour, bread, dried fruit, and other products, however, the beetles feed on fungi that grow on the food product rather than on the product itself. They also breed in the fungi laying eggs in the hyphae. They are more common in products that are damp and moldy. The beetles can transmit fungal spores to products enhancing mold growth.

Cryptophagus acutangulus Gyllenhal, 1827

Col.: ZMKU, KOC, SIZK; Lit.: Müller 1862; Nowicki 1864, 1865, 1873; Łomnicki 1866, 1875, 1886, 1890, 1913; Roubal 1936.

Cryptophagus axillaris Reitter, 1875

Col.: ZMKU, KOC; Lit.: Roubal 1936 (subspecies *Cryptophagus (Mnionomus) axillaris*).

Cryptophagus badius Sturm, 1845

Col.: SIZK; Lit.: Łomnicki 1913; Marcu 1936; Roubal 1936.

Cryptophagus baldensis Erichson, 1846

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936 (subspecies *Cryptophagus (Mnionomus) baldensis*).

Cryptophagus cellaris (Scopoli, 1763)

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1866, 1875, 1886 (*Cryptophagus crenatus* and *C. cellaris*); Nowicki 1873; Łomnicki 1890, 1913; Roubal 1936.

Cryptophagus confusus Bruce, 1934

Col.: n/a; Lit.: Tenenbaum 1938.

Cryptophagus croaticus Reitter, 1879

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936 (subspecies *Cryptophagus (Mnionomus) croaticus* and as subspecies *C. (M.) croaticus* var. *tridentatus*).

Cryptophagus cylindrellus Johnson, 2007

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913 (*Cryptophagus cylindrus*); Tenenbaum 1913 (*C. cylindrus*); Roubal 1936 (*C. cylindrus*).

Cryptophagus dentatus (Herbst, 1793)

Col.: ZMKU, SMNH, KOC; Lit.: Müller 1862 (*Cryptophagus fumatus* and *C. dentatus*); Miller 1867; Nowicki 1873; Łomnicki 1868, 1875, 1886, 1890, 1913 (*C. fumatus* and *C. dentatus*); Roubal 1936 (*C. fumatus*); Tenenbaum 1913.

**Cryptophagus denticulatus* Heer, 1841

Col.: SIZK.

**Cryptophagus dilutus* Reitter, 1874

Col.: KOC.

Cryptophagus distinguendus Sturm, 1845

Col.: KOC, SIZK; Lit.: Müller 1862; Nowicki 1865, 1873; Łomnicki 1866, 1886, 1890, 1913 (*Cryptophagus distinguendus* and *C. umbratus*); Roubal 1936 (*C. distinguendus* and *C. umbratus*).

Cryptophagus dorsalis C. R. Sahlberg, 1819

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1886, 1913, Roubal 1936.

Cryptophagus fallax Balfour-Browne, 1953

Col.: SIZK; Lit.: Łomnicki 1875 (*Cryptophagus fumatus*); Łomnicki 1886 (*C. fumatus*).

Cryptophagus falcozi Roubal, 1927

Col.: SIZK; Lit.: Roubal 1936.

Cryptophagus fasciatus Kraatz, 1852

Col.: ZMKU; Lit.: Roubal 1936.

Cryptophagus fuscicornis Sturm, 1845

Col.: ZMKU, KOC; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Cryptophagus hexagonalis Tournier, 1872

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913 (*Cryptophagus subvittatus*),

Cryptophagus inaequalis Reitter, 1878

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Cryptophagus labilis Erichson, 1846

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Cryptophagus lapponicus Gyllenhal 1827

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1913 (*Cryptophagus lapponicus* and *C. validus*); Roubal 1936 (*C. validus*).

Cryptophagus laticollis Lucas, 1846

Col.: SMNH, KOC; Lit.: Nowicki 1865, 1873 (*Cryptophagus affinis*); Łomnicki 1866 (*C. affinis*); Miller 1867 (*C. affinis*); Łomnicki 1868 (*C. affinis*); Łomnicki 1886 (*C. affinis*); Łomnicki 1913 (*C. affinis* and *C. Milleri*); Roubal 1936 (*C. affinis*).

Cryptophagus lycoperdi (Scopoli, 1763)

Col.: KOC; Lit.: Müller 1862; Łomnicki 1886, 1890, 1913; Tenenbaum 1913; Marcu 1936; Roubal 1936.

**Cryptophagus lysholmi* Munster, 1932

Col.: SIZK.

**Cryptophagus micaceus* Rey, 1889

Col.: KOC.

Cryptophagus montanus C. Brisout, 1863

Col.: ZMKU, KOC; Lit.: Łomnicki 1913 (*Cryptophagus silesiacus* and *C. deubeli*); Roubal 1936 (subspecies *Cryptophagus* (*Mnionomus*) *deubeli*, *Cryptophagus* (*Mnionomus*) *transsylvanicus* and *C. (Mnionomus) silesiacus*).

Cryptophagus nitidulus Miller, 1858

Col.: KOC, Lit.: Roubal 1936 (as separate subgenus *Cryptophagus* (*Mnionomus*) *nitidulus*); Tenenbaum 1938.

Cryptophagus pallidus Sturm, 1845

Col.: ZMKU, KOC; Lit.: Łomnicki 1913 (*Cryptophagus pallidus* and *C. thomsoni*), Tenenbaum 1923; Marcu 1930 (*C. thomsoni*); Marcu 1936; Roubal 1936 (*C. pallidus* and *C. thomsoni*).

Cryptophagus pilosus Gyllenhal, 1827

Col.: SIZK; Lit.: Müller 1862; Miller 1867; Łomnicki 1868, 1870, 1886; Nowicki 1873; Łomnicki 1890 (*Cryptophagus pilosus* var. *punctipennis*); Tenenbaum 1913; Łomnicki 1913; Roubal 1936 (*C. pilosus* and *C. pilosus* s. *punctipennis*).

Cryptophagus populi Paykull, 1800

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913 (*Cryptophagus populi* v. *grandis*); Tenenbaum 1923; Roubal 1936.

Cryptophagus pubescens Sturm, 1845

Col.: n/a; Lit.: Müller 1862; Łomnicki 1913; Marcu 1936; Roubal 1936.

Cryptophagus punctipennis Brisout, 1863

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Cryptophagus quercinus Kraatz, 1852

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1886, 1913, Roubal 1936.

Cryptophagus reflexicollis Reitter, 1876

Col.: SMNH, KOC; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936 (as separate subgenus *Cryptophagus* (*Mnionomus*) *reflexicollis*).

**Cryptophagus reflexus* Rey, 1889

Col.: KOC.

Cryptophagus saginatus Sturm, 1845

Col.: KOC; Lit.: Müller 1862, Łomnicki 1890, 1913; Roubal 1936.

Cryptophagus scanicus Linnaeus, 1758

Col.: ZMKU, SMNH, KOC, SIZK; Lit.: Müller 1862; Miller 1867; Nowicki 1873, Łomnicki 1868, 1886; Łomnicki 1913 (*Cryptophagus scanicus* a. *patruelis*); Tenenbaum 1913; Roubal 1936 (*C. scanicus* and, separately, *C. scanicus* f. *patruelis*).

Cryptophagus schmidtii Sturm, 1845

Col.: SIZK; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936 (as separate subgenus *Cryptophagus* (*Mnionomus*) *schmidtii*).

Cryptophagus scutellatus Newman, 1834

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1877 (*Cryptophagus bicolor*); Łomnicki 1886, 1890; Łomnicki 1913 (*C. pumilio* and *C. scutellatus*); Tenenbaum, 1913; Roubal, 1936.

Cryptophagus setulosus Sturm, 1845

Col.: ZMKU; Lit.: Nowicki 1873; Łomnicki 1913; Roubal, 1936.

Cryptophagus simplex Miller, 1858

Col.: n/a; Lit.: Łomnicki 1913; Marcu 1936.

Cryptophagus subdepressus Gyllenhal, 1827

Col.: KOC; Lit.: Nowicki 1873; Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Cryptophagus subfumatus Kraatz, 1856

Col.: SMNH, KOC; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Cryptophagus uncinatus Stephens, 1830

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1877 (*Cryptophagus hirtulus*); Łomnicki 1913 (*C. hirtulus*).

Genus *Curelius* Casey, 1900

Taxonomy. There are at least three described species in the genus, but only one occurs in the Carpathians.

Distribution. Found in the Palaearctic. One of the species was found in the Afrotropical Region (Lyubarsky 1999, 2011). *Curelius* species are common in Central and Southern Europe and in the Caucasus (unknown in the Iberian Peninsula). Often found under fallen leaves, near pasture, in composting barrows, and among rotting straw.

Curelius exiguus (Erichson, 1846)

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1913 (*Ephistemus*); Tenenbaum 1923 (*Ephistemus*); Roubal 1936 (*Ephistemus*).

Genus *Ephistemus* Stephens, 1829

Taxonomy. There are 6 described species worldwide; one species in Carpathians is confirmed by collections and literary sources.

Distribution. Species are widespread in Europe from the Mediterranean to the British Isles, the southern parts of Norway and Finland, as well as northern Sweden, Russian and Finland Karelia, Central and Eastern Europe, including Ukraine, except the highland areas. Found among rotten plant residues, in fertilizers and under the fallen leaves.

Ephistemus globulus (Paykull, 1798)

Col.: ZMKU, SMNH; Lit.: Müller 1862 (*Ephistemus gyrinoides*); Miller 1867 (*E. gyrinoides*); Łomnicki 1870; Łomnicki 1886 (*E. nigriclavus* and *E. globulus*); Nowicki 1873 (*E. gyrinoides* and *E. globulus*); Nowicki 1913 (*E. globulus* var. *ovulum*, *E. globulus* var. *dimidiatus*, *E. globulus* var. *dubius*); Roubal 1936 (*E. globulus*, *E. globulus* f. *piceorrhoea*, *E. globulus* f. *ovulum*, *E. globulus* f. *dubia*).

Genus *Henoticus* Thomson, 1868

Taxonomy. There are about 30 described species in the genus, only one occurs in the Carpathians.

Distribution. Widespread in Europe, from the British Isles, from the extreme parts of northern Fennoscandia, particularly Karelia (both parts) to France, northern Italy, Romania (Transylvania), and Ukraine (Volyn), are registered from the Caucasus, Siberia, North America and the Hawaiian Islands. Species are known from Poland and Ukraine and occur in the spring on willow inflorescences and under the bark of aspen, and in autumn under rotten leaves in mixed forests.

Henoticus serratus (Gyllenhal, 1808)

Col.: MNKU, KOC; Lit.: Müller 1862 (*Paramecosoma serratum*); Miller 1867 (*P. serratum*); Łomnicki 1868 (*P. serratum*); Nowicki 1873 (*P. serratum*); Łomnicki 1886, 1913; Roubal 1936.

Genus *Hypocoprus* Motschulsky, 1839

Taxonomy. Three known species widespread worldwide, one of them could be present in the Carpathians, but have not been confirmed by collected specimens.

Distribution. Species are common in Fennoscandia and found in Ukraine. The only Carpathian species lives in the nests of the *Formica* ants, especially *F. exsecta* Nylander (*H. latridioides*). Also found under dry animal excrements, especially cows, horses and goats.

Hypocoprus latridioides (Motschulsky, 1839)

Lit.: Łomnicki 1886, 1913 (*H. quadricollis* and *H. latridioides*).

Genus *Micrambe* Thomson, 1863

Taxonomy. The genus contains more than 80 species, 3 species occur in the Carpathians, 2 of them are present in the author's collection.

Distribution. Species inhabit the northern and central parts of Europe and mountainous areas of Southern Europe; occur in the western and southern parts of Poland, also known from Ukraine. Commonly found in decayed trunks, under the protruding bark, in bundles of humus, among mosses and under trees.

Micrambe abietis (Paykull, 1798)

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1879, 1880, 1886; Łomnicki 1890 (*Cryptophagus abietis*); Łomnicki 1913; Tenenbaum 1913; Marcu 1931; Roubal 1936.

Micrambe ulicis (Stephens, 1830)

Col.: KOC; Lit.: Łomnicki 1913 (*M. vini*); Tenenbaum 1913 (*M. vini*); 1923 (*M. vini*); Marcu 1929 (*M. vini*); Marcu 1930 (*M. vini* a. *villosulus*); Roubal 1936 (*M. vini*).

Micrambe (*Micrambinus*) *bimaculata* (Panzer, 1798)

Col.: n/a; Lit.: Müller 1862 (*Cryptophagus bimaculatus*); Łomnicki 1913 (*C. bimaculatus*); Tenenbaum 1923 (*C. bimaculatus*); Roubal 1936 (*M. bimaculatus*).

Genus *Ootypus* Ganglbauer, 1899

Taxonomy. Monotypic genus represented in one of the collections and in literature sources.

Distribution. Known from the southern parts of the British Isles, Fennoscandia, and Karelia to France, Switzerland, northern Italy, Serbia, and Bulgaria. Rare in Poland and Ukraine. Commonly found in the woods under the fallen leaves and among mosses and rotting fungi, also can be found in compost heaps, horse's and cow's manure, as well as rotten plant residues located in sheds and basements.

Ootypus globosus (Waltl, 1838)

Col.: MNKU, KOC; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Genus *Paramecosoma* Curtis, 1833

Taxonomy. Monotypic genus, present in the Carpathians.

Distribution. Widespread from Scotland, the northern provinces of Fennoscandia and through all Central Europe, south of France, northern Italy, Romania (Transylvania), and Poland. In Ukraine, spread throughout the territory, except the highest mountains. Found on the banks of rivers and streams, on various plants; winters under vegetable remains, in detritus, among mosses.

Paramecosoma melanocephalum (Herbst, 1793)

Col.: ZMKU, KOC; Lit.: Łomnicki 1866, 1886; Nowicki 1873; Łomnicki 1913 (*P. melanocephalum* a. *univestre*), Marcu 1928 a; Marcu 1935 (*P. melanocephalum* a. *obscurum*, *P. melanocephalum* a. *univestre*); Roubal 1936 (*P. melanocephalum* f. *grani*, *P. melanocephalum* f. *univestre*)

Genus *Pteryngium* Reitter, 1887

Taxonomy. Monotypic genus, present in the Carpathians.

Distribution. Boreo-montane species, common in Fennoscandia and Karelia, in mountainous regions of Central Europe, eastern France, northern Italy, and the Balkans, also of North America. Rare in Poland and Ukraine. Occur on fungi growing on old trunks in spruce, fir, and beech forests, on fruit bodies of *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst., 1881 and *Polyporus* P. Micheli ex Adans., 1763, found in the old bundle of humus and basiomycetes fungi growing on alder and birch trunks.

Pteryngium crenatum (Fabricius, 1798)

Col.: MNKU, KOC; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Genus *Spavius* Stål, 1862

Taxonomy. Monotypic genus, present in the Carpathians.

Distribution. Widespread from the extreme provinces of northern Fennoscandia and most of Eastern Europe through all Central Europe to the north and east of France and northern Italy. In Ukraine, found in the western and northern regions. Live in lowland and piedmont areas; occur in the nests of *F. rufa* L. Imago overwinters.

Spavius glaber (Gyllenhal, 1808)

Col.: ZMKU, KOC; Lit.: Nowicki 1873 (*Emphylus*); Łomnicki 1886 (*Emphylus*); Łomnicki 1913 (*Emphylus*); Tenenbaum 1913 (*Emphylus*); Roubal 1936 (*Emphylus*).

Genus *Sternodea* Reitter, 1875

Taxonomy. Eight described species, only one Carpathian species is represented in museum collections (SMNH and KOC), also known from literature sources.

Distribution. Palearctic and Neotropics. In south-eastern Europe, reach the north-eastern part of the Ukrainian Carpathians. In the territory of Poland, Slovakia, and Ukraine occur rarely. Live in mountainous and piedmont regions; bide under the fallen leaves, in detritus and in trunks of old trees.

Sternodea baudii Reitter, 1875

Col.: SMNH, KOC; Lit.: Łomnicki 1913; Roubal 1936.

Genus *Telmatophilus* Heer, 1841

Taxonomy. Nine species in the genus, 4 of them present in the Carpathian region.

Distribution. European species spread from the Mediterranean, Spain, Italy, and Macedonia through the central part of the continent to the southern parts of the British Isles and Fennoscandia. In Ukraine, found in lowland and hilly areas throughout the country, but basically, the data relate to the last century. In the Carpathians, represented by four species, but only two of them were recorded by the author. Live on the banks of standing water bodies. The larvae development occurs inside the inflorescences of sedge *Carex* L., rhizosphere — *Typha* L., and sparganium — *Sparganium* L. Larvae develop during June–July, until August, and young imago appear in mid-to-late August. Imago overwinters in detritus, under plant remains.

***Telmatophilus brevicollis* Aubé, 1862**

Col.: ZMKU, MNKU; Lit.: Łomnicki 1913; Marcu 1935 (*Telmatophilus brevicollis a. rufus*); Marcu 1936; Roubal 1936.

***Telmatophilus caricis* (Olivier, 1790)**

Col.: MNKU, KOC; Lit.: Nowicki 1873; Łomnicki 1875, 1886, 1890, 1913; Tenenbaum 1913; Roubal 1936.

***Telmatophilus sparganii* (A. Ahrens, 1812)**

Col.: SMNH; Lit.: Łomnicki 1913; Marcu 1930; Roubal 1936.

***Telmatophilus typhae* (Fallén, 1802)**

Col.: ZMKU, KOC; Lit.: Łomnicki 1891; Łomnicki 1913 (*T. typhae* var. *pumilus* and *T. schöherri*); Marcu 1936 (*schöherri*); Roubal 1936 (*schöherri* = *T. schoenherii*).

Results

In the text we will consider the most important and relevant issues: 1) attention to silken-fungus beetles as objects of research interest and collecting, 2) specifics of the regional fauna; 3) completeness and changes in the faunal list, 4) analysis of the abundance of the group in the context of identifying highly rare species.

Carpathian Cryptophagidae as an object of special attention

Researchers' attention to the Cryptophagidae of Ukraine has always been insignificant, especially in relation to the fauna of the Ukrainian Carpathians. In fact, after the works of O. Marcu on Bukovina and the surrounding territories of Romania, and J. Roubal on Slovakia and the territory of modern Zakarpattia Oblast, which were published in the early 1920s and 1930s, no special research was conducted, except for brief mentions of species of the family in reviews of Coleoptera of the region (e.g. Chumak *et al.* 2015). As an object of collection, this group also proved to be “inconvenient” due to small body size and special efforts needed to collect and identify specimens, often much larger than the efforts of other groups of beetles.

One of the works of the assemblage “*Saproxyllic Beetles — Their Role and Diversity in European Woodland and Tree Habitats*” (Nitzu 2009) indicates a fairly large proportion of species of the studied family, but in the discussion the author does not provide any data on species composition or any information about the role of this family in trophic relationships. In this work on edaphic species of Coleoptera, they mentioned three species of the genus *Cryptophagus* (Nitzu 2008) as single specimens.

About the completeness and changes in the list of fauna

Indicators of the actual and expected richness of the silken-fungus beetle fauna in order of systematic groups show the greatest species diversity in the genera *Cryptophagus* and *Atomaria*, which are also the most numerous in the family. In addition, 4 genera such as *Spavius*, *Pteryngium*, *Paramecosoma*, and *Ootypus*, are monotypic in general, in addition, the genus *Sternodea* is represented at the regional level by one species (*S. baudii*). Rare and unique species will be included in a separate publication in the near future.

Within the Carpathian fauna, the family includes 116 species of beetles, which follows from the sum of three data sources: the author's research, processing of collections of zoological museums, and literature analysis. Of these, 78 species are confirmed by voucher specimens. According to a preliminary revision, the volume of the regional fauna of Cryptophagidae of the Ukrainian Carpathians was estimated at 116 species (Ocheretna 2015). The number "116" is obtained on the basis of a detailed analysis of the whole array of special scientific publications, current lists of *Fauna Europaea* (Jong *et al.* 2014; Otero *et al.* 2018) and other sources. From this complete reconstructed list, the descriptions that allow to refer the species to the fauna of the Ukrainian Carpathians have 116 species, taking into account all the literature clarifications and factual data.

Taking into account indirect data (ambiguous indications, not confirmed by descriptions or collection specimens, lost labels, findings in adjacent territories) there are 78 confirmed species; the remaining 38 are known only from literature sources, in particular 8 of them are found exclusively in the literature without factual material, and the remaining 30 are presented in one or more collections, but not from the Carpathian region. The presence of about 10–15 more species is assumed on the basis of data on their distribution in adjacent territories (including the territories of neighbouring countries) from literature sources. Examples of such species are:

- *Atomaria scutellaris*, *A. unifasciata*, and *Caenoscelis sibirica*: assumptions on indications from the territory of Ukraine and Slovakia based on the work by J. Roubal (Roubal 1936);
- *Atomaria basalis*, *A. norica*, *A. unifasciata*, *A. nigripennis*, *Cryptophagus hexagonalis*, *C. puncticollis*, and *C. simplex*: assumptions based on the works of M. Łomnicki and M. Nowicki for the territory of Ukraine and Poland (Nowicki 1873; Łomnicki 1886, 1913);
- *Atomaria gibbula*: assumptions based on the works of O. Marcu from Romania and the adjacent territory of Ukraine and Romania (Marcu 1930).

It is obvious that each new stage of research allows to reveal more and more new species. This progress is determined by two groups of factors:

- 1) changes in our knowledge, including: 1a) research coverage of new previously unexplored areas, habitats, mountains, etc., and 1b) changes in the taxonomy of the group, i.e. changes in our knowledge on the composition of fauna, examples of which are noted above: 8 species as a supplement to the list of the region's fauna;
- 2) actual changes in the fauna itself, which are caused by: 2a) appearance of species new for the region (including due to natural expansion and accidental anthropochory), and 2b) possible extinction of other species due to restricted distribution, destruction of typical habitats, and other processes.

Currently, we can only conclude the growth of the list of species, in particular due to factor 1a, the role of factor 1b is smaller, and in fact there is no influence (at the current level of knowledge about the fauna of this group of insects in the Carpathians) of factors 2a and 2b. We can expect a further increase in the list of Cryptophagidae species with the expansion of research on the northern main slopes of the Carpathians, and Bukovina, in particular, as well as a more detailed analysis of the collections of O. Marcu and K. Penecke (ZMKU) and new collections.

Rarities

Few of the Carpathian or European "red" lists include members of the family Cryptophagidae. In particular, there are no silken-fungus beetles either in the European Red List of Saproxyllic Beetles (Nieto 2010) or in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (Mateleshko & Potish 2011). The only exception is the Polish Red List of Animals (Banaszak *et al.* 2002; Pawlowski *et al.* 2002), although the species included have a low status: "indeterminate" and "little known" (7 species of the genera *Hypocopus*, *Cryptophagus*, *Atomaria*, and *Sternodea*).

In further work with materials and estimating the frequency of occurrence of species in nature and their portion in the collections, it will be possible to consider the proposals for determining the

status of rarity of some species of the family in the Ukrainian Carpathians. At present, it is possible to assume unequivocally the rarity of only a few species, in particular:

- *Cryptophagus lapponicus* is a rare alpine species known from Northern Europe, mainly from Fennoscandia, found in the nests of squirrels, magpies, and crows, under the protruding bark and in wood fungi; in the Carpathian region mentioned in the work of M. Łomnicki (Łomnicki 1913) and in the catalogue of beetles by J. Roubal (Roubal 1936); 75 specimens are in the author's collection (9 specimens from Uzhhorod Raion, 66 from Volovets and Mizhhirya Raions).
- *Atomaria alpina* is a boreo-montane species, topically and trophically closely related to the fungi *Fomes fomentarius* and *Phellinus igniarius*; for the Carpathian region, the species was mentioned in the work of M. Łomnicki (Łomnicki 1913) and the catalogue of beetles by J. Roubal (Roubal 1936); there are two specimens of the species in the author's collection from Perechyn Raion.

Acknowledgements

The author sincerely thanks the colleagues for their help in processing materials of zoological collections, in particular V. Rizun (SMNH, Lviv), M. Bilyashivsky (ZMKU, Kyiv), and O. Drogvalenko (MNKU, Kharkiv). My thanks to my scientific advisor V. Korneev (Institute of Zoology NAS of Ukraine, Kyiv) for assistance in organising the study and editors I. Zagorodniuk and Z. Barkaszi (National Museum of Natural History NAS of Ukraine, Kyiv) for the assistance in preparing the article for publication.

References

- Akimov, I. A., V. A. Kharchenko, A. V. Puchkov, M. D. Zerova, L. A. Kolodochka, V. V. Anistratenko, V. M. Fursov, L. S. Cherney, O. M. Levchuk. 2016. Scientific fund collections of I. I. Schmalhausen Institute of Zoology, NAS of Ukraine. *Proceedings of the National Museum of Natural History*, **14**: 95–108. (In Ukrainian)
- Banaszak, J., R. Bernard, C. Blaszk. 2002. *Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce, Suplement*. Ed. Z. Głowaciński. Wydawnictwo Instytutu Ochrony Przyrody PAN, Kraków, 1–74. <https://bit.ly/2TFLhPw>
- Burakowski, B., M. Mroczkowski, J. Stefańska. 1986 a. Chrząszcze — Coleoptera. Cucujoidea, część 1. *Katalog Fauny Polski*, **23** (12): 1–265.
- Burakowski, B., M. Mroczkowski, J. Stefańska. 1986 b. Chrząszcze — Coleoptera. Cucujoidea, część 1. *Katalog Fauny Polski*, **23** (13): 1–277.
- Burakowski, B., M. Mroczkowski, J. Stefańska. 1987. Chrząszcze — Coleoptera. Cucujoidea, część 1. *Katalog Fauny Polski*, **23** (14): 1–308.
- Buse, J., K. N. A. Alexander, T. Ranius, T. Assmann. 2009. *Saproxylic Beetles — Their Role and Diversity in European Woodland and Tree Habitats* (Proceedings of the 5th Symposium and Workshop on the Conservation of Saproxylic Beetles). Pensoft Publishers, 1–236. (Series: Pensoft Series Faunistica, No. 89)
- Carpaneto, G. M., C. Baviera, A. B. Biscaccianti, P. Brandmayr, A. Mazzei, M. Franco, A. Battistoni, C. Teofili, C. Rondinini, S. Fattorini, P. Audisio. 2015. A Red List of Italian saproxylic beetles: taxonomic overview, ecological features and conservation issues (Coleoptera). *Fragmenta Entomologica*, **47**: 53–126.
- Cherkunov, N. 1889. List of beetles found in Kyiv and its environs. *Notes of the Kyiv Society of Naturalists*, **10** (1): 147–204. (In Russian)
- Chumak, M. V., O. Y. Mateleshko, V. O. Chumak, M. V. Varyvoda, I. V. Hrytsiuk, A. M. Zamoroka, V. V. Mirutenko, V. I. Nazarenko, T. V. Nikulin, A. A. Petrenko, V. B. Rizun, G. V. Seredyuk, T. I. Sergi, V. B. Tymochko, E. V. Turys, T. P. Yanytsky. 2015. Taxonomic composition of the saproxylic Coleoptera (Arthropoda: Insecta) fauna in Uholka division of Carpathian Biosphere Reserve. *Scientific Bulletin of the Uzhgorod University (Series Biology)*, **38–39**: 5–11. (In Ukrainian)
- Convention On Biological Diversity, 1992. www.cbd.int, 1992–2020.
- Freude, H., K. W. Harde, G. A. Lohse. 1967. Familie: Cryptophagidae. *Die Käfer Mitteleuropas*. Goecke & Evers, Krefeld, **7** (55): 110–158.
- Geriak, Y. M., I. V. Skilsky. 2017. Contribution of Orest Marku to study of entomofauna in Bukovina. In: I. V. Skilsky, A. V. Yuzyk (eds). *Oblastal Aspects of Floristic and Faunistic Research, Issue 4*. Druk Art, Chernivtsi, 281–283. (In Ukrainian)
- Global Taxonomy Initiative (GTI). *The Convention on Biological Diversity*. 1998–2018. <http://www.cbd.int/gti/>
- Jong de, Y., M. Verbeek, V. Michelsen, P. de P. Björn, W. Los, F. Steeman, N. Bailly, C. Basire, P. Chylarecki, E. Stloukal, G. Hagedorn, F. T. Wetzel, F. Glöckler, A. Kroupa, G. Korb, A. Hoffmann, C. Häuser, A. Kohlbecker, A. Müller, A. Güntsch, P. Stoev, L. Penev. 2014 Fauna Europaea — all European animal species on the web. *Biodiversity Data Journal*, **2**: e4034.
- Leschen, R. A. 1996. Phylogeny and revision of the genera of Cryptophagidae (Coleoptera: Cucujoidea). *The University of Kansas Science Bulletin. Lawrence*, **55** (15): 549–634.

- Liashyna, K. 2016. The prevalence and seasonal multitude dynamics of species of the family Cryptophagidae (Cucujidae, Coleoptera) of deciduous forests of foothills of the Ukrainian Carpathians. *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*, 72: 161–167. (In Ukrainian)
- Liashyna, K. 2018. Silken-fungus beetles of the genus *Cryptophagus* (Coleoptera, Cucujoidea, Cryptophagidae) of the Borzhava ridge of Ukrainian Carpathians. *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*, 77: 137–141. (In Ukrainian).
- Liashyna, K. 2019. Beetles of the Cryptophagidae family as indicators of forests preservation: data analysis on tree stands of the botanical garden of Uzhgorod University. *Current state and prospects of development of landscape architecture, garden and park economy, urban ecology and phytomelioration*. Lviv, 269–270.
- Löbl, I., A. Smetana. 2007. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Vol. 4. Elateroidea — Derodontoidea — Lymexyloidea — Cleroidea — Cucujoidea. Apollo Books, Stenstrup, 1–935.
- Łomnicki, M. 1866. *Przyczynek do fauny chrząszczyw galicyjskich*. Kraków, 1–9.
- Łomnicki, M. 1868. Wycieczka na Czarnogórę. *Sprawozdanie Komisji Fizyograficznej*. Kraków, 2: 132–152.
- Łomnicki, M. 1870. Żapiski z wycieczki podolskiej odbytej w roku 1869 pomiędzy Seretem, Zbruczem a Dniestrem. *Sprawozdanie Komisji Fizyograficznej*. Kraków, 4: 41–85.
- Łomnicki, M. 1875. Chrząszcze zebrane w okolicy Stanisławowa. *Sprawozdanie komisji fizyograficznej*. Kraków, 10: 154–184.
- Łomnicki, M. 1877. Wykaz chrząszczyw nowych dla fauny galicyjskiej. *Sprawozdanie Komisji Fizyograficznej*. Kraków, 11: 151–152.
- Łomnicki, M. 1879. Wykaz chrząszczyw nowych dla fauny galicyjskiej. *Sprawozdanie Komisji Fizyograficznej*. Kraków, 13: 221–223.
- Łomnicki, M. 1880. Chrząszcze zebrane w górach Sołotwińskich. *Sprawozdanie Komisji Fizyograficznej*. Kraków, 14: 3–12.
- Łomnicki, M. 1886. Muzeum imienia Dzieduszyckich we Lwowie. Dział 1. Zoologiczny oddział zwierząt bezkręgowych. Chrząszcze (Coleoptera). Lwów, 1–77.
- Łomnicki, M. 1890. Fauna Lwowa i okolicy. 1. Chrząszcze (Coleoptera). (Tęgoskrzydłe). Cz. 1. *Sprawozdanie Komisji Fizyograficznej*. Kraków, 25: 141–217.
- Łomnicki, M. 1891. Wykaz chrząszczyw nowych dla fauny Galicyi. *Sprawozdanie Komisji Fizyograficznej*. Kraków, 26: 16–25.
- Łomnicki, M. 1913. Wykaz chrząszczyw czyli Tęgopokrywych (Coleoptera) ziem polskich. (Catalogus coleopterorum Poloniae). *Kosmos, seria A — biologia*, 21–155.
- Lyubarsky, G. Yu. 1998. *Phylogenetics of beetles from family Cryptophagidae (Coleoptera): a gradistic analysis*. Moscow Univ. Press, Moskva, 1–92. (Series: Zoological Research; Issue 1). (In Russian)
- Lyubarsky, G. 1999. Cryptophagidae (Coleoptera) from the Himalayas, with descriptions of new species, keys and remarks to some Languriidae. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde. Ser. A (Biologie)*, 598: 1–27.
- Lyubarsky, G. Yu. 2002. *Cryptophaginae (Coleoptera: Cucujoidea: Cryptophagidae): Diagnostics, Chorology, Ecology*. Moscow Univ. Press, Moskva, 1–421. (Series: Proceedings of Zool. Museum of Mosk. Univ.; Vol. 43). (In Russian)
- Lyubarsky, G. Yu., E. E. Perkovsky. 2011. Third contribution on Rovno amber silken fungus beetles: a new Eocene species of *Cryptophagus* (Coleoptera, Clavicornia, Cryptophagidae). *ZooKeys*, 130: 255–261.
- Lyubarsky, G. Y., E. E. Perkovsky. 2012. The first Eocene species of the genus *Cryptophagus* (Coleoptera, Clavicornia, Cryptophagidae). *Vestnik zoologii*, 46 (1): 83–87.
- Marcu, O. 1928 a. Zur Kenntnis der Koleopterenfauna der Bukowina. *Verhandlungen und Mitteilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften in Hermannstadt*, 78: 31–40.
- Marcu, O. 1928 b. Contribuțiuni la cunoașterea Coleopterelor Olteniei. *Arhivele Olteniei*, 7 (39–40): 488–490.
- Marcu, O. 1929. Neue Koleopterenfunde aus der Bucovina. *Buletinul Facultatii de Stiinte din Cernauti*, 3: 160–170.
- Marcu, O. 1930. Weitere Coleopterenfunde aus der Bucovina. *Bulletin de la Section Scientifique de l'Academie Roumaine*, 13: 248–254.
- Marcu, O. 1931. Weitere neue Coleopterenfunde aus der Bucovina. *Bulletin de la Section Scientifique de l'Academie Roumaine*, 14: 1–7.
- Marcu, O. 1933. Zur Coleopterenfauna der Bucovina. *Bulletin Sectiunea Sciintifica (Academia Roumaine)*, 16: 1–10.
- Marcu, O. 1935. Zur Kenntnis der Coleopterenfauna von Rumanien, nebst Beschreibung einiger neuen palaarktischen Formen. *Buletinul Facultatii de Stiinte din Cernauti*, 8: 90–96.
- Marcu, O. 1936. Coleopterenfunde aus der Bucovina. *Verhandlungen und Mitteilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften*, 15–16: 56–83.
- Mateleshko, O. Yu., L. A. Potish. 2011. *Red Data Book of the Ukrainian Carpathians. Animal World*. Karpaty Press, Uzhhorod, 1–336. (In Ukrainian)
- Miller, L. 1867. Eine entomologische Reise in die ostgalizischen Karpathen. *Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien*, 18: 3–34.
- Müller, J. 1862. Verzeichnis der bis jetzt in Mähren und Oesterreich-Schlesien aufgefundenen Coleopteren. *Verh. Naturforsch. Ver. Brünn*, 1: 211–245.
- Nieto, A., K. N. A. Alexander. 2010. *European Red List of Saproxyllic Beetles*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, i–viii + 1–44.

