

DOI: 10.26565/2075-5457-2025-44-9
УДК: 595.766.43 (477)

Особливості біології жуків родини Ptinidae – ксилобійонтів листяних дерев у лісостеповій зоні Лівобережної України

В.В. Терехова

У лісостеповій зоні Лівобережної України виявлено 30 ксилобійонтичних видів з родини Ptinidae, що розвиваються на листяних деревах. Власними зборами впродовж 2005-2021 років та колекційними матеріалами Музею природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна та Інституту зоології імені І. І. Шмальгаузена на досліджуваній території підтверджено знаходження 28 видів. Проаналізована трофічна спеціалізація ксилобійонтичних видів Ptinidae, виділено 4 трофічні групи. До ксилофагів віднесено 19 видів (63%), сапрофагів – 5 видів (17%), міцетофагів – 4 види (13%), ксиломіцетофагів – 2 види (7%). Методом інкубації в лабораторії за допомогою фотоеклекторів виявлені рослини-господарі для 21 виду. Найбільша кількість видів Ptinidae розвивається на дубі звичайному *Quercus robur* – 11 видів, на другому місці липа *Tilia cordata*, що є рослиною-господарем для восьми видів Ptinidae. Решта видів деревних рослин є господарями для меншої кількості видів шашлів: *Acer* sp. (2 види) *Alnus glutinosa* (4 види), *Betula pendula* (5 видів), *Corylus avellana* (2 види), *Fraxinus excelsior* (4 види), *Populus tremula* (2 види), *Salix alba* (3 види), *Ulmus* sp. (2 види). Сутінкова та нічна активність і літ на світло відзначені для 12 видів: *Ptinus rufipes* (A. G. Olivier, 1790), *P. subpillosus* (Sturm, 1837), *Cacotemnus rufipes* (Fabricius, 1792), *Hemicoelus canaliculatus* (C. G. Thomson, 1863), *Gastrallus immarginatus* (P. W. J. Muller, 1821), *G. laevigatus* (A. G. Olivier, 1970), *Priobium carpini* (Herbst, 1793), *Oligomerus brunneus* (Olivier, 1790), *O. retowskii* (Schilsky, 1898), *Dorcatoma chrysomelina* (Sturm, 1837), *Ptinomorphus regalis* (Duftschmid, 1825), *Xyletinus pectinatus* (Fabricius, 1792).

Ключові слова: Ptinidae, ксилобійонти, ксилофаги, трофічна спеціалізація, рослина-господар, лісостепова зона, Лівобережна Україна

Цитування: Терехова В. В. Особливості біології жуків родини Ptinidae – ксилобійонтів листяних дерев у лісостеповій зоні Лівобережної України. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія», 2025, 44, с. 113-117. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-44-9>

Про автора:

Терехова В. В. – Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, Харків, Україна, 61022; v.terekhova@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-6655-9072>

Подано до редакції: 15.01.2025 / Прорецензовано: 17.02.2025 / Прийнято до друку: 27.04.2025

Вступ

Родина Ptinidae наразі об'єднує жуків, які традиційно розглядалися у складі двох окремих родин: Anobiidae (шашелі) і Ptinidae (облудники) і налічує у світовій фауні понад 2200 видів (Bell, Philips, 2011), а у фауні Палеарктики близько 820 видів (Borowski, Zahradnik, 2007). Більшість видів родини розвиваються в мертвій деревині, значна частина видів – в грибах, шишках, насінні, рослинних залишках, сухому гною, харчових продуктах, що зберігаються тощо. Деякі з видів Ptinidae мають важливе господарське значення як технічні шкідники деревини або харчових продуктів і саме такі види є найбільш детально дослідженими (Hinton, 1941, Unal et al., 2009 тощо). Проте, більшість видів є криптобійонтами, погано виявляються стандартними ентомологічними методами досліджень і через це дані щодо їх поширення та біології є фрагментарними.

