

УДК 595.76

С. К. Рындевич¹, В. Н. Зуев², Ю. А. Кухарева³, Е. П. Дуко⁴

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», ул. Войкова, 21,
225404 Барановичи, Республика Беларусь, ¹ryndevichsk@mail.ru, ²wald_k@rambler.ru,
³kuharevaula@gmail.com, ⁴duko_egor@mail.ru

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ РОДНИКОВ БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

В статье рассматривается таксономический состав беспозвоночных в 13 родниках Барановичского района (Беларусь). В родниковых экосистемах зафиксировано 53 вида беспозвоночных из трех типов: Annelida (1), Mollusca (4) и Arthropoda (48). Среди членистоногих основную массу составляют насекомые (46). Насекомые представлены семью отрядами. Наибольшее число видов в фауне родников отмечено из отрядов Trichoptera (12) и Coleoptera (10).

Для всех родников был проведен анализ гидрохимических показателей (рН, электропроводность, общее содержание солей, биохимическое потребление кислорода (БПК₅), жесткость воды, концентрация растворенных нитратов, хлоридов и сульфатов) и определены их экологическое состояние, класс качества и степень загрязнения воды родниковой экосистемы на основании биоиндикации.

На основе гидрохимических показателей к категории «чистая» относится вода родников Тартаки, Тартаки-Катихин, Басины-Лесной, Добрый Бор, Мурованка-1, Лявоны крыніцы-2, Сунгловщина, Мшанка и Ясенец, а к категории «относительно чистая» — Лявоны крыніцы-1, Кузевичи-Придорожный, Ярошево-2 и Тиунцы. По результатам биоиндикационных исследований на основе анализа таксономического состава беспозвоночных хорошее экологическое состояние имеет родниковая экосистема родника Тартаки, неудовлетворительное экологическое состояние — родника Тиунцы, остальных родников — удовлетворительное экологическое состояние.

Ключевые слова: таксономический состав; беспозвоночные; родники; экологическое состояние; Беларусь.
Рис. 15. Табл. 3. Библиогр.: 18 назв.

S. K. Ryndevich¹, V. N. Zuev², Yu. A. Kухарева³, E. P. Duko⁴

Education Institution “Baranovichi State University”, 21 Voykova Str., 225404 Baranovichi,
the Republic of Belarus, ¹ryndevichsk@mail.ru, ²wald_k@rambler.ru,
³kuharevaula@gmail.com, ⁴duko_egor@mail.ru

TAXONOMIC COMPOSITION OF INVERTEBRATE IN SPRINGS OF BARANOVICHY DISTRICT AS AN INDICATOR OF THEIR ECOLOGICAL STATE

In the article the taxonomic composition of invertebrates in 13 springs of Baranovichi district (Belarus) are considered. In spring ecosystems 53 species of invertebrates of three types were recorded: Annelida (1), Mollusca (4) and Arthropoda (48). Among arthropods, the basic part are insects (46). Insects are represented by seven orders. The largest number of species in spring fauna has been recorded from the orders Trichoptera (12) and Coleoptera (10).

For all springs, analysis of hydrochemical parameters (pH, electrical conductivity, total salt content, biochemical oxygen demand (BOD₅), water hardness, concentration of dissolved nitrates, chlorides and sulfates) has been carried out and the ecological state, quality class and degree of pollution of water of the spring ecosystem determined based on bioindication.

On the basis of hydrochemical indicators it is discovered that the water of the springs Tartaki, Tartaki-Katikhin, Basyiny Lesnoy, Dobry Bor, Murovanka-1, Lyavonavy Krynitsy-2, Sunglovshchina, Mshanka and Yasenets belong to the category “clean”, and the category “relatively clean” — Lyavonavy krynitsy-1, Kuzevichi-Pridorozhny, Yaroshevo-2 and Tiuntsy. According to the results of bioindication research based on the analysis of the taxonomic composition of invertebrates, the Tartaki spring ecosystems has a good ecological state, the Tiuntsy spring has an unsatisfactory ecological state, and the rest springs have a satisfactory ecological state.

Key words: taxonomic composition; invertebrates; springs; ecological state; Belarus.
Fig. 15. Table 3. Ref.: 18 titles.