- Nitzu, E., A. Nae, I. Popa. 2008. The fauna of soil beetles (edaphic Coleoptera) as a sensitive indicator of evolution and conservation of ecosystems. A study on the altitudinal gradient in the Rodnei Mountains Biosphere Reserve (the Carpathians). *Advances in Arachnology and Developmental Biology*. Vienna, Belgrade, Sofia Monogr., 12: 405–417.
- Nitzu, E., N. Olenici. 2009. The first study on the beetle fauna in the Giumalau spruce primeval forest (Eastern Carpathians, Romania), mainly based on a quantitative analysis of terrestrial and saproxylic species. *Saproxylic Beetles — Their Role and Diversity in European Woodland and Tree Habitats* (Proceedings of the 5th Symposium and Workshop on the Conservation of Saproxylic Beetles). Pensoft Publishers, 1–236. (Series: Pensoft Series Faunistica, No. 89).
- Nowicki, M. 1864. *Przyczynek do owadniczej fauny Galicji*. Kraków, 1–87.
- Nowicki, M. 1865. *Insecta Haliciae Musei Dzieduszyckiani. I. Coleoptera. Chrabąszcze*. Cracoviae, 7–47.
- Nowicki, M. 1873. Verzeichniss galizischer Käfer. *Beiträge zur Insektenfauna Galiziens*. Krakau, 7–52.
- Ocheretna, K. V. 2015. Historical information on the state of study of the fauna of silken-fungus beetles (Coleoptera: Cryptophagidae) in Ukraine. *The Contribution of Naturalists-Lovers to the Study of Biological Diversity*. International Scientific Conference, Dedicated to the 200th Anniversary of the birth of L. Wagner. Berehovo, 475–479. (In Ukrainian)
- Ocheretna, K. 2019 a. Beetles of the family Cryptophagidae (Coleoptera) in the collection of Zoological Museum of Taras Shevchenko National University of Kyiv. *Ukrainian Entomological Journal*, 17 (2): 10–24.
- Ocheretna, K. 2019 b. Cryptophagidae (Coleoptera) in the collections of Ukraine: species, specimens, and collectors. *Proceedings of the State Museum of Natural History*, 35: 21–36.
- Ocheretna, K. 2019 c. Cryptophagidae (Coleoptera) in Volodymyr Lazorko's collection stored at Schmalhausen Institute of Zoology (Kyiv, Ukraine). *Geo&Bio*, 17: 62–76.
- Ocheretna, K. 2019 d. Johann Hochhuth and his collection of silken-fungus beetles (Coleoptera: Cryptophagidae): significance and unique specimens. *Geo&Bio*, 18: 139–146.
- Ocheretna, K. 2019 e. Naturalist Johann Heinrich Hochhuth and his collection of Cryptophagidae (Coleoptera: Cucujoidea). In: I. Zagorodniuk (Ed.). *Natural History Museology. Volume 5* (Natural History Museums in Ukraine). NMNH NAS of Ukraine, Kyiv, 78–81. (In Ukrainian)
- Otero, J. C. 2013. *Cryptophaginae (Coleoptera) de la región Paleártica Occidental*. Asociación Europea de Coleopterología. Barcelona, 1–299. (Series: Coleopterological monographs. Barcelona; Vol. 4).
- Otero O., P. Audisio, C. Pasqual, I. Kovar, B. J. van Vondel. 2018. Cryptophagidae. *ColeopterA. Fauna Europaea*, version 2018.11.
- Pawlowski, J., D. Kubizh, M. Mazur. Coleoptera. Chrząszcze. In: Głowaciński Z. (red.) 2002. *Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce*. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, 88–100.
- Peris, D., G. Y. Lyubarsky, E. E. Perkowsky. 2017. A new genus of silken-fungus beetle (Coleoptera: Cryptophagidae) from the Spanish Cretaceous amber. *Cretaceous Research*, 78: 191–195.
- Pundi, P., M. Kozak. 2016. Lazorko, Volodymyr. *Encyclopedia of Modern Ukraine*. online: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=53049
- Reitter, E. 1909. Cryptophagidae. *Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches*. K. G. Lutz Verl., Stuttgart, 3: 54–73.
- Reška, M. 1994: Bestimmungstabellen der mitteleuropäischen Arten der Gattungen Micrambe Thomson und Cryptophagus Herbst (Insecta: Coleoptera: Cryptophagidae). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie B für Botanik und Zoologie*, 96: 247–342.
- Roubal, J. 1930. *Katalog Coleopter (broŭku) Slovenska a Podkarpatska*. Praha, 1: 1–527.
- Roubal, J. 1936. *Katalog Coleopter (broŭku) Slovenska a Podkarpatské Rusi*. Praha, 2: 1–434.
- Roubal, J. 1941. *Katalog Coleopter (broŭku) Slovenska a Východních Karpat*. Praha, 3 (1937–1941): 1–321.
- Tenenbaum, Sz. 1913. Chrząszcze (Coleoptera) zebrane w Ordynacyi Zamojskiej w gub. Lubelskiej. *Pamiętnik Fizyograficzny*, 21 (3): 1–72.
- Tenenbaum, Sz. 1923. Przybytki do fauny chrząszczów Polski od roku 1913. *Rozpr. Wiad. Muz. Dzied.*, 7–8: 136–186.
- Tenenbaum, Sz. 1938. Nowe dla Polski gatunki i odmiany chrząszczy. *Fragmenta Faunistica Musei Zoologici Polonici*. Warszawa, 3: 415–429.
- Tsinkevich, V. A. 2005. Checklist of Cucujoidea (Coleoptera) of Belarus (Eastern Europe). *Contributions to Systematics and Biology of Beetles*. (Papers celebrating the 80th birthday of Igor Lopatin), 333–345.
- Zagorodniuk, I., I. Shydlovskyy. 2014. Acronyms for zoological collections of Ukraine. In: Zagorodniuk I. (ed.). *Zoological Collections and Museums*. NMNH NAS of Ukraine. Kyiv, 33–43. (In Ukrainian)
- Zagorodniuk, I. 2016. Natural history collections in the Kyiv Pedagogical Museum in 1902–1917. *Proceedings of the National Museum of Natural History*, 14: 123–135. (In Ukrainian)

Джерела тритію у природно-техногенних системах

О. В. Пушкар'ов 

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» (Київ, Україна)

Sources of tritium in natural-technogenic systems. — O. V. Pushkar'ov. — The radioactive decay of tritium is caused by the β -decay of one of the two neutrons in the nucleus of the hydrogen isotope atom (triton) into a proton, electron, and electron antineutrino with the formation of a monatomic gas and a half-life of 12.33 years due to a change in the quark structure of the neutron. The average energy of a β -particle is 5.7 keV. Tritium is formed by natural and man-made paths. Natural tritium occurs as a result of the collision of high-energy particles of the solar wind (neutrons, protons, deuterons) with air molecules in Earth's atmosphere. The total amount of cosmogenic tritium in the hydrosphere and atmosphere is about 2.7 kg. The formation of technogenic tritium began as a result of atmospheric testing of nuclear and thermonuclear weapons and continued with the production of electricity at nuclear power plants. "Bomb" tritium is evenly dispersed in the biosphere as a result of planetary air and gulf stream. The current "bomb" tritium residue in the biosphere is about 23.3 kg, of which 65 % are dissolved in the oceans and 35 % are distributed between the land and the atmosphere. The generation of tritium at nuclear power plants corresponds to the dynamics of the power of nuclear reactors and depends on their types and lifetime. In nuclear reactors, tritium is formed as a result of triple fission of fuel nuclei, capture of neutrons by B and Li nuclei, and as a result of the (n, γ)-reaction on deuterium nuclei in the reactor coolant. According to the estimates of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, as of August 2019, in the nuclear reactors of nuclear power plants in the world (taking into account their service life) the production of tritium, normalized to power generation capacity, was $2,85 \cdot 10^{18}$ bq (7.5 kg). Plants for the reprocessing of spent nuclear fuel are also an important source of tritium entering the environment. Of these, 25 % of tritium in gas-aerosol forms enters the atmosphere and up to 75 % in liquid form (NTO) is discharged into the surface and ground waters. In general, the release of tritium into the environment from nuclear power plants (nuclear power plants and plants for reprocessing spent fuel) can be $1.26 \cdot 10^{18}$ Bq $\cdot$ year⁻¹ (3.5 kg $\cdot$ year⁻¹). This is more than 20 times higher than its annual formation from natural sources (0.15 kg $\cdot$ year⁻¹) and may cause the annual doubling of the total tritium reserve in the biosphere.

Key words: tritium, sources, NPP, nuclear reactor, biosphere, atmosphere, hydrosphere.

Вступ

Упродовж довгого періоду існування Землі майже єдиним чинником утворення тритію були космогенні процеси в атмосфері. За цей час в біосфері сформувався динамічний баланс «утворення — розпаду» радіоактивного ізотопу водню. Знаходження тритію в атмосфері, мінеральному середовищі, поверхневих і підземних водах визначалося лише природними механізмами його утворення, спонтанного розпаду та закономірностями кругообігу води в природі. Випробування ядерної і термоядерної зброї та початок функціонування АЕС і супутніх підприємств ядерного паливно-енергетичного комплексу суттєво змінили вміст та розподіл тритію в компонентах біосфери. Утворений у ядерному реакторі тритій частково викидається в атмосферу та, головним чином, скидається в гідросферу. Значна частина тритію надходить в навколишнє середовище в процесі перероблення відпрацьованого ядерного палива. Певний внесок тритію у водне середовище створюють приповерхневі сховища радіоактивних матеріалів різного походження.

Потужним джерелом тритію можуть невдовзі стати термоядерні реактори, розробка яких розпочалася в 1951 році. Наукові і експериментальні дослідження в цьому напрямку виконуються в провідних країнах світу і наразі вже отримані перші практичні результати на експериментальному устаткуванні в США, Німеччині та Великій Британії. Ймовірно, що з розвитком термоядерної енергетики кількість тритію в біосфері щорічно подвоюватиметься.

Correspondence to: O. V. Pushkar'ov; Institute of Geochemistry of Environment, NAS of Ukraine; Academician Palladin Prospect 34 a, Kyiv-142, Kyiv, 03680 Ukraine; e-mail: pushkarevigns@gmail.com; orcid: 0000-0002-4382-8620

Негативний вплив тритію на стан біосфери, пов'язаний з розвитком ядерної енергетики спонукає Європейську спільноту більш прискіпливо відноситися до радіоактивного ізотопу водню. Затвердження на рівні Єврокомісії спеціальної дослідницької програми «Cross-cutting support to improved knowledge on tritium management in fission and fusion facilities» свідчить про нагальну необхідність проведення різнобічного вивчення поведінки тритію у біогеосистемах¹. Одним з аспектів рекомендованих досліджень є вивчення міграції тритію від первинних джерел та оцінка розподілу тритію між компонентами природно-техногенних систем.

Метою роботи є систематизація та узагальнення різномірної інформації, щодо джерел та процесів утворення тритію, як первинної ланки геохімічної міграції цього радіоактивного ізотопу водню в природно-техногенних системах.

Фізичні властивості тритію

Вільний молекулярний тритій — це радіоактивний газ з двоатомною молекулою $^3\text{H}_2$, для спрощеного відображення якої зазвичай використовується символ T_2 . Поведінка тритію у біосфері та особливості його використання в різних галузях науки і техніки обумовлені перш за все властивостями ядра тритію (тритону) та його відмінностями від протону, ядра найбільш розповсюдженого в природі ізотопу водню — протію (99,985 %) та дейтрона, ядра стабільного важкого ізотопу водню — дейтерію (0,015 %).

Ядро атома тритію масою 3,01605 а.о.м. складено з одного протону, тому його заряд дорівнює 1 та двох нейтронів. Енергія зв'язку між нуклонами дорівнює 8,1–8,4 MeV (Otten *et al.* 2006), тобто на одну частинку припадає 2,7–2,8 MeV, що значно менше, ніж в ядрі гелію. Внаслідок радіоактивного розпаду тритій перетворюється у моноатомний газ ^3He (рис. 1) з періодом напіврозпаду 12,33 року (Lensky 1981).

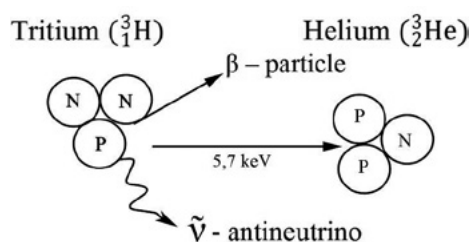


Рис. 1. Схема радіоактивного розпаду тритію. N — нейтрон, P — протон.

Fig. 1. The scheme of radioactive decay of tritium. N — neutron, P — proton

Дочірній ^3He стабільний, легший за звичайний ^4He . Ця реакція є єдиним джерелом утворення ^3He тобто увесь легкий ізотоп гелію, що накопичився за довгу історію Землі є маркером тої кількості тритію, що була утворена за цей час. Енергія, що виділяється при розпаді тритію є константою і дорівнює 18,6 keV, але вона розподіляється між β -частинкою та антинейтрино. В результаті не всі β -частинки мають однакову енергію. Середня енергія β -частинки, що утворилася при розпаді тритію, становить 5,7 keV (Lensky 1981). Оскільки нейтрон важче протона на 1,293 332 MeV, або 0,001 388 а.о.м., то він може розпадатися у вільному стані (Green & Thompson 1990; Wietfeldt & Greene 2011). Єдиним каналом розпаду, дозволеним законами збереження енергії, електричного заряду, баріонного і лептонного квантових чисел є β -розпад нейтрона на протон, електрон і електронне антинейтрино (1) (Harteck 1954).



Бета-розпад нейтрона був передбачений Ф. Жоліо-Кюрі в 1934 і відкритий в 1948–1950 рр. незалежно А. Снеллом, Дж. Робсоном та П. Е. Співаком (Tritium... 1979). Було встановлено, що спектр кінетичної енергії електрона, яка лежить в діапазоні від 0 до 782,318 keV. Час життя вільного нейтрона становить $880,1 \pm 1,1$ секунди, що відповідає періоду напіврозпаду $611 \pm 0,8$ с.

¹ Euratom Work Programme, 2016. NFRP-2016-2017. <https://bit.ly/2EvzAUM>

У фізиці елементарних часток вважається надійно встановленим, що нейтрон є пов'язаним станом трьох кварків (Kokkede 1971): одного u-кварка і двох d-кварків (кваркова структура udd). Близькість значень мас протона і нейтрона обумовлена властивістю наближеної ізотопічної інваріантності. При перетворенні нейтрона в протон один d-кварк замінюється на u-кварк (рис. 2) з утворенням кваркової структури uud. Оскільки маси цих кварків дуже близькі, така заміна слабо позначається на масі складової частинки.

На кварковому рівні β -розпад нейтрона може бути описаний як перетворення одного з d-кварків в u-кварк з випусканням віртуального W-бозона, який негайно розпадається на електрон і електронне антинейтрино. Вивчення розпаду вільного нейтрона важливо для уточнення властивостей слабкої взаємодії, а також пошуку порушень тимчасової інваріантності, нейтрон-антинейтронних осциляцій тощо.

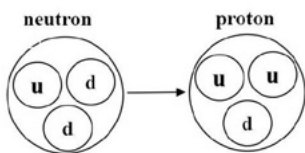


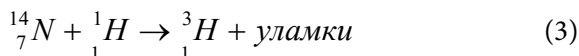
Рис. 2. Зміна кваркової структури нейтрону при його перетворенні в протон.

Fig. 2. Changing the quark's structure of neutron when its converting into a proton.

Упродовж довгого періоду існування Землі майже єдиним чинником утворення тритію були космогенні процеси в атмосфері. За цей час в біосфері сформувався динамічний баланс «утворення — розпаду» радіоактивного ізотопу водню. Знаходження тритію в атмосфері, мінеральному середовищі, поверхневих і підземних водах визначалося лише природними механізмами його утворення, спонтанного розпаду та закономірностями кругообігу води в природі. Випробування ядерної і термоядерної зброї та початок функціонування АЕС і супутніх підприємств ядерного паливно-енергетичного комплексу суттєво змінили вміст та розподіл тритію в компонентах біосфери.

Утворення тритію природним шляхом

Завдяки дослідженням лауреата Нобелівської премії У. Ф. Ліббі (Libby 1946) та інших видатних вчених встановлено, що тритій може утворюватися в атмосфері внаслідок безперервного зштовхування високоенергетичних елементарних частинок сонячного вітру (нейтронів, протонів, дейтронів) з молекулами повітря у земній атмосфері за реакціями (2–4):



Швидкість утворення тритію в атмосфері Землі складає $(0,12 \pm 0,05) \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$ атомів тритію, тобто $5,4 \cdot 10^{16}$ Бк рік⁻¹ (Martin 2000).

Утворені під впливом космічного випромінювання атоми тритію мають високу кінетичну енергію і легко окислюються киснем до утворення молекул НТО. Цей процес обумовлюється ланцюговим перетворенням НТ в НТО за участі фотохімічних реакцій (Harteck 1954; Burger 1976). Збуджені під впливом короткохвильового ультрафіолетового випромінювання молекули кисню швидко видаляють НТ з повітря. Атоми тритію, або утворені в ланцюгових фотохімічних реакціях радикали TO_2^- можуть реагувати з озоном з утворенням радикала OT^- , який поєднується з воднем атмосфери, утворюючи НТО.

Поряд з тим, утворені внаслідок космічного випромінювання атоми тритію можуть неодноразово вільно зштовхуватися з атомами водню, що приводить до відновлення кількості молекул НТ згідно з обмінними реакціями типу (5):



Невелика кількість НТО, що становить менше 1 % від обсягів їх утворення за добу, також може бути отримана шляхом ініціювання реакції між тритієм і киснем внаслідок бета-випромінювання при розпаді тритію (Jacobs 1968). В цілому, атмосферне окислення космогенного НТ в НТО відбувається повільно з періодом трансформації понад 5 років (McFarlane *et al.* 1979).

Тритійована водяна пара з утвореним внаслідок трансформаційних реакцій співвідношенням НТ/НТО переноситься зі стратосфери в тропосферу приблизно з півперіодом в 1 рік. У свою чергу, час перебування тритійованої пари в нижній тропосфері становить від 5 до 20 діб, після чого вона потрапляє на поверхню землі у вигляді атмосферних опадів з подальшим включенням у гідрологічний цикл. Біля 21 % утвореної НТО випадає на рослинність, поверхню водойм та ґрунту, згодом частково випаровується і знову повертається в атмосферу.

Значна кількість тритію, що надходить в нижню частину атмосфери, розчиняється в океані протягом року (Östlund & Fine 1979). Після осадження на поверхні океану у верхньому змішаному шарі тритійована вода розбавляється. Надалі частка НТО випаровується назад в атмосферу при набагато меншій концентрації. Менша частина транспортується в глибини океану.

За сучасними оцінками кількість рівноважного космогенного тритію в гідросфері й атмосфері становить біля 2,7 кг ($9,6 \cdot 10^{17}$ Бк) (Tritium... 1979). При цьому близько 90 % природного тритію, головним чином у вигляді НТО знаходиться в гідросфері, в т.ч. до 65 % у світовому океані, 10 % у стратосфері (НТО) і 0,1 % у тропосфері (з них 50 % у вигляді НТ і декілька відсотків — у вигляді CH_3T).

Утворення техногенного тритію при ядерних та термоядерних випробуваннях

З початком «атомної» ери до механізмів утворення тритію природним шляхом у верхніх шарах земної атмосфери додалися нові джерела надходження тритію в біосферу. Випробування ядерної та термоядерної зброї в середині минулого століття стали головним джерелом техногенного тритію, який утворювався в значній кількості при ядерних і особливо при термоядерних вибухах (атмосферних, наземних і підземних) внаслідок реакцій ділення й синтезу. В атмосферних вибухах шляхом реакцій ділення утворювалося до $2,6 \cdot 10^{15}$ Бк тритію на 1 Мт потужності пристрою і, відповідно, $7,4 \cdot 10^{17}$ Бк при термоядерному синтезі (Miskel 1973). Утворений при цьому тритій майже повністю конвертується у тритієву воду НТО, яка змішується з природною водою, згідно з реакцією (6):



Перше ядерне випробування ядерного заряду приблизно еквівалентного 20 кт у тротиловому еквіваленті було проведено Сполученими Штатами 16 липня 1945 р. в штаті Нью-Мексико². Наступне ядерне випробування було проведено в СРСР 29 серпня 1949 р. І, починаючи з 1952 р., у ядерні випробування підключаються: Велика Британія, полігон Monte Bello Islands, Western Australia, Франція, 1960 р., полігон Регган на півдні Алжиру в пустелі Сахара (Bataille & Revol 2001), Китай, 1964 р., ядерний полігон Лоб-Нор (Lewis & Litai Xue 1991) та інші країни.

Перший термоядерний пристрій потужністю 10,4 Мт (в тротиловому еквіваленті) було випробувано США на атолі Еніветок (Маршаллові острови) у листопаді 1952 р., а перша воднева бомба в СРСР підірвана 12 серпня 1953 р. (близько 0,4 Мт в тротиловому еквіваленті). Випробування найбільшого термоядерного заряду («Цар-бомба» потужністю 58 Мт) проведено СРСР 30 жовтня 1961 р. Всього ядерними державами за період з 1945 по 1978 рр. проведено 422 випробування в атмосфері (рис. 3) з кумулятивною потужністю: 217 Мт ядерних боезарядів і 328 Мт термоядерних пристроїв (UNSCEAR 2000).

Оскільки при вибухах ядерних боеприпасів утворюється $2,6 \cdot 10^{15}$ Бк $\cdot \text{Мт}^{-1}$ ^3H , а при підіриві заряду з термоядерним синтезом виділяється до $7,6 \cdot 10^{17}$ Бк $\cdot \text{Мт}^{-1}$ ^3H (Podvig 1996) в результаті усіх випробувань в атмосферу надійшло $1,7 \cdot 10^{20}$ Бк (473,5 кг) тритію. Внаслідок

² Ядерное испытание. 2019. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

радіоактивного розпаду вміст «вибухового» тритію в біосфері зменшився і на даний час його залишок має складати біля $8,35 \cdot 10^{18}$ Бк (23,3 кг).

Головна частина «бомбового» тритію розчинна у водах світового океану, де його розподіл визначився динамікою глобальних випадіння та спрямованістю і потужністю океанських водних течій (Östlund & Fine 1979).

За результатами моніторингових досліджень розподілу тритію, який потрапив у світовий океан після ядерних випробувань (Östlund & Fine 1979) встановлено (станом на 1979 р.), що більша його частина знаходиться в Тихому океані (73 кг ЗН, в т.ч. 59 кг у його північній і 14 кг — в південній частинах) та в Атлантиці (73 кг ЗН, в т.ч. 66 кг у північній та 7 кг у південній частинах), 6 кг ЗН в Арктичному басейні і по 6 кг ЗН в Індійському океані та в Антарктиці.

Максимальні концентрації НТО на поверхні Тихого й Атлантичного океанів, за виключенням зон випробувань, весною і влітку 1963 р. становили $3,6 \text{ Бк} \cdot \text{дм}^{-3}$. В подальшому рівень оксиду тритію в атмосфері та гідросфері поступово зменшувався. Зниження концентрації тритію в опадах до кінця 60-х років проходило з періодом напіввиведення біля 1 року, але надалі уповільнилося (Vakulovsky *et al.* 1978).

Максимальні концентрації НТО на поверхні Тихого й Атлантичного океанів, за виключенням зон випробувань, весною і влітку 1963 р. становили $3,6 \text{ Бк} \cdot \text{дм}^{-3}$. В подальшому рівень оксиду тритію в атмосфері та гідросфері поступово зменшувався. Зниження концентрації тритію в опадах до кінця 60-х років проходило з періодом напіввиведення біля 1 року, але надалі уповільнилося (Vakulovsky *et al.* 1978).

Головними транзитними шляхами, які обумовили перенесення тритію у водах світового океану була система планетарних океанських течій, які не тільки переміщали тритій у поверхневому шарі води але й обумовлювали формування профілю деякого збільшення концентрацій тритію до глибини 1000 м — до $1,2 \text{ Бк} \cdot \text{дм}^{-3}$ у північній частині Тихого Океану і

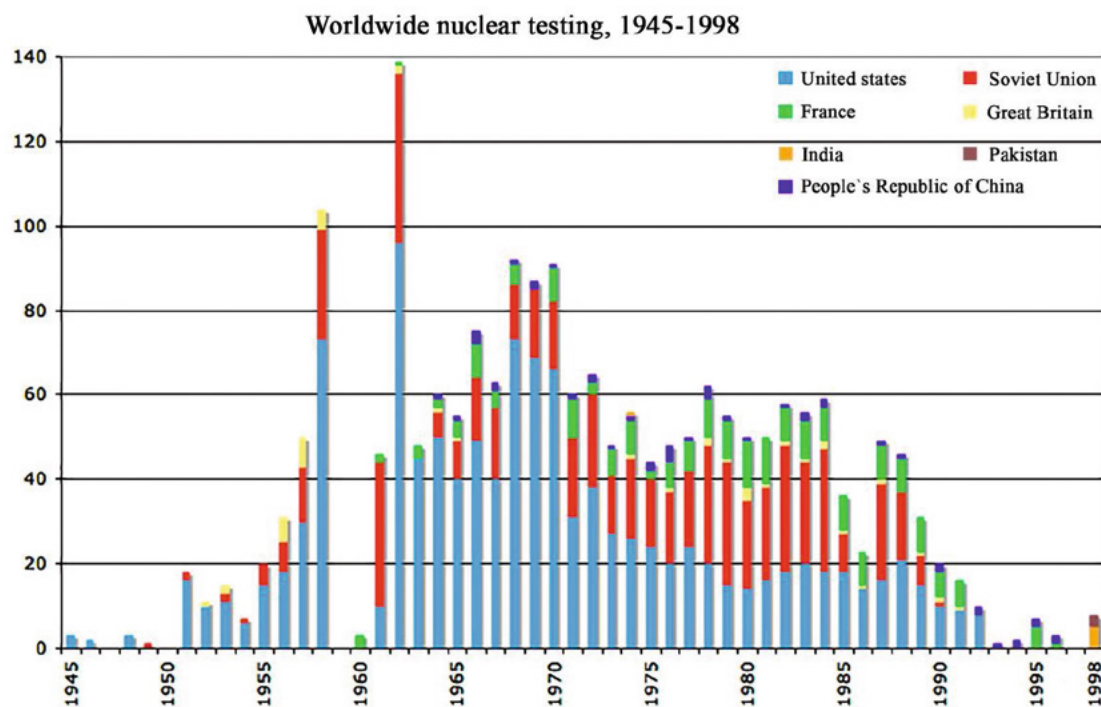


Рис. 3. Хронологія і кількісний розподіл ядерних випробувань³

Fig. 3. Chronology and quantitative distribution of nuclear tests.

³ За даними з: Ядерное испытание. 2019. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

до $0,36 \text{ Бк} \cdot \text{дм}^{-3}$ у західній Атлантиці (Östlund & Fine 1979). Отримані Остлундом і Файном аналітичні дані, підтверджені більш новітніми дослідженнями (Oms *et al.* 2019), дозволили встановити певну нерівномірність розподілу концентрацій тритію в водах світового океану і, використовуючи його як геохімічний індикатор, визначити деякі закономірності поверхневої і глибинної міграції великих водних мас, переміщення яких має великий вплив на світовий клімат.

Напрацювання тритію на об'єктах ядерного паливно-енергетичного комплексу

З припиненням ядерних випробувань і поступовим розпадом «вибухового» тритію головним джерелом надходження техногенного тритію в біосферу стають підприємства ядерної енергетики зокрема, ядерні реактори, заводи з регенерації ядерного палива, сховища відпрацьованого ядерного палива та радіоактивних матеріалів. Станом на 30 вересня 2019 року у 30 країнах світу експлуатували 191 атомну електростанцію (рис. 4) з працюючими 449 енергоблоками загальною електричною потужністю 399000 МВт (IAEA PRIS 2019).

Найбільший внесок в енергетичне забезпечення країн ядерні реактори складають у Франції (72 % загальної електричної потужності), Словаччині (55 %), Угорщині (50,6 %). На території України 5 діючих АЕС з 15 працюючими блоками забезпечують 55 % енергетичних потреб країни. Наразі ще 2 енергоблоки знаходяться в стадії будівництва.

При роботі АЕС тритій утворюється в реакторах в результаті потрійного поділу ядер палива, захопленні нейтронів ядрами В і Li, які перебувають в теплоносії водних реакторів, а також внаслідок (п, γ)-реакції на ядрах дейтерію в теплоносії (воді) (Investigation... 2009). Ядро урану зазвичай розпадається на два приблизно рівні уламки та декілька нейтронів. Проте, з вірогідністю 1 до 10 000 поділів ядро урану одноразово ділиться на три частини (потрійний поділ), одна з яких являє собою ядро атома тритію (тритон). При опроміненні ядер плутонію в активній зоні ядерних реакторів реакція виходу тритію втричі ефективніша, ніж при опроміненні урану. При цьому, у легководних, а також у газоохолоджувальних реакторах тритій переважно утворюється саме внаслідок потрійного поділу в реакторному паливі.

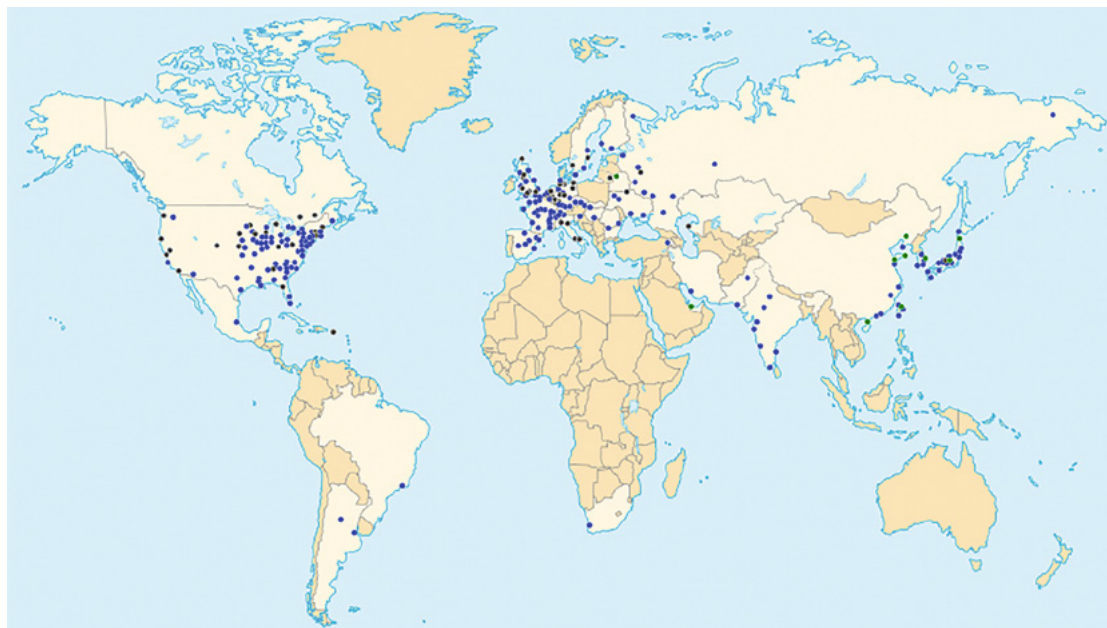
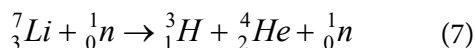


Рис. 4. Розподіл АЕС по країнах світу (за: Список АЭС мира. 2019: <https://bit.ly/3juHux0>).