Для України за даними різних авторів та «Каталогу жуків Палеарктики» (Borowski, Zahradnik, 2007) наводиться близько 120 видів з 38 родів. Територія України досліджена нерівномірно, більшість джерел присвячено вивченню Ptinidae заходу України, зокрема фауністичні роботи (Кравченко, 2013, Подобівський, 1997 Чумак та ін., 2015), описи окремих видів із зазначенням біології (Podobivsky, 1992), роботи екологічного напрямку (Іжик, Мателешко, 2013; Чумак, 2017). Загалом фауна та біологія Ptinidae Лівобережної України вивчена недостатньо, біологія переважної більшості видів в досліджуваному регіоні раніше детально не вивчалася, деякі дані щодо біології шашлів на досліджуваній території частково висвітлені у нашій попередній роботі (Terekhova, Drovalenko, 2011), але охоплюють лише одну підродину.

Найбільш численною екологічною групою Ptinidae є ксилобійонти види; вони розвиваються переважно в сухій мертвій деревині, деякі належать до серйозних шкідників технічної деревини

(Hinton, 1941; Unal et al., 2009). У лісах заселяють стовбури мертвих дерев, дупла, відмерлі гілки крони тощо і є важливим компонентом деревостанів, що сприяє розкладенню мертвої органіки й має велике значення у підтримці біорізноманіття та стабільності лісових екосистем.

В роботі проаналізовані види, що належать до екологічних груп облігатних та факультативних ксилобіонтів, що проходять розвиток в деревині, під корою та в товщі кори листяних дерев. Проміжне положення займають деякі види з роду *Dorcatoma*, що є облігатними міцетофагами і розвиваються плодових тілах ксилотрофних грибів, проте можуть розвиватися на межі з тканинами дерева.

Видові назви наводяться згідно «Каталогу твердокрилих Палеарктики» (Borowski, Zahradník, 2007).

Матеріал та методи дослідження

В основу публікації покладено результати багаторічних зборів авторки, також опрацьовані колекції Музею природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна та Інституту зоології імені І. І. Шмальгаузена НАН України.

Дослідження проводились у 2005-2021 роках. на території лісостепової зони Лівобережної України в межах трьох адміністративних областей – Харківської, Сумської та Полтавської. Об'єктом дослідження були твердокрилі родини *Ptinidae*, що є ксилобіонтами листяних дерев природних біотопів досліджуваного регіону – нагірної діброви, заплавних листяних лісів, байрачних лісів, а також антропогенних екосистем. Найбільша кількість матеріалу зібрана у свіжій кленово-липовій діброві на території НПП «Гомільшанські ліси».

Для встановлення трофічних зв'язків комах здійснювали ручний збір жуків з заселених в природі рослинних субстратів та виведення імаго в лабораторії. Для цього збирали зразки деревини, відмерлі гілки, ділянки стовбурів дерев, в яких розвивалися личинки. Частини дерев закладалися у виготовлені власноруч фотоеклатори, що були розміщені стаціонарно на біологічній станції Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна в с. Гайдари. Еклатори складалися з непрозорої камери та скляної пробірки, що освітлювалася природним світлом. Інкубація проходила у неопалюваних приміщеннях, за температурним режимом наближених до природних умов. Усі екземпляри комах, виведених у фотоеклаторах, збиралися з періодичністю 7-20 діб. Зібрані імаго жуків оброблялися в лабораторії відповідно до загальноприйнятих ентомологічних методик.

Також збір матеріалу здійснювався методом приманювання на світло, за допомогою ламп ДРВ потужністю 250 Ват.

Зібраний матеріал зберігається у колекції кафедри зоології ХНУ імені В. Н. Каразіна та частково у фондовій колекції Музею природи ХНУ імені В. Н. Каразіна.