Введение. Родники — естественные выходы подземных вод на земную поверхность. Они могут представлять собой комбинацию водоема и водотока. Родники (источники) могут быть холодными или горячими, постоянными или временными. На изучаемой территории встречаются только холодные родники. Относительно постоянная температура воды круглый год (от 2 до 10 °С) является их отличительной особенностью от других типов водотоков и водоемов [1]. Родники могут являться как самостоятельными водными объектами, так и истоками ручьев и рек, располагаются в поймах рек как притоки. Общепринято деление родников на три вида: лимнокрен, реокрен и голокрен.

Лимнокрен представляет собой небольшой бассейн (ванну), течение в нем практически не заметно. Вода обычно прозрачная. Дно песчаное, иногда со значительным количеством органических остатков.

Реокрен представляет собой водоток небольшой протяженности и обычно встречается на возвышенностях. Родники данного вида имеют медленное течение и в подавляющем большинстве являются истоками ручьев или рек. Вода прозрачная. Глубина — до 0,5 м. Дно песчаное с примесью гальки.

Гелокрен представляет собой выход подземных вод на относительно плоскую земную поверхность, вследствие чего образуется мелкий бассейн без четких границ. Глубина родников такого типа обычно не более 10—20 см. Вода может быть мутноватой со взвесью из мелкого песка или детрита. Из гелокренов обычно вытекают небольшие ручьи. Близко расположенные гелокрены формируют кренополе. Территория гелокренов может заболачиваться.

Изучению таксономического состава водных беспозвоночных Барановичского района был посвящен ряд работ [2—11]. Среди них есть всего лишь несколько статей, в которых присутствует информация о фауне беспозвоночных в родниковых экосистемах [6; 9; 11]. Данная статья является первой специализированной работой, посвященной таксономическому составу беспозвоночных в родниках Барановичского района и использованию их в качестве биоиндикаторов экологического состояния родниковых экосистем.

Материалы и методы исследования. Материалом для настоящей работы послужили сборы, проведенные в 2019—2021 годах на территории Барановичского района в 13 родниковых экосистемах (рисунок 1):

- родниковый комплекс Тартаки (лимно-гелокрен) — небольшая чаша с выходящей из нее ручьем (рисунок 2) с кренополем с 7 выходами (рисунок 3) в окрестностях д. Тартаки;
- родник Тартаки-Катихин (гелокрен) — кренополе с 25 выходами подземных вод в окрестностях д. Тартаки (рисунок 4);
- родник Басины-Лесной (реокрен) в окрестностях д. Ежоны (рисунок 5);
- родник в окрестностях д. Добрый Бор (гелокрен) — кренополе с 10 выходами подземных вод (рисунок 6);
- родник Мурованка-1 (гелокрен) — кренополе с более чем 20 выходами подземных вод, д. Молчадь (рисунок 7);
- родник Лявоनावы крыніцы-1 (гелокрен) — кренополе с 10 выходами подземных вод; окрестности д. Подгорная (рисунок 8);
- родник Лявоनावы крыніцы-2 (гелокрен) — кренополе с 10 выходами подземных вод, окрестности д. Подгорная (рисунок 9);
- родник Сунгловщина (гелокрен) — кренополе с 30 выходами подземных вод, д. Молчадь (рисунок 10);
- родниковый комплекс Кузевичи-Придорожный (лимно-реокрен), д. Кузевичи (рисунок 11);
- родник Ярошево-2 (гелокрен) — кренополе с 6 выходами подземных вод, окрестности д. Кузевичи (рисунок 12);
- родник Тиунцы (гелокрен) — кренополе с 8 выходами подземных вод, окрестности д. Тиунцы и Гордейчики (рисунок 13);

- родник Мшанка (гелокрен) — кренополе с 5 выходами подземных вод, окрестности д. Деколы (рисунок 14);
- родник Ясенец (лимнокрен), окрестности д. Ясенец (рисунок 15).