Fig. 4. Distribution of nuclear power plants by countries of the world.

⁴ IAEA PRIS. 2019. *The Database on Nuclear Power Reactors*. available at: <https://www.iaea.org/pris/>

Захоплення бором нейтрону призводить до утворення тритію за реакцією $^{10}\text{B}(n,2\alpha) \rightarrow ^3\text{H}$. В результаті продукується $2,6 \cdot 10^{10}$ Бк $\cdot$ (МВт(ел.) $\cdot$ рік) $^{-1}$ (Investigation... 2009). Ця реакція залежить від концентрації борної кислоти у теплоносії, потоку нейтронів в активній зоні й часу опромінення. Деяка частина тритію в таких реакторах утворюється при нейтронному опроміненні ^7Li , який у вигляді LiOH використовується для контролю рН охолоджуючої рідини реактора в результаті реакції (7) (Locante & Malinowski 1973):



У водних реакторах (PWR) тритій утворюється також шляхом активації дейтерію, присутнього у воді теплоносія та сповільнювача (Jones 2007). У зв'язку з невеликою кількістю дейтерію в природних водах ($\text{D}_2\text{O} : \text{H}_2\text{O} = 1,5 \cdot 10^{-4}$) і низькою ймовірністю захоплення ним нейтрона, це джерело тритію призводить до утворення $4 \cdot 10^6$ Бк $\cdot$ (МВт(ел.) $\cdot$ рік) $^{-1}$. Загалом, середня швидкість утворення тритію у легководних реакторах внаслідок поділу ядер становить $7,5 \cdot 10^{11}$ Бк $\cdot$ (МВт(ел.) $\cdot$ рік) $^{-1}$ та біля $(0,5-3,0) \cdot 10^{11}$ МВт(ел.) $\cdot$ рік $^{-1}$ в результаті активації D, Li і B (табл. 1).

У важководних реакторах (HWR) важка вода (D_2O) використовується як сповільнювач, відбивач нейтронів і холодоагент (Butler 1963) і є основним джерелом тритію (табл. 1). У таких реакторах тритій утворюється переважно при нейтронному бомбардуванні дейтерію згідно з реакцією:



Окрім того, до $7,5 \cdot 10^{11}$ Бк $\cdot$ (МВт(ел.) $\cdot$ рік) $^{-1}$ тритію у важководних реакторах утворюється при реакціях потрійного поділу ядерного палива.

Таблиця 1. Генерування тритію в ядерних реакторах, Бк $\cdot$ (МВт(ел.) $\cdot$ рік) $^{-1}$ (Investigation... 2009)

Table 1. Generation of tritium in nuclear reactors, Bq $\cdot$ (MW (el.) $\cdot$ year) $^{-1}$

Джерело	PWR	BWR	HWR	GCR
Реакції поділу	$7,5 \cdot 10^{11}$	$7,5 \cdot 10^{11}$	$7,5 \cdot 10^{11}$	$7,5 \cdot 10^{11}$
Активация:				
– дейтерію	$4 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^{13}$	
– літію	$7,0 \cdot 10^8$			$2,0 \cdot 10^{10}$
– бору	$2,6 \cdot 10^{10}$	$3,0 \cdot 10^{11}$		
– гелію				$1,6 \cdot 10^{11}$
Всього	$8,0 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{12}$	$2,0 \cdot 10^{13}$	$9,3 \cdot 10^{11}$

Примітка: PWR — водо-водяний ядерний реактор, BWR — корпусний киплячий реактор, HWR — важководний ядерний реактор, GCR — газоохолоджувальний реактор.

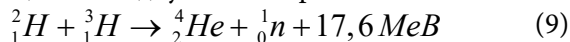
Note: PWR is a water-water nuclear reactor, BWR is a fluidized-bed reactor, HWR is a liquid-water nuclear reactor, GCR is a gas-cooled reactor.

У газоохолоджувальних реакторах типу GCR тритій напрацьовується головним чином внаслідок реакцій потрійного поділу ядерного палива в кількості $7,5 \cdot 10^{11}$ Бк $\cdot$ (МВт(ел.) $\cdot$ рік) $^{-1}$ (табл. 1), а також внаслідок нейтронного бомбардування Li, що знаходиться у графітовому сповільнювачі — до $2,0 \cdot 10^{10}$ Бк $\cdot$ (МВт(ел.) $\cdot$ рік) $^{-1}$. Використання гелію в якості холодоагенту призводить до утворення $(1,12,1) \cdot 10^{11}$ Бк $\cdot$ (МВт(ел.) $\cdot$ рік) $^{-1}$ тритію за реакцією $^3\text{He}(n,p) \rightarrow ^3\text{H}$ (UNSCEAR 1977).

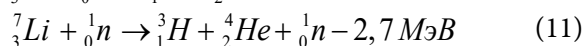
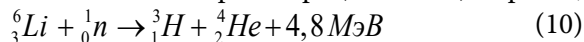
Реактори типу FBR (БН), тобто реактори-розмножувачі на швидких нейтронах (брідери) складають дуже незначну частину від загальної кількості реакторів у світі (один в Китаї і два в Російській Федерації). За своїми техніко-фізичними характеристиками є такими, що майже увесь напрацьований тритій (до 95 %) можуть утримувати в лужному розплаві в контурі теплоносія. Решта значною мірою викидається в атмосферу (до 97 %) і частково в гідросферу (3 %).

⁵ IAEA PRIS. 2019. *The Database on Nuclear Power Reactors*. available at: <https://www.iaea.org/pris/>

Потужним джерелом тритію можуть невдовзі стати термоядерні реактори, розробка яких розпочалася в 1951 році. Дослідження в цьому напрямку виконуються в провідних країнах світу і наразі вже отримані перші практичні результати на експериментальному устаткуванні в США, Німеччині та Великій Британії (ITER... 2016). Для утворення плазми і отримання енергії в реакторах першого покоління типу ТОКАМАК та СТЕЛЛАРАТОР використовується реакція, яка відбувається при найнижчій з можливих температурі (Artsimovich 1961):



Два ядра, дейтрон і тритон зливаються з утворенням α -частинки (${}^4\text{He}$) та високоенергетичного нейтрона, який надалі використовують для відтворення тритію при його взаємодії з літієвою оболонкою реактора (бланкета) за реакціями:



Обидва ізотопи літію широко розповсюджені в природі у відсотковому відношенні ${}^6\text{Li} : {}^7\text{Li} = 7,5 : 92,5$. Реакція з ${}^6\text{Li}$ є екзотермічною, що забезпечує отримання невеликої енергії для реактора. Реакція з ${}^7\text{Li}$ є ендотермічною, але не споживає нейтронів. Тритій, напрацьований з літію в процесі роботи реактора видаляють з бланкета при його нагріванні потоком гарячого гелію, а потім видаляють з гелію в цеху з очищення палива.

Утворення тритію очікується також в потужних нейтронних генераторах, які передбачається використовувати для трансмутації радіонуклідів з великим терміном напіврозпаду в короткоіснуючі нукліди (Hefele *et al.* 1988).

Емісія техногенного тритію з підприємств ядерного енергетичного комплексу

Тритій, утворений в ядерному реакторі, може перебувати у формах НТО, DTO, НТ, T_2 , тритидів металів, органічних похідних (Betti *et al.* 2004). Як і інші енергетичні системи, АЕС виділяє в навколишнє середовище напрацьовані в них забруднюючі речовини, серед яких важливе місце займає тритій. З реакторів і установок з перероблення відпрацьованого палива тритій виділяється або у вигляді прототритію (НТ), або тритійованої води (НТО) внаслідок паро-газових викидів та рідких скидів, що потрапляють в атмосферу, поверхневі і підземні води.

За даними Всесвітньої ядерної асоціації та UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) емісія тритію у природне середовище визначається джерелом його утворення, потужністю електрогенерації на ядерних реакторах та їх конструкційним типом (UNSCEAR 1977, 2000, 2016). Узагальнена оцінка таких збросів, визначена для різних типів ядерних ректорів, наведена в табл. 2.

З урахуванням оцінок скидів тритію з реакторів, нормалізованих на потужність електрогенерації, терміну їх експлуатації та з урахуванням радіоактивного розпаду з АЕС світу станом на серпень 2019 р. у навколишнє середовище надійшло біля $1,1 \cdot 10^{17}$ Бк тритію (біля 300 г), в т.ч. викинуто в атмосферу до $2,8 \cdot 10^{16}$ Бк тритію (до 80 г) і до $7,8 \cdot 10^{16}$ Бк тритію (до 220 г) в гідросферу (табл. 3).

Таблиця 2. Оцінка можливих скидів тритію з реакторів, нормалізована на потужність електрогенерації (МБк $\cdot$ (МВт $\cdot$ рік) $^{-1}$) (UNSCEAR 2016)

Table 2. Estimation of possible tritium discharges from reactors normalized to power generation capacity (MBq $\cdot$ (MW $\cdot$ year) $^{-1}$)

Середовище скиду	Тип реактора				
	PWR	BWR	HWR	GCR	FBR
Атмосфера	$1,5 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^5$	$5,0 \cdot 10^3$	$4,9 \cdot 10^4$
Гідросфера	$1,8 \cdot 10^4$	$8,2 \cdot 10^2$	$1,7 \cdot 10^5$	$4,7 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$

Таблиця 3. Узагальнена оцінка можливої емісії тритію з реакторів АЕС світу протягом компанії з урахуванням розпаду станом на серпень 2019 р.

Table 3. Generalized estimation of the possible emission of tritium from the reactors of the world NPPs during the company taking into account the disintegration as of August 2019

Тип реактора	Генерування тритію, г	Викид в атмосферу, г	Скид в гідросферу, г	Сумарна емісія, г
PWR	2960	14	167	182
BWR	1088	1,5	1,0	2,5
HWR	3297	58	49	108
GCR	103	3,5	0,2	3,7
Загалом	7448	78	218	295

З наведених оцінок випливає, що більш небезпечними в сенсі забруднення гідросфери є графітові (GCR), важководні (HWR) та легководні (PWR) реактори, а найбільш потужними постачальниками тритію в атмосферу є важководні реактори HWR. При цьому, лідерами тритієвої емісії в навколишнє середовище виступають Індія, Південна Корея, США, Франція, Російська Федерація та Китай які обумовлюють майже 76 % світової емісії тритію з ядерних реакторів.

Згідно з даними МАГАТЕ, станом на грудень 2018 року в Україні на 15 реакторах чотирьох АЕС вироблено $85,6 \cdot 10^6$ МВт · год, що склало 55,1 % від загального річного виробництва електричної енергії. Розраховані вірогідні викиди тритію в атмосферу за штатного режиму роботи АЕС України можуть складати близько $2,0 \cdot 10^7$ МБк · рік⁻¹ та скиди в гідросферу до $2,4 \cdot 10^8$ МБк · рік⁻¹, що загалом може становити не більше 2,4 % від загальної активності тритію, що генерується в реакторах. Разом з тим, згідно зі звітом Державного комітету з ядерного регулювання України, наданого МАГАТЕ 10.08.2017 р., викиди в гідросферу на діючих АЕС України у 2016 році були стабільно нижче рівнів, встановлених для кожної АЕС (табл. 4). Щодо викидів тритію в атмосферу в звіті за цей період дані відсутні.

Таблиця 4. Зафіксовані скиди тритію в гідросферу та допустимий рівень скидів (ДРС) на АЕС України у 2016 році, МБк · рік⁻¹

Table 4. Fixed tritium discharges into the hydrosphere and allowable discharge level (ADL) at Ukrainian NPPs in 2016, MBq · year⁻¹

Тритій	ЗАЕС	РАЕС	ПУАЕС	ХАЕС	Загалом
Зафіксовані скиди	$1,04 \cdot 10^8$	$2,6 \cdot 10^7$	$3,1 \cdot 10^7$	$8,0 \cdot 10^6$	$2,05 \cdot 10^8$
ДРС	$1,9 \cdot 10^9$	$2,4 \cdot 10^9$	$1,2 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^9$	$4,62 \cdot 10^9$

Примітка: ЗАЕС, РАЕС, ПУАЕС, ХАЕС — атомні станції відповідно: Запорізька, Рівненська, Південно-Українська та Хмельницька.

Note: ZNPP, RNPP, SUNPP, KhNPP — nuclear power plants respectively: Zaporizhzhya, Rivne, South Ukrainian and Khmelnytsky.

Надходження тритію в біосферу з термоядерних реакторів очікується значно більшим, ніж із вже працюючих ядерних реакторів. З десяти систем термоядерного реактора, в яких утворюється тритій, головними є системи інжекції, збору та очищення тритію, бланкет-розмножувачі та системи екстракції тритію з бланкетів (ITER... 2016). Робочі запаси тритію в термоядерному реакторі оцінюються в межах $(0,73-8,7) \cdot 10^{12}$ МБк або від 2,0 до 23,5 кг, а експлуатаційні втрати в період штатної експлуатації можуть варіювати в межах трьох порядків — від $1,7 \cdot 10^3$ до $1,3 \cdot 10^6$ МБк · рік⁻¹ при середньозваженому значенні $1,35 \cdot 10^5$ МБк · рік⁻¹ (ITER... 2016).

Таким чином, середньорічна емісія тритію в біосферу в процесі експлуатації термоядерного реактора може бути оцінена у $(1-3) \cdot 10^5$ МБк · МВт(ел.)⁻¹.

⁶ IAEA PRIS. 2019. *The Database on Nuclear Power Reactors*. available at: <https://www.iaea.org/pris/>

⁷ Report on Nuclear and Radiation safety in Ukraine for 2016: 2017. Available at: <https://bit.ly/32RKwEG>

Переорієнтування енергетичного комплексу на керований термоядерний синтез згідно з оцінками Міжнародної Асоціації «ITER organization» призведе, до щорічного генерування 100–200 кг тритію, необхідних для функціонування термоядерних реакторів, тобто на 2 порядки вище, ніж природний вміст у біосфері та, відповідно, до збільшення надходження тритію у навколишнє середовище (ITER... 2016).

Враховуючи важливість забезпечення безпеки людей та навколишнього середовища від діяльності об'єктів ядерного енергетичного комплексу, під егідою МАГАТЕ у 1997 р. ухвалена міжнародна Об'єднана Конвенція «Joint convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management» (IAEA SSR 2017), яку Україна підписала 29.09.1997 та ратифікувала 24.07.2000. У Конвенції відзначається, що регулювання безпеки є національною відповідальністю. Проте, радіаційні ризики можуть виходити за межі національних кордонів, тому міжнародне співробітництво сприятиме просуванню і зміцненню безпеки в усьому світі шляхом обміну досвідом і вдосконаленням можливостей по боротьбі з небезпеками, запобіганням аварій, реагуванням на надзвичайні ситуації та пом'якшенням будь-яких шкідливих наслідків.

Надходження тритію в біосферу з підприємств з перероблення відпрацьованого ядерного палива

Важливим аспектом Конвенції є регулювання поводження з відпрацьованим ядерним паливом, оскільки у ядерній енергетиці вони є важливим джерелом надходження тритію в складові природно-техногенних систем. Надходження тритію в навколишнє середовище з підприємств з перероблення відпрацьованого палива складаються із газо-аерозольних форм (до 25 %), які потрапляють в атмосферу та на 75 % — із скидів рідкої форми (НТО) у поверхневі та підземні води. Так, переробний завод продуктивністю 1500 т UO_2 на рік, що відповідає встановленій потужності легководних реакторів на рівні 50 ГВт, може викидати в атмосферу $(1-3) \cdot 10^{16}$ Бк тритію в рік (Yegorov 1982). Використання води та азотної кислоти в процесі перероблення 1 т відпрацьованого палива призводить до утворення близько 100 м^3 тритієвих стоків (IAEA... 2004).

До теперішнього часу у світі було перероблено близько $1 \cdot 10^5$ т використаного палива з комерційних енергетичних реакторів, що обумовило надходження в атмосферу $1,15 \cdot 10^{18}$ Бк тритію. Щорічна потужність підприємств з перероблення відпрацьованого ядерного палива становить біля $5370 \text{ т} \cdot \text{рік}^{-1}$ (табл. 5).

Як відмічає Лебарон-Джакобс зі співавторами (Lebaron-Jacobs *et al.* 2009), на заводі La Hague у Франції, щорічно з 1600 метричних тонн ядерного матеріалу виділяється близько 30 г $(1,08 \cdot 10^{16} \text{ Бк} \cdot \text{рік}^{-1})$ тритію. Із заводу з перероблення ядерного палива «Sellafield» (Великобританія) щороку у гідросферу надходить приблизно 8 г $(2,9 \cdot 10^{15} \text{ Бк} \cdot \text{рік}^{-1})$ тритію. На заводі «Tokai Reprocessing Plant», Японія, за період з 1977 до 2008 р. при переробленні 1140 тонн використаного палива було напруцьовано $4,5 \cdot 10^{15}$ Бк $(12,5 \text{ г})$ тритію, який було скинуто в море (Kokubun *et al.* 2011), що призвело до підвищення концентрації тритію у морській воді до $1700 \text{ Бк} \cdot \text{дм}^{-3}$.

Моніторинг впливу на навколишнє середовище заводу по переробленню відпрацьованого палива CORAL (Індія) показав, що викиди тритію відбуваються головним чином у вигляді газу (Sundar *et al.* 2010). При переробленні 1 т палива, з вигорянням 25 ГВт утворюється $2,6 \cdot 10^9$ Бк тритію, з яких у повітря викидається біля 73 % $(1,9 \cdot 10^9 \text{ Бк})$, що при потужності заводу $330 \text{ т} \cdot \text{рік}^{-1}$ (табл. 5) може призвести до надходження у навколишнє середовище до $6,4 \cdot 10^{11}$ Бк.

⁸ Processing of Used Nuclear Fuel. 2017. *World Nuclear Association*. available at: <https://bit.ly/3hKpKgC>

Якщо припустити технологічну подібність перероблення ядерного палива на підприємствах інших країн (за винятком «Tokai Reprocessing Plant», Японія), то вірогідне щорічне надходження тритію у біосферу за наявних потужностей цих підприємств може становити близько 70 г, або $2,5 \cdot 10^{16}$ Бк · рік⁻¹.

Таблиця 5. Потужність підприємств з перероблення відпрацьованого ядерного палива (т · рік⁻¹)

Table 5. Capacity of spent fuel processing enterprises (t · year⁻¹)(Processing... 2017)

Паливо	Країна	Продуктивність, т · рік ⁻¹
3 реакторів PWR	Франція, La Hague	1700
	Велика Британія, Sellafield (THORP)	600
	Росія, Озерск («Маяк»)	400
	Японія, (Rokkasho)	800
Загалом для PWR		3500
3 інших типів реакторів	Велика Британія, Sellafield (Magnox)	1500
	Індія, (HWR, 4 реактори)	330
	Японія, Tokai MOX	40
Загалом ядерне паливо з інших типів реакторів		1870
В цілому невоєнні потужності		5370

Таким чином, сучасні рівні надходження тритію в навколишнє середовище від підприємств ядерної енергетики (АЕС та заводів по переробленню відпрацьованого палива) можуть становити $1,26 \cdot 10^{18}$ Бк · рік⁻¹ (3,5 кг · рік⁻¹). Це більше, ніж у 20 разів перевищує його щорічне утворення з природних джерел (0,15 кг · рік⁻¹) та може обумовлювати щорічне подвоєння загального запасу тритію у біосфері (рис. 5).

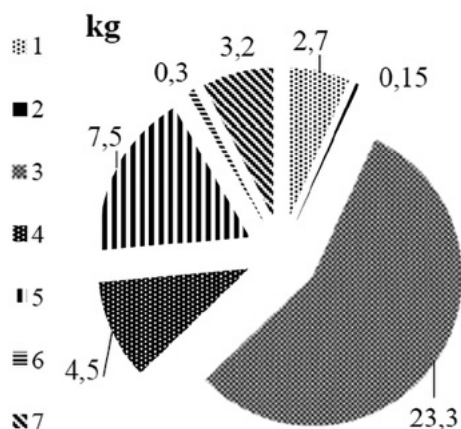


Рис. 5. Головні джерела тритію в природно-техногенних системах (станом на серпень 2019 р.).

1 — вміст природного тритію в природно-техногенних системах; 2 — щорічне утворення природного тритію; 3 — ядерні випробування 1945–1978 рр.; 4 — виробництво люмінофорів; 5 — генерування тритію у ядерних реакторах протягом кампанії; 6 — емісія тритію в навколишнє середовище з АЕС протягом кампанії; 7 — емісія тритію з підприємств перероблення відпрацьованого ядерного палива.

Fig. 5. The main sources of tritium in natural-technogenic systems (as of August 2019).

1 — the content of natural tritium in natural-technogenic systems; 2 — annual formation of natural tritium; 3 — nuclear tests 1945–1978; 4 — production of luminophores; 5 — generation of tritium in nuclear reactors during the campaign; 6, emissions of tritium into the environment from NPPs during the campaign; 7 — tritium emission from spent nuclear fuel processing enterprises.

Очікується, що до 2030 р. у всьому світі буде отримано близько 400 000 тон використаного палива, в тому числі 60 000 тон у Північній Америці та 69 000 тон в Європі. При збереженні сучасних технологій очікуваний викид тритію лише при переробленні цих об'ємів складе до $3 \cdot 10^{19}$ Бк (83,6 кг), що у 2 рази більше його сучасного вмісту в біосфері, сформованому за рахунок природних і техногенних джерел.

Емісія техногенного тритію зі сховищ радіоактивних відходів

Робота сучасних підприємств ядерного паливно-енергетичного комплексу супроводжується постійним напрацюванням різноактивних відходів, які зазвичай є носіями тритію. Деяка їх частина потрапляє на заводи по переробленню відпрацьованого палива. Інша частина потребує відповідного з ними поводження. Після завершення часу придатності різних технічних засобів і приладів, в яких використовується тритій також потребує їх певної утилізації. Для вирішення цих задач Всесвітня ядерна Асоціація, відповідно до прийнятої «Спільної

конвенції про безпеку поводження з відпрацьованим паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами» (IAEA... 2017) надає рекомендації, щодо зменшення негативного впливу роботи підприємств ядерного комплексу на навколишнє середовище.

Згідно з такими рекомендаціями радіоактивні відходи зберігаються, щоб уникнути можливості опромінення людей або інших популяцій. Радіоактивність відходів з плином часу зменшується, забезпечуючи достатній стимул зберігати відходи високого рівня протягом приблизно 50 років перед захороненням. Ряд країн утилізують радіоактивні матеріали, що містять короткоживучі радіоізотопи, в т. ч. тритій, в приповерхневих сховищах, призначених для утилізації низькоактивних відходів (НАВ). Загальноприйняті у світі варіанти утилізації радіоактивних відходів (РАВ) наведено у таблиці 6.

Таблиця 6. Загальноприйняті варіанти утилізації РАВ (UNSCEAR 2016)

Table 6. Common options for radioactive waste disposal

Операції	Існуючі типи відходів	Приклади
Приземне захоронення на рівні землі або в камерах нижче рівня землі (на глибинах десятків метрів)	Низькоактивні відходи (НАВ) та короткоживучі РАВ	Впроваджено в багатьох країнах, в т.ч. у Великій Британії, Іспанії, Нідерландах, США, Україні, Фінляндії, Франції, Чеській Республіці, Швеції, Японії та ін.
Глибинне захоронення в геологічних формаціях (на глибинах від 250 до 1000 м для сховищ в гірських виробках або від 2000 до 5000 м для свердловин)	Довгоживучі РАВ та високоактивні відходи (в т.ч. використане ядерне паливо)	Багато країн виконують дослідження щодо сховищ в глибинних геологічних формаціях в якості офіційної політики щодо поводження з РАВ. Переважаючі ділянки для побудови геологічних сховищ вибрані у Франції, Швеції, Фінляндії та США. Процес відбору ділянок геологічного сховища розпочався у Великобританії та Канаді.

За визначенням МАГАТЕ в цьому варіанті сховищ здійснюється розміщення РАВ з використанням або без інженерних бар'єрів. У приповерхневих сховищах на рівні землі, або нижче її поверхні, захисне покриття має товщину в кілька метрів. Контейнери для відходів поміщаються в побудовані сховища і при заповненні сховищ засипаються. Потім вони покриваються водонепроникною мембраною і верхнім шаром ґрунту. Ці споруди можуть включати деяку форму дренажу і, можливо, систему газовідводу.

У даний час приповерхневі сховища на рівні землі використовують:

- Велика Британія — сховище «НАВ (Drigg)» в Камбрії, кероване «UK Nuclear Waste Management» (консорціум на чолі з «Washington Group International» та «Studsvik UK», Serco & Areva) від імені Управління по зняттю ядерних об'єктів з експлуатації;
- Іспанія — сховище «El Cabril НАВ» і середньо-активні відходи (СAB), експлуатується ENRESA;
- Франція — Центр «de l'Aube», яким керує Національна агенція Франції з поводження з РАВ (АНДРА);
- Японія — Центр утилізації НАВ в Роккашо-Муре, експлуатований «Japan Nuclear Fuel Limited»;
- США — п'ять сховищ для поховання НАВ: об'єкт «Техас Компакт» неподалік від кордону з Нью-Мексико, здійснюваний фахівцями з Управління Відходами, три сховища, керовані компанією Energy Solutions: Барнуелл, штат Південна Кароліна, Клайв, штат Юта та Оук-Рідж, штат Теннессі і сховище Річленд у штаті Вашингтон, яке управляється Американською Корпорацією Екології;
- Україна — Державна корпорація «Українське Державне об'єднання «Радон»» (ДК УкрДО «Радон»), у складі якої експлуатуються п'ять Державних міжобласних спецкомбінатів (ДМСК): Київський, Харківський, Дніпропетровський, Львівський, Одеський. Головним завданням

⁹ World Nuclear Association Storage and Disposal of Radioactive Waste. 2017. available at: <https://bit.ly/332j1IA>

¹⁰ World Nuclear Association Storage and Disposal of Radioactive Waste. 2017. available at: <https://bit.ly/2DkPHnQ>

для ДМСК було визначено виконання робіт зі збору, транспортування, переробки та захоронення РАВ. Основні групи постачальників, від яких надійшли РАВ на спецпідприємства ДК УкрДО «Радон» у 2018 році (% від загального надходження): Державні адміністрації (7 %), медицина та охорона здоров'я (11 %), митниця (9 %), паливно-енергетичний комплекс (11 %), промисловість (19 %), транспорт (7 %), наукові та проектні установи (6 %), структури СБУ, МО та МНС (6 %), освіта і культура (4 %), інші (20 %).

Загалом в Україні у сховищах АЕС, УкрДО «Радон» та об'єкті «Укриття» зберігається близько $6 \cdot 10^{16}$ Бк тритію та майже вдвічі більше емітовано в навколишнє середовище.

Висновки

АЕС та підприємства по переробленню відпрацьованого палива на даний час є ключовими джерелами надходження тритію в біосферу. Наслідком є сучасний вміст тритію в біосфері, який більш, ніж у 15 разів перевищує постійно підтримуваний природний рівень. Головна частина тритію, напрацьованого в ядерних реакторах світу (до 74 %) потрапляє в гідросферу і до 26 % надходить в атмосферу.

Наразі з урахуванням емісії тритію, утвореного при випробуваннях ядерної та термоядерної зброї, напрацьованого на ядерних реакторах, підприємствах з перероблення відпрацьованого ядерного палива та від виробництв джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ) у біосфері надійшло біля $1,22 \cdot 10^{19}$ Бк (34 кг) тритію.

Потужним джерелом тритію можуть невдовзі стати термоядерні реактори. Переорієнтування енергетичного комплексу на керований термоядерний синтез згідно з оцінками Міжнародної Асоціації «ITER organization» призведе, до щорічного генерування 100200 кг тритію, необхідних для функціонування термоядерних реакторів, тобто на два порядки більше, ніж природний вміст у біосфері і, відповідно, до збільшення надходження тритію в навколишнє середовище.

Потенційними джерелами надходження тритію можуть бути також пункти збереження РАВ де в сховищах складовані радіоактивні відходи, що вміщують тритій. Можливість такого розвитку подій підтверджується тим, що за тривалий термін експлуатації сховищ інженерні бар'єри частково втрачають свої захисні властивості, відбуваються радіаційні аварії, які призводять до потрапляння тритію у навколишнє середовище.

Подальша геохімічна історія тритію, що надійшов у біосферу визначається механізмами його утворення та шляхами міграції між компонентами природно-техногенних біогеосистем в залежності від форм його знаходження — газової (НТ), водної (НТО) та органічно зв'язаної (ОЗТ).