Результати та обговорення

Для лівобережного Лісостепу України виявлено 30 ксилобіонтних видів *Ptinidae*, що розвиваються у листяних деревах. Власними зборами та колекційними матеріалами підтверджено знаходження 28 видів: *Ptinus fur* (Linnaeus, 1758), *P. rufipes* (Olivier, 1790), *P. villiger* (Reitter, 1884), *P. bicinctus* (Sturm, 1837), *P. subpillosus* (Sturm, 1837), *Anobium punctatum* (DeGeer, 1774), *Cacotemnus rufipes* (Fabricius, 1792), *Hemicoelus canaliculatus* (Thomson, 1863), *Gastrallus immarginatus* (Muller, 1821), *G. laevigatus* (Olivier, 1970), *Hadrobregmus pertinax* (Linnaeus, 1758), *Priobium carpini* (Herbst, 1793), *Oligomerus brunneus* (Olivier, 1790), *O. retowskii* Schilsky, 1898, *Dorcatoma dresdensis* (Herbst, 1792), *D. robusta* (Strand, 1938), *D. chrysomelina* (Sturm, 1837), *D. minor* (Zahradník, 1993), *D. substriata* (Hummel, 1829), *D. flavicornis* (Fabricius, 1792), *Xestobium rufovillosum* (DeGeer, 1774), *Ptinomorphus regalis* (Duftschmid, 1825), *P. imperialis* (Linnaeus, 1767), *Ptilinus fuscus* (Geoffroy, 1785), *P. pectinicornis* (Linnaeus, 1758), *Xyletinus ater* (Creutzer, 1796), *X. pectinatus* (Fabricius, 1792), *Pseudoptilinus fissicollis* (Reitter, 1877). Ще два види відомі з досліджуваного регіону лише за літературними даними: *Ptinus sexpunctatus* Panzer, 1789 (Белявцев, 2021) та *Hadrobregmus denticollis* (Creutzer, 1796) (Yakobson, 1905).

За особливостями харчування ми виділяємо 4 трофічні групи – ксилофаги, міцетофаги, ксиломіцетофаги, сапрофаги.

До групи ксилофагів віднесено 19 видів, які харчуються щільною мертвою деревиною. Ксилофаги є найбільшою групою за кількістю видів, (63 % від загальної кількості видів) і характеризуються значним різноманіттям способів життя. *Oligomerus brunneus* та *O. retowskii* заселяють сухі дерева та відмерлі ділянки деревини живих дерев: ділянки без кори в нижній частині стовбура, морозобійні рани, всохлі гілки крони. Ці види звичайні у нагірних дібровах Лісостепу і їхня

діяльність сприяє звільненню крон дерев від мертвих гілок і якнайшвидшому їх розкладанню. Такі види як *Cacotemnus rufipes*, *Hemicoelus canaliculatus* заселяють товщу деревини стовбурів та гілок, і трапляються досить часто як у природних екосистемах (нагірні та заплавні діброви, байрачні ліси), так і у трансформованих (сади, міські насадження). *Priobium carpini* та *Xestobium rufovillosum* здатні розвиватися у щільній деревині, проте, віддають перевагу деревині, частково зруйнованій грибами. Для деяких видів, наприклад, *Gastrallus immarginatus* відмічених розвиток у товщі кори стовбурів нещодавно повалених дерев. *Ptinomorphus regalis* та *P. Imperialis* розвиваються в сухих крихких гілках, прокладаючи ходи в товщі кори та деревині. Деякі види є більш вузькоспеціалізованими щодо рослин-господарів. Так, *Ptilinus fuscus*, віддає перевагу вербам та тополям, де розвивається переважно в товстих стовбурах. Деякі види, відомі за літературними даними як шкідники технічної деревини, у природних екосистемах нами не спостерігалися. *Anobium punctatum*, що заселяє мертву стару суху деревину різних листяних дерев, нами був відмічений лише у приміщеннях. Екземпляри *Hadrobregmus pertinax* на досліджуваній території відомі нам лише зі зборів позаминулого століття.

До групи сапрофагів (п'ять видів, 17%) відносяться види, що мешкають під корою, у товщі кори, у ходах ксилофагів, у сильно зруйнованій деревині й живляться рослинними рештками та різноманітною органікою, що розкладається. Вони є факультативними ксилобіонтами, і можуть розвиватися, окрім деревини, в інших рослинних субстратах. Це такі види з роду *Ptinus* як *P. fur*, *P. villiger*, *P. bicinctus*, *P. subpillosus*, а також *P. sexpunctatus*, відомий з досліджуваної території за літературними даними (Белявцев, 2021).