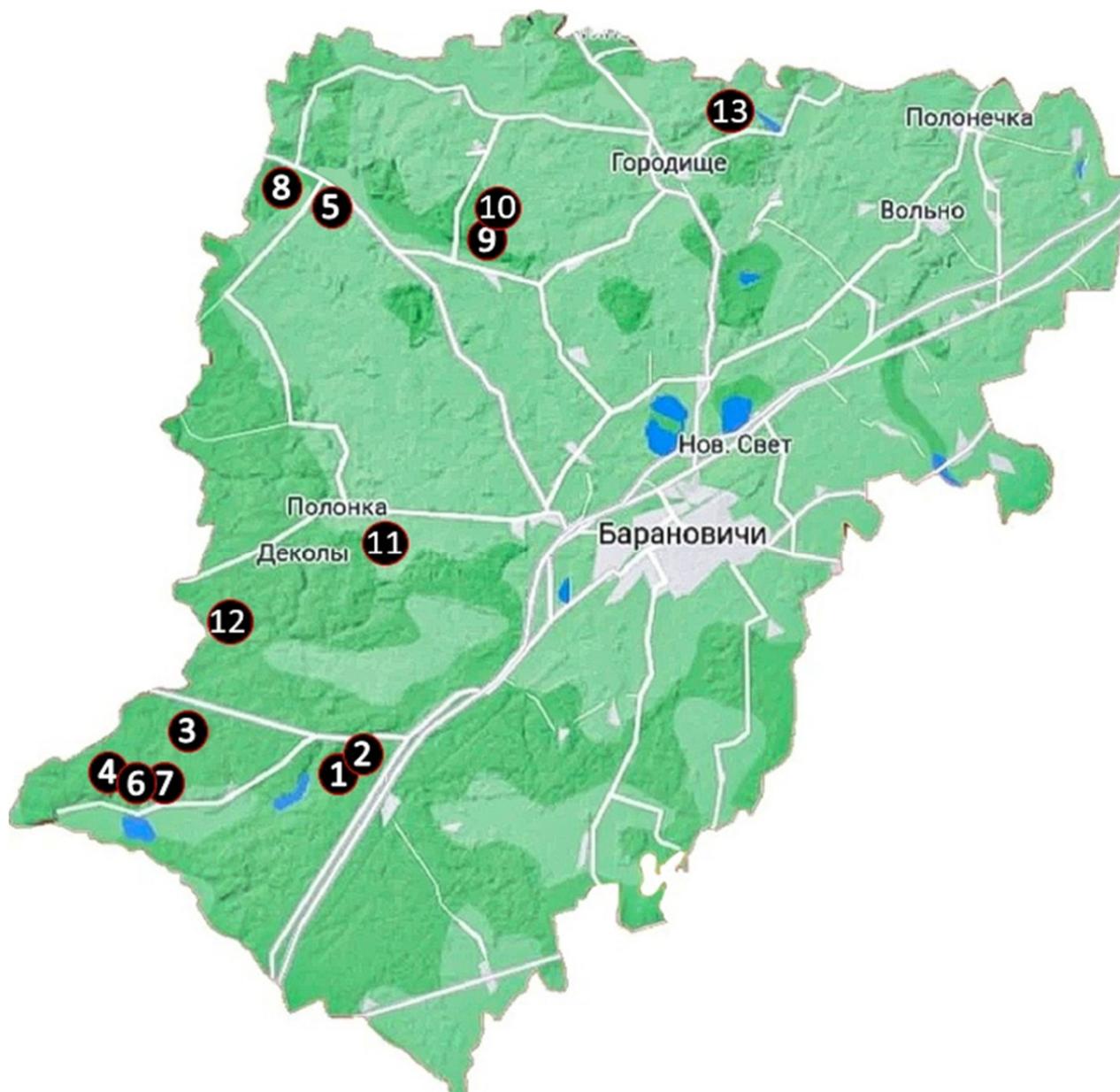


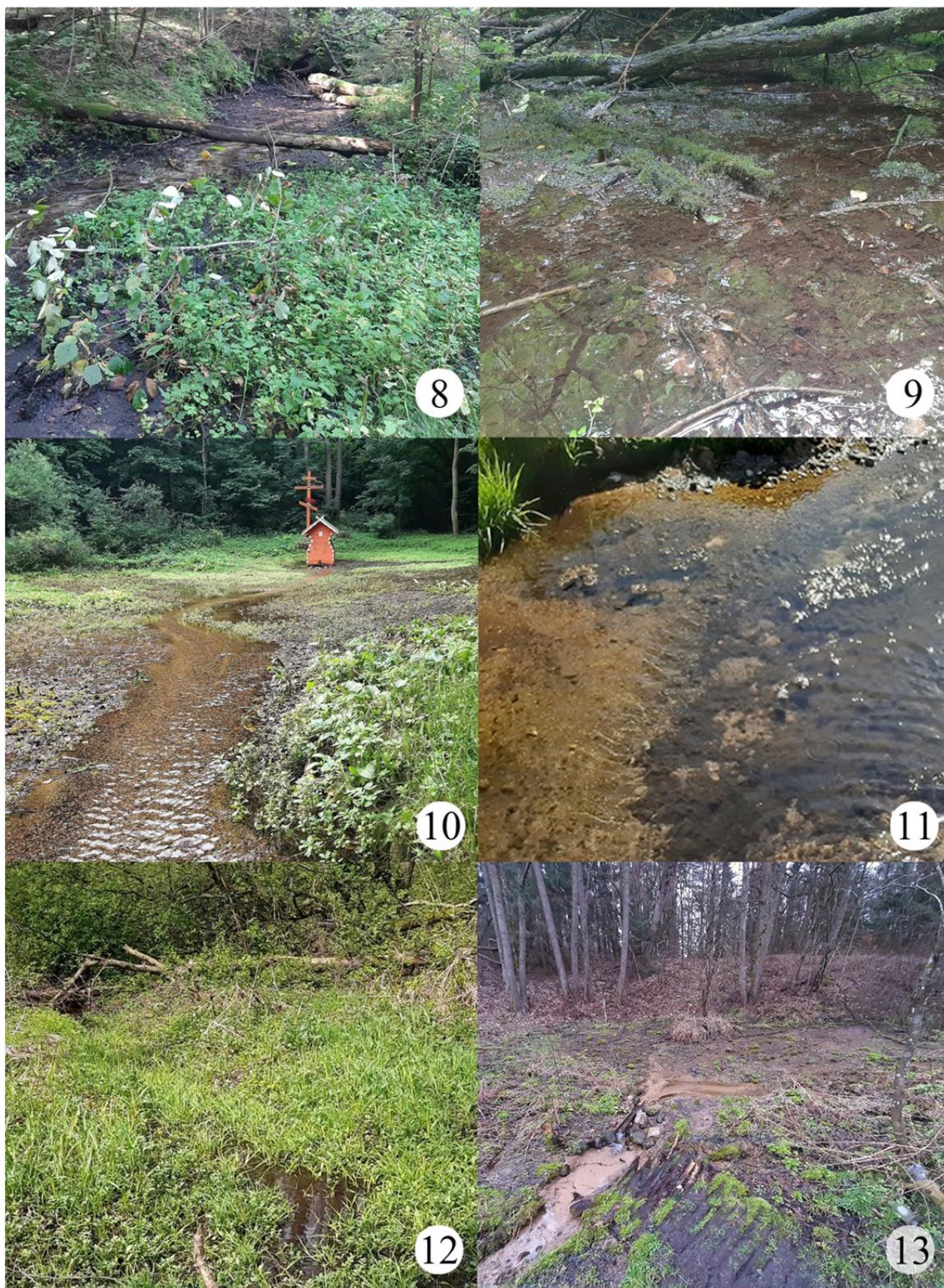
Рисунок 1. — Схема расположения изученных родниковых экосистем в Барановичском районе: 1 — родниковый комплекс Тартаки (лимно-гелокрен); 2 — родниковый комплекс Тартаки-Катихин (гелокрен); 3 — родник Басины-Лесной (реокрен); 4 — родниковый комплекс в окрестностях д. Добрый Бор (гелокрен); 5 — родник Мурованка-1 (гелокрен); 6 — родник Лявоनावы крыніцы-1 (гелокрен); 7 — родник Лявоनावы крыніцы-2 (гелокрен); 8 — родник Сунгловщина (гелокрен); 9 — родниковый комплекс Кузевичи-Придорожный (лимно-реокрен); 10 — родник Ярошево-2 (гелокрен); 11 — родник Тиунцы (гелокрен); 12 — родник Мшанка (гелокрен); 13 — родник Ясенец (лимнокрен)

Figure 1. — Layout of the studied spring ecosystems in Baranovichi district: 1 — spring complex Tartaki; 2 — spring complex Tartaki-Katikhin; 3 — spring Basiны-Lesnoy; 4 — spring complex in the vicinity of the Dobry Bor village; 5 — spring Murovanka-1; 6 — spring Lyavonava Krynitsa-1; 7 — spring Lyavonava Krynitsa-2; 8 — spring Sunglovshchina; 9 — spring complex Kuzevichi-Pridorozhny; 10 — spring Yaroshevo-2; 11 — spring Tiuntsy; 12 — spring Mshanka; 13 — spring Yasenets