Література

- Арцимович, Л. А. 1961. Управляемые термоядерные реакции. Физматлит, Москва, 1–467. [Artsimovich, L. A. 1961. *Controlled Thermonuclear Reactions*. Fizmatlit, Moscow, 1–467. (In Russian)]
- Вакуловский, С. М., А. И. Воронцов, И. Ю. Катрич, И. А. Колосков, Ф. Я. Ровинский, Е. И. Рослый. 1978. Тритий в атмосферных осадках, реках и морях, омывающих территорию Советского Союза. Москва: Атомная энергия, 44 (5): 432–435. [Vakulovsky, S. M., A. I. Voronov, I. Ju. Katrich, I. A. Koloskov, F. Ja. Rovinsky, E. I. Rosly. 1978. Tritium in precipitation, rivers and seas washing the territory of the Soviet Union. *Atomic Energy*, 44 (5): 432–435. (In Russian)]
- Егоров, Ю. А. 1982. Основы радиационной безопасности атомных электростанций. Энергоатомиздат, Москва, 1–236. [Yegorov, Yu. A. 1982. *Fundamentals of Radiation Safety of Nuclear Power Plants*. Energoatomizdat, Moscow, 1–236. (In Russian)]
- Коккедэ, Я. 1971. Теория кварков. Мир, Москва, 1–341. [Kokkede, Ya. 1971. *Quark theory*. Mir, Moscow, 1–341. (In Russian)]
- Ленский, Л. А. 1981. Физика и химия трития. Энергоатомиздат, Москва, 1–110. [Lensky, L. A. 1981. *Physics and chemistry of tritium*. Energoatomizdat, Moscow, 1–110. (In Russian)]
- Подвиг, П. Л. 1996. Термоядерное оружие. Ядерная энциклопедия. Том 1. Благотворительный фонд Ярошинской. Москва, 46–48. [Podvig, P. L. 1996. *Thermonuclear weapons. Nuclear Encyclopedia, Volume 1*. Yaroshinskaya Charitable Foundation, Moscow, 46–48. (In Russian)]

¹¹ Report on Nuclear and Radiation safety in Ukraine for 2016. 2017. Available at: <https://bit.ly/3lhpya>

- Хефеле, В., А. Хармс, К. Марчетти. 1988. Технологические аспекты ядерных энергетических систем с воспроизводством топлива. Энергоатомиздат, Москва, 1–278. [Hefele, B., A. Harms, K. Marchetti. 1988. *Technological Aspects of Nuclear Power Systems with Reproduction of Fuel*. Energoatomizdat, Moscow, 1–278. (In Russian)]
- Bataille, M. C., M. H. Revol. 2001. *Les incidences environnementales et sanitaires des essais nucleaires effectues par la France entre 1960 et 1996 et elements de comparaison avec les essais des autres puissances nucleaires*. Paris, 1–248.
- Betti, M., L. Heras, A. Janssens, et al. 2004. Results of the European Commission MARINA II study: part I — general information and effects of discharges by the nuclear industry. *Journal of Environmental Radioactivity*, **74** (1–3): 243–254.
- Burger, L. L. 1976. *The Conversion of Tritiated Hydrogen to Water in the Atmosphere*. Pacific Northwest Laboratories, Richland, Washington, 1–46.
- Butler, H. L. 1963. Tritium Hazards in Heavy-Water-Moderated Reactors. *Nuclear Safety*, **4** (3): 77–82.
- Green, K., D. Thompson. 1990. The decay of the neutron to a hydrogen atom. *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics*, **16** (4): 75–76.
- Harteck, P. 1954. The relative abundance of HT and HTO in the atmosphere. *Journal Chemical Physics*, **22**: 1746–1751.
- IAEA Technical Reports. 2004. Management of waste containing tritium and carbon-14. *IAEA Series*, **421**: 28–31.
- IAEA SSR. 2017. Safety Standards for protecting people & environment. Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities. *Specific Safety Requirements*. 4. Vienna, 1–160. available at: <http://www-ns.iaea.org/standards/>
- Investigation of the Environmental Fate of Tritium in the Atmosphere*. 2009. Canadian Nuclear Safety Commission, Ottawa, Ontario, 1–110.
- ITER... 2016. *ITER organization magazine*. Viena. Available at: <https://bit.ly/3hu3cjR>
- Jacobs, D. 1968. *Sources of Tritium and its Behavior Upon Release to the Environment*. (AEC critical review series—Oak Ridge). USAEC. Tennessee, 1–98.
- Jones, G. 2007. *PWR Tritium Issues*. 8th International Conference on Tritium Science and Technology. Rochester, New York, 1–26.
- Kokubun, Y., H. Fujita, M. Nakano, S. Sumiya. 2011. Tritium concentration and diffusion in seawater discharged from Tokai Reprocessing Plant. *Progress in Nuclear Science and Technology, Volume 1*. Atomic Energy Society of Japan, 384–387. <https://doi.org/10.15669/pnst.1.384>
- Lebaron-Jacobs L., J. Garmier-Laplace, B. Lopez, et al. 2009. Tritium. *Toxicologie nucleaire environnementale et humaine*, **30**: 575–602.
- Lewis, J. W., L. Xue. 1991. *China Builds the Bomb*. Stanford University Press, 1–352.
- Libby, W. F. 1946. Atmospheric Helium Three and Radiocarbon from Cosmic Radiation. *Physical Review*, **69** (11–12): 671–672.
- Locante, J., D. D. Malinowski. 1973. Tritium in pressurized water reactors. *Messenger Graphics*. Las Vegas, Nevada, 45–57.
- Martin, J. E. 2000. *Physics for Radiation Protection*. N. Y., Wiley Interscience, 1–713.
- McFarlane, J. C., R. D. Rodgers, D. V. Bradley Jr. 1979. Tritium oxidation in surface soils. A survey of soils near five fuel reprocessing plants. *Environmental Science & Technology*, **13**: 607–608.
- Miskel, J. A. 1973. Production of tritium by nuclear weapons. *Messenger Graphics*. Phoenix and Las Vegas, 79–85.
- Oms, P., P. Du Bois, F. Dumas, et al., 2019. Inventory and distribution of tritium in the oceans in 2016. *Science of the Total Environment*, 1289–1303. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02336283>
- Östlund, H. G., R. A. Fine. 1979. Oceanic distribution and transport of tritium. *Behavior of Tritium in the Environment*. IAEA. Vienna, 314–324.
- Otten, E. W., J. Bonn, Ch. Weinheimer. 2006. The Q-value of tritium β -decay and the neutrino mass. *International Journal of Mass Spectrometry*, **251** (2–3): 173–178.
- Sundar M., S. Bala, S. Chandrasekaran, K. C. Ajoy, N. Yuvaraj. 2010. Monitoring of tritium In CORAL reprocessing facility. *Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakkam*, **33** (3): 104–105.
- UNSCEAR. 1977. *Sources and Effects of Ionizing Radiation*. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Report to the General Assembly, with annexes. United Nations sales publication, **E.77.IX.I**: 178–180.
- UNSCEAR... 2016. *Sources, effects and risks of ionizing radiation*. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Report to the General Assembly. ANNEX B: Radiation exposures from electricity generation, 1–110. Available at: <https://bit.ly/2YxduZe>
- UNSCEAR. 2000. *Sources and Effects of Ionizing Radiation*. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Report to the General Assembly, with annexes. United Nations sales publication. **E.77.IX.I**: 158–287.
- Tritium... 1979. *Tritium in the Environment*. National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP), Bethesda, USA, 1–62.
- Wietfeldt, F. E., G. L. Greene. 2011. The Neutron Lifetime. *Reviews of Modern Physics*, **83**: 1–1173.

Постать Валентини Іванівни Бібікової (Зубаревої) в розвитку археозоології

Аліна Вейбер 

Національний науково-природничий музей НАН України (Київ, Україна)

Valentyna Bibikova (Zubareva) and her role in the development of archaeozoology. — A. Veiber. — The study is devoted to the biography and scientific heritage of the outstanding scholar — archaeozoologist Valentyna Bibikova (Zubareva) (1913–1993). She was born on 1 July 1913 in Halturyne village of Viatka district (now Orlov town) of Russia. Her parents, Ivan Zubarev (1884–1921) and Maria Zubareva (1884–1954), were teachers. During 1932–1936, Valentyna Zubareva studied in the Faculty of Biology of Lomonosov State University of Moscow. Her scientific advisor was archaeozoologist Veniamin Tsalkin (1903–1970). After graduating from the university in 1937, Valentyna Zubareva was directed to Kyiv to work in the Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the UkrSSR (now Schmalhausen Institute of Zoology). Almost all her professional activity was connected with the work in the Institute of Zoology and in the National Museum of Natural History. Her interest was focused on the neolithization process, animal domestication, and climatic reconstructions. The most important records of Valentyna Bibikova were the discovery of two new species of birds of the Pliocene, the description of differences between postcranial bones of the bison (*Bison bonasus*) and wild ox (*Bos primigenius*), the interpretation of “Mizyn type” Paleolithic decoration and the discovery of lion bones from eneolithic archaeological sites of Ukraine. She worked with materials from a number of important archaeological sites such as Myrne, Ihren-8, Anetivka II, Tovsta Mohyla, Laspi-7, and others. Based on the result of these studies, Valentyna Bibikova made a reconstruction of the steppe and forest steppe zones in the early Holocene of Ukraine. She also refined the distribution range of the wild ox (*Bos primigenius*), saiga (*Saiga tatarica*), wild horse (*Equus ferus*) and wild boar (*Sus scrofa*). She paid attention to the different kinds of manufacturing traces and taphonomy features of bones. The results of this investigation allowed making palaeoeconomic reconstructions. As a museologist, she actively participated in the creation of the exhibition of the paleontological department of the Natural Museum of Natural History. The work with the archaeozoological material helped to enrich the museum’s collection with osteological material from important archaeological sites. Most of the ideas of Valentyna Bibikova remains important in current studies.

Key words: Valentyna Bibikova, biography, historiography, archaeozoology, history of science.

Вступ

Дослідниця Валентина Іванівна Бібікова (1.07.1913–13.07.1993) відіграла важливу роль в історії розвитку археозоологічної дисципліни, проте її постать досі лишається маловідомою. Сфера наукових зацікавлень дослідниці полягала на вивченні кісток тварин, які походять з різновікових пам’яток археології та природних місцезнаходжень. Проблематика робіт Валентини Іванівни стосувалася реконструкції фауністичних комплексів плейстоцену та раннього голоцену. Вона присвятила низку робіт присвячену опису морфологічних особливостей копитних тварин досліджуваних геологічних періодів. Результати цих досліджень були опубліковані в численних статтях, ставали частинами монографій та фігурували в наукових звітах дослідників пам’яток археології.

Незважаючи на вагомий вклад Валентини Іванівни Бібікової в розвиток археозоологічної думки, історіографічні публікації присвячені її особистості та формуванню наукових поглядів відсутні. Перелік більшості наукових праць В. І. Бібікової був опублікований О. М. Ковальчуком в бібліографічному покажчику «Викопні хребетні України» (Ковальчук 2013). Згадується ім’я В. І. Бібікової в нарисі історії розвитку Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена 1981 р. (Топачевський & Монченко 1981). В книзі зазначені важливі наукові здобутки дослідниці на той час — робота над морфометричною обробкою кісток коней (*Equus ferus caballus* Linnaeus, 1758).

Correspondence to: A. Veiber; National Museum of Natural History, NAS of Ukraine; Bohdan Khmelnytsky St. 15, Kyiv, 01030 Ukraine; e-mail: lusyleakey@gmail.com; orcid: 0000-0002-5178-498X

з поселення енеолітичного часу Дерейвка, а також реконструкція популяції первісного зубра (*Bison priscus deminutus* Vojanus, 1827) з археологічної пам'ятки періоду пізнього палеоліту Амросіївка. У книзі Б. М. Мазурмовича «Розвиток зоології на Україні» ім'я дослідниці, на відміну від багатьох її сучасників, не згадано (Мазурмович 1972). Поточні результати досліджень присвячених біографії Валентини Іванівни були опубліковані у виданні «Природнича музеологія» а також «To dig or not to dig: Інвазивні та неінвазивні методи археології» (Вейбер 2019 a, b). Згаданої літератури недостатньо аби повною мірою описати всі наукові здобутки вченої.

Дослідження біографії та наукового шляху вчених, чий долі пов'язані з різними науковими установами, зокрема ННПМ НАН України, набувають популярності. Дослідження присвячене постаті Євдокії Решетник було здійснене Мариною Коробченко (Коробченко, 2016). Книга, присвячена життєвому та науковому шляху зоолога Миколи Шарлеманя, підготовлена О. В. Василюком (Василюк 2017). Історію життєвого шляху зоолога Сергія Парамонова дослідив А. І. Шаповал (Шаповал 2014). Доля вищезгаданих вчених-зоологів тісно пов'язана з Інститутом зоології АН УРСР, з якого починала свій науковий шлях Валентина Іванівна Бібікова. Всі вони провели за роботою в Інституті і часи окупації (1942–1943 рр.). Через це імена цих дослідників згадувалися в історії значно рідше ніж тих, хто мав змогу вчасно евакуюватися. Ці чинники додають актуальності дослідженню життєвого та наукового шляху Валентини Іванівни Бібікової.

Джерельна база

Джерелами для написання біографії Валентини Іванівни є автобіографія, яка становить собою частину особових справ, які склалися при прийомі на роботу.

Особові справи 1944–1949 рр. та 1969–1979 рр. зберігаються в архіві Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України. В додатках до особових справ був наданий перелік наукових праць вченої, який значно полегшив створення бібліографії. В природничому музеї збереглися письмові нотатки досліджень та частина робочого листування Валентини Іванівни. Вони використані для опису її професійних контактів.

Белику частину фотографій, документів, а також подробиць про життя, надав син Валентини Іванівни та Сергія Миколайовича Бібікових — Андрій Сергійович Бібіков (рис. 1). Колекції остеологічних матеріалів, з якими працювала Валентина Іванівна, допомагають краще зрозуміти методи та підходи, які вона застосовувала до їх вивчення.

Рис. 1. Валентина Бібікова (Зубарева), 1940-ві роки. Фото з архіву А. С. Бібікова.

Fig. 1. Valentyna Bibikova (Zubareva) in the 1940s. From Andriy Bibikov's archive.



Ключові події біографії

Валентина Іванівна Зубарева народилася 1 липня 1913 року в с. Халтурине В'ятської губернії (нині м. Орлов Кіровського краю Російської Федерації). Її батьками були вчителі — Іван Михайлович (1884–1921) та Марія Іванівна (1884–1959) Зубареви. Батько Валентини Іванівни загинув під час подій громадянської війни в м. Джанкой у 1921 році. Мати ж, в подальшому, переїде до м. Києва разом з донькою (рис. 2). Валентина Іванівна пов'язувала своє походження з корінним етносом місцевості — комі. У 1930 році завершила навчання в школі міста В'ятки. У 1930–1932 рр. працювала на заводі «Фізприбор» в м. Кірові на досить трудомісткій посаді токаря-інструментальника. У 1932 році вступає на 1 курс Московського державного університету імені М. В. Ломоносова на біологічний факультет, де навчається за



Рис. 2. Батьки Валентини Бібікової — Іван Михайлович (1884–1921) та Марія Іванівна (1884–1959) Зубареви. Фото з архіву А. С. Бібікова.

Fig. 2. Valentyna Bibikova's parents — Ivan (1884–1921) and Maria (1884–1959) Zubarevs. From Andriy Bibikov's archive.



Рис. 3. Заняття з ембріології, 1934 рік. Валентина Іванівна Зубарева на фото друга з лівої сторони. Фото з архіву А. С. Бібікова.

Fig. 3. During an embryology lesson, 1934. Valentyna Zubareva is the second from the left. From Andriy Bibikov's archive.

спеціальністю «зоологія хребетних» (рис. 3). Науковим керівником Валентини Іванівни був археозоолог Веніамін Йосифович Цалкін (1903–1970).

Під час навчання в університеті Валентина Іванівна виявляє здібності до палеозоології, тому по його завершенні, у 1937 р., була направлена на роботу в Інститут зоології АН УРСР в м. Києві. З 1938 р. дослідниця переведена з посади лаборанта на посаду молодшого наукового співробітника. До початку Другої світової війни дослідниця була заміжня за палеонтологом Іваном Григоровичем Підоплічком (1905–1976). Разом з ним, починаючи з 1940 р., дослідниця працюватиме над розкопками та обробкою кісткового матеріалу з пам'ятки періоду пізнього палеоліту Амвросіївка. Події Другої світової війни перервали плідні дослідження цієї пам'ятки.

З початком війни Валентина Іванівна не мала змоги евакуюватися з Києва, через те, що доглядала за хворою матір'ю. В цей час вона працює на волонтерських засадах в київському госпіталі та авто-хірургічному відділенні № 65. Пізніше продовжила працювати в Інституті зоології, в приміщенні якого, окупаційною німецькою владою було створено Інститут захисту рослин. У 1943 році переїжджає в с. Козацьке Бобровицького району Чернігівської області. З моменту звільнення селища від окупації у квітні 1944 р. Валентина Іванівна працює в сільському госпіталі. Як і більшість людей, які з тих чи інших причин не змогли евакуюватися з окупованих територій, Валентина Іванівна потрапила під пильний нагляд служб безпеки Радянського Союзу. До того ж дослідниця добре володіла англійською та німецькою мовами, через що додатково наражалася на небезпеку.

По завершенні воєнних подій дослідниця повертається в Інститут зоології на попередню посаду. В цей час вона продовжує брати участь в геологічних та археологічних експедиціях в якості палеозоолога. Серед них Єнісейська геологічна експедиція, експедиція на Валдайське узвишшя, археологічні дослідження біля р. Десна, с. Іллінка, античне місто Ольвія та інші. Тісно співпрацює з Інститутом археології АН УРСР та визначає кістки тварин з археологічних пам'яток різного часу. В 1944–1946 рр. викладає курс «Палеонтологія хребетних» на географічному факультеті Київського державного університету (нині Київський національний університет імені Тараса Шевченка).

У 1948 р. дослідниця захищає дисертацію «Реконструкція стада викопних зубрів», в основу якої ляжуть результати дослідження кісток зубрів пам'ятки Амвросіївка.

У 1950 р. Валентина Іванівна виходить заміж за археолога Сергія Миколайовича Бібікова (1908–1988) та переїжджає до нього в м. Ленінград. В 1951 році у них народжується син — Андрій Сергійович Бібіков. В Ленінграді вона співпрацює з такими відомими палеонтологами як М. К. Верещагін, В. Е. Гарутт К. Б. Юр'єв, та І. А. Єфремов. Працює над визначенням теріофаун з місцезнаходжень пізнього плейстоцену як Ошурково та Тологой. В подальшому дослідники нададуть для постійної експозиції відділу палеонтології Центрального науково-природничого музею (нині ННПМ) зразки фрагментів кісток представників динозаврової фауни, а також гіпсовий зліпок дитинча мамута (Діми).

По поверненні до Києва у 1956 році, Валентина Іванівна продовжує працювати в музеї, де залишається до кінця своєї наукової діяльності. Також тісно співпрацює з Інститутом археології АН УРСР. Неодноразово приймає участь в польових дослідженнях Кримської палеолітичної експедиції.

З 1971 року Валентина Іванівна стає членом міжнародної комісії з розробки методик археозоологічних досліджень (International Council for archaeozoology).

Валентина Іванівна пішла з життя 13 липня 1993 року. Похована разом з чоловіком — Сергієм Миколайовичем Бібіковим — на Байковому кладовищі.

Науковий шлях

Ранні дослідження В. І. Зубаревої пов'язані із описом викопної орнітофауни із місцезнаходження пліоценового часу (5.333–2.58 мрт) Одеські катакомби. Першовідкривачем місцезнаходження був Тимофій Григорович Грицай (1904–1980). Саме на честь дослідника, у 1939 році Валентиною Іванівною був описаний вид *Gryzaja odessana* Zubareva, 1939 за знахідками двох уламків правої та лівої тибіо-тарсальних кісток цих птахів. В наступних працях, дослідниця описує вид давнього марабу (*Leptoptilus pliocenicus* Zubareva, 1948) (Зубарева 1948). У 1967 році результати цього дослідження були переглянуті та опубліковані орнітологом М. А. Воїнственським. Дослідник уточнив, що знахідки кісток *Gryzaja odessana* не належать подібним до гагар водоплавним птахам, як описувала Валентина Іванівна. Натомість рештки цього птаха відносяться до ряду Otidiformes (дроховоподібні) (Воиственский 1967). Видова приналежність *Leptoptilos pliocenicus* (Марабу) в подальшому була підтверджена групою французьких дослідників під керівництвом Антуана Лучарта (Antoine Louchart). Дослідники доповнили дані Валентини Іванівни матеріалами сучасних знахідок місцезнаходжень Омо та Уругус (Ефіопія) (Louchart *et al.* 2005).

У 1935 році археологом Віктором Михайловичем Євсєєвим (1912–1955) було відкрито пам'ятку пізнього палеоліту Амвросіївка (Донецька обл.). Вона являла собою місце полювання давньої людини на зубрів загінним методом. Починаючи з 1939 року, Валентина Іванівна разом з Іваном Григоровичем Підоплічком бере участь у польових дослідженнях цього кістковища. На основі отриманих результатів в процесі дослідження пам'ятки Амвросіївка дослідниця підготує дві публікації. В статті «Про деякі біологічні особливості первісного зубра» Валентина Іванівна подала результати опрацювання понад 32 тис. фрагментів кісток зубрів, які походять від мінімум 114 особин (Бибикова 1950) (рис. 4). Зубри належать до коротконогого варієтету четвертинного зубра — *Bison priscus deminutus* Gromova, 1935. За останніми даними досліджень на пам'ятці Амвросіївка виявлено близько 1000 особин зубра (Кротова 2013). На сучасному етапі дослідження кісткового матеріалу групою австралійських вчених під керівництвом Жульєна Собріра (Julien Soubrier) були здійснені генетичні аналізи. Було з'ясовано, що іще близько 120 тис. р.т. первісні зубри і тури могли гібридизуватися, а в сучасних зубрів (*Bison bonasus* Linnaeus, 1758) присутній їх генетичний матеріал (Soubrier *et al.* 2016).



Рис. 4. Скелет первісного зубра з пізньопалеолітичної пам'ятки Амвросіївка.

Fig. 4. Skeleton of the bison from Amvrosiivka Upper Paleolithic site.

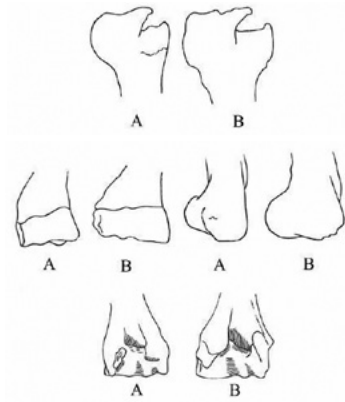


Рис. 5. Креслення зі статті В. І. Бібікової про відмінності будови посткраніального скелету зубрів і турів. Креслення зображують відмінні риси між різними частинами плечової кістки (А) зубра та (В) тура.

Fig. 5. Illustration from V. Bibikova's article about the distinction between postcranial bones of the bison and wild ox. The drawing shows the morphological difference between different parts of the humerus of the bison (A) and wild ox (B).

Дослідження кісткового матеріалу викопних зубрів дозволило визначити характерні риси, за якими можна відрізнити їх рештки від решток тура (*Bos primigenius* Vojanus, 1827). Стаття «Про деякі відмінні риси в кістках кінцівок зубра та тура» стала першим в світі дослідженням на дану тематику (Бибикова, 1958) (рис. 5). До подальших досліджень різниці посткраніального скелету зубра і тура варто віднести праці С. Олсена та С. Брауна (Olsen 1965; Browne 1983). Сучасні дослідження цієї проблематики сконцентровані на опрацюванні локальних матеріалів кісткових решток зубрів і турів та розробки способів їх розрізнення між собою. Наприклад, Генрі Гі, дослідив кістки зубрів і турів, знайдені на території Великої Британії (Gee 1992). Матеріали території Канади опрацьовувала група дослідників під керівництвом Дарлен Мак-Квайг (McCuaig & Cumba 1992).

Робота над кістками зубрів продовжилась і в Ленінграді. Дослідниця визначає кістки зубрів місцезнаходжень Ошурково та Тологой разом з палеонтологами М. К. Верещагіним, В. Е. Гартуттом та К. Б. Юр'євим (Бибикова *et al.* 1953). По поверненні до Києва, у 1956 році, Валентина Іванівна визначає археозоологічний матеріал з низки знакових археологічних пам'яток, таких як Печера Темна, Ольвія, Аман-Кутан I, Дерев'янка, Фатьма-Коба, і Товста могила. Під час опису матеріалу дослідниця не лише визначала до виду кісткові рештки тварин, але й приділяла увагу морфометричним показникам, стану збереженості кісток, а також слідам обробки на них. Такі методологічні нововведення остаточно перетворили археозоологію на міждисциплінарну галузь знань. Археозоологія значною мірою допомагає реконструювати економіку давніх суспільств, визначити способи поводження людини з продукцією тваринного походження та з'ясувати способи адаптації давніх племен до умов навколишнього середовища.

Результати опрацювання фауністичного матеріалу з низки археологічних пам'яток дозволили реконструювати кліматичні зони та особливості змін теріокомплексів в плейстоцені та ранньому голоцені території України. Дослідниці вдалося виокремити види тварин, які умовно характерні для степових та лісових регіонів. Завдяки накопиченим даним видового визначення теріофауни різновікових археологічних пам'яток вдалося прослідкувати як змінювались природні зони та ландшафти в різні історичні та геологічні епохи (Бибикова 1963). Наприклад, вдалося реконструювати ареали існування дикого кабана (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758)

Працюючи над фауністичними матеріалами пам'яток раннього голоцену, які синхронні з історичними періодами мезоліту, неоліту та енеоліту, важко оминати тему процесів появи свійських тварин на території України. До питань виокремлення початків відтворювального господарства Валентина Іванівна підходила дуже обережно. Намагалася працювати з матеріалами пам'яток з доброю стратифікацією, які дозволяли мінімізувати проблему перемішування матеріалу з різних археологічних шарів.

Классификация	Количество костей	Материальное число особей
Криворот, <i>Canis lupus</i> "мт"		
Возмозно <i>Canis familiaris</i>	205	18
Коза домашняя - <i>Ovis aries</i>	160	24
Олень домашний - <i>Ovis aries</i>	226	40
Коза и овца. Больше не определено. <i>Capra hircus</i>	734	43
Олень домашний - <i>Sus domestica</i>	225	23
Олень домашний - <i>Canis domesticus</i>	241	8
Волк - <i>Canis familiaris</i>	24	3
Волк - <i>Canis familiaris</i>	15	3
Баран - <i>Ovis</i>		
Антилопа - <i>Ovis</i>	23	5
Олень - <i>Capra</i>	186	16
Олень - <i>Capra</i>	42	3
Олень - <i>Canis aures</i>	2	1
Тигр - <i>Felis tigris</i>	1	1
Барук - <i>Meles meles</i>	1	1
Дикобраз - <i>Hystrix</i>	2	1
Собака - <i>Canis</i>		
Всего	2184	190

Fig. 6. Notes on the species composition from the Near East Neolithic settlement Jarym-Tepe II. Valentyna Bibikova confirmed the presence of domestic animals in the Near East in the VI millennium B. C. Publication of these materials made her well known in the scientific community.



Fig. 7. Valentyna Bibikova, 1976. During this time, Valentyna Bibikova works with faunal remains from important Mesolithic and Neolithic archaeological sites such as Girzheve, Myrne, Lasp-7, Jarymtepe II, and others. The results of this investigation were used in the reconstruction of the early Holocene mammal fauna. From Andriy Bibikov's archive.

Цю думку було підтверджено завдяки подальшим дослідженням кісткових решток тура з різновікових пам'яток території України. Спільно з Н. Г. Тимченко (Білан) дослідниці підтвердити думку, що тварина не була одомашнена на території України (Бібікова & Тимченко 1971) (рис. 7).

Натомість вивчення кісток коней з поселення середньостогівської енеолітичної культури Дерев'янка вказало на те, що рештки коней відносились до одомашненої форми. Дослідниця припустила, що в V–IV тис. до н.е. склалися придатні умови для одомашнення коней (Бібікова 1969). Подальші дослідження матеріалу з Дерев'янки проведено Маршою Левін (Marsha Levine). Результати її досліджень, які також базувалися на морфометричних показниках, вказали навпаки на дику форму тварин (Levine 1990). На думку Л. Л. Залізняка ми можемо впевнено судити про використання коней починаючи від синташинської або бабинської культури початку II тис. до н.е. (Залізняк 2013).

У статті «Кісткові рештки левів з енеолітичних поселень Північно-Західного Причорномор'я» подає детальний опис кісток левів з поселень усатівської енеолітичної культури Маяки та Болград (Бібікова 1973). Результати видового визначення були опубліковані в супроводі морфометричних даних та фотографій. До публікації цих знахідок, рештки левів (*Felis leo* Linnaeus, 1758) знаходили лише в контексті Ольвійського поселення античного часу. Їх присутність у вибірках попередники, В. І. Громова та В. О. Топачевський, пояснювали ввезенням цих тварин для звіринців, які були притаманними для періоду античності (Громова 1928). Дослідниця утрималася від інтерпретацій присутності кісток левів в матеріалах вибірок досліджуваних пам'яток, що сприяло появі дискусій про ареал існування левів в ранньому голоцені (Журавльов 2016).

Завдяки накопиченню великої кількості даних з пам'яток та місцезнаходжень плейстоцену В. І. Бібіковій разом з Н. Г. Білан вдалося доповнити данні про географічну зональність цього періоду. Зокрема, реконструювати угруповання фаун всередині «мамонтового теріокомплексу» (24–12 тис. р. т.). В статті «Локальні варіанти та групування пізньопалеолітичного теріокомплексу Південно-Східної Європи» вони виокремили фауністичні угруповання для пізнього плейстоцену, зокрема Середньодніпровське, де переважав мамонт та Степове, де переважали коні та зубри (Бібікова & Белан 1973). Результати визначення цих угруповань в подальшому доповнять реконструкції господарсько-культурних типів та культурно-історичних спільностей населення пізнього палеоліту (Гладких 1977).

Зрілі дослідження В. І. Бібікової пов'язані з опрацюванням археозоологічних матеріалів з низки важливих пам'яток раннього голоцену, які відповідали таким історичним періодам як фінальний палеоліт, мезоліт та неоліт. Зокрема Мирне, В'язівка 4а, Ігрень (Огрень 8), Білолісся, Анетівка II, Гіржеве, Петровська балка та Ласпі 7. Дослідниці вдалося реконструювати склад фауни раннього голоцену, виокремити основні промислові види тварин, визначити їх господарське значення. У мезолітичній пам'ятці Криму Ласпі 7 В. І. Бібіковою були зафіксовані рештки видри (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758). Дослідниця пояснила цей факт наявністю більшої кількості прісноводних водойм на території Криму придатних для існування цієї тварини (Бібікова 1982).

З мезолітичних пам'яток Криму дослідниця працювала над матеріалами багатощарової пам'ятки Фат'ма-Коба досліджуваної експедицією під керівництвом С. М. Бібікова. Валентина Іванівна зауважила повну відсутність кісток риб на пам'ятці і пов'язала це з поганими умовами для їх збереження. Також звернула увагу на те, що в нижніх шарах пам'ятки (шанкобинська культура) кістки ссавців збереглися в кращому стані ніж у верхньому (мурзаккобинська культура). На думку Валентини Іванівни це могло бути наслідком нестачі м'ясної їжі та намагання мешканців поселення використати весь поживний потенціал тваринної продукції. Також дослідниця звернула увагу на те, що в нижніх шарах пам'ятки переважають рештки оленя, а у верхніх — свині. Серед кісток свиней більша їх частина належала новонародженим та молодим особинам. Дослідниця припустила, що можливо, на території Криму в

мезоліті відбувалися спроби їх одомашнення. Підтвердження цієї гіпотези, на її думку, можливо лише після створення великої бази даних промірів кісток свиней знайдених в контексті археологічних пам'яток раннього мезоліту та неоліту (Бибикова 1959). Сучасні генетичні дослідження кісток свиней, які були відібрані з одночасових пам'яток Криму підтвердили дику форму цих тварин (Laurent *et al.* 2019).

Отже дослідження Валентини Іванівни Бібікової мали багато напрямків, серед них палеоорнітологія, морфологія хребетних тварин, реконструкція групування теріокомплексів у плейстоцені та голоцені. Морфометрична обробка кісток тварин дозволили доповнити дані про такі види як сайгак, тарпан та тур. Дослідниця детально описувала рештки і рідкісних видів, як наприклад, рештки видри в пам'ятках Криму та левів з території півдня України. Під час роботи з вибірками матеріалів дослідниця зазначала не лише аспекти важливі для палеозоологічних реконструкцій, але й деталі пов'язані з людською діяльністю. Наприклад, сліди обробки на кістках тварин, стан їхньої збереженості. Такі дослідження стануть основою для подальших палеоекономічних реконструкцій. До Валентини Іванівни ніхто з дослідників не звертав уваги на ці деталі.

Участь в розбудові відділу палеонтології ННПМ НАН України

Велика частина професійної діяльності Валентини Іванівни Бібікової була присвячена розвитку Центрального науково-природничого музею. В експозиції відділу палеонтології Музею присутня реконструкція зовнішнього вигляду дрохви (*Gryzaja odessana* Zubareva, 1939), яку описала Валентина Іванівна на початку свого наукового шляху (Zubareva 1939). Автором зображення став художник Геннадій Глікман (1921–1991).

У 1940–1950 рр. дослідниця опрацьовує велику кількість решток первісних зубрів (*Bison priscus deminutus* Bojanus, 1827) з кістковища пам'ятки Амвросіївка. Валентиною Іванівною були відібрані цілі кістки аби змонтувати скелет цієї тварини. В експозиції музею також представлені горизонтальний та вертикальний моноліти з культурного шару пам'ятки.

З розвитком відділу палеозоології та Палеонтологічного музею Інституту зоології АН УРСР, а пізніше відділу Центрального науково-природничого музею АН УРСР напрям археозоологічних досліджень набуває популярності. Вивченням кісткового матеріалу з археологічних пам'яток починають займатися І. Г. Підоплічко, Н. Л. Корнієць, Н. Г. Тимченко (Білан) та О. П. Журавльов. Археозоологічні дослідження потребують роботи з порівняльними колекціями різних груп тварин. Разом з І. Г. Підоплічком та співробітниками відділу палеозоології Валентина Іванівна бере участь у створенні порівняльної колекції теріофауни — майбутньої бази для розвитку археозоологічних досліджень.

Велика кількість кісткових решток тварин, які походять з різновікових пам'яток археології була передана музею для опрацювання Валентиною Іванівною. Наприклад, вибірки кісток з таких пам'яток як Мирне, В'язівка 4а, Ярим Тепе II, Базьків острів. Сьогодні вони становлять собою частину наукового фонду музею.

Одним з результатів багаторічних досліджень мезоліту та неоліту України стало оформлення вітрин постійно діючої експозиції природничого музею, які присвячені промисловим тваринам мисливців кам'яного віку та процесам одомашнення диких тварин.

Професійні контакти (за матеріалами листування)

Професійні контакти Валентини Іванівни найкраще розкриває робоче листування. Велику кількість листів, адресованих Валентині Іванівні, становлять листи від археологів. Більшість з них надходило з проханням визначити матеріал або зробити уточнення з приводу отриманих результатів. Одним з таких, є лист Валентини Іванівни до археолога Рауфа Магомедовича Мунчаєва. В ньому вона ствердно відповіла на запитання про те, чи має вона час і можливість опрацювати остеологічні матеріали неолітичного поселення Ярим-Тепе II. «Мене, як Ви знаєте, цікавить проблематика доместикації тварин та історія їх господарського використання. Мої дослідження з історії тваринництва в Південно-Східній Європі, в тому чи іншому

ступені, перегукуються тематично та хронологічно зі Сходом» — пише Валентина Іванівна досліднику у 1971 році.