Екологічна група міцетофагів (13%) представлена 4 видами і включає представників роду *Dorcatoma*, що розвиваються в плодових тілах ксилотрофних грибів: *Dorcatoma dresdensis*, *D. robusta*, *D. minor*, *D. substriata*. Зазначені види є облігатними міцетобіонтами, їхнє знаходження в деревині можливо лише у пограничній зоні між плодовим тілом та тканинами дерева та у деревині, ураженій грибами.

До групи ксиломіцетофагів (2 види, 7%) належать види, що оселяються в деревині, що сильно зруйнована грибами, та не здатні розвиватися у щільній деревині. Так, *Dorcatoma chrysomelina* та *D. flavicornis* відмічені в деревині дуба, ураженій бурими гнилями.

У таблиці представлена інформація щодо видів Ptinidae, для яких встановлені рослини-господарі на досліджуваній території шляхом виведення з заселених дерев.

Таблиця 1. Трофічна спеціалізація ксилобіонтних Ptinidae у лісостеповій зоні Лівобережної України
Table 1. Trophic specialization of xylobiont ptinid beetles in the forest-steppe of Left-Bank Ukraine

Вид / Species	Трофічна спеціалізація / Trophic specialization	Рослини-господарі / Host plants									
		<i>Acer</i> sp.	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Corylus avellana</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Salix alba</i>	<i>Tilia cordata</i>	<i>Ulmus</i> sp.
<i>Dorcatoma chrysomelina</i>	Ксиломіцетофаг						+				
<i>D. dresdensis</i>	Міцетофаг			+			+				
<i>D. flavicornis</i>	Ксиломіцетофаг						+		+		
<i>D. minor</i>	Міцетофаг			+							
<i>D. robusta</i>	Міцетофаг			+			+	+			
<i>D. substriata</i>	Міцетофаг					+					
<i>Gastrallus immarginatus</i>	Ксилофаг					+	+				
<i>Oligomerus brunneus</i>	Ксилофаг		+			+	+				
<i>O. retowskii</i>	Ксилофаг					+					
<i>Ptinus rufipes</i>	Ксилофаг		+				+			+	+
<i>P. bicinctus</i>	Сапрофаг						+				
<i>P. subpillosus</i>	Сапрофаг						+			+	
<i>P. villiger</i>	Сапрофаг									+	
<i>Priobium carpini</i>	Ксилофаг									+	

Вид / Species	Трофічна спеціалізація / Trophic specialization	Рослини-господари / Host plants									
		<i>Acer sp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Corylus avellana</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Salix alba</i>	<i>Tilia cordata</i>	<i>Ulmus sp.</i>
<i>Pseudoptilinus fissicollis</i>	Ксилофаг									+	
<i>Ptilinus fuscus</i>	Ксилофаг							+	+		
<i>Ptinomorphus regalis</i>	Ксилофаг									+	
<i>Xestobium rufovillosum</i>	Ксилофаг						+				
<i>Xyletinus pectinatus</i>	Ксилофаг				+						
<i>Cacotemnus rufipes</i>	Ксилофаг	+	+	+	+				+	+	
<i>Hemicoelus canaliculatus</i>	Ксилофаг	+	+	+			+			+	+

Найбільша кількість видів жуків трофічно пов'язана з дубом *Quercus robur* – на ньому розвивається 11 видів шашлів. На другому місці липа *Tilia cordata*, що є рослиною-господарем для 8 видів Ptinidae. Решта видів деревних рослин є господарями для меншою кількості видів шашлів (табл. 1). Наведена інформація щодо кормових рослин не є вичерпною, проте на даний момент це є найбільш повною трофічною характеристикою родини на досліджуваній території, що має підтвердження за сучасними спостереженнями.

Сутінкова та нічна активність і літ на світло відзначені для 12 видів: *Ptinus rufipes*, *P. subpillosus*, *Hemicoelus canaliculatus*, *Cacotemnus rufipes*, *Gastrallus immarginatus*, *G. laevigatus*, *Oligomerus brunneus*, *O. retowskii*, *Priobium carpinii*, *Dorcatoma chrysomelina*, *Ptinomorphus regalis*, *Xyletinus pectinatus*.