Рисунки 2—7. — Родниковые экосистемы Барановичского района (I): 2 — родниковый комплекс Тартаки (лимнокрен); 3 — родниковый комплекс Тартаки (гелокрен); 4 — родник Тартаки-Катихин; 5 — родник Басины-Лесной; 6 — родник в окрестностях д. Добрый Бор; 7 — родник Мурованка-1

Figures 2—7. — Spring ecosystems of Baranovichi district (I): 2 — the spring complex Tartaki (limnocrene); 3 — the spring complex Tartaki-Katikhin (helocrene); 4 — the spring Tartaki-Katikhin; 5 — the spring Basiny-Lesnoy; 6 — the spring complex near vill. Dobry Bor; 7 — the spring Murovanka-1



**Рисунки 8—13. — Родниковые экосистемы Барановичского района (II): 8 — родник Ляво-
навы крыніцы-1; 9 — родник Лявоны Крынцы-2; 10 — родник Сунгловщина; 11 — родниковый
комплекс Кузевичи-Придорожный; 12 — родник Ярошево-2; 13 — родник Тиунцы**

**Figures 8—13. — Spring ecosystems of Baranovichi district (II): 8 — the spring Lyavonavy
Krynitsy-1; 9 — the spring Lyavonavy Krynitsy-2; 10 — the spring Sunglovshchina; 11 — the spring
complex Kuzevichi-Pridorozhny; 12 — the spring Yaroshevo-2; 13 — the spring Tiuntsy**



Рисунки 14—15. — Родниковые экосистемы Барановичского района (III):
14 — родник Мшанка; 15 — родник Ясенец

Figures 14—15. — Spring ecosystems of Baranovichi district (III):
14 — the spring Mshanka; 15 — the spring Yasinet

Для каждого родника был определен ряд гидрохимических параметров. Определение рН, электропроводности, общего содержания солей в родниковой воде проводилось многопараметрическим прибором Horiba U-52. Определение биохимического потребления кислорода (БПК₅), жесткости, концентрации растворенных нитратов, хлоридов и сульфатов проводилось в лаборатории государственного учреждения «Барановичский зональный центр гигиены и эпидемиологии» на основании соответствующих стандартов [12—16].

Сбор водных беспозвоночных осуществлялся по стандартной методике при помощи гидробиологического сачка Бальфура—Брауна, также использовались промывание наносов и грунта в ванночке с водой, методы вытаптывания и выплескивания, кроме того, для сбора беспозвоночных осматривалась нижняя сторона камней, веток и других предметов на дне родников [1]. Беспозвоночные фиксировались в 70 %-ном этиловом спирте для последующего определения в лаборатории.

Определение класса качества воды, степени загрязнения воды и экологического состояния водного объекта проводилось по методике на основе анализа таксономического состава беспозвоночных [17; 18].

Для идентификации видовой принадлежности насекомых использовался стереомикроскоп Nikon SMZ-745T.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе проведенных исследований в родниках было зафиксировано 53 вида беспозвоночных (таблица 1).

Таксономический состав беспозвоночных в родниках включает один вид из типа кольчатые черви (Annelida), четыре вида моллюсков (Mollusca) и 48 видов членистоногих (Arthropoda). Членистоногие представлены двумя видами ракообразных и 46 видами насекомых. Среди последних наибольшим числом видов представлены ручейники (Trichoptera) — 12 видов и жесткокрылые (Coleoptera) — 10 видов.

Т а б л и ц а 1. — Таксономический состав беспозвоночных в родниках Барановичского района

T a b l e 1. — The taxonomic composition of invertebrates in the springs of Baranovichi district