Збереглися листи з проханням визначити матеріал також від інших археологів. Наприклад, від дослідниці пам'ятки Петровська балка С. В. Гумаш'ян; дослідниці неолітичного поселення Лизогубівка В. І. Непріної; археолога В. Г. Збеневича з приводу визначення фауни поселення енеолітичного часу Маяки. Нерідко такі листи надсилались у супроводі поштових посилок разом з вибірками кісткового матеріалу.

Наступну групу листів становить листування та наукова дискусія з колегами археозоологами та палеонтологами. Найбільша кількість листів отримана від директора Інституту зоології та ботаніки Естонії Кал'ю Паавера. Здебільшого він прохав надіслати йому окремі номери українських зоологічних видань або радив Валентині Іванівні нові роботи на теми її досліджень. У 1977 році, дослідник пише: «Обставини склались так, що мені довелось, як Ви знаєте, взяти на себе обов'язки директора інституту. З цим пов'язані зміни в характері моєї діяльності. Для археозоології тепер залишається мало часу». Він додає, що покладає багато надій на дослідження Валентини Іванівни в цій сфері. Під час листування дослідники у схвальному ключі згадують здобутки сучасників — археозоологів В. Й. Цалкіна та С. М. Боголюбського.

За професійною порадою до Валентини Іванівни звертається і білоруська дослідниця-археозоолог Віра Василівна Щеглова. В листі вона коротко характеризує свої здобутки по опрацюванню остеологічних матеріалів ряду пам'яток раннього Середньовіччя і запитує Валентину Іванівну, чи можливо на базі цих результатів захистити докторську дисертацію?

Обміном думками на рахунок археозоологічних методів відбувався із Алісією Лясотою-Москалевською (Alicja Lasota-Moskalewska). У 1982 році дослідниця надіслала Валентині Іванівні власну статтю про зміни в будові каналів гаверса у свиней внаслідок одомашнення. В подальшому Алісія Лясота-Москалевська стане засновницею варшавської школи археозоології (рис. 8).

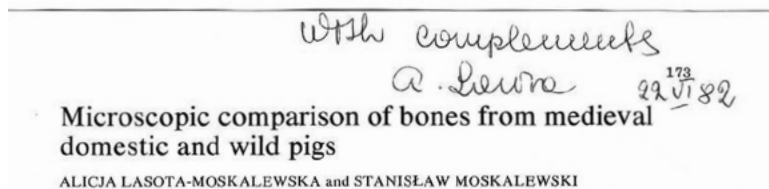


Рис. 8. Автограф Алісії Лясоти-Москалевської на висланій статті.

Fig. 8. The signed copy of the archaeozoologist Alicja Lasota-Moskalewska's article.

Один з листів Валентини Іванівни адресований до фахівця із первісного мистецтва Бориса Олексійовича Фролова. Вона ділилася з ним своїми ідеями з приводу інтерпретації «мізинського орнаменту»: «Хочу звернути вашу увагу на суміжність зон розповсюдження геометричного орнаменту, так би мовити «мізинського типу» з зонами найбільшої щільності популяції мамута — саме на території Південно-Східної та Центральної Європи. В цих місцях життя людських спільнот було особливо тісно пов'язане з мамутом. Постійне «спілкування» з кістками мамута та особливо з його бивнями не могло не сприяти відкриттю мешканцями Мізинської стоянки чудового візерунка, який проступає на зрізах його бивнів. Вам, як і всім нашим палеолітичникам, є цілком зрозумілим, що основою існування людських колективів на цій території був мамут. Природньо, що саме з ним були пов'язані також ірраціональні уявлення давньої людини».

Одну з найбільш чисельних груп листів становлять запрошення на міжнародні конференції та конгреси, подяки за надіслані примірники статей. Таким чином, дослідниця підтримувала контакт з Гюнтером Нобісом (Gunter Nobis) з університету м. Кельн, Августо Азароллі (Augusto Azarolli) з університету в м. Рим, археозоологом Франсуа Попліном (Francois Poplin) з природничого музею м. Париж. Археозоолог Ісак Гюстаф Класон з Університету Гронінгена

(Нідерланди) запрошував Валентину Іванівну виступити з лекцією. Нідерландська дослідниця Аннеке Класон (Anneke Clason) в своєму листі запрошує Валентину Іванівну долучитися до роботи міжнародної археозоологічної ради (International Council for Archaeozoology).

Отже, листування свідчить про те, що Валентина Іванівна Бібікова була повноцінним учасником дискурсу міжнародної спільноти археозоологів. Її ідеї цінувалися не лише в межах країн Радянського Союзу, але й багатьох країнах Європи.

Учні та коло спілкування

Великий вплив на роботи Валентини Іванівни мали дослідження попередників — Віри Ісаківни Громової (1891–1973) та Веніаміна Йосиповича Цалкіна (1903–1970). Валентина Іванівна доповнить дані зібрані Вірою Громовою стосовно диких коней — тарпанів. Як і Віра Громова, яка описала різницю в елементах поскраніального скелету різних видів кіз та овець, дослідниця опише різницю між туром та зубром (Громова 1953). Продовжить досліджувати матеріали Ольвії та пам'яток кам'яного віку Криму. Протягом всієї професійної діяльності, Валентина Іванівна буде підтримувати контакт зі своїм науковим керівником — Веніаміном Йосифовичем Цалкіним. Його підходи щодо вивчення матеріалу та реконструкції процесів доместикації тварин дослідниця буде розвивати в своїх роботах. Протягом свого подальшого наукового шляху в 1961 році Валентина Іванівна зробить публікацію присвячену 60-річчю Веніаміна Йосифовича, а у 1971 році відгук на його монографію «Найдавніші свійські тварини Східної Європи». Водночас Веніамін Йосифович буде неодноразово згадувати її дослідження в своїх працях (Цалкин, 1970). Валентина Іванівна підтримувала дружні контакти з дослідницею — орнітологом Бордзіловською Надією Петрівною (1897–1997), археологом Владиславом Йосифовичем Равдонікасом (1894–1976).

До учнів Валентини Іванівни варто віднести Надію Григорівну Тимченко (Білан). Вона займалася археозоологічним матеріалом, який походить з середньовічних пам'яток території України — Монастирок, Воїнь, городищ Трахтемирівське та Башмачка. В пізніх своїх роботах Надія Григорівна також працює з матеріалами пізнього плейстоцену — Гінці та Межиріч. Спільні роботи з Валентиною Іванівною пов'язані з дослідженням кісткових решток тура з середньовічних, реконструкції груп теріокомплексів в пізньому плейстоцені та опису загальних рисам мисливського господарства в різні історичні періоди. З учнем Андрієм Старкіним дослідниця описала матеріали з пізньопалеолітичного поселення Анетівка II. Багато посилань на результати досліджень Валентини Іванівни в узагальнюючій монографії Олега Петровича Журавльова «Фауна України: археозоологічні дослідження» (Журавльов 2016). Результати вивчення В. І. Бібіковою решток тарпанів з різних місцезнаходжень були використані Д. М. Дригантом під час опису коней з пізньоплейстоценового місцезнаходження Винява (Дригант 2006). Будова зубів плейстоценових коней з місцезнаходження Винява є подібним до будови зубів тарпанів описаних дослідницею. На думку Д. М. Дриганта, ці коні можуть належати до різних підвидів тарпана.

Добрі спогади про Валентину Іванівну залишилися і в колег-сучасників. Зокрема, археолог Михайло Гладких зазначає, що реконструкції теріокомплексів плейстоцену, які розробила Валентина Іванівна, відіграли важливу роль у розвитку його концепції історико-культурних спільностей пізнього палеоліту території України. Палеонтологи Павло Васильович Пучков та Леонід Іванович Рековець зазначають, що дослідниця завжди готова була допомогти молодим фахівцям, надавала низку порад, а також вчитувала роботи, які пов'язані з археозоологією (рис. 9).

Публікації Валентини Іванівни популярні й цитовані в наш час. За даними платформи Google Scholar Валентина Іванівна входить до сімки найбільш цитованих авторів ННПМ, з індексом Гірша $h = 14$ (Профіль 2019). Найбільш цитовані роботи дослідниці пов'язані з опрацюванням енеолітичного поселення Дерев'янка, реконструкцією природних зон плейстоцену та голоцену, а також інтерпретацією «мізинського меандру».

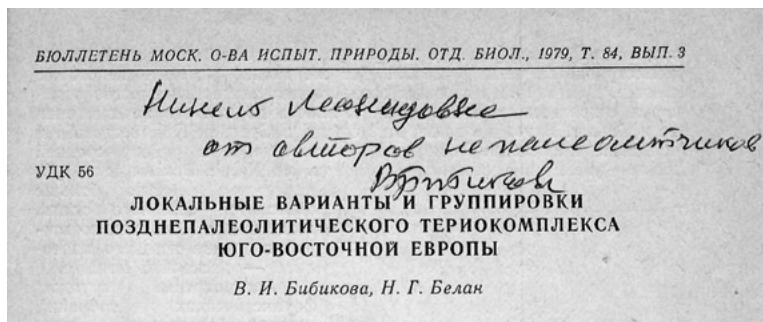


Рис. 9. Дарчий підпис В. І. Бібікової для колеги Н. Л. Корнієць: «Для Нінель Леонідівни від авторів непалеолітиків».

Fig. 9. A copy of V. Bibikova's article signed for her colleague N. Korniets: "To Ninel' Leonodivna from the authors, who are not researcher of the Paleolithic".

Висновки

Незважаючи на вагомий внесок в розвиток археозоології постать Валентини Іванівни Бібікової була маловідомою. Це дослідження мало на меті показати багатоманітність та важливість її здобутків.

Визначення колекцій матеріалів низки ключових археологічних пам'яток стали підставою реконструкції мисливства різних періодів кам'яного віку.

В своїх працях дослідниця запровадила багато нових підходів, серед яких ретельне дослідження морфологічної мінливості тварин, стану збереженості кісток та опису слідів людської діяльності на них. Всі ці нововведення піднесли археозоологію на новий якісний рівень.

Вирішуючи дослідницькі завдання, Валентина Іванівна вийшла за межі видового визначення фрагментів кісток. В своїх працях дослідниця знаходила цікаві сюжети, зокрема про рештки видри в матеріалах пам'ятки приморського узбережжя, про знахідки кісток левів з поселень енеолітичного часу, про подібність дентинові будови бивня мамута з «мізинським орнаментом» періоду палеоліту.

Загальносвітове значення мають праці, присвячені опису нових видів викопних птахів пліоценового часу, розрізненню елементів посткраніального скелету між зубром і туром та підтвердження близькосхідного центру одомашнення деяких копитних тварин.

Відтак Валентину Іванівну Бібікову можна зарахувати до найбільш важливих персоналій в історії розвитку світової археозоології.

Подяка

Авторка висловлює щирю вдячність Андрію Сергійовичу Бібікову за уточнення даних про життя і діяльність дослідниці та надані фотографії і документи.

Література

- Бибикова, В. И. 1950. О некоторых биологических особенностях первобытного зубра. *Бюллетень МОИП. Отделение биологии*, **55** (5): 35–43. [Bibikova, V. I. 1950. About some biological peculiarities of ancient bison. *Bulletin of Moscow Soc. Nat. Researchers. Dept. Biol.*, **55** (5): 35–43. (In Russian)]
- Бибикова, В. И., Н. К. Верещагин, В. Е. Гаррут, К. Б. Юрьев. 1953. Новые материалы по четвертичной фауне Забайкалья (Ошурково, Тологой). *Материалы и исследования археологии АН СССР*, **39**: 463–475. [Bibikova, V. I., N. K., Vereshchagin, V. E. Garutt, K. B. Yurjev. 1953. The new data about quaternary fauna of Baikal region (Oshurkovo, Toloi). *Materials and Investigations of Institute of Archaeology AS USSR*, **39**: 463–475. (In Russian)]
- Бибикова, В. И. 1958. О некоторых отличительных чертах в костях конечностей зубра и тура. *Бюллетень МОИП. Отделение биологии*, **63** (6): 23–35. [Bibikova, V. I. 1958. About the distinction between postcranial bones of bison and wild ox. *Bulletin of Moscow Soc. Nat. Researchers. Dept. Biol.*, **63** (6): 23–35. (In Russian)]
- Бибикова, В. И. 1959. Фауна из навеса Фатма-Коба (Предварительное сообщение). *Краткие сообщения института археологии*, **8**: 122–124. [Bibikova, V. I. 1959. Fauna from the Fatma Koba cave. *Brief Communications of the Institute of Archaeology*, **8**: 122–124. (In Russian)]
- Бибикова, В. И. 1963. Из истории голоценовой фауны позвоночных в Восточной Европе. *Природная обстановка и фауны прошлого*, **1**: 119–146. [Bibikova, V. I. 1963. From the history of vertebrate fauna in early holocene in Eastern Europe. *Nature and Fauna in the Past*, **1**: 119–146. (In Russian)]

- Бибикова, В. И. 1965. О происхождении мезинского палеолитического орнамента. *Советская археология*, 1: 3–8. [Bibikova, V. I. 1965. On the origin of Mezyn type of Paleolithic ornament. *Soviet Archaeology*, 1: 3–8. (In Russian)]
- Бібікова, В. І. 1969. До історії domestикації коня на південному сході Європи. *Археологія*, 22: 55–67. [Bibikova, V. I. 1965. From the history of the horse domestication in the south Eastern Europe. *Archaeology*, 22: 55–67. (In Ukrainian)]
- Бибикова, В. И. 1970. Остатки субфосильного тарпана на Украине. *Основные проблемы териологии: Эволюция, зоогеография, экология и морфология млекопитающих и происхождение домашних животных*, 6: 97–114. [Bibikova, V. I. 1970. The Remains of the wild horse in Ukraine. *The Basic Problems of Theriology: Evolution, Zoogeography, Ecology and Morphology of Mammals and the Origin of the Domestication Animals*, 6: 97–114. (In Russian)]
- Бібікова, В. І., Н. Г. Тимченко. 1971. Рештки тура із середньовічних поселень України. *Збірник праць зоологічного музею Інституту зоології АН УРСР*, 34: 120–125. [Bibikova, V. I., N. G. Tymchenko. 1971. The remains of wild ox from the medieval settlement of Ukraine. *Proceeding of Zoological Museum*, 34: 120–125. (In Ukrainian)]
- Бибикова, В. И. 1973. Костные остатки льва из энеолитических поселений Северо-Западного Причерноморья. *Вестник зоологии*, 1: 57–63. [Bibikova, V. I. 1973. The lions remains from the eneolithic settlements of north-western Black Sea region. *Vestnik zoologii*, 1: 57–63. (In Russian)]
- Бибикова, В. И., Н. Г. Белан. 1973. Локальные варианты и группировки позднепалеолитического териокомплекса Юго-Восточной Европы. *Бюллетень МОИП. Отделение биологии*, 84 (3): 3–14. [Bibikova, V. I., Bilan N.G. 1973. The place based groups of mammals of Upper palaeolithic fauna of Ukraine. *Bulletin of Moscow Soc. Nat. Researchers. Dept. Biol.*, 84 (3): 3–14 (In Russian)]
- Бибикова, В. И. 1981. Животноводство в Северной Месопотамии в V тысячелетии до н. э. (по материалам поселения Ярм-Тепе II). *Ин: Мунчаев Р. М., Н. Я. Мерпет. Раннеземледельческие поселения в Месопотамии: исследования советской экспедиции в Ираке*. Наука, Москва, 1–319. [Bibikova, V. I. 1981. The animal husbandry in Northern Mesopotamia in Vth millenium B.C. (by the materials of Jarim-Tepe II settlement. *In: Mynchaev R., Merpet N. Earliest agricultural settlements of northern Mesopotamia*. Science, Moscow, 1–319. (In Russian)]
- Бибикова, В. И. 1982. Остатки речной выдры (*Lutra lutra*) из раннеголоценовых отложений Крыма. *Вестник зоологии*, № 2: 8–13. [Bibikova, V. I. 1982. The remains of otter (*Lutra lutra*) from the early holocene of Crimea. *Vestnik Zoologii*, No. 2: 8–13. (In Russian)]
- Василюк, О. В. 2017. Микола Шарлемань: напроєсні заповідної справи. LATsK, Київ, 1–420. [Vasyliuk, O. V. 2017. Mykola Sharleman: at the beginning of natural reserve business. LATsK, Kyiv, 1–420. (In Ukrainian)]
- Вейбер, А. В. 2019 а. Внесок Валентини Іванівни Бібікової в розвиток відділу палеонтології Національного науково-природничого музею НАН України. *Природничі музеологія*, 5: 42–44. [Veiber, A. V. 2019. The role of Valentyna Bibikova in the development of the Department of Paleontology of the National Museum of Natural History, NAS of Ukraine. *Natural History Museology*, 5: 42–44. (In Ukrainian)]
- Вейбер, А. В. 2019 б. Археозоологічні дослідження Валентини Іванівни Бібікової. *To dig or not to dig: інвазивні та неінвазивні методи археології*. Київ, 21–24. [Veiber A. 2019. Archaeozoological investigations of Valentyna Ivanivna Bibikova. *To dig or not to dig: invasive and non-invasive methods in archaeology*. Kyiv, 21–24. (In Ukrainian)]
- Воинственский, М. А. 1967. Ископаемая орнитофауна Украины. *Природная обстановка и фауны прошлого*, 3: 3–75. [Voinstvensky, M. A. 1967. The fossil ornithofauna in Ukraine. *Nature and Fauna in the Past*, 3: 3–75. (In Russian)]
- Громова, В. И. 1928. Лев в Европе в историческое время. *Природа*, 10: 929–930. [Gromova, V. I. 1928. Lion in Europe during historical times. *Nature*, 10: 929–930. (In Russian)]
- Громова, В. И. 1953. Osteологические отличия родов *Capra* (Козлы) *Ovis* (Бараны): руководство для определения ископаемых остатков. *Труды комиссии по изучению четвертичного периода*, 10: 3–122. [Gromova, V. I. 1953. About the osteological distinction between genus *Capra* and *Ovis*. *Instruction for the bone identification. The Works of the Commission for Study of the Quaternary*, 10: 3–122 (In Russian)]
- Гладких, М. И. 1977. К вопросу о разграничении хозяйственно-культурных типов и историко-этнографических общностей позднего палеолита. *Палеоэкология древнего человека: к X конгрессу INQUA*. Наука, Москва, 112–117. [Gladkich, M. I. 1977. For the question of differentiation of economy cultural types and historical ethnographic regions. *Paleoecology of Ancient Human: for the X Congress of INQUA*. Nauka, Moscow, 112–117. (In Russian)]
- Дригант, Д. М. 2006. Про видову приналежність плейстоценовських коней (Рід *Equus* L., 1758) Передкарпаття. *Наукові записки Державного природознавчого музею*, 22: 167–180. [Drygant, D. M. 2006. About the species identification of the Late Pleistocene horses (genus *Equus* L., 1758) from Ciscarpathians. *Proceedings of the State Natural History Museum*, 22: 167–180 (In Ukrainian)]
- Журавльов, О. П. 2016. Фауна України: археозоологічні дослідження. Олег Філюк, Київ, 1–389. [Zhuravliov, O. P. *Fauna of Ukraine: archaeozoological investigation*. Oleh Filiuk, Kyiv, 1–389. (In Ukrainian)]
- Залізняк, Л. Л. 2017. «Неолітична революція» в археології України початку XXI ст. *Археологія*, 4: 5–26. [Zalizniak, L. L. 2017. «Neolithic Revolution» in archaeology of Ukraine at the beginning of the 21st century. *Archaeology*, 4: 5–26. (In Ukrainian)]

- Зубарева, В. І. 1948. Пліоценові марабу і грицайя. *Труди Інституту Зоології АН УРСР* **1**:114–137. [Zubareva, V. I. 1948. Gryzaja and Marabou from Pliocene period. *The Investigations of the Institute of Zoology AS USSR*, **1**: 114–137. (In Ukrainian)]
- Ковальчук, О. М. 2013. *Викопні хребетні України: бібліографічний покажчик*. Університетська книга, Суми, 1–232. [Kovalchuk O. M. 2013. *Fossil Vertebrates of Ukraine. Bibliography (1829–2012)*. University Book, Sumy, 1–233. (In Ukrainian)]
- Коробченко, М. А. 2016. Євдокія Решетник (1903–1996) — видатна постать в історії академічної зоології та екології в Україні, *Вісник Національного науково-природничого музею*, **14**: 136–145. [Korobchenko, M. A. 2016. Evdokia Reshetnyk (1903–1996) — an outstanding figure in the history of academic zoology and ecology in Ukraine. *Proceedings of the National Museum of Natural History*, **14**: 136–145. (In Ukrainian)]
- Кротова, О. О. 2013. Пізньопалеолітичні мисливці азово-чорноморських степів. Олег Філюк, Київ, 1–418. [Krotova, O. O. 2013. *The Upper Palaeolithic Hunters of Azov-Balack Sea Steppes*. Oleh Filiuk, Kyiv, 1–418. (In Ukrainian)]
- Мазурмович, Б. М. 1972. *Розвиток зоології на Україні*. Видавництво Київського університету, Київ, 1–229.
- [Mazurmovych, B. M. 1972. *Development of Zoology in Ukraine*. Kyiv Univ. Press, Kyiv, 1–229. (In Ukrainian)]
- Профіль... 2019. Valentyna Bibikova: Профіль дослідниці Online: <https://bit.ly/35dhEH5> [Valentyna Bibikova. *Google Scholar*. 2019.]
- Топачевский, В. А., В. И. Монченко. 1981. *Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена*. Научная думка, Киев, 1–116. [Topachevski V. O., V. I. Monchenko. 1981. *Shmalhausen Institute of Zoology*. Scientific idea, Kyiv, 1–116. (In Russian)]
- Цалкин, В. Й. 1970. *Древнейшие домашние животные Восточной Европы*. Наука, Москва, 1–280. [Tsalkin, V. Y. 1970. *The Earliest Domesticated Animals in Eastern Europe*. Science, Moscow, 1–280. (In Russian)]
- Шаповал, А. І. 2014. Особовий фонд Сергія Яковича Парамонова як джерело дослідження біографії та наукової діяльності вченого. *Рукописна та книжкова спадщина України*, **18**: 91–112. [Shapoval, A. I. 2014. The personal fund of Serhij Yakovich Paramonov like a source of his biography and scientific activity. *Manuskript and Book Heritage of Ukraine*, **18**: 91–112. (In Ukrainian)]
- Browne, S. 1983. Investigations into the evidence for postcranial variation in *Bos primigenius* (Bojanus) in England and the problem of its differentiation from *Bison priscus* (Bojanus). *Bulletin of the Institute of Archaeology*, **20**: 1–41.
- Gee, H. 1992. The distinction between postcranial bones of *Bos primigenius* Bojanus, 1827 and *Bison priscus* Bojanus, 1827 from the British Pleistocene and the taxonomic status of Bos and Bison. *Journal of Quaternary Science*, **8**: 79–92.
- Laurent, A., F. J. Haile, A. T. Lin. 2019. Ancient pigs reveal a near-complete genomic turnover following their introduction to Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **116**: 17231–17238.
- Levine, M. A. 1990. Dereivka and the problem of horse domestication. *Antiquity*, **64**: 727–40.
- Louchart, A., P. Vignaud, A. Likous, M. Brunet, T. White. 2005. A large extinct marabou stork in African Pliocene hominid sites, and review of the fossil species of *Leptoptilos*. *Acta Paleontologica Polonica*, **50** (3): 549–563.
- McCuaig, D., S. Cumbaa. 1992. A guide to the identification of postcranial bones of *Bos taurus* and *Bison bonasus*. *Syllogeus*, **71**: 1–276.
- Olsen, S. J. 1960. Post-cranial skeletal characters of *Bison* and *Bos*. *Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology*, **35** (4):1–15.
- Soubrier, J., G. Gower, C. Kefei, et al. 2016. Early cave art and ancient DNA record the origin of European bison. *Nature Communications*, 1–7.
- Zubareva, V. I. 1939. A new form of a bird from the Pliocene of Odessa. *Comptes rendus de L'Academie des Science de URSS*, **23** (6): 606–608.

Визначний дослідник іхтіофауни України Анатолій Щербуха (1935–2020)

Ігор Загороднюк 

Національний науково-природничий музей НАН України (м. Київ, Україна)

An outstanding researcher of the fish fauna of Ukraine Anatoliy Shcherbukha (1935–2020). — **I. Zagorodniuk.** — A brief overview of the biography and scientific achievements of Anatoliy Shcherbukha — a prominent Ukrainian zoologist, museologist, collector, fish expert, developer of the Ukrainian fish nomenclature, and promoter of science. Biographical information reconstructed from a personal file found in the archives of the National Museum of Natural History NAS of Ukraine (NMNH), as well as some scientific works of the researcher are presented. An overview of his works, both articles and monographs, including reference books, scientific monographs, popular science publications, catalogues, textbooks, and identification keys is given. The entire creative path of the researcher was connected with the academic Zoological Museum, which was alternately part of the Institute of Zoology and the Central Museum of Natural History, NAS of Ukraine. The researcher went from a scientist who studied the fish fauna of a small river Psel to a prominent expert of the fish fauna of all types of water bodies of Ukraine, both natural and artificial, fresh and marine waters, aboriginal and alien components of fauna, rare and industrial fish species. The researcher's achievements in the development and approval of the Ukrainian nomenclature of fishes are also significant, including the definition of the central role of genus names, from which the names of both species and families and other taxa are formed. The zoological collection of the NMNH contains more than 2,000 fish specimens of 59 species collected by A. Shcherbukha. The researcher paid much attention to the promotion of scientific knowledge and authored two popular publications on fishes, each of which was republished. The five most cited works of the researcher are the monograph "Percomorpha" in the series "Fauna of Ukraine" (1982), the catalogue of NMNH collections "Lampreys and Fishes" (2003), the popular science book "Fishes of Our Waters" (1987), the scientific article "Fish fauna of Ukraine in retrospective and modern problems of its diversity conservation" (2004), and the reference book "The Ukrainian Nomenclature of Fishes of Ukraine" (2003). The last work of the researcher was "Key to Fishes of Continental Waters and Streams of Ukraine" written in collaboration with colleagues from other institutions (2020).

Key words: museum collections, fish fauna, history of zoology, Ukrainian zoonymics.

Вступ

Щербуха Анатолій Якович (1935–2020) — один із найвідоміших зоологів України, іхтіолог, автор кількох академічних та науково-популярних видань про фауну риб України, старший науковий співробітник Лабораторії іхтіології Національного науково-природничого музею (ННПМ), а згодом й Інституту зоології НАН України (ІЗАН). Влітку 2020 року, коли готувався цей том GEO&BIO, дослідника не стало, і настав час випробувань: чи будуть спогади й оцінки його внеску, чи почнеться поступове забуття. Очевидно, що головними оцінками його внеску будуть згадки його праць, цитування його доробків, використання зібраних ним колекційних матеріалів. Проте, важливо сказати і про нього самого, звернувшись до біографічних та бібліографічних джерел, а також окремих доробків дослідника, які близькі автору цих рядків.

Відомостей про дослідника небагато. Зокрема, у книзі Б. Мазурмовича з історії розвитку зоології в Україні (Мазурмович 1972) згадок про нього немає. Не виявив автор і ювілейних публікацій. Невелика інформація міститься у виданні «Полтавці — відомі зоологи» (Закалюжний 2017: 119–121), проте це видання є недоступним в мережі. Тому все збиралося по крихтам і значною мірою джерелами інформації стали наукові праці дослідника. Використано також дані з особової справи дослідника, яка, на щастя, виявилася доступною і яка зберігається в архіві ННПМ. Все це лягло на невеликі, проте давні й приязні спілкування автора з Анатолієм

Correspondence to: Igor Zagorodniuk; National Museum of Natural History, NAS Ukraine; Bohdan Khmelnytsky St. 15, Kyiv, 01030 Ukraine; e-mail: zoozag@ukr.net; orcid: 0000-0002-0523-133X

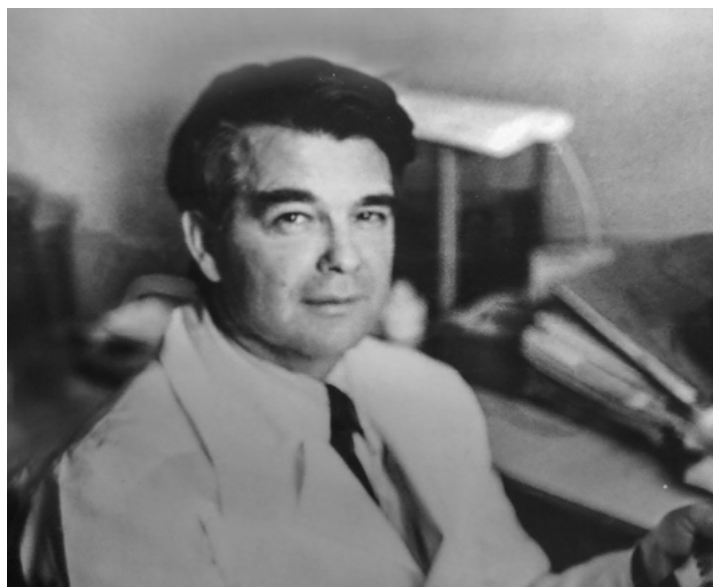


Рис. 1. Анатолій Якович Щербуха в період роботи в зоологічному музеї у 1980-х роках: ліворуч — науковець у своєму кабінеті, праворуч — фото з аркуша обліку кадрів від 2.02.1984 р., що нині зберігається в архіві ННПМ (редаговано; цей портрет вміщено автором у Вікіпедії у статті про А. Я. Щербуху).

Fig. 1. Anatoliy Shcherbukha at the time of his work at the Zoological Museum in the 1980s: on the left — the scientist in his office, on the right — photo from the personal record sheet issues on 2.02.1984 and now deposited in the archive of NMNH (edited; the portrait was uploaded to Wikipedia by the author to the article about A. Shcherbukha).

Яковичем, що особливо розвинулися під час наших зустрічей у ролі редакторів в редакції «Вісника зоології» та під час роботи в комісії з зоологічної номенклатури при ІЗАН. Проект цієї статті було викладено автором в українській Вікіпедії 19.10.2019, а приводом до її підготовки стало відновлення (за участі автора та ще кількох колег) репресованого видання про українські назви риб, опублікованого А. Я. Щербухом 2003 року.

Біографічні деталі

Народився на Полтавщині, в селянській сім'ї, у с. Омельник Кременчуцького району, 1 січня 1935 року. Планував стати педагогом, після середньої школи закінчив Гадяцьке педагогічне училище (1951–1955), після чого пішов на навчання до Полтави, де з 1955 р. навчався у Полтавському педінституті ім. В. Г. Короленка, який закінчив 1960 року (навчання протягом 09.1955–08.1960). Почав займатися зоологією ще у студентські роки, як про це свідчить його праця 1959 р. (див. список публікацій). Ця перша наукова праця стосувалася іхтіофауни нижньої течії річки Псел і опублікована у збірнику студентських наукових праць цього інституту.

Понад рік (08.1960–10.1961) вчителював у Гадяцькій середній загальноосвітній трудовій політехнічній школі-інтернаті з виробничим навчанням, а в листопаді 1961 р. поступив до аспірантури при Інституті гідробіології АН УРСР (ІГБ), де навчався до жовтня 1964 року. Після аспірантури протягом 11.1964–05.1969 працював молодшим науковим співробітником того ж Інституту. Надалі стався перехід до Інституту зоології АН УРСР, де з червня 1969 до березня 1974 р. був на посаді молодшого, а надалі — старшого наукового співробітника того ж Інституту.

Перехід Анатолія Яковича з ІГБ до ІЗАН стався у складі всієї іхтіологічної групи ІГБ, що відбулося у зв'язку зі створенням Центрального науково-природничого музею («Національний» з 10.12.1996 р.), і група увійшла до «музейного відділу» ІЗАН, який нині є Відділом зоології ННПМ. Ця іхтіологічна група мала робочу назву «лабораторія іхтіології», проте фактично



Рис. 2. Експедиційні будні на виїздах по малих річках України близько 1990 року: а) А. Щербуха серед учасників експедиції, б) на березі річки, с) перед виїздом, з рюкзаком біля стін Інституту зоології НАН України.

Fig. 2. During expeditions to small rivers of Ukraine around 1990: a) A. Shcherbukha among the participants of the expedition, b) on the river bank, c) before departure, with a backpack near the walls of the Institute of Zoology NAS of Ukraine.

такого структурного підрозділу ніколи не було¹. Група перейшла до музейного відділу разом зі значною частиною колекцій, і ці колекції стали основою сучасних іхтіологічних фондів музею та матеріалом для формування експозиції.