Висновки

У лівобережному Лісостепу України виявлено 30 видів Ptinidae, що пов'язані у своєму розвитку з листяним деревам. Власними зборами та колекційними матеріалами підтверджено знаходження 28 видів. Виділено 4 типи трофічних груп, серед яких найбільшою є група ксилофагів (63 %). Для 21 виду виявлено кормові об'єкти на досліджуваній території, найбільша кількість видів жуків розвивається на дубі *Quercus robur* та липі *Tilia cordata*.

Список літератури / References

- Белявцев, М. (2021). Екологічні угруповання ксилобонтних твердокрилих (Insecta: Coleoptera) у свіжій діброві Національного природного парку «Гомільшанські ліси» (Харківська область, Україна). *Вісті Харківського ентомологічного товариства*, 29 (2), 31-39. [Bieliavtsev, M. (2021). Ecological groups of xylobiont beetles (Insecta: Coleoptera) in the fresh oak forest of the National Nature Park 'Gomilshanski Lisy' (Kharkiv Region, Ukraine). *The Kharkov Entomological Society Gazette*, 29 (2), 31-39]. (In Ukrainian) <https://doi.org/10.36016/KhESG-2021-29-2-3>
- Кравченко, О. (2013). Огляд твердокрилих надродини Bostrichoidea (Coleoptera) Шацького національного природного парку. *Наук. зап. Держ. природознавч. музею*, 29, 105-112. [Kravchenko, O. (2013). Review of the beetles of superfamily Bostrichoidea (Coleoptera) of Shatsk National nature Park. *Proceedings of the State Natural History Museum*, 29, 105-112]. (In Ukrainian)
- Іжик, Г., Мателешко, О. (2014). Роль жуків-ксилофагів у букових природних лісах і пралісах. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*, 1, 60-64. [Izhyk, H., Mateleshko, O. (2014). The role of xylophagous beetles in natural beech forests and virgin forests. *Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 1, 60-64]. (In Ukrainian)
- Подобівський, С. (1997). Каталог фауни твердокрилих підродини Ernobiinae і Anobiinae (Anobiidae) заходу України. *Наук. зап. Держ. природознавч. музею*, 13, 69-78. [Podobivsky, S. (1997). Catalogue of fauna of Ernobiinae and Anobiinae beetles (Coleoptera, Anobiidae) from the west of Ukraine. *Proceedings of the State Natural History Museum*, 13, 69-78]. (In Ukrainian)
- Чумак, М. (2017). Трофічна структура угруповань сапроксилобонтних твердокрилих (Coleoptera) букових пралісів Угольського масиву Карпатського біосферного заповідника. *Науковий вісник*

- Ужгородського університету. Серія: Біологія, 42, 60–65. [Chumak, M. (2017). Trophic structure of communities of saproxylic beetles (Coleoptera) beech virgin forests Uholka massif of Carpathian biosphere reserve. *Sci. Bull. Uzhhorod Univ. (Ser. Biol.)*, 42, 60–65]. (In Ukrainian)
- Чумак, М., Мателешко, О., Чумак, В., Варивода, М., Грицюк, І., Заморока, А., Мірутенко, В., Назаренко, В., Нікуліна, Т., Петренко, А., Різун, В., Середюк, Г., Сергі, Т., Тимочко, В., Турис, Е., Яницький Т. (2015). Таксономічний склад сапроксилобійонтих твердокрилих (Insecta, Coleoptera) Угольського масиву фауни Карпатського біосферного заповідника. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*, 38-39, 5–11. [Chumak, M., Mateleshko, O., Chumak, V., Varyvoda, M., Hrytsiuk, I., Zamoroka, A., Mirutenko, V., Nazarenko, V., Nikulina, T., Petrenko, A., Rizun, V., Seredyuk, G., Sergi, T., Tymochko, V., Turys, E., Yanytsky, T. (2015) Taxonomic composition of the saproxylic Coleoptera (Arthropoda: Insecta) fauna in Uholka division of Carpathian Biosphere Reserve. *Sci. Bull. Uzhhorod Univ. (Ser. Biol.)*, 38-39, 5–11]. (In Ukrainian)
- Bell, K., Philips, T. (2011). Molecular systematics and evolution of the Ptinidae (Coleoptera: Bostrichoidea) and related families. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 165, 88–108. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2011.00792.x>
- Borowski, J., Zahradník, P. (2007). Family Ptinidae. In I. Löbl & A. Smetana (Eds.), *Catalogue of Palaearctic Coleoptera* (Vol. 4, pp. 328–362). Stenstrup, Denmark: Apollo Books.
- Hinton, H. (1941). The Ptinidae of economic importance. *Bulletin of Entomological Research*, 31, 331–381.
- Podobivsky, S. (1992). Biology and peculiarities of structure of furniture beetle *Dorcatoma obtrita* Logvinovskij (Coleoptera, Anobiidae) in Ukraine. *Vestnik Zoologii*, 6, 79–81.
- Terekhova, V., Drovalenko, A. (2011). Ptinid beetles (Coleoptera, Ptinidae) in the fauna of Ukraine. Subfamily Anobiinae. *Proceedings of the Zoological Museum*, 42, 58–75.
- Unal, S., Ozcan, E., Kaygin, A. (2009). Wood-destroying Coleopteran species in the historical buildings in Kastamonu, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8(10), 2349–2355.
- Yakobson, G. (1905). *Beetles of Russia and Western Europe*. Publisher Devriena Company.