Таксон	Родник												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тип Annelida — кольчатые черви													
Класс CLITELLATA — поясковые черви													
Отряд Nematoda — галлотаксиды													
Семейство Naididae — наидиды													
<i>Tubifex tubifex</i> (O. F. Müller, 1774)											+		
Тип Arthropoda — членистоногие													
Класс MALACOSTRACA — высшие раки													
Отряд Amphipoda — бокоплавцы													
Семейство Gammaridae — гаммариды													
<i>Gammarus pulex</i> Linnaeus, 1758	+	+								+			+
Отряд Isopoda — равноногие													
Семейство Asellidae — водяные ослики													
<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+											+
Класс INSECTA — насекомые													
Отряд Ephemeroptera — поденки													
Семейство Baetidae — поденки двухвостые													
<i>Baetis buceratus</i> Eaton, 1870												+	
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus, 1761)	+			+	+								+
<i>Baetis muticus</i> (Linnaeus, 1758)												+	
<i>Baetis tricolor</i> (Tshernova, 1928)					+			+					
Семейство Ephemeridae — поденки настоящие													
<i>Ephemera vulgata</i> (Linnaeus, 1758)	+												+
Отряд Plecoptera — веснянки													
Семейство Leuctridae — белокрылые веснянки													
<i>Leuctra digitata</i> Kempny, 1899	+												
<i>Leuctra hippopus</i> Kempny, 1899	+												
<i>Leuctra nigra</i> (Olivier, 1811)	+												
Семейство Nemouridae — немуриды													
<i>Nemoura cinerea</i> (Retzius, 1783)	+		+	+							+	+	
<i>Nemoura dubitans</i> (Morton, 1894)		+								+			
<i>Nemurella pictetti</i> (Klapark, 1900)	+				+	+	+	+	+	+		+	+
Семейство Taeniopterygidae — тениоптеригиды													
<i>Brachyptera risi</i> (Morton, 1896)					+		+						
Отряд Hemiptera — полужесткокрылые													
Подотряд Heteroptera — клопы													
Семейство Gerridae — настоящие водомерки													
<i>Gerris lateralis</i> (Schummel, 1832)										+			

Продолжение таблицы 1

Таксон	Родник												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Семейство Nepidae — водяные скорпионы													
<i>Nepa cinerea</i> (Linnaeus, 1758)			+						+			+	
Семейство Veliidae — велии													
<i>Velia saulii</i> (Tamanini, 1947)		+		+									
Отряд Coleoptera — жесткокрылые													
Семейство Dytiscidae — плавунцы													
<i>Agabus guttatus</i> (Paykull, 1798)		+				+					+		+
<i>Agabus paludosus</i> (Fabricius, 1801)			+										
<i>Agabus sturmii</i> (Gyllenhal, 1808)												+	
<i>Hydroporus nigrita</i> (Fabricius, 1792)										+			
Семейство Hydraenidae — водобродки													
<i>Limnebius parvulus</i> (Herbst, 1797)									+				
Семейство Hydrophilidae — водолюбы													
<i>Anacaena lutescens</i> (Stephens, 1829)												+	
<i>Enochrus affinis</i> (Thunberg, 1794)	+												
<i>Enochrus coarctatus</i> (Gredler, 1863)	+												
Семейство Scirtidae — трясинники													
<i>Elodes</i> sp.									+				+
<i>Scirtes haemisphaericus</i> (Linnaeus, 1767)				+		+							
Отряд Megaloptera — большекрылые													
Семейство Sialidae — вислокрылки													
<i>Sialis sibirica</i> (McLachlan, 1872)	+												
Отряд Trichoptera — ручейники													
Семейство Goeridae — гориды													
<i>Silo pallipes</i> (Fabricius, 1781)									+				
Семейство Limnephilidae — настоящие ручейники													
<i>Anabolia laevis</i> (Zetterstedt, 1840)	+		+										
<i>Chaetopteryx villosa</i> (Fabricius, 1798)	+				+			+	+	+			
<i>Drusus annulatus</i> (Stephens, 1837)	+												
<i>Glyphotaelius pellucidus</i> (Retzius, 1783)	+												
<i>Halesus digitatus</i> (von Paula Schrank, 1781)												+	
<i>Limnephilus flavicornis</i> (Fabricius, 1787)									+				
<i>Limnephilus vittatus</i> (Fabricius, 1798)												+	
Семейство Odontoceridae — одонтоцериды													
<i>Odontocerum albicorne</i> (Scopoli, 1763)	+	+	+	+		+	+	+	+	+			
Семейство Polycentropodidae — полицентроподиды													
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (Curtis, 1834)	+												
Семейство Sericostomatidae — серикостоматиды													
<i>Notidobia ciliaris</i> (Linnaeus, 1761)		+		+	+								
<i>Sericostoma personatum</i> (Kirby & Spence, 1826)	+												