У подальших 1970–2000-х роках працював у «Відділі зоологічного музею» ІЗАН, який з 1.12.1995 у повному складі перейшов з ІЗАН до штату ННПМ. Цей другий перехід для дослідника був формальним: по суті робоче місце і колектив відділу залишилися незмінними. Світлина дослідника періоду 1980-х років представлено на рис. 2. У період роботи в ІЗАН Анатолій Якович публікується у збірнику наукових праць співробітників Зоологічного музею ІЗАН «Збірник праць зоологічного музею», виступаючи автором всіх трьох відтоді виданих випусків — 1971, 1973 та 1976 років.

Значну частину своєї наукової діяльності дослідник присвятив збору й впорядкуванню зоологічних колекцій, зібраних ним під час численних щорічних експедицій (рис. 3). У зоологічних фондах ННПМ збори А. Я. Щербухи представлені понад 2000 зразків 59 видів риб, переважно прісноводних окунеподібних з різних водойм України, РФ, Казахстану та Грузії, а також різних груп риб з морських акваторій України (Balabanova *et al.* 2020). Окрім цього, він звертав увагу й на інших гідробіонтів. Зокрема, він вказаний як колектор двостулкових молюсків в колекції ННПМ, де є його збори 1994 року молюсків з річки Псел (Погребняк *et al.* 2008).

Останні роки життя було важко ходити, і дослідник майже не їздив до академії, а працював вдома або на дачі під Києвом, у с. Михайлівка-Рубежівка. На дачі він проводив більшу частину свого часу після виходу на пенсію, і тут, врешті, була написана у співпраці з колегами його остання книга — «Визначник риб континентальних водойм і водотоків України» (Шевченко *et al.* 2020). Пішов з життя 1 липня 2020 року, похований у с. Михайлівка-Рубежівка.

¹ Історія цієї «лабораторії» розпочалася 1969 року одночасно з перейменуванням музейного відділу ІЗАН у «Зоологічний музей» ІЗАН та переходу до цього відділу групи іхтіологів ІГБ, що сталося у червні 1969 р. на підставі Постанови Президії АН від 21.04.1969. Перша відома автору згадка Лабораторії іхтіології — 1973 р.

Наукові статті Анатолія Яковича Щербухи

Основним і головним типом наукових доробків дослідника є його статті у фахових виданнях, а вже у другу чергу — монографічні праці, хоча в нашій країні завжди було три варіанти науки — студентсько-аспірантська з відповідними збірниками праць молодих науковців, фахова «середнього рівня» з публікаціями у наукових журналах та «зріла» наука з монографічними виданнями, як в серіях, так і поза ними. Остеронь були підручними, каталоги і довідники. Анатолій Якович «пройшов», тобто здолав всі ці «вершини» і пройшов всі ці «хребти». І закономірно першою його працею стала публікація у збірнику наукових робіт студентів, опублікована 1959 року:

Щербуха, А. Я. 1959. Матеріали до іхтіофауни Дніпровського басейну. Короткий огляд іхтіофауни нижньої течії річки Псьол. *Збірник наукових робіт студентів Інституту*. Полтавський Державний педагогічний інститут ім. В. Г. Короленка. Полтава, Випуск 1: 16–33.

У подальшому Анатолій Якович послідовно досліджував тільки риб, і переважно з точки зору вивчення мінливості й таксономії проблемних видів і родів, а також складу і напрямків змін іхтіофауни України (напр. Жукинський *et al.* 1995; Щербуха *et al.* 1995; Щербуха 2004). Прикладами таких праць, які відображають спектр наукових інтересів і наукових доробків вченого, є такі:

Щербуха, А. Я. 1971. Морфометрична характеристика чорноморського ската морського kota — *Dasyatis pastinaca* (L.) (Pisces, Dasyatidae). *Збірник праць зоологічного музею*, **34**: 65–68.

Щербуха А. Я. 1973. До морфо-біологічної характеристики луфара *Pomatomus saltatrix* (L.) Чорного моря. *Збірник праць зоологічного музею*, **35**: 55–60.

Щербуха, А. Я. 1976. О таксономической структуре рода *Chalcalburnus* Berg (Pisces, Cyprinidae) южных морей СССР. *Збірник праць зоологічного музею*, **36**: 68–77.

Полтавчук, М. А., А. Я. Щербуха. 1988. Ихтиофауна притоков Десны в рыбохозяйственном кадастре СССР. *Вестник зоологии*, № 2: 24–30.

Щербуха, А. Я. 1992. Очерк таксономической структуры рода *Perca* (Osteichthyes, Percidae). *Вестник зоологии*, № 3: 22–26.

Щербуха, А. Я., 1993. О родстве ископаемых и современных таксонов рода *Perca* (Osteichthyes, Percidae). *Вестник зоологии*, № 4: 39–40.

Жукинський, В. Н., Л. И. Вятчина, А. Я. Щербуха. 1995. Формализованная характеристика ихтиофауны Украины для оценки ее состава и состояния популяции. *Гидробиологический журнал*, **31** (4): 17–41.

Щербуха, А. Я., П. Г. Шевченко, Н. В. Коваль, И. Е. Дячук, В. Н. Колесников. 1995. Многолетние изменения и проблемы сохранения видового разнообразия рыб бассейна Днепра на примере Каховского водохранилища. *Вестник зоологии*, № 1: 22–32.

Щербуха, А. Я. 1999. Природні ареали аборигенних видів риб в Україні. *Розбудова екомережі України*. Програма розвитку ООН: проект «Екомережі», Київ, 76–79.

Щербуха, А. Я. 2004. Ихтиофауна України у ретроспективі та сучасні проблеми збереження її різноманітності. *Вестник зоологии*, **38** (3): 3–18.

Наукові і популярні видання: монографії, довідники

Свою «монографічну серію» дослідник почав з популярних видань, орієнтованих на рибалок та інших користувачів внутрішніх водойм. Перша з них — «Аматорська рибалка» — вийшла 1977 року з перевиданням за 8 років (Куркін & Щербуха 1977, 1985). Друга книга — «Риби наших водойм» — 1981 року з перевиданням 1987 року, при тому вже українською, завдяки співпраці з видавництвом «Радянська школа» (Щербуха 1981, 1987). Ці книги стали чи не найвідомішими на сьогодні популярними зоологічними виданнями в Україні, і їхня цінність полягала в тому, що їх підготував не аматор, а знаний фахівець, автор десятків наукових праць і зоолог з величезним польовим досвідом. А наукові доробки були помітними.

Першою його монографічною працею став випуск «Окунеподобні» в серії видань «Фауна України»: монографія побачила світ 1982 року у видавництві «Наукова думка» (Щербуха 1982). Надалі аж до 2003 року був 20-річний період наукових праць статейного жанру, анонсованих

вище, і популярних узагальнень. Проте вже 2003 року вийшло одразу два важливих узагальнення довідкового штибу: «Українська номенклатура іхтіофауни України» (Щербуха 2003), що аналізується далі, та каталог колекцій ННПМ «Крулороти та риби» (Мовчан *et al.* 2003).

Наступною стала велика колективна праця, підготовлена як навчальний посібник колективом авторів за редакцією Й. В. Гриба та В. В. Сондака «Відновна іхтіоекологія. Реабілітація аборигенної іхтіофауни природних водоем України», що видано під егідою Національного університету водного господарства та природокористування та Інституту гідробіології НАН України (Гриб & Сондак 2007). Ця тема оцінки стану, перспектив виживання і проблем охорони аборигенної іхтіофауни не раз піднімалася і у спеціальних публікаціях дослідника (напр. Щербуха 2004).

Яскравим результатом поєднання науково-популярних і наукових доробків дослідника стала прекрасно видана з повнокольоровими ілюстраціями книга «Риби України», підготовлена в серії визначників «Природа України» у Видавництві Раєвського (Щербуха 2013). Ця книга являє собою детальний опис та ілюстрований атлас риб фауни України, що містить 218 видових нарисів з мапами поширення видів в Україні та зображеннями самих риб, об'єднаними у 41 кольорову таблицю (рис. 3). Звісно, таку широку тему, як вся іхтіофауна України, включно з прісноводними й морськими, аборигенними й інтродуцентами, а також таксонами неоднозначного рангу важко «підняти» без огріх, тому й було чутно відгуки про окремі недоліки, проте в цілому це помітне явище як в українській зоології, так і в загальному природознавстві, і цінність цієї книги очевидна.



Рис. 3. Обкладинка, текстова сторінка та одна з кольорових таблиць визначника «Риби України», виданого 2013 р. у Видавництві Раєвського (Щербуха 2013). Зображення наведено з дозволу видавництва.

Fig. 3. Cover, text page and one of the coloured tables from the guide «Fishes of Ukraine» published in 2013 by Rayevsky Publishing House (Shcherbukha 2013). Images are provided with the permission of the publisher.

Останньою важливою працею Анатолія Яковича, яка увінчала повний спектр жанрів наукового доробку зоолога, що досліджує регіональні фауни, став «Визначник риб континентальних водоем і водотоків України». Цей навчальний посібник підготовлено ним у співпраці з колегами-іхтіологами П. Г. Шевченком, Ю. В. Пилипенком та іншими (Шевченко *et al.* 2020). Визначник охоплює фауну водосховищ, озер, річок та каналів і є важливим внеском у підготовку нових фахівців і сприяння роботі вже досвідчених колег, особливо в умовах надвисоких змін складу фауни внаслідок змін гідрорежиму, численних інтродукцій та інвазій, кліматичних змін біоти тощо.

Розробки з наукової номенклатури риб

Ця тема заслуговує на окрему увагу з трьох причин: 1) як музеолог та автор значної кількості оглядів Анатолій Якович усвідомлював потребу у стабілізації наукової термінології й номенклатури, яка на той час почала бурхливий і доволі стихійний розвиток з появою низки нових фахівців і низки новотворів у цій царині, 2) як одвічний палкий патріот своєї спеціальності і наукового вжитку української мови він не міг не скористатися запитом на такі зведення і йому «було що сказати», 3) як людина, що послідовно доводила кожную свою справу до завершення (а в науці це, насамперед, публікація), проте мала низку суперечок з іншими фахівцями, Анатолій Якович не став чекати на чужі розробки і взявся впроваджувати власні.

Як виключно україномовний науковець, а по суті й єдиний такий на той час в академічній іхтіології, він увійшов до Комісії з української наукової термінології, що діяла при Інституті зоології НАН України у 2001–2003 роках, і запропонував такий перелік². Автор також брав участь у тих засіданнях, і в пам'яті залишилися безкінечні суперечки щодо недоцільності подвійних назв, використання однини для родових назв, потреб уніфікації назв родин, відновлення призабутих питомих українських назв *etc. etc. etc.*, що не знаходило компромісних ухвал, то ж цілком очевидно, що те все мало знайти вихід у викладі власної системи назв, що й було зроблено. Анатолій Якович підготував свої доробки у форматі окремої праці (рис. 4), яку було видано 2003 року у «жовтій» серії Каталогів зоологічного музею ННПМ. Каталог видано за редакцією керівника цього музею Є. Писанця; рецензенти видання — П. Г. Шевченко та Л. О. Симоненко.

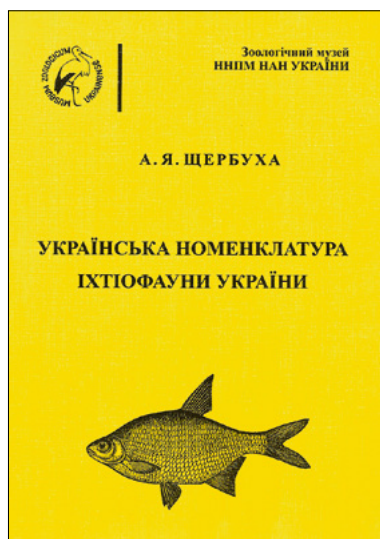


Рис. 4. Реконструкція титульної сторінки довідника про українські назви риб (Щербуха 2003). Наклад цього видання був знищений опонентами, і його відновлено в електронному вигляді автором. Праворуч — одне з останніх фото дослідника під час роботи в музеї у 2010-х роках.

Fig. 4. Reconstruction of the title page of the guide about the Ukrainian names of fishes (Shcherbukha 2003). The circulation of this edition was liquidated by opponents and it was restored electronically by the author. On the right is one of the last photos of the researcher during his work in the Museum in the 2010s.

У підготовленій Анатолієм Яковичем розробці з національної наукової номенклатури риб послідовно дотримано кілька принципів:

- розрізнення назви роду і виду і формування видових назв за принципом біноменізації, як узвичаєно в науковій номенклатурі, яка подається латиною (або латинізованими варіантами);
- подання родових назв у формі іменників в однині, з максимально можливим дотриманням унімінальності (одним словом) і, відповідно, уникненням асоціативних назв;
- формування родинних назв як унімінальних, на основі родових, що тепер прийнято у номенклатурі більшості зоологічних таксонів (приклад — родина «Ікталурові» (Ictaluridae) з типовим родом ікталур (*Ictalurus*, «каналний сомик»);

² Очевидно, що як автор низки книжок і статей українською мовою він мав усталені для власного вжитку назви, проте найчастіше це були назви видів, а не всієї піраміди таксонів від виду до ряду.

- формування контрольних списків фауни з розміщенням видів, родів і родин у порядку родинності, а не алфавітному (звісно, це була не нова практика, але важлива),
- аргументування використання тих чи інших назв (що по суті до того не робили, пропонуючи, як правило, «голі» списки).

Власне, автор дотримується тих самих засад при впорядкуванні переліків (напр. в одночасно виданій праці стосовно хребетних України: Загороднюк 2003). Повнотекстовий варіант цієї праці викладено на офіційному сайті Національного науково-природничого музею НАН України в розділі «Контрольні списки флори і фауни». Цю працю використано в якості основної при впорядкуванні «Словника української біологічної термінології» (Словник 2012). Звісно, на сьогодні є й конкуруючі класифікації (насамперед, Куцоконь & Квач 2012), яких дотримується і автор цього нарису, проте важливо підкреслити, що самі засади добору основних (родових) назв і формування похідних назв підтримано і розвинуто стосовно риб саме Анатолієм Яковичем Щербухою.

Праці й цитування в Інтернет-мережі

Згідно із сервісом Google Scholar серед доробків автора, які «бачить» Інтернет, є 47 його наукових праць. Загальна кількість цитувань цих праць на момент створення профілю А. Я. Щербухи становила 303, індекс Гірша — 10. П'ятьма найбільш цитованими його працями за цим самим сервісом є такі (в порядку спадання кількості цитацій):

- наукова монографія: «Окунеподобні» в серії «Фауна України» (Щербуха 1982);
- каталог колекцій: «Круглороті та риби» в серії «Каталог колекцій Зоологічного музею ННПМ» (Мовчан *et al.* 2003);
- науково-популярна книга: «Риби наших водойм» (Щербуха 1987);
- наукова стаття: «Іхтіофауна України у ретроспективі та сучасні проблеми збереження її різноманіття» (Щербуха 2004);
- довідник «Українська номенклатура іхтіофауни України» (Щербуха 2003).

Людське

Всі колеги згадують Анатолія Яковича як надзвичайно ретельного редактора. Він був любителем точного слова і ясного висловлювання, палким прихильником чистоти української мови. Був дуже уважним при вчитті будь-якого тексту — і як автор, і як редактор, записи вів надзвичайно акуратно, був каліграфістом, що явно підкреслювало його надзвичайну охайність у всьому і що особливо запам'яталося співробітникам редакції «Вісника зоології»: його правки завжди були не тільки доречними, але й чіткими.

Анатолій Якович був дуже приятним у спілкуванні, з ним завжди було цікаво, і у всіх ситуаціях він зберігав спокій і доброту, усмішку і жарт. Його завжди тягло до місць концентрації думки і слова, тому він був частим гостем як редакцій наукових журналів, зокрема й «Вісника зоології» та «Гідробіологічного журналу», так і наукових бібліотек, багато й плідно він співпрацював із бібліотекою ІЗАН.

Вивчаючи фауну, він вивчав і витоки знань, і, зокрема, зробив чимало для відновлення імені Павла Молокова-Журського (1894–1937), автора одного з перших для України систематичних оглядів риб, присвяченого його рідній Полтавщині (Молоків-Журський 1928). У співпраці з бібліотекарями ІЗАН на початку 2014 р. він розшукав дальніх родичів цього науковця і через них отримав репресовані видання та поширив їх, а так само і деякі важливі факти про самого науковця та створений ним в Кременчуці один із перших природничих музеїв Полтавщини (більше про Молокова-Журського тут: Сергієнко 2014).

Важливо згадати про синів Анатолія Яковича — Павла та Якова — та його дружину Євдокію Петрівну: це міцна і щаслива родина, в якій кожний сприяє успіхам іншого, пишається тими успіхами і досяг сам важливих статусів успішних людей. І упродовж роботи на цим рукописом було відчутно, як сини пишаються своїм батьком.

Серед його захоплень колеги не раз згадували і його пасіку, яку він утримував до останніх днів життя, а також різні смаковинки, виготовлені ним з фруктів та ягід його саду, якими він не раз пригощав своїх колег. Спілкування з ним завжди несло спокій, добро і тепло. І навіть в умовах регулярного й часом безтактовного тиску його опонентів він зберігав виваженість і такт, а за можливості й уникав таких ситуацій і при першій же нагоді переміщався в теплі й світлі соціуми. Тепер він остаточно перемістився у світ спокою, і нам є що згадати — світле й добре — про Анатолія Яковича Щербуху.

Подяки

Дякую В. Раєвському за всебічну підтримку ідеї цього нарису і надані в користування зображення. Щиро дякую Е. Король за можливість ознайомитися з особою справою дослідника в архіві ННПМ. Дякую М. Гаврилюку за скановану копію видання «Українська номенклатура іхтіофауни України» та В. Пархоменку за розпізнання цього тексту. Моя подяка А. Панькову за відомості про внесок А. Щербухи у поповнення іхтіологічних фондів ННПМ. Моя подяка секретарю журналу «Вісник зоології» Г. А. Городиській та співробітниці бібліотеки ІЗАН В. Константиновій за важливі коментарі та цінні спогади про дослідника. Дякую К. Очеретній на значну допомогу у підготовці рукопису до друку. Моя подяка З. Баркасі за корекцію англійських частин рукопису. Дякую синам Анатолія Яковича — Павлу та Якову — за надані у користування світлини з родинного архіву та важливі коментарі щодо змісту рукопису.

Література

- Гриб, Й. В., В. В. Сондак (ред.). 2007. *Відновна іхтіоекологія. (Реабілітація аборигенної іхтіофауни природних водоемів України): навч. посіб.* / Гриб, Й. В.; В. В. Сондак, Н. І. Гончаренко, Т. М. Куньчик, Р. О. Новіцький, А. Я. Щербуха, О. В. Волкошовець, Д. Й. Войтишина. Національний ун-т водного господарства та природокористування, Інститут гідробіології НАН України. Волинські обереги, Рівне, 2007. 1–630. ISBN 978-966-416-118-0. [Hryb, Y. V., V. V. Sondak (ed.). 2007. *Restorative Ichthyoeology: Textbook* / Hryb, Y. V., V. V. Sondak, N. I. Honcharenko, T. M. Kunchyk, R. O. Novitskyi, A. Ya. Shcherbukha, O. V. Volkoshevets, D. Y. Voityshyna. National University of Water and Environmental Engineering, Institute of Hydrobiology NAS of Ukraine. Volynski Oberehy, Rivne, 2007. 1–630. (In Ukrainian) ISBN 978-966-416-118-0.]
- Жукинський, В. Н., Л. И. Вятчанина, А. Я. Щербуха. 1995. Формализованная характеристика ихтиофауны Украины для оценки ее состава и состояния популяции. *Гидробиологический журнал*, **31** (4): 17–41. [Zhukinskii, V. N., L. I. Viatchanina, A. Ya. Shcherbukha. 1995. Formalised characteristics of the fish fauna of Ukraine for estimating the composition and population state. *Hydrobiological Journal*, **31** (4): 17–41. (In Russian)]
- Загороднюк, І. 2004. *Наземні хребетні України та їх охоронні категорії (довідник)*. Ліра, Ужгород, 1–48. ISBN 966-8266-09-9. [Zagorodniuk, I. 2004. *Terrestrial Vertebrates of Ukraine and Their Protected Categories (reference book)*. Lira Press, Uzhgorod, 1–48. ISBN 966-8266-09-9. (In Ukrainian)]
- Закалюшний, В. М. 2017. *Полтавці — відомі зоологи*. Астрія, Полтава, 1–129. [Zakaliuzhny, V. M. 2017. *Poltava Residents as Well-Known Zoologists*. Astraia Press, Poltava, 1–129. (In Ukrainian)]
- Куркин, Б. М., А. Я. Щербуха. 1977. *Любительское рыболовство*. Издательство «Урожай», Киев, 1–238. [Kurkin, B. M., A. Ya. Shcherbukha. 1977. *Amateur Fishing*. Publishing House “Urozhai”, Kyiv, 1–238. (In Russian)]
- Куркин, Б. М., А. Я. Щербуха. 1985. *Любительское рыболовство*. 2-е издание, дополненное и переработанное. Киев: Издательство «Урожай», 1–280. [Kurkin, B. M., A. Ya. Shcherbukha. 1985. *Amateur Fishing*. 2nd Edition, Publishing House “Urozhai”, Kyiv, 1–280. (In Russian)]
- Кущоконь, Ю., Ю. Квач. 2012. Українські назви міног і риб фауни України для наукового вжитку. *Біологічні студії*, **6** (2): 199–220. [Kutsokon, Y., Y. Kvach. 2012. Ukrainian Names of Lampreys and Fishes of the Fauna of Ukraine. *Studia Biologica*, **6** (2): 199–220. (In Ukrainian)]
- Мазурмович, Б. М. 1972. *Розвиток зоології на Україні*. Вид-во Київського університету, Київ, 1–229. [Mazurmovych, B. M. 1972. *Development of Zoology in Ukraine*. Publishing house of Kyiv University, Kyiv, 1–229. (In Ukrainian)]
- Мовчан, Ю. В., Л. Г. Манило, А. И. Смирнов, А. Я. Щербуха. 2003. *Круглоротые и рыбы*. Зоомузей ННПМ НАН України. Киев, 1–241. (Каталог коллекций Зоологического музея ННПМ НАН Украины). ISBN 966-02-2471-0. [Movchan, Yu. V., L. H. Manilo, A. I. Smirnov, A. Ya. Shcherbukha. 2003. *Lampreys and Fishes*. Zoological Museum NMNH, NAS of Ukraine. Kyiv, 1–241. (Catalogue of collections of Zoological Museum NMNH, NAS of Ukraine). (In Ukrainian)]

- Молоків-Журський, П. П. 1928. *Риби Кременчучини*. Кременчуцьке товариство краєзнавства, 1–80. [Molokiv-Zhurskii, P. P. 1928. *Fishes of Kremenchuk Region*. Kremenchuk Society of Local History, 1–80. (In Ukrainian)]
- Погребняк, С. Г., Е. М. Седишева, О. В. Корнюшин. 2008. *Двостулкові молюски (Mollusca: Bivalvia)*. Зоологічний музей ННПМ НАН України. Київ, 1–177. (Серія: Каталог колекцій Зоологічного музею ННПМ НАН України). [Pogrebnyak, S. G., E. N. Sedysheva, A. V. Korniusushin. 2008. *The Bivalve Molluscs (Mollusca: Bivalvia)*. Zoological museum NMNH NAS of Ukraine, Kyiv, 1–177. (Series: Catalogue of collections of Zoological Museum NMNH, NAS of Ukraine). (In Ukrainian)]
- Сергієнко, М. І. 2014. Про дідуся, якого я не знав [Про П. П. Молокова-Журського (1894–1937)]. Бердянськ, 1–52. (Серія: «Сімейний альбом»). [Sergienko, M. I. 2014. About my grandfather, whom I did not know [about P. P. Molokov-Zhursky (1894–1937)]. Berdiansk, 1–52. (Series: “Family Album”). (In Ukrainian)]
- Словник... 2012. *Словник української біологічної термінології*. Укладачі: Д. М. Гродзинський, Л. О. Симоненко, М. П. Годована, [et al.]. КММ, Київ, 1–744. ISBN 978-966-1673-12-9 [Dictionary... 2012. *Dictionary of Ukrainian Biological Terminology*. Compilers: D. M. Hrodzynskiy, L. O. Symonenko, M. P. Hodovana, [et al.]. KMM, Kyiv, 1–744. (In Ukrainian)]
- Шевченко, П. Г., А. Я. Щербуха, Ю. В. Пилипенко, [et al.]. 2020. *Визначник риб континентальних вод і водотоків України*. Навчальний посібник. 1–736. ISBN 978-966-289-306-9. [Shevchenko, P. H., A. Ya. Shcherbukha, Yu. V. Pylypenko, [et al.]. 2020. *Key to Fishes of Continental Waters and Streams of Ukraine*. Textbook. 1–736. (In Ukrainian)]
- Щербуха, А. Я. 1981. *Риби наших водоем*. Радянська школа, Київ, 1–176. [Shcherbukha, A. Ya. 1981. *Fishes of Our Waters*. Radianska Shkola, Kyiv, 1–176. (In Ukrainian)]
- Щербуха, А. Я. 1982. *Окунеподобні (окуневидні, губаньовидні, драконовидні, собачковидні, піщанковидні, пірловидні, скумбрієвидні)*. Наукова думка, Київ, 1–384. (Серія: Фауна України; В 40 томах; Том 8: Риби, випуск 4). [Shcherbukha, A. Ya. 1982. *Perciformes (Percoidei, Labroidei, Trachinoidei, Blenniidei, Ammodytidae, Callionymidae, Scombroidei)*. Naukova dumka, Kyiv, 1–384. (Series: Fauna of Ukraine; Vol. 8: Pisces, Is. 4). (In Ukrainian)]
- Щербуха, А. Я. 1987. *Риби наших водоем*. Радянська школа, Київ, 1–156. [Shcherbukha, A. Ya. 1987. *Fishes of Our Waters*. Radianska Shkola, Kyiv, 1–156. (In Ukrainian)]
- Щербуха, А. Я., П. Г. Шевченко, Н. В. Коваль, И. Е. Дячук, В. Н. Колесников. 1995. Многолетние изменения и проблемы сохранения видового разнообразия рыб бассейна Днепра на примере Каховского водохранилища. *Вестник зоологии*, № 1: 22–32. [Shcherbukha, A. Ya., P. G. Shevchenko, N. V. Koval, I. E. Dyachuk, V. N. Kolesnikov. 1995. Long-term changes and protection problems of the fish species diversity in the Dnipro basin as exemplified by Kakhovka reservoir. *Vestnik zoologii*, № 1: 22–32. (In Russian)]
- Щербуха, А. Я. 2003. *Українська номенклатура іхтіофауни України*. За ред. Є. М. Писанця. Зоологічний музей ННПМ НАН України, Київ, 1–50. [Shcherbukha, A. Ya., 2003. *The Ukrainian Nomenclature of Fishes of Ukraine*. Ed. By Ye. M. Pysanets. Zoological Museum NMNH, NAS of Ukraine. Kyiv, 1–50. (In Ukrainian)]
- Щербуха, А. Я. 2004. Іхтіофауна України у ретроспективі та сучасні проблеми збереження її різноманіття. *Вестник зоологии*, № 38 (3): 3–18. [Shcherbukha, A. Ya. 2004. Fish fauna of Ukraine in retrospective and modern problems of its diversity conservation. *Vestnik zoologii*, № 38 (3): 3–18. (In Ukrainian)]
- Щербуха, А. Я. 2013. *Риби України: монографія*. Видавництво Раєвського, Київ, 1–256. (Серія визначників «Природа України»). ISBN 978-966-7016-43-2. [Shcherbukha, A. Ya. 2013. *Pisces of Ukraine: monograph*. Publishing House of Rayevsky, Kyiv, 1–256. (In Ukrainian)]
- Barabanova, V. V., A. Yu., Malyuk, L. G. Manilo, A. V. Martynov, A. V. Pankov, N. A. Petrenko, S. Yu. Taykova, E. M. Ulyura. 2020. A brief review on the history of formation and composition of scientific collections of the department of zoology of the National Museum of Natural History, NAS of Ukraine. *Zbirnyk Prats Zoologichnogo Muzeiu*, 50 (In press).
- Shcherbukha, Anatoliy. Scholar Google. <https://bit.ly/3lwphjz>

Топачевський Вадим Олександрович — видатна постать в історії теріології України (до 90-річчя від дня народження)

Леонід І. Рековець 

Національний науково-природничий музей НАН України (м. Київ, Україна)

Topachevsky Vadym Oleksandrovych — an outstanding figure in the history of mammalogy of Ukraine (to the 90th anniversary of his birth). — L. I. Rekovets. — This analytical research is devoted to the life, but mainly creative path of the outstanding scientist of the XX century, zoologist and palaeomammalogist Vadym Oleksandrovych Topachevsky. Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, professor, honoured worker of science and technology of Ukraine — these are only formal titles without an in-depth analysis of his essence as a scientist, leader or just a person. His life motto — to leave the maximum possible trace in science — constantly filled the atmosphere of realization of his aspirations, expressed in publications, speeches at conferences, scientific and organizational affairs. The fundamental, truly academic directions of scientific research, which he always defended at different levels of organization of academic science in Ukraine, have always been a priority in his scientific activity, to which Vadym Oleksandrovych aspired and always encouraged his students. The factual basis of his scientific work has always been the original materials and data obtained by him in the field. Those materials formed the core of Vadym Topachevsky's scientific beliefs and became an invaluable asset of the NMNH collections. The basics of morpho-functional analysis of fossil remains, which he elaborated in depth, are not simply the assertion of V. O. Kovalevsky's principles; the hypothesis about the phylogeny of cricetid-arvicolid branch of small mammals substantiated and confirmed by him is accepted among leading palaeomammalogists. Vadym Oleksandrovych successfully applied the approach of historical and faunal analysis of groups in characterising the dynamics of natural processes of the late Cenozoic natural regions of Eastern Europe. Morphology, systematics and phylogeny, palaeoecology and palaeogeography, stratigraphy and historical faunistics are those areas of Vadym Topachevsky's scientific achievements that have been recognised today and are being developed by his students and followers. The scientific ideas of I. G. Pidoplichko, V. O. Topachevsky and O. L. Korotkevich with the active participation of the museum staff (V. I. Svistun, Yu. O. Semenov, V. I. Bibikova, L. I. Rekovets) formed the basis for the creation of palaeontological exhibition of NMNH NAS of Ukraine, built on a systematic and stratigraphic basis.

Key words: Topachevsky, palaeomammalogy, historical faunistics, systematics.

Вступ

Цей нарис спогадів та аналізу життєвого і творчого шляху присвячено пам'яті Вадима Олександровича Топачевського — відомого українського зоолога, палеотеріолога, еволюціоніста, біостратиграфа та науковця з великої літери. Він був директором Інституту зоології АН України, керівником наукового підрозділу Палеонтологічний музей та наукової тематики, а його наукові ідеї доповнили погляди І. Г. Підопличка та О. Л. Короткевич на структуру і основи експозиції Палеонтологічного музею ННПМ, побудованої на систематичних та стратиграфічних засадах.

На життєвому шляху В. О. Топачевського, насиченому об'єктивними обставинами та власними уподобаннями, була лише одна мета, яку він часто підкреслював у спілкуванні з колегами (можливо, потрактована як ортогенез) — залишити глибокий або максимально можливий слід у ... науці. А це вже складає певну частину або етап в історії досліджень, в історії мікропалеотеріології як окремої галузі наук про різноманіття життя. Це та частина, де ми, дослідники, є елементами системи пізнання, невеликою ланкою в цій історії, яку ми творимо сьогодні, доповнюємо і зміцнюємо її основу для майбутнього.

Correspondence to: L. I. Rekovets; National Museum of Natural History, National Academy of Sciences of Ukraine; 15 Bohdan Khmelnytsky St, Kyiv, 01030 Ukraine; e-mail: leonid.rekovets@upwr.edu.pl; orcid: 0000-0001-9934-7095

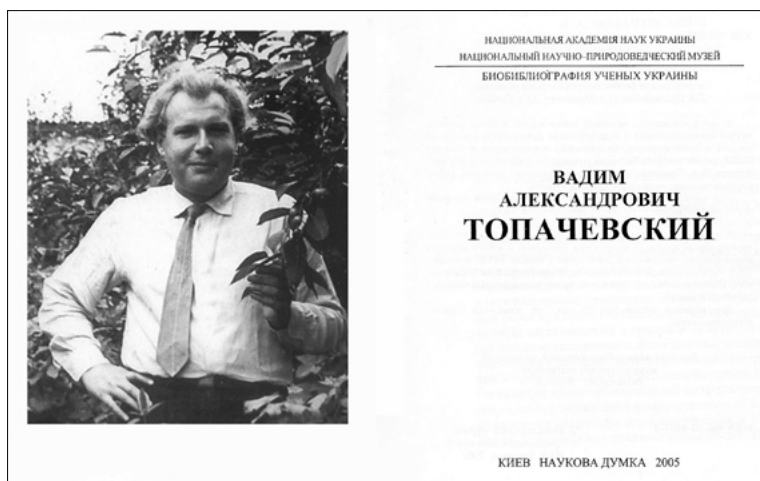


Рис. 1. Обкладинка і титульна сторінка брошури про В. Топачевського, виданої 2005 року (Крахмальна *et al.* 2005).