Biological peculiarities of ptinid beetles (Coleoptera, Ptinidae) – xylobionts of deciduous trees in the forest-steppe of Left-Bank Ukraine

V.V. Terekhova

In the forest-steppe zone of Left-Bank Ukraine, 30 xylobiont species of the Ptinidae family developing on deciduous trees were registered. Own collections during 2005-2021 and collection materials of the Museum of Nature of V. N. Karazin Kharkiv National University and I. I. Schmalhausen Institute of Zoology confirmed the presence of 28 species in the studied area. The trophic specialization of the Ptinidae xylobiont species was analyzed, 4 trophic groups were identified. 19 species (63%) were classified as xylophages, 5 species (17%) as saprophages, 4 species (13%) as mycetophages, and 2 species (7%) as xylomycetophages. The method of incubation in the laboratory using photoelectors revealed host plants for 21 species. Most Ptinidae species develop on pedunculate oak *Quercus robur* – 11 species, followed by linden *Tilia cordata*, which is a host plant for 8 Ptinidae species. The remaining woody plant species are hosts for a smaller number of ptinid species: *Acer* sp. (2 species) *Alnus glutinosa* (4 species), *Betula pendula* (5 species), *Corylus avellana* (2 species), *Fraxinus excelsior* (4 species), *Populus tremula* (2 species), *Salix alba* (3 species), *Ulmus* sp. (2 species). Nocturnal activity and flight into the light have been recorded for 12 species: *Ptinus rufipes* A. G. Olivier, 1790, *P. subpillosus* Sturm, 1837, *Cacotemnus rufipes* (Fabricius, 1792), *Hemicoelus canaliculatus* (C. G. Thomson, 1863), *Gastrallus immarginatus* (P. W. J. Muller, 1821), *G. laevigatus* (A. G. Olivier, 1970), *Priobium carpini* (Herbst, 1793), *Oligomerus brunneus* (Olivier, 1790), *O. retowskii* Schilsky, 1898, *Dorcatoma chrysomelina* Sturm, 1837, *Ptinomorphus regalis* (Duftschmid, 1825), *Xyletinus pectinatus* (Fabricius, 1792).

Key words: Ptinidae, xylobionts, xylophages, trophic specialization, host plant, forest-steppe zone, Left-Bank Ukraine

Cite this article: Terekhova V. V. (2025) Biological peculiarities of ptinid beetles (Coleoptera, Ptinidae) – xylobionts of deciduous trees in the forest-steppe of Left-Bank Ukraine. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology*, 44, p. 113-117. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-44-9>

About the author:

Terekhova V.V. – V. N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Sq., 4, Kharkiv, Ukraine, 61022, v.terekhova@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-6655-9072>

Received: 15.01.2025 / Revised: 17.02.2025 / Accepted: 27.04.2025