Окончание таблицы 1

Таксон	Родник												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Отряд Diptera — двукрылые													
<i>Семейство Ceratopogonidae — мокрецы</i>													
<i>Culicoides</i> sp.													+
<i>Семейство Chaoboridae — перестоусые комары</i>													
<i>Chaoborus</i> sp.					+			+					
<i>Семейство Chironomidae — комары-звонцы</i>													
<i>Chironomus</i> sp.	+	+	+					+	+				+
<i>Семейство Culicidae — настоящие комары</i>													
<i>Culex</i> sp.	+		+										
<i>Семейство Limoniidae — комары-лимонииды</i>													
<i>Phylidorea</i> sp.									+				+
<i>Семейство Pediciidae — педициды</i>													
<i>Dicranota</i> sp.								+					
<i>Семейство Psychodidae — бабочницы</i>													
<i>Clogmia</i> sp.						+	+		+				+
<i>Семейство Stratiomyidae — лъвинки</i>													
<i>Stratiomys</i> sp.	+												
Тип Mollusca — моллюски													
<i>Класс BIVALVIA — двустворчатые моллюски</i>													
<i>Отряд Veneroida — венероиды</i>													
<i>Семейство Sphaeriidae — шаровки</i>													
<i>Sphaerium comeum</i> (Linnaeus, 1758)				+					+				
<i>Класс GASTROPODA — брюхоногие</i>													
<i>Отряд Neotaeniglossa — неотэниглоссы</i>													
<i>Семейство Bithyniidae — битинии</i>													
<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+										
<i>Отряд Pulmonata — легочные улитки</i>													
<i>Семейство Lymnaeidae — прудовики</i>													
<i>Galba glabra</i> (O. F. Muller, 1774)									+			+	
<i>Galba truncatula</i> (O. F. Muller, 1774)	+	+									+	+	+
Всего видов в отдельных экосистемах	24	10	8	7	7	5	4	8	15	5	8	10	9

Примечание. 1 — родниковый комплекс Тартаки (лимно-гелокрен); 2 — родниковый комплекс Тартаки-Катихин (гелокрен); 3 — родник Басины-Лесной (реокрен); 4 — родниковый комплекс в окрестностях д. Добрый Бор (гелокрен); 5 — родник Мурованка-1 (гелокрен); 6 — родник Лявоनावы крыніцы-1 (гелокрен); 7 — родник Лявоनावы крыніцы-2 (гелокрен); 8 — родник Сунгловщина (гелокрен); 9 — родниковый комплекс Кузевичи-Придорожный (лимно-реокрен); 10 — родник Ярошево-2 (гелокрен); 11 — родник Тиунцы (гелокрен); 12 — родник Мшанка (гелокрен); 13 — родник Ясенец (лимнокрен).

Представляет интерес нахождение в родниковых экосистемах Барановичского района двух редких на территории Беларуси видов жуков-плавунцов [1]:

Agabus guttatus (Paykull, 1798). Belarus, Brest reg., Baranovichu distr., near vill. Tartaki, spring complex Tartaki-Katikhin (helocrene), 18.V.2021, leg. Ryndevich S. K. & Kukhareva Yu., 2 экз.; Belarus, Brest reg., Baranovichu distr., near vill. Tiuntsy, spring under stones and between plants, 10.VI.2021, leg. Ryndevich S. K., 3 экз.; Belarus, Brest reg., Baranovichu distr., near vill. Podgornaya, spring spring Lyavonavy Krynitsy-1, 18.IX.2021, leg. Kukhareva Yu., 1 экз.

Hydroporus nigrita (Fabricius, 1792). Belarus, Brest reg., Baranovichu distr., near vill. Kuzevichi, spring Kuzevichi-Pridorozhny, 18.VI.2021, leg. Kukhareva Yu. & Duko E., 1 экз.

Также в ходе проведения исследований был найден клоп, который является индикатором ненарушенных водотоков в Беларуси [10; 18]: *Velia saulii* (Tamanini, 1947). Belarus, Brest reg., Baranovichu distr., near vill. Dobry Bor, spring, 18.V.2021, leg. Ryndevich S. K., Kukhareva Yu., 5 экз.

Среди 12 видов ручейников в родниках были зафиксированы два вида индикаторов чистоты воды — *Chaetopteryx villosa* и *Odontocerum albicorne*.

В родниках изучаемой территории было зафиксировано 7 видов веснянок (Plecoptera), личинки которых предпочитают чистые воды. Нахождение более чем двух видов представителей данного отряда насекомых говорит о хорошем состоянии экосистемы. Наибольшее число видов веснянок (5) было обнаружено в родниковом комплексе Тартаки.

Среди двукрылых в ряде родников (в основном в гелокренах) были отмечены индикаторы органического загрязнения воды — *Stratiomys* sp. и *Chironomus* sp.