Fig. 1. Cover and title page of the brochure about V. Topachevsky, published in 2005 (Krakhmalna *et al.* 2005).

Історія науки про дрібних вимерлих ссавців бере свій початок із XIX ст. Видатні вчені того та пізнішого часів (Й. Фішер фон Вальдгейм, Й. Кауп, Р. Оуен, Л. Мегелі, М. Гінтон, Б. С. Виноградов та ін.) заклали основи сучасного рівня розвитку мікропалеотеріології та визначили перспективи її розвитку. На цьому фундаменті наукових палеонтологічних досягнень середини XX ст. формувався спеціаліст-палеотеріолог, визнаний авторитет, майбутній академік та професор Вадим Олександрович Топачевський (рис. 1).

Наукова спадщина

Починаючи від першої публікації у 1952 році, його творчий злет припав на другу половину цього століття і тривав 52 роки, до останньої публікації у 2004 році. За цей час він професійно виріс, опублікував 8 тематичних монографій та 85 наукових статей, збагатив науку новими даними про історію ссавців Євразії. Його високий професіоналізм і широта сфери наукових інтересів виростили, зміцнювалися та утверджувалися в широкому колі наукових контактів (спочатку — на рівні цитувань та дещо обмеженого обміну науковою інформацією) з відомими вітчизняними та зарубіжними колегами: Ф. Фальбуш, Й. Шалін, О. Фейфар, Д. Яноші, К. Ковальські, А. Сулімські, І. М. Громов, А. К. Агаджанян, В. С. Зажигін, О. Л. Короткевич. Особливо тісною та плідною була багаторічна співпраця Вадима Олександровича Топачевського з професором Ігорем Михайловичем Громовим, якого він вважав своїм наставником, порадиником та авторитетним професіоналом-теріологом. Разом вони визначали стратегію і найближчі та більш конкретні завдання розвитку мікропалеотеріології в Радянському Союзі, здебільшого через проведення практично щорічних семінарів-нарад (тепер це називають *workshop*) переважно в Ленінграді, Києві чи в інших містах зі спеціалістами країни.

Як палеотеріолог Вадим Топачевський свого часу зайняв потрібне місце та ще і в оптимальному оточенні, починаючи зі студентських часів, виявивши власні зацікавлення науковою тематикою під керівництвом свого вчителя, професора (пізніше академіка) Івана Григоровича Підоплічка. Таке вдале поєднання обставин на життєвому шляху мабуть складається не часто: авторитетний науковий керівник, творчий політ власних фантазії, прагнень, ідей і мрії, пошук шляхів їх реалізації, злагоджений колектив колег-початківців і творча співпраця з ними. Усе це завжди було притаманне молодому науковцю з великим майбутнім Вадиму Топачевському — потреба до самореалізації на тлі його внутрішніх прагнень та потенційних можливостей, закодованих десь там глибоко в генах (Панькова 2009). Наукові шляхи Вадима Олександровича,

як і багатьох дослідників, включаючи й автора цих рядків, паралельні і схожі: дослідження, перші публікації, захист (часом несміливий) своїх наукових позицій, перші монографії, посади, а далі — активна участь в експедиціях з метою збору матеріалів, виступи на конференціях, знайомства з колегами-спеціалістами, нові плани щодо наукового росту та їх реалізація.

Початковий період наукового становлення та налагодження сфери співпраці, головним чином із європейськими вченими, дозволили Вадиму Олександровичу в подальшому визначати, актуалізувати та постійно оновлювати тематику наукових палеотеріологічних досліджень у межах тематики Інституту зоології АН УРСР у цілому та палеонтологічного музею зокрема. Пізніше, як керівник наукової тематики, Вадим Олександрович завжди селекціонував та доводив до оптимального рівня актуальні теми досліджень, визначав їх обсяг, цілі, завдання та перспективи, оптимізував використання сучасних методів дослідження, вміло підбирав та готував професіональні кадри. Усі ці індивідуальні та фахові якості Вадима Олександровича в поєднанні з високим рівнем вимогливості і професіоналізму були придатними і постійно допомагали йому в організації функціонування Інституту зоології АН УРСР, директором якого він був у 1973–1987 роках.

Виконання цих обов'язків — відповідального керівника колективу та наукової тематики — було хорошим джерелом та доброю мотивацією для набуття і вдосконалення організаційного та наукового досвіду, настільки необхідного кожному вченому, особливо в наші часи «боротьби» за гранти та обґрунтування потреби фінансування фундаментальних і пріоритетних напрямків досліджень. (На жаль, це постійно доводиться обґрунтовувати і відстоювати). Впроваджені ним як директором різні організаційні заходи поряд зі збільшенням кількості та якості наукових публікацій колективу, суттєво підвищили рівень та міжнародний авторитет Інституту зоології, який утримується і дотепер.

Як директор і як керівник наукового підрозділу, Вадим Олександрович мав можливість впроваджувати свої наукові ідеї і погляди та реалізовувати їх через численні самостійні та спільні з колегами публікації при активній участі в конференціях та наукових зібраннях. Фундаментальні, дійсно академічні напрямки наукових досліджень, які Вадим Олександрович завжди відстоював на різних рівнях організації академічної науки в Україні, завжди були пріоритетом у його науковій діяльності, до цього він прагнув і спонукав своїх учнів. Поглиблено опрацьовані ним основи морфофункціонального аналізу викопних решток — це не просто чергове утвердження засад вчення В. О. Ковалевського, а й наступність у розробці основ еволюційної морфології з висновками в систематику, таксономію, філогенію і еволюцію дрібних ссавців. Обґрунтована і підтверджена Вадимом Олександровичем гіпотеза про філогенію крицетідно-арвіколідної гілки серед дрібних ссавців є загальноновизнаною провідними палеотеріологами. Він обґрунтував морфо-еволюційний паралелізм в набутті полівокзубих морфоструктур у різних філетичних гілках родини (підродина ?) Cricetidae. Добре виявлена полівокзубість у родів *Ischymomys*, *Microtoscopes*, *Pannonicola* та ін. (Cricetinae) є проявом паралелізму і не слугує на підтвердження гіпотези про їх філетичну спорідненість з Arvicolidae (Топачевский *et al.* 1978; Топачевский & Несин 1992). Тим самим було доведено про філогенетичний зв'язок еволюційної гілки полівокзубих (Arvicolidae) з представниками іншої лінії Cricetidae — група *Baranomys*, *Baranarviumys* та ін. з примітивною морфологією зубів, яку можна і слід розглядати як стартову до формування справжньої полівокзубості у Arvicolidae (Топачевский & Скорик 1988; Несин & Топачевский 1991). Ці положення пізніше були розвинуті, доповнені і представлені як феномен в еволюції Arvicolidae (Rekovets & Kovalchuk 2017).

Наукові праці Вадима Олександровича присвячені широкому колу питань, пов'язаних із морфологією та систематикою, філогенією та еволюцією дрібних ссавців пізнього кайнозою, історичною фауністикою, палеоекологією, біогеографією та палеогеографією, тафономією та стратиграфією. Особливо цінними є новоописи таксонів та філогенетичні аспекти досліджень стосовно сліпакових, вихохулевих, справжніх хом'якоподібних та деяких полівокзубих.

Ним проведена глибока ревізія стану систематики та еволюції представників родини сліпаківих — Spalacidae на підставі вивчення морфології вимерлих та сучасних форм, що склало основу його докторської дисертації, а результати були опубліковані в серії видання «Фауна СССР» (Топачевський 1969), перекладеної англійською мовою у Сполучених Штатах. Подібні морфологічні опрацювання були виконані Вадимом Олександровичем для ряду комахоїдні — Lipotyphla (Топачевський 1962), родин хом'якові — Cricetidae (Топачевський, & Скорик 1992) та полівкові — Arvicolidae (Топачевський 1965, 1973; Топачевський & Скорик 1977; Топачевський *et al.* 1987; Топачевський & Несін 1989). Ці публікації відомі науковцям як монографічні видання, в своїй основі вони є комплексними, адже в більшості з них подана також геологія і тафономія місцезнаходжень, морфологічна характеристика інших (крім полівкових) таксономічних груп та проведено історико-фауністичний аналіз вивчених ориктоценозів як біоценотичних угруповань.

Наукова сутність цих та інших опублікованих праць — це мікропалеотеріологія, систематика і еволюція дрібних ссавців пізнього неогену та антропогену (плейстоцену) на основі глибокого порівняльного морфологічного аналізу викопних решток з висновками в область палеоекології, палеобіогеографії та стратиграфії. Це таксони рядів комахоїдних, зайцеподібних та гризунів, рештки яких найбільш часті у захороненнях. За даними Т. В. Крахмальної (Крахмальная *et al.* 2005) В. О. Топачевський (включаючи співавторів) описав 85 нових вимерлих таксонів різного рангу в межах часу пізній неоген — плейстоцен. Як свідчать наукові публікації останніх років, інтерес фахівців до цих новоописів є значний, особливо при ревізії окремих груп, наприклад, справжніх хом'якоподібних — Cricetinae (Синиця 2010; Fejfar *et al.* 2011), полівкових (Тесаков 2004) чи зайцеподібних (Fostowicz-Frelik *et al.* 2010; Cermak 2016; Cermak *et al.* 2015).

Біостратиграфія займає досить чинне місце в науковій творчості В. О. Топачевського. Адже ним у співпраці з колегами-палеонтологами палеонтологічного музею (О. Л. Короткевич, В. А. Несін, І. В. Топачевський) була опрацьована та палеотеріологічно обґрунтована регіональна стратиграфічна схема пізнього міоцену та пліоцену, яка опублікована (Топачевський *et al.* 1997, 1998) і сьогодні активно використовується спеціалістами, про що свідчать цитування (Titov & Logvynenko 2006; Несін 2013; Kovalchuk 2017). Найбільш важливим надбанням і досягненням схеми є встановлення послідовності та етапності в розвитку теріологічних угруповань в часі пізній міоцен–пліоцен на тлі розвитку геологічних подій та динаміки клімату в зоні Східної Паратети. Такий аналіз проведено вперше. Вадим Олександрович розвивав і утверджував концепцію історико-фауністичного аналізу угруповань різного рівня організації у зв'язку з динамікою природних процесів у межах Східної Паратети — еволюційно важливого природно-історичного регіону Європи. Це регіон періодичних міграції палеарктичних фаун протягом пізнього кайнозою. Для плейстоцену, як завершальний етап розвитку цих подій і фаун регіону, подібний аналіз та обґрунтування схеми при допомозі Вадима Олександровича було проведено та опубліковано раніше (Рековець 1994).

Вадим Олександрович як науковець був вимогливим і прискіпливим експериментатором, хорошим аналітиком, завжди мав стратегічне бачення актуальних досліджень. Він розумів, що наукові досягнення сьогодення одночасно повинні породжувати нові завдання в безперервному ланцюгу досліджень, а це уже майстерність дослідника, властива не кожному науковцю. Такі ідеї можна «прочитати» між рядками майже у всіх публікаціях Вадима Олександровича, де представлено глибоке розуміння наукової проблематики та наслідків після її вирішення.

Система науки в цілому працює на засадах базової теорії систем, усі елементи її структури тісно пов'язані між собою тематично, створюючи віртуальну функціональність. Ми — науковці-теріологи в країні і за кордоном, знаємо один одного в детальних та більш широких галузях досліджень, контактуємо, співпрацюємо у тій чи іншій мірі, формуємо (якщо це можливо) наукові школи, коригуємо свої плани досліджень, розвиваємо та створюємо нові

напрямки. У такій системі розвитку і прогресу формуються і вирізняються лідери, серед яких В. О. Топачевський був і залишається визнаним авторитетом. У науці лідерів не вибирають, вони виростають самі. Морфологія, систематика та філогенія, палеоекологія та палеогеографія, стратиграфія та історична фауністика — це ті ділянки наукових звершень Вадима Олександровича, які сьогодні успішно розробляються його учнями (Л. І. Рековець, В. А. Несін, А. В. Старкін), послідовниками (М. В. Синиця, О. М. Ковальчук, О. І. Крохмаль) та багатьма теріологами від неонтології.

В контексті аналізу наукових здобутків В. О. Топачевського особливої уваги заслуговує згадка про Олександру Федорівну Скорик (1930–2004) — мікропалеотеріолога, ученицю та надійного і висококваліфікованого помічника Вадима Олександровича у його наукових справах та участі в будівництві експозиції музею. Вона завжди була поряд і допомагала у всьому, брала участь в експедиційних дослідженнях по збору палеонтологічного матеріалу, проводила камеральне та морфометричне опрацювання викопних решток, представляла попередній аналіз даних, активно допомагала у підготовці до друку результатів у формі монографій чи окремих статей у співавторстві. Такий історично укладений тандем є добрим і повчальним прикладом ефективної і творчої співпраці колег у науці та в сфері музеології. Була вона доброзичливою, вимогливою до себе і чуйною співробітницею колективу палеонтологічного музею ННПМ НАН України протягом майже півстоліття, яким керував В. О. Топачевський. Дружній та злагоджений в роботі колектив наукових співробітників музею (О. Л. Короткевич, В. І. Свистун, Ю. О. Семенов, В. І. Бібікова, Н. Л. Корнієць, А. С. Брюзгіна, Н. Г. Тимченко та ін.) не тільки видавали наукову продукцію в формі публікацій, але і постійно дбали про поповнення музейних фондів за рахунок експедицій та оновлення і актуалізацію експозиційної частини музею (рис. 2).



Рис. 2. Засідання відділу палеозоології хребетних та палеонтологічний музей. Стоять: В. Топачевський та В. Свистун. Сидять: справа від В. Топачевського — В. Бібікова, зліва від В. Свистуна — Н. Корнієць); Київ, 1977 рік.

Fig. 2. Meeting of the Department of Vertebrate Paleozoology and Paleontological Museum. Standing: V. Topachevsky and V. Svystun. Sitting: to the right of V. Topachevsky — V. Bibikova, to the left of V. Svystun — N. Korniets); Kyiv, 1977.

Фактологічною основою наукових напрацювань В. О. Топачевського завжди були оригінальні матеріали (кістки вимерлих тварин) та дані, які він сам особисто та в складі експедицій отримував в умовах польових досліджень. Практично неможливо зараз підрахувати їх кількість, але ці матеріали склали ядро його наукових тверджень та переконань, стали безцінним надбанням музейних фондів ННПМ, з успіхом використовуються зараз і будуть використовуватися в майбутньому фахівцями при поступальному розвитку палеотеріології як перспективного наукового напрямку. За його участю були досліджені (або відкриті) такі відомі місцезнаходження як Ногайськ, Тарханкут, Тилігул, Черевичне, Котловина, Морозівка, Фрунзівка, Кучурган, Протопопівка, Новоелизаветівка, Лектостратотип понту, Михайлівка, Андріївка, Обухівка та багато інших. Серед них немало є багатощарових оріктоценозів, які часом досить складно охарактеризувати геологічно, фауністично і стратиграфічно. Вадиму Олександровичу та його колективу такі завдання були посильними про що свідчать відповідні публікації (Топачевский *et al.* 1979, 1987, 1988).

При підтримці Вадима Олександровича та з урахуванням нових соціально-політичних обставин кінця ХХ ст., були закладені основи міжнародної співпраці науковців-палеотеріологів, які сьогодні успішно реалізуються. Я і мої колеги по палеонтологічному музею вдячні шефу за можливість брати участь у міжнародних конференціях у країнах Західної Європи та планових екскурсіях, реально познайомитись з авторитетними фахівцями та побачити на власні очі відомі палеонтологічні пам'ятки, включаючи розрізи-стратотипи (Willafrank, Wald Arno, Petrafit, Atapuerca, Merkur, Tuchorzyce, West Runton, Norfolk, Kadzielnia, Rębielice Króleski, Węże, Burgtonna, Mikulino, Tiraspol, Vrica, Tegelen, Cromer).

Результатом і добрим взірцем такої співпраці, яка стала реально можливою у 1990-х роках та зараз, є публікації у співавторстві представників (для прикладу) двох дослідницьких груп — інститутів зоології Києва та Кракова. Наприклад, це праці Барбари Ржебік-Ковальської у співавторстві з В. О. Топачевським (1997), В. А. Несіним (2010) та Л. І. Рековцем (2015, 2016) про вимерлих комахоїдних Європи, а також Т. В. Крахмальної, Ю. О. Семенова, Г. А. Зерової, Д. В. Іванова, О. М. Ковальчука за участю зарубіжних співавторів про різні групи вимерлих хребетних Європи. Від початку 1990-х років почали активно практикуватися взаємні візити фахівців інших країн до наукових підрозділів, спільне проведення розкопок, взаємні консультації щодо вдосконалення музейних експозицій тощо. За цим стоять значні організаторські здібності В. О. Топачевського, який всіляко сприяв розвитку таких контактів колег, хоча сам особисто не дуже прагнув їх розвивати та побувати хоча б в одній із західних країн.

Сьогодні плани міжнародного співробітництва реалізуються у нових умовах і на дещо інших засадах — можливість участі у конкурсах на отримання грантів для проведення дослідницьких робіт. Окреслені та визначені перспективи спільної діяльності мікропалеотеріологів Європи (включаючи Україну) спрямовані на поглиблене порівняльно-морфологічне вивчення остеологічних решток з метою уточнення систематики та філогенії окремих таксонів, дослідження ДНК вимерлих форм, особливо видів периглаціальних фауни Європи та вирішення пов'язаних із цим палеоекологічних, історико-фауністичних та філогеографічних питань. Наявність викопних матеріалів та взаємна зацікавленість спеціалістів дозволяють уже зараз реалізувати ці завдання.

Віра у власні сили, бачення мети та результату, а до того ще і відчуття переконливості, були властиві Топачевському як особистості та як досліднику і керівнику. Він був і залишається всесвітньо відомим вченим, довгі роки очолював Українське Теріологічне товариство, був членом наукових товариств, редакційних колегій видавництв, журналів та монографій, займався дидактичною діяльністю зі студентами та підготовкою кадрів на рівні докторів (О. Л. Короткевич, Л. І. Рековець) та кандидатів наук (О. Ф. Скорик, Р. С. Адаменко, Г. Ф. Личев, Л. І. Рековець, К. І. Шушпанов, В. А. Несін, В. А. Кочев, Т. В. Крахмальна, Г. А. Зерова, А. В. Старкін, В. М. Логвиненко).

Підсумок

Через призму пройдених літ та відкидаючи всілякі життєві випадковості і прикrostі, здобувало глибоке переконання, що співпрацювати з Вадимом Олександровичем було досить відповідально, але водночас легко та ефективно завдяки його вимогливості, глибоким професійним знанням та особистій толерантності, що виражалося, насамперед, у високому рівні інтелекту та інтелігентності. Його позитивні якості дозволили співробітникам колективу музею підтримувати довготривалу співпрацю та ефективні взаємні відносини, засновані на засадах порозуміння, допомоги та одностайності. У розмовах та дискусіях Вадим Олександрович демонстрував широку ерудицію, мав глибокі біологічні знання і вмів їх використовувати навіть в непередбачуваних ситуаціях, мав добру пам'ять та непересічні аналітичні здібності.

Все викладене вище — це тільки неповна та дещо одностороння (можна сказати, службова) характеристика пройденного шляху Вадима Олександровича як науковця і як організатора досліджень з цим пов'язаних. За цим слід бачити також його і як особистість, нерозкрити, ще слабо пізнану та дещо загадкову, що, власне, поєднується в кожній людині і робить нас неповторними. Але це вже тема для інших спогадів, роздумів та висновків.

Література

- Крахмаляная, Т. В., О. А. Михалевич, Ю. А. Семенов. 2005. *Вадим Александрович Топачевский. Библиография ученых Украины*. Наукова думка, Киев: 1–80. [Krakhamalna, T. V., O. A. Mikhalevich, J. A. Semenov. 2005. *Vadim Aleksandrovich Topachevsky. Bibliography of Ukrainian scientists*. Naukova dumka Press. Kyiv, 1–80. (In Russian)]
- Несин, В. А. 2013. *Неогеновые Murinae (Rodentia, Muridae) Украины*. Изд-во Университетская книга, Сумы, 1–174. [Nesin, V. A. 2013. *Neogene Murinae (Rodentia, Muridae) of Ukraine*. Univers. book Press, Sumy, 1–174. (In Russian)]
- Несин, В. А., Топачевский В. А. 1991. Древние этапы эволюции полевковых (Rodentia, Microtinae). *Вестник зоологии*, № 6: 41–46. [Nesin, V. A., Topachevsky V. A. 1991. Ancient stages of evolution of voles (Rodentia, Microtinae). *Vestnik zoologii*, No. 6: 41–46. (In Russian)]
- Панькова, С. 2009. З родинного дерева Грушевських-Опокових. *Світосгляд*, № 3: 12–15. [Pankova, S. 2009. From the family tree of Hrushevsky-Opokovy. *Svitohlad*, No. 3: 12–15. In Ukrainian]
- Рековец, Л. И. 1994. *Мелкие млекопитающие антропогена юга Восточной Европы*. Наук. думка, Киев, 1–370. [Rekovets, L. I. 1994. *Small mammals of the anthropogene south of Eastern Europe*. Naukova dumka Press, Kyiv, 1–370. (In Russian)]
- Синица, М. В. 2010. Хомякообразные (Mammalia, Rodentia) из верхнемиоценового местонахождения Егоровка. *Вестник зоологии*, 44 (3): 209–225. [Sinita, M. V. 2010. Hamster-like rodents (Mammalia, Rodentia) from the Upper Miocene Egorovka locality. *Vestnik zoologii*, 44 (3): 209–225. (In Russian)]
- Тесаков, А. С. 2004. *Биостратиграфия среднего плиоцен–еоплейстоцена Восточной Европы (по мелким млекопитающим)*. Наука, Москва, 1–247. [Tesakov, A. S. 2004. *Biostratigraphy of the Middle Pliocene–Eopleistocene of Eastern Europe (on small mammals)*. Nauka Press, Moscow, 1–247. (In Russian)]
- Топачевський, В. О. 1962. Вископні вихухолі роду *Desmana* неогенових та антропогенових відкладів півдня Європейської частини СРСР. В кн: *Вископні фауни України і суміжних територій. Випуск 1*. Вид-во АН УРСР, Київ, 5–90. [Topachevsky, V. O. 1962. Fossil desmans of the genus *Desmana* Neogene and anthropogene sediments of the southern European part of the USSR. In: *Fossil fauna of Ukraine and adjacent territories. Volume 1*. Reports AN USSR, Kyiv, 5–90. In Ukrainian]
- Топачевский, В. А. 1965. *Насекомоядные и грызуны ногайской позднеплиоценовой фауны*. Наукова думка, Киев, 1–166. [Topachevsky, V. A. 1965. *Insectivores and rodents of the Nogaisk Late Pliocene fauna*. Naukova dumka Press, Kyiv, 1–166. (In Russian)]
- Топачевский, В. А. 1969. Слепышовые (Spalacidae). Фауна СССР. Млекопитающие. Наука, Ленинград, 3 (3): 1–164. [Topachevsky, V. A. 1969. *Mole rats (Spalacidae). Fauna of the USSR. Mammals*. Nauka Press, Leningrad, 3 (3): 1–164. (In Russian)]¹
- Топачевський, В. А. 1973. *Гризун та манського фауністического комплексу Криму*. Наукова думка, Киев, 1–235. [Topachevsky, V. A. 1973. *Rodent of the taman faunistic complex of the Crimea*. Naukova dumka Press. Kyiv, 1–235. (In Russian)]
- Топачевський, В. А., В. А. Несин. 1989. *Гризун молдавського та ханровського фауністических комплексів котловинського розрізу*. Наукова думка, Киев, 1–136. [Topachevsky, V. A., V. A. Nesin. 1989. *Rodents of the Moldavian and Khaprovsky faunistic complexes of the Kotlovinsky section*. Naukova dumka Press. Kyiv, 1–136. (In Russian)]

¹ Перевидано як: Topachevski, W. A. 1969. *Spalacidae. Fauna U.S.S.R.* Leningrad, Nauka (English translation); U.S. Dep. Commerce. Natln. Info. Serv.).

- Топачевский, В. А., Несин В. А. 1992. Новая триба вымерших хомякообразных Ishymomyini (Rodentia, Cricetidae). *Вестник зоологии*, № 1: 28–32. [Topachevsky, V. A., Nesin V. A. 1992. A new tribe of extinct hamster-like Ishymomyini (Rodentia, Cricetidae). *Vestnik zoologii*, No. 1: 28–32. (In Russian)]
- Топачевський, В. О., В. А. Несін, Л. І. Рековець, І. В. Топачевський, А. В. Пашков. 1988. Нове місцезнаходження залишків дрібних ссавців (Mammalia) пліоцену Північного Приазов'я. *Доповіді АН УРСР*, № 11: 18–21. [Topachevsky, V. O., V. A. Nesin, L. I. Rekovets, I. V. Topachevsky, A. V. Pashkov. 1988. New location of the remains of small mammals (Mammalia) of the Pliocene of the Northern Priazov. *Reports AN URSR*, No. 11: 18–21. In Ukrainian]]
- Топачевский, В. А., В. А. Несин, И. В. Топачевский. 1997. Очерк истории микротериофаун (Insectivora, Lagomorpha, Rodentia) Украины в отрезке времени средний сармат — акчагыл. *Вестник зоологии*, № 6: 3–14. [Topachevsky, V. A., V. A. Nesin, I. V. Topachevsky. 1997. Essay on the history of microteriofauna (Insectivora, Lagomorpha, Rodentia) of Ukraine in the period of time Middle Sarmatian — Akchagyl. *Vestnik zoologii*, No. 6: 3–14. (In Russian)]
- Топачевский, В. А., Несин В. А., Топачевский И. В. 1998. Биозональная микростратиграфическая схема (стратиграфическое распространение мелких млекопитающих — Insectovora, Lagomorpha, Rodentia) неогена северной части Восточного Паратетиса. *Вестник зоологии*, 32 (1–2): 76–87. [Topachevsky, V. A., Nesin V. A., Topachevsky I. V. 1998. Biozonal microstratigraphic scheme (stratigraphic distribution of small mammals — Insectovora, Lagomorpha, Rodentia) of the Neogene of the northern part of Eastern Paratethys. *Vestnik zoologii*, 32 (1–2): 76–87. (In Russian)]
- Топачевский, В. А., Скорик А. Ф. 1977. Грызуны раннетаманской фауны тилигульского разреза. *Наукова думка*, Киев, 1–249. [Topachevsky, V. A., Skorik A. F. 1977. *Rodents of the early Taman fauna of the Tiligul section*. Naukova dumka Press, Kyiv, 1–249. (In Russian)]
- Топачевський, В. А., А. Ф. Скорик. 1988. Новые полёвкозубые Cricetodontinae (Rodentia, Cricetidae) из валезии Евразии и некоторые вопросы надродовой систематики подсемейства. *Вестник зоологии*, 5: 37–45. [Topachevsky, V. A., A. F. Skorik. 1988. New vole-toothed Cricetodontinae (Rodentia, Cricetidae) from the Vallesia of Eurasia and some questions of supra-genus taxonomy of the subfamily. *Vestnik zoologii*, 5: 37–45. (In Russian)]
- Топачевський, В. А., А. Ф. Скорик. 1992. Неогеновые и плейстоценовые низшие хомякообразные юга Европейской части СССР. *Наукова думка*, Киев, 1–244. [Topachevsky, V. A., A. F. Skorik. 1992. *Neogene and Pleistocene lower hamsters of the south of the European part of the USSR*. Naukova dumka Press, Kyiv, 1–244. (In Russian)]
- Топачевський, В. А., А. Ф. Скорик, Л. І. Рековец. 1978. Древнейшие полёвки трибы Microtini (Rodentia, Microtidae) юга УССР. *Вестник зоологии*, № 2: 35–41. [Topachevsky, V. A., A. F. Skorik, L. I. Rekovets. 1978. The most ancient voles of the tribe Microtini (Rodentia, Microtidae) of the south of the Ukrainian SSR. *Vestnik zoologii*, No. 2: 35–41. (In Russian)]
- Топачевський, В. А., А. Ф. Скорик, Л. І. Рековец. 1987. Грызуны верхненеогеновых и раннеантропогенных отложений Хаджибейского лимана. *Наукова думка*, Киев, 1–208. [Topachevsky, V. A., A. F. Skorik, L. I. Rekovets. 1987. *Rodents of the Upper Neogene and Early Anthropogenic sediments of the Khadzhibey Estuary*. Naukova dumka Press, Kyiv, 1–208. (In Russian)]
- Cermak, S. 2016. The Late Miocene species Ochotona kalfense (Mammalia, Lagomorpha) of Moldova: The oldest European record of the genus in the context of the earliest Ochotoninae. *Comptes Rendus Palevol.*, 15: 927–940.
- Čermak, S., C. Angelone, M. V. Sinita. 2015. New Late Miocene Alilepus (Lagomorpha, Mammalia) from Eastern Europe — a new light on the evolution of the earliest Old World Leporinae. *Bulletin of Geosciences*, 90 (2): 431–451.
- Fejfar, O., W.-D. Heinrich, L. Kordos, L. C. Maul. 2011. Microtoid cricetids and the early history of arvicolids (Mammalia, Rodentia). *Palaeontologia Electronica*, 14 (3, 27A): 1–38.
- Fostowicz-Frelik L., A. Nadachowski, M. Kowalewska-Groszkowska. 2012. New data of the Miocene stem lagomorph Eurolagus fontannesii, and its northernmost record. *Acta Paleont. Pol.*, 57 (1): 1–20.
- Kovalchuk, O. M. 2017. Regional fish-based biostratigraphy of the Late Neogene and Pleistocene of southeastern Europe. *Vestnik zoologii*, 51 (5): 375–392.
- Rekovets L. I., O. M. Kovalchuk. 2017. Fenomenon in the evolution of voles (Mammalia, Rodentia, Atvicolidae). *Vestnik zoologii*, 51 (2): 99–110.
- Rzebik-Kowalska, B., V. A. Nesin. 2010. *Erinaceomorpha and Soricomorpha (Insectivora, Mammalia) from the Late Miocene of Ukraine*. Institute of Systematics and Evolution of Animals Polish Academy of Sciences, Kraków, 1–61.
- Rzebik-Kowalska, B., L. I. Rekovets. 2015. Recapitulation of data on Ukrainian fossil insectivore mammals (Eulipotyphla, Insectivora, Mammalia). *Acta zool. cracov.*, 58 (2): 137–171.
- Rzebik-Kowalska, B., L. I. Rekovets. 2016. New data on Eulipotyphla (Insectivora, Mammalia) from the Late Miocene to the Middle Pleistocene of Ukraine. *Palaeontologia Electronica*, 19 (1), 9A: 1–31.
- Rzebik-Kowalska, B., V. A. Topachevski. 1997. Insectivora (Mammalia) from the Miocene of Grytsiv in Ukraine. I. Heterosoricidae Viret and Zapfe. *Acta zool. cracov.*, 40: 27–247.
- Titov, V. V., V. N. Logvynenko. 2006. Early Paracamelus (Mammalia, Tylopoda) in Eastern Europe. *Acta zool. cracov.*, 49A (1–2): 163–178.

Реферати

GEO&BIO • 2020 • 19: 3–19

Різноманітність вендських скам'янілостей Поділля (Західна Україна). — В. Гриценко. — Різноманітність вендських фосилій є суттєвою особливістю цих асоціацій. Різноманітність наслідок від багатьох факторів: по-перше, фізичні особливості басейну, в якому тварини жили (маються на увазі: глибина, кількість кисню, температура, солоність, тверде чи м'яке дно, активність хвиль та течій); по-друге, біологічні умови (склад асоціацій, наявність їжі, біотурбація та наявність ворогів, закономірності еволюції і таке інше). Ці скам'янілості представляють різні за походженням рештки переважно м'якотілих тварин (циклічні, двобічносиметричні, трипроменеві) та водоростей, мікрофосилій, бактерій та грибів (?). Бактерії (ціанобактерії) та мікроскопічні водорості в симбіозі утворювали біомаси, котрі були харчовими ресурсами для тварин. Лише деякі тварини мали спеціальні органи, які вони використовували для поїдання бактеріальних матів. Сліди поїдання матів у вигляді системи штрихів на породі, в розрізах венду на узбережжі Білого моря, на едіакарських кварцитах Австралії та могилівської світи Поділля. Фаціальні зміни визначили послідовність зміни асоціацій. Чергування літологічних різновидів були викликані змінами глибини моря та рівня кисню, аж до без кисневих умов. Різні умови були сприятливими або згубними для конкретних асоціацій (угруповань). На наведених п'ятнадцяти зображеннях описаних видів відбитків та слідів тварин чітко помітна їхня різноманітність та різноманітність гірських порід, на яких містяться ці відбитки та сліди. У попередніх публікаціях вже були описані та зображені деякі нові види вендобіонтів. В сховищі нашого музею зберігаються ще тисячі зразків, які потребують подальшого дослідження та опису. Серед описаних нами та нашими попередниками штучних видів є форми, що являються спільними з вендськими та едіакарськими «видами» з морських басейнів інших континентів, але існують десятки видів, які відрізняють ці басейни. Причинами цих відмін, на нашу думку, є різні палеогеографічні умови, які в першу чергу пов'язані з кліматичними та відповідно з фаціальними відмінностями. В Сибіру та в деяких розрізах Китаю переважають карбонатні породи (вапняки і доломіти), накопичення яких пов'язане з теплим, якщо не з тропічним кліматом. Майже повна відсутність карбонатних порід у відкладах венду (едіакарію) Поділля свідчить про переважно прохолодний клімат, який встановився після льодовикових умов кріогенію (720–635 млн. р. тому). Особливу увагу потрібно приділити величезному кар'єру, в якому були знайдені та описані нові види.

Ключові слова: різноманітність, венд, Поділля, скам'янілості, лагерштети.

Адреса для зв'язку: В. Гриценко; Національний науково-природничий музей НАН України, вул. Богдана Хмельницького, 15, Київ, 01601 Україна; e-mail: favosites@ukr.net; orcid: 0000-0003-2904-4851

GEO&BIO • 2020 • 19: 20–31

Варіації щільності «рідкісних» гніздових птахів в природних лісах та міських парках. — О. Дубовик, Г. Кузьо, А. Бокотей. — Збереження біорізноманіття та охорона рідкісних видів зазвичай декларуються як головні завдання природоохоронних територій. Такі території, зазвичай, створюють в більш природних екосистемах, в котрих антропогенний тиск менш помітний. Водночас, все більша кількість літературних джерел фокусує увагу на ефективності природоохоронних територій у застереженні важливих середовищ існування для рідкісних таксонів. В межах цього аспекту охорони природи, ми дослідили поширення видів птахів як найбільш різноманітний клас хребетних України. Лісові екосистеми різняться за своїми природоохоронними статусами та ступенем нативності. Враховуючи це, ми дослідили територію Львова (Україна) та його околиці. Аби визначити природоохоронні статуси видів, ми використали такі нормативно-правові акти, як Червону книгу України, Резолюцію № 6 Бернської Конвенції про охорону диких видів флори та фауни і середовищ існування в Європі та її додатки, додатки Боннської Конвенції про охорону мігруючих видів диких тварин, статуси видів, поширення яких в Європі викликає побоювання (SPEC) для того, щоб визначити формально рідкісні види. Зважені щільності видів SPEC, а також видів, що перелічені в додатках Бернської та Боннської конвенції помітно варіюють і збільшуються в лісах, котрі зазнали антропогенної трансформації та зменшення рівня біорізноманіття, тобто в міських парках. Ступінь урбанізованості як функція відстані від центру міста не є значущим предиктором чисельності видів, що перелічені в Резолюції № 6 Бернської конвенції та Червоній книзі України. Ми виявили, що зважені щільності на середню вагу статусів видів менші у природних лісах, аніж у парках. Зважаючи на те, що зважені щільності помітно корелюють із сумарною чисельністю птахів, такі результати можуть бути пояснені ефектом розкоші. Відтак, щільність птахів вища на більш урбанізованих ділянках в межах певного типу середовища (зокрема, в лісах та парках). Наші висновки співпадають із попередніми роботами інших авторів, котрі стверджують, що збільшення сумарної чисельності птахів типове для міст Європи. Меншою мірою, отримані результати можуть

вказувати на недостатньо ефективний природоохоронний менеджмент лісів Львівської області і недостатній інтерес до міських парків як важливого середовища для рідкісних видів.

Ключові слова: рідкісні види, лісові птахи, охорона природи, природоохоронні території, охоронні статуси, Україна, міські парки

Адреса для зв'язку: О. Дубовик, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Грушевського, 4, Львів, 79005, Україна; e-mail: oadubovyk@gmail.com; orcid: 0000-0003-2936-6383

GEO&BIO • 2020 • 19: 32–53

Види-ідеї, матеріальні види та концепт видовості (про реальність виду, типи видів та їх різноманітність). — **І. Загороднюк.** — Розглянуто послідовну систему переходів між концептами видів як ідей та видів як форм диференціації живого, у формі послідовних кроків від первинного номіналістичного до сучасного розуміння виду як рівня окремішності і диференціації живого. Схема включає 24 послідовні сходинки у розвитку знання, розділені на кілька блоків. Перший з них — розділ «21 крок до розуміння виду — від виду-ідеї до виду-окремішності», який включає три групи з 7 позицій: перші сім позицій аналізують вид як ідею та як феномен, наступні сім — ситуації циклу «вид-недовид-невид», подальші сім — шляхи до перебудови знань (3) та зміст нового синтезу (4). Друга частина включає три підсумкові розділи, важливі для нового синтезу, — «Ключі до розуміння: типи видів?», «Ключі до розуміння: автономні репродуктивні системи», «На шляху до нової парадигми». Для пояснення системи переходів між видом-назвою та морфовидом сформовано поняття ейдологічного гексагону, який відображає зв'язки між всіма складовими номіналістичної та типологічної концепції виду. Показано, що види як концепти та як одиниці опису біотичного різноманіття мають бути визнані як два різні модули еволюційного розвитку популяцій — в площині філогенетики як рівень еволюційної окремішності, в площині біотичних угруповань як рівень екологічної окремішності. В основі нової ідеї пропонується розглядати еволюцію філумів у складі угруповань як ще одну площину відносно філогенетичної (та морфогенетичної) складової еволюційного процесу, власне як еволюцію станів видовості. «Типи видів» визнаються як нормальний стан різноманіття живого, а в процесі розвитку таксонів та угруповань (врешті й філумів та екосистем) жива матерія на різних фазах і в різних умовах свого існування може проходити через різні стани видовості. Останнє дозволяє говорити про еволюцію видів як станів диференціації живого, нарівні з «нормальною» філетичною еволюцією, що проявляється в змінах морфології, генетики та біогеографії популяцій. Ідея полівидовості може розглядатися як новий крок у розвитку ідеї плюралізму концепцій виду, суть якої полягає у визнанні різності видів у різних групах, різних контекстах та різних ситуаціях. Проте ідея «типів видів» пов'язана не стільки з концепціями, скільки з реальним різноманіттям проявів видовості.

Ключові слова: концепції виду, вид як ідея, вид як категорія, видовість, різноманіття концепцій.

Адреса для зв'язку: І. Загороднюк; Національний науково-природничий музей НАН України, вул. Богдана Хмельницького, 15, Київ, 01601 Україна; e-mail: zoozag@ukr.net; orcid: 0000-0002-0523-133X

GEO&BIO • 2020 • 19: 54–58

Поширення та морфологічні особливості сонячного окуня *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) у водоймах Луганщини. — **Є. Коваль, В. Форощук.** — Як представник північноамериканської іхтіофауни, сонячний окунь (*Lepomis gibbosus*), широко розселився у водоймах південного сходу України. На даний момент він відомий з водойм Північного Приазов'я, з басейнів річок Дніпра та Сіверського Донця. Сонячний окунь це новий вид-вселенець для іхтіофауни басейну річок Сіверський Донець та Міус. Риби виловлені з річок Сіверський Донець вище і нижче греблі Щастинської ТЕС, Лугань, Ольхова та Луганчик, водосховища колишньої Штергресівської ТЕС на річці Міус. Вони були спіймані на поплавкову вудку в червні-липні 2015–2019. Також відомі знаходження сонячного окуня з річки Айдар та Деркул. Вперше вивчено морфометричні особливості окуня сонячного *L. gibbosus* у районі дослідження. Аналіз отриманих даних встановив, що поява сонячного окуня у досліджених водоймищах привело до утворення більш видовженої форми тіла риб порівняно з особинами природного ареалу (р. Онтонабе, Канада). Це підтверджується максимальними показниками у відсотках середнього значення довжини голови, спинного та грудного плавців, постдорсальної відстані, висоти тулуба від стандартної довжини тіла риби. Хоча, спіймані риби мали дещо більші середні значення стандартної довжини тіла порівняно з такими з природного ареалу, але, визначення t-критерію Стьюдента підтвердило виявлену закономірність між вибірками риб з річок Сіверський Донець та Онтонабе за даними ознаками, але достовірної різниці між середніми значеннями довжини грудного плавця не встановлено. Порівняння вибірок риб з річок Дніпра та Онтонабе показало достовірну різницю між середніми значеннями лише тільки найбільшої висоти тулуба серед розглянутих ознак. Достовірної різниці між середніми значеннями даних ознак при порівнянні вибірок риб з річок Сіверського Дінця та Дніпра не встановлено. Значних відхилень меристичних ознак у вивчених риб сонячного окуня не встановлено, лише розширився

діапазон їх мінливості. Зважаючи на значну швидкість його експансії та заподіяну шкоду аборигенної іхтіофауні, цей інвазійному виду в недалекому майбутньому має отримати статус карантинного.

Ключові слова: сонячний окунь, іхтіофауна, р. Сіверський Донець, р. Міус, морфометрія, вид.

Адреса для зв'язку: В. Форощук; Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка, вул. Оборонна 2, м. Луганськ, 91011, Україна; e-mail: formanvital1954@gmail.com; orcid: 0000-0001-7593-6987

GEO&BIO • 2020 • 19: 59–64

Особливості онтогенезу *Grindelia squarrosa* в популяціях зі сході України. — О. Кучер. — Наведено результати вивчення онтоморфогенезу північноамериканського адвентивного виду *G. squarrosa* у вторинному ареалі в природних умовах на сході України, представлена схема онтоморфогенезу, виділені вікові стани (насіння, проростки (р), ювенільні (j), іматурні (ім), віргінільні (v), молоді генеративні (g1), середньовікові генеративні (g2), старіючі (g3), субсенільні та сенільні рослини), надано їх характеристику. Встановлено, що протягом вегетаційного сезону кількість проростків суттєво відрізняється, також на проростання насіння впливає температура, найбільша кількість проростків спостерігається при значеннях від + 25 до + 27 С° у весняний період. Вибір місця дослідження не випадковий — місцезнаходження виду в Старобільському злаково-лучному степу Луганській області у приуслівій заплаві річки Сіверський Донець є одним із первинних осередків занесення, поширення виду *G. squarrosa* та його сучасного високого інвазійного статусу. Дослідження проводили за загальноприйнятими методами Злобіна на чотирьох облікових ділянках. Досліджували щільність, онтогенетичну та віталітетну структуру популяцій. Кожну популяцію досліджували п'ять разів на рік на початку (кінець травня) в середині (у червні; на початку та в кінці липня) та наприкінці вегетації (вересень). Визначили, що для виду характерне неодноразове проростання насіння та формування монодомінантних угруповань; вид виступає як співдомінант в степових угрупованнях, віддає перевагу супіску і глинистому суглинку та щербистим ґрунтам, рідко трапляється на гравії і щільноглинистому субстраті. Період онтогенетичного розвитку досліджуваного виду триває 1–2 роки. В результаті дослідження онтогенетичної структури модельних популяцій *G. squarrosa*, встановлено, що у них переважають рослини прегенеративного стану, тобто спектр вікових груп лівосторонній, характерна позитивна асиметрія з піком на рослинах молодшої вікової групи, популяції повностанові та характеризуються високими показниками індексів відновлення.

Ключові слова: *Grindelia squarrosa*, онтогенез, вікові стани, популяційні дослідження, схід України.

Адреса для зв'язку: О. О. Кучер; Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України; вул. Терещенківська 2, Київ, 01004 Україна; e-mail: kucher.oksana29@gmail.com; orcid: 0000-0002-5665-288X

GEO&BIO • 2020 • 19: 65–84

Сучасний склад родини Бичкові Gobiidae Cuvier, 1816 (Actinopterygii) вод України з коментарями щодо поширення видів. — Л. Маніло. — У даній публікації на основі ретроспективного аналізу літератури розглядається зміна кількісного видового складу родини бичкових Gobiidae вод України з 30-х років минулого століття. Опубліковані до цього часу визначники і списки риб України охоплювали іхтіофауну деяких регіонів країни, тільки прісні води, басейни річок або ділянки морського узбережжя Азовського та Чорного морів. В роботі академіка А. М. Нікольського (1930) вперше був опублікований відомий для того періоду повний список риб України, що включав прісноводні і морські види. У цьому визначнику в складі родини бичкових розглядалося 7 родів з 23 видами. У праці Д. К. Третьякова (1947) для водойм України наводилося 10 родів бичкових з 23 видами, а також проведені незначні зміни у видовому складі. В одному з томів серії «Фауна України. Риби», присвяченому бичковим риbam (Smirnov, 1986) наводилися дані по 25 видах з 11 родів. За відомостями Ю. В. Мовчана (2011) склад родини значно розширився, до нього увійшли вже 33 види з 13 родів, в тому числі 5 морських видів, які були виявлені на той час в прибережних водах Криму та 1 описаний новий вид з р. Чорна. Згодом в морських водах України були знайдені ще 5 видів, відомих тільки в Середземноморському басейні, а також 1 в Азовському морі. Встановлено, що на сучасному етапі іхтіофауна родини бичкових України за літературними даними та з урахуванням матеріалів колекції риб ННПМ НАНУ налічує 38 видів з 17 родів. Для кожного виду наведено його ареал і поширення в водах України. Основними складовими фауни бичкових риб України є види понто-каспійського (52,6 %) та атлантично-середземноморського (47,4 %) фауністичних комплексів. Виділено ендеміки (4 види) та недавні види-вселенці в Чорне море з початку 2000-х років (8 видів), для двох видів час вселення невідомий.

Ключові слова: Gobiidae, рід, вид, поширення, Україна, Чорне море, Азовське море, фауністичний комплекс, ендемік.

Адреса для зв'язку: Леонід Маніло; Національний науково-природничий музей НАН України; вул. Богдана Хмельницького 15, Київ, 01030 Україна; e-mail: leonid.manilo@gmail.com; orcid: 0000-0002-7143-9470

Перехід рослинних смол з біосфери в літосферу. — В. М. Мацуй, У. З. Науменко. — У статті авторами детально розглянуто процес переходу рослинних смол з біосфери в літосферу, охарактеризовані умови і палеогеографічна обстановка такого переходу, формування покладів викопних смол і розсіпів бурштину-сукцинату зокрема. Предметом досліджень є територія сучасного Дніпровського буровугільного басейну в межах Українського щита і його схилів, що охоплюють прикордонні області Прип'ятського прогину, Дніпровсько-Донецької та Причорноморської западин, Волино-Подільської плити як перспективний об'єкт вивчення генезису бурштину-сукциніту. Наданий всебічний геологічний і палеографічний аналіз природних умов цього регіону в еоцен-олігоцені, коли на даній території відбувалося накопичення смоляних виділень переважно хвойних рослин та їх перетворення на викопні смоли, що дозволило авторам виділити три часові етапи фосилізації (скам'яніння і перетворення) живиці рослинних смол на тривалому шляху переходу з живої природи в неживу. Встановлено, що фосилізація рослинних смол відбувалася в наземно-болотний і морський етапи в умовах діагенезу. Перший мав місце в нижній половині середнього еоцену (лютет); другий — в постбучацький час в кінці середнього-верхньому еоцені — ранньому олігоцені; заключний етап пов'язаний з перетворенням бурштину-сукциніту в пізньому діагенезі (еоцені-олігоцені) і катагенезі (антропогені) в умовах низьких температур і тиску. Вперше визначено корінне першоджерело розсіпів бурштину-сукциніту, яке сформувалося на першому, наземно-болотному етапі фосилізації рослинних смол. Представлене воно біогенно-осадовими покладами смоляних виділень (протобурштин) в палеоторфовищах, що підстилають «бурштинові ліси», і на деякій відстані від них. Показано, що розмив первинних покладів відбувався в постбучацький час — друга половина середнього-пізнього еоцені — ранньому олігоцені. Винесений з корінних першоджерел протобурштин річковими водами переносився в морський басейн, де в слаболужному середовищі, збагаченому калієм, він придбав властивості бурштину-сукциніту. Встановлення корінного першоджерела розсіпів БС цілком визначає наукову і практичну значимість проведених досліджень, в кінцевому підсумку спрямованих на прогноз родовищ.

Ключові слова: рослинні смоли, етапи фосилізації, бурштин-сукциніт, протобурштин, розсіпи.

Адреса для зв'язку: Уляна Науменко; Інститут геологічних наук НАН України; вул. Олеса Гончара, 556, Київ, 01154 Україна; e-mail: uznaum@gmail.com; orcid: 0000-0001-9420-4044

Географічне поширення та умови місцезростань *Gentiana cruciata* L. (Gentianaceae) в Україні в зв'язку з новим локалітетом виду на Волинській височині. — В. І. Мельник, О. Р. Баранський, О. І. Шиндер, О. Ф. Левон. — Тирлич хрещатий (*Gentiana cruciata* L.) — багаторічна трав'яна рослина родини Gentianaceae, включена до Червоних книг чи Червоних списків дев'яти європейських країн та Списків регіональних рідкісних видів двох регіонів України. Ареал *Gentiana cruciata* охоплює переважно Центральну і Східну Європу, Західний Сибір та гори Кавказу. В статті наведено результати вивчення географічного поширення, фітоценотичних умов місцезростань і сучасного стану популяцій *G. cruciata* в Україні. Цей вид поширений у рівнинній частині України (лісостепова зона, лівобережжя степової зони, крайня південна частина Полісся) та південній і східній частині Українських Карпат. Окремий ексклав ареалу розташований на Кримському півострові (переважно в Кримських горах і на півострові Тарханкут). В Українських Карпатах і на рівнинній частині України *G. cruciata* трапляється рідко. Ця рослина віддає перевагу сухим вапняковим ґрунтам на мергелях і лесах. Фітоценотична роль цього виду у рослинних угрупованнях є дуже невеликою (зазвичай менше 1%). Осередки компактного зростання *G. cruciata* виявлено в урочищі Бармаківське урочищі поблизу міста Рівне на Волинській височині, де у складі рослинного покриву зафіксовано близько тисячі дорослих особин, які приурочені до екотону між лучно-степовим угрупованням класу Festucetalia — Brometea та лучним угрупованням. У Кримських горах *G. cruciata* зростає у складі лучно-степових угруповань з домінуванням видів роду *Alchemilla*. Популяції *G. cruciata* в Україні відзначаються вкрай низькою чисельністю. Гомеостатичні повностанові популяції з великою кількістю різновікових особин у рівнинній частині України є дуже рідкісними. Найбільша відома популяція *G. cruciata* знаходиться в урочищі Бармаківське (Рівненська обл.). Антропогенна трансформація природних екосистем з порушенням ґрунтів та заростання трав'янистих угруповань деревами та чагарниками, ставить під загрозу існування популяцій *G. cruciata* в Україні. Як рідкісний вид вразливий до антропогенних впливів *G. cruciata* заслуговує внесення до нового видання Червоної книги України.

Ключові слова: *Gentiana cruciata*, географічне поширення, оселища, популяції, охорона, Україна.

Адреса для зв'язку: О. І. Шиндер; Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України; вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, 01014 Україна; e-mail: shinderoleksandr@gmail.com; orcid: 0000-0003-1146-0873

Жуки-пліснявики (Cryptophagidae, Coleoptera) у фауні Українських Карпат. — К. Очеретна. — Наведено підсумки ревізії таксономії та видового складу криптофагід Українських Карпат. В обшир роботу включено всі зведення з таксономії та фауністики цієї групи, починаючи з 1820 р. Основою обрано три групи джерел: власні дослідження автора, аналіз колекцій твердокрилих з природничих музеїв та аналіз літератури. Значну увагу приділено змінам в таксономії, через які накопичилися дуже різні назви, які є не окремими таксонами, а лише синонімами. Для кожного роду та підроду наведено анотацію стосовно його видового багатства та найголовніших змін в таксономії останнього часу, а для кожного виду наведено стислі відомості про фактичні колекційні зразки. Наведено оцінку його рясноти та ключові біотопи або висотні пояси, статуси присутності та можливої раритетності. Вказано показники фактично наявного та очікуваного багатства фауни пліснявиків за систематичними групами, що продемонструвало найбільше видове багатство у двох родах — *Atomaria* (50 видів, що входять до складу двох підродів — *Atomaria* та *Agathengis*) та *Cryptophagus* (44 види). З іншого боку, 5 родів були представлені лише одним видом кожний, у тому числі роди *Spavius*, *Pteryngium*, *Paramecosoma* та *Ootypus* є монотиповими в цілому для світової фауни криптофагід, а рід *Sternodea* представлений лише одним видом на рівні Карпатського регіону (*S. baudii*). З наявного числа видів (116), які вказані за різними джерелами для України, однозначно присутніми є 78 видів (їхню наявність підтверджено знахідками автора та аналізом колекцій зоологічних музеїв), а з урахуванням всіх вказівок, не підтверджених описами чи колекційними зразками — 116, з яких 38 — вказівки на основі літературних джерел (включно з територіями суміжних країн). З цього числа 8 видів з родів *Antherophagus* (1), *Atomaria* (2), *Cryptophagus* (5) наводяться вперше для фауни регіону, у тому числі три зі зборів автора та п'ять — з досліджених колекцій. Показано, що найбільша кількість видів та родів характерна для передгірних і, менше, для високогірних районів, більше для лісових. Очікується подальше збільшення списку видів при розширенні досліджень на Буковині та в цілому на території північно-східних макросхилів Карпат.

Ключові слова: жуки-пліснявики, видове різноманіття, список фауни, таксономія, Українські Карпати.

Адреса для зв'язку: Катерина Очеретна; Києво-Печерський ліцей № 171 «Лідер»; вул. Лейпцизька, 11а, Київ, 01015 Україна; e-mail: katernyna_ocheretna@ukr.net; orcid: 0000-0002-7759-8878

Джерела тритію у природно-техногенних системах. — О. В. Пушкар'юв. — Радіоактивний розпад тритію обумовлений β -розпадом одного з двох нейтронів в ядрі атома ізотопу водню (тритону) на протон, електрон і електронне антинейтрино з утворенням моноатомного газу та періодом напіврозпаду 12,33 роки внаслідок зміни кваркової структури нейтрона. Середня енергія β -частинки дорівнює 5,7 кеВ. Тритій утворюється природним і техногенним шляхами. Природний тритій виникає внаслідок зіткнення високоенергетичних частинок сонячного вітру (нейтронів, протонів, дейтронів) з молекулами повітря у земній атмосфері. Загальна кількість космогенного тритію в гідросфері й атмосфері становить близько 2,7 кг ($9,6 \cdot 10^{17}$ Бк). Утворення техногенного тритію розпочалося внаслідок атмосферних випробувань ядерної і термоядерної зброї та продовжилося з виробництвом електроенергії на атомних електростанціях (АЕС). «Бомбовий» тритій рівномірно розосереджений у біосфері внаслідок планетарних повітряних і океанських течій. Наразі залишок «бомбового» тритію у біосфері складає близько 23,3 кг, з них у Світовому океані розчинено 65 % та 35 % розподілені між суходолом і атмосферою. Генерування тритію на АЕС веде до щорічного подвоювання його вмісту відносно природного рівня у біосфері та кореспондується з динамікою потужності ядерних реакторів, залежить від їх типів та строку експлуатації. У ядерних реакторах тритій утворюється в результаті потрійного поділу ядер палива, захопленні нейтронів ядрами бору і літію, та внаслідок (n, γ)-реакції на ядрах дейтерію в теплоносії реакторів. За оцінками United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (Науковий комітет ООН по впливу атомної радіації) станом на серпень 2019 в ядерних реакторах АЕС світу (з урахуванням терміну їх експлуатації) напрацювання тритію, нормалізоване на потужність електрогенерації склало $2,85 \cdot 10^{18}$ Бк ($7,5$ кг). Важливим джерелом надходження тритію в навколишнє середовище є підприємства з перероблення відпрацьованого ядерного палива. З них до 25 % тритію у газо-аерозольних формах потрапляє в атмосферу та до 75% у рідкій формі (НТО) скидається у поверхневі та підземні води. Загалом, надходження тритію в навколишнє середовище від підприємств ядерної енергетики (АЕС та заводів по переробленню відпрацьованого палива) можуть становити $1,26 \cdot 10^{18}$ Бк $\cdot$ рік $^{-1}$ ($3,5$ кг $\cdot$ рік $^{-1}$). Це більше, ніж у 20 разів перевищує його щорічне утворення з природних джерел ($0,15$ кг $\cdot$ рік $^{-1}$) та може обумовлювати щорічне подвоєння загального запасу тритію у біосфері.

Ключові слова: тритій, джерела, АЕС, ядерний реактор, біосфера, атмосфера, гідросфера.

Адреса для зв'язку: О. В. Пушкар'юв; Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»; пр-т Академіка Палладіна, 34 а, Київ-142, 03680 Україна; e-mail: puskarevigns@gmail.com; orcid: 0000-0002-4382-8620

Постать Валентини Іванівни Бібікової (Зубаревої) в розвитку археозоології. — А. В. Вейбер. — Робота присвячена опису біографії та наукових здобутків видатної дослідниці археозоології Валентини Іванівни Бібікової (Зубаревої) (1913–1993). Вона народилася 1 липня 1913 року в с. Халтурине В'ятської губернії Російської імперії (нині м. Орлов Кіровського краю Російської Федерації). Її батьками були вчителі — Іван Михайлович (1884–1921) та Марія Іванівна (1884–1959) Зубареви. З 1932 до 1936 р. навчається в Московському державному університеті імені М. В. Ломоносова на біологічному факультеті за спеціальністю «зоологія хребетних». Науковим керівником Валентини Іванівни був археозоолог Веніамін Йосифович Цалкін (1903–1970). По завершенні навчання, у 1937 році, дослідниця була направлена на роботу в Інститут зоології АН УРСР (нині Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України) у м. Києві. Майже вся подальша наукова діяльність дослідниці буде пов'язана з Інститутом зоології та з Центральним науково-природничим музеєм АН УРСР (нині Національний науково-природничий музей НАН України). Коло її наукових зацікавлень пов'язане з процесом неолітизації, доместикації тварин та кліматичними реконструкціями. Важливими здобутками дослідниці стало відкриття нових видів птахів пліоценового часу з місцезнаходження Одеські катакомби; опис морфологічної різниці між кістками зубра (*Bison bonasus*) та тура (*Bos primigenius*); інтерпретація походження мізинського орнаменту, а також опис кісткових решток левів з археологічних пам'яток доби бронзи території України. Дослідниця працювала з матеріалами таких важливих археологічних пам'яток як Мирне, Ігрен 8, Анетівка II, Товста могила, Ласпі 7 та інші. На основі отриманих результатів дослідниці вдалось реконструювати природні зони в ранньому голоцені, встановити ареали існування таких тварин як тур (*Bos primigenius*), сайга (*Saiga tatarica*), тарпан (*Equus ferus*) та дикий кабан (*Sus scrofa*). Дослідниця звертала увагу на сліди обробки на кістках та загальний стан їх збереженості. Результати цих досліджень дозволили в подальшому порушити проблеми палеоекономічних реконструкцій. Як фахівець-музеєзнавець, Валентина Іванівна брала активну участь у розбудові відділу палеонтології. Робота з археозоологічними матеріалами сприяла поповненню музейних колекцій вибірками кісток з важливих археологічних пам'яток. Більшість ідей Валентини Іванівни залишаються актуальними на сьогоднішній день.

Ключові слова: Валентина Бібікова, біографія, історіографія, археозоологія, історія науки.

Адреса для зв'язку: А. Вейбер; Національний науково-природничий музей НАН України; вул. Богдана Хмельницького 15, Київ, 01030 Україна; e-mail: lusyleakey@gmail.com; orcid: 0000-0002-5178-498X

Визначний дослідник іхтіофауни України Анатолій Щербуха (1935–2020). — І. Загороднюк. — Стилий огляд біографії та наукових доробків Анатолія Щербухи — визначного українського зоолога, музеолога, колектора зоологічних колекцій, знавця риб, розробника української наукової номенклатури, науковця і популяризатора науки. Наведено біографічні відомості, реконструйовані завдяки особовій справі, виявленій у архіві Національного науково-природничого музею НАН України (ННПМ), а також окремих наукових праць дослідника. Подано огляд його праць, як статейного жанру, так і монографічного, у тому числі довідників, наукових монографій, науково-популярних видань, каталогів, підручників та визначників. Весь творчий шлях дослідника був пов'язаний з академічним зоологічним музеєм, який почергово входив до складу Інституту зоології та Центрального науково-природничого музею НАН України. Дослідник пройшов шлях від науковця, який вивчав іхтіофауну однієї невеличкої річки Псел до знавця іхтіофауни всіх типів водойм України, включно з природними і штучними водоймами, континентальними і морськими водами, аборигенну і адвентивну складові фауни, рідкісні і промислові види риб тощо. Значним є також доробок дослідника у розробці і ствердженні української номенклатури риб, включно з визначенням центральної ролі родових назв, від яких утворюються назви як видів, так і родин та інших таксонів. В зоологічній колекції ННПМ зберігається понад 2000 зразків риб 59 видів, зібраних А. Щербухою. Дослідник чимало уваги приділяв також популяризації знань і став автором двох видань про риб, кожне з яких було ще раз перевидано. П'ятьма найцитованішими працями дослідника є: наукова монографія: «Окунеподібні» в серії «Фауна України» (1982), каталог колекцій ННПМ: «Круглороті та риби» (2003), науково-популярна книга: «Риби наших водойм» (1987), наукова стаття: «Іхтіофауна України у ретроспективі та сучасні проблеми збереження її різноманіття» (2004), довідник «Українська номенклатура іхтіофауни України» (2003). Останньою працею дослідника став «Визначник риб континентальних водойм і водотоків України», написаний у співпраці з колегами з інших установ (2020).

Ключові слова: музейні колекції, іхтіофауна, історія зоології, українська зооніміка.

Адреса для зв'язку: І. Загороднюк; Національний науково-природничий музей НАН України; вул. Б. Хмельницького, 15, Київ, 01601 Україна; e-mail: zoozag@ukr.net; orcid: 0000-0002-0523-133X

Топачевський Вадим Олександрович — видатна постать в історії теріології України (до 90-річчя від дня народження). — Л. І. Рековець. — Аналітичне дослідження присвячене життєвому, але переважно творчому шляху видатного вченого ХХ ст., зоолога та палеотеріолога Вадима Олександровича Топачевського. Академік НАН України, професор, заслужений діяч науки і техніки України — це тільки формальні титри без глибинного аналізу його сутності як науковця, керівника чи просто особистості. Його прижиттєвий девіз — залишити максимально можливий слід в науці, постійно виповнював атмосферу реалізації його прагнень, виражених в наукових публікаціях, виступах на конференціях, науково-організаційних справах. Фундаментальні, дійсно академічні напрямки його наукових досліджень, які він завжди відстоював на різних рівнях організації академічної науки в Україні, завжди були пріоритетом в його науковій діяльності, до цього він прагнув і завжди спонукав своїх учнів. Фактологічною основою його наукових напрацювань завжди були оригінальні реальні матеріали та дані, які він сам особисто та в складі експедицій отримував в умовах реальних польових досліджень. Ті матеріали складали ядро його наукових тверджень та переконань і стали безцінним надбанням фондів ННПМ. Поглиблено опрацьовані ним основи морфо-функціонального аналізу викопних решток це не просто утвердження засад В. О. Ковалевського, це наступність в розробці основ еволюційної морфології з висновками в систематику, таксономію, філогенію і еволюцію дрібних ссавців. Обґрунтована і підтверджена ним гіпотеза про філогенію крицетідно-арвіколідної гілки серед дрібних ссавців є загально визнаною серед провідних палеотеріологів. Він утверджував підхід історико-фауністичного аналізу угруповань різного рівня організації в характеристиці динаміки природних процесів пізнього кайнозою природньо-історичних регіонів Європи. Морфологія, систематика та філогенія, палеоекологія та палеогеографія, стратиграфія та історична фауністика — це ті ділянки наукових звершень Вадима Олександровича, які сьогодні отримали визнання та розробляються його послідовниками (Л. Рековець, В. Несін, М. Синиця, О. Ковальчук). Наукові ідеї В. О. Топачевського та О. Л. Короткевич при активній участі співробітників музею склали основу експозиції палеонтологічного музею ННПМ, побудованої на систематичних та стратиграфічних засадах.

Ключові слова: Топачевський, палеотеріологія, історична фауністика, систематика.

Адреса для зв'язку: Л. І. Рековець; Національний науково-природничий музей НАН України; вул. Богдана Хмельницького 15, Київ, 01030 Україна; e-mail: leonid.rekovets@upwr.edu.pl; orcid: 0000-0001-9934-7095