Наибольшее число видов беспозвоночных было отмечено в родниковых комплексах Тартаки (лимно-гелокрен) и Кузевичи-Придорожный (лимно-реокрен). Видовое богатство беспозвоночных в этих экосистемах превышает число видов в других родниках в 2—3 раза. Данный факт объясняется более значительным разнообразием стаций, что предполагает и обитание в них большего числа видов беспозвоночных.

Для всех родниковых экосистем были получены основные гидрохимические показатели, позволяющие определить индекс загрязнения воды (далее — ИЗВ). Данные показатели отражены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2. — Гидрохимические показатели воды в родниках Барановичского района

T a b l e 2. — Hydrochemical indicators of water in the springs of Baranovich district

Родник	Показатель								
	рН	Электро- проводность, мS / см	Общее содержание солей, г / дм ³	БПК ₅ , мгО ₂ / дм ³	Хлориды, мг / дм ³	Сульфаты, мг / дм ³	Нитраты, мг / дм ³	Общая жесткость, моль / дм ³	ИЗВ
1	7,40	0,214	0,210	0,96	3,0	2,9	0,85	3,59	0,28
2	6,74	0,273	0,177	0,90	7,0	6,4	0,11	3,10	0,18
3	6,83	0,230	0,149	0,60	13,0	8,8	1,21	3,90	0,24
4	6,90	0,210	0,181	3,70	7,9	8,5	0,22	2,12	0,25
5	7,73	0,371	0,241	0,90	32,1	7,0	6,20	3,10	0,25
6	6,60	0,534	0,342	1,20	13,0	14,0	36,70	1,90	0,32
7	6,80	0,385	0,251	0,80	14,0	11,9	2,71	1,20	0,19

Окончание таблицы 2

Родник	Показатель								
	рН	Электро-проводность, мS / см	Общее содержание солей, г / дм ³	БПК ₅ , мгО ₂ / дм ³	Хлориды, мг / дм ³	Сульфаты, мг / дм ³	Нитраты, мг / дм ³	Общая жесткость, моль / дм ³	ИЗВ
8	7,77	0,397	0,258	0,70	20,7	10,0	6,00	3,10	0,20
9	6,84	0,484	0,315	4,10	12,0	27,8	55,70	2,90	0,47
10	6,64	0,163	0,166	5,10	2,7	21,0	2,10	4,30	0,32
11	7,08	0,530	0,339	5,60	18,0	38,6	78,20	5,60	0,63
12	6,90	0,205	0,184	3,80	4,9	6,5	0,12	2,62	0,24
13	6,84	0,359	0,233	3,20	14,6	5,5	0,53	3,50	0,27
ПДК	6,00—9,00	—	—	6	350	500	45	10	—

Примечания: 1. ПДК — предельно допустимая концентрация. 2. 1 — родниковый комплекс Тартаки (лимно-гелокрен); 2 — родниковый комплекс Тартаки-Катихин (гелокрен); 3 — родник Басины-Лесной (реокрен); 4 — родниковый комплекс в окрестностях д. Добрый Бор (гелокрен); 5 — родник Мурованка-1 (гелокрен); 6 — родник Лявоनावы крыніцы-1 (гелокрен); 7 — родник Лявоनावы крыніцы-2 (гелокрен); 8 — родник Сунгловщина (гелокрен); 9 — родниковый комплекс Кузевичи-Придорожный (лимно-реокрен); 10 — родник Ярошево-2 (гелокрен); 11 — родник Тиунцы (гелокрен); 12 — родник Мшанка (гелокрен); 13 — родник Ясенец (лимнокрен).

В двух родниковых экосистемах (Тиунцы и Кузевичи-Придорожный) отмечено превышение ПДК содержания нитратов в воде, хотя это практически не повлияло на значение ИЗВ (см. таблицу 2). Исходя из полученных показателей, к категории «чистая» (ИЗВ меньше 0,3) относится вода родников Тартаки, Тартаки-Катихин, Басины-Лесной, Добрый Бор, Мурованка-1, Лявоनावы крыніцы-2, Сунгловщина, Мшанка и Ясенец, а к категории «относительно чистая» (ИЗВ от 0,31 до 1,00) — Лявоनावы крыніцы-1, Кузевичи-Придорожный, Ярошево-2 и Тиунцы.

Результаты биоиндикационных исследований на основе анализа таксономического состава беспозвоночных в основном соответствуют результатам гидрохимического анализа качества родниковых вод (таблица 3).

Т а б л и ц а 3. — Экологическое состояние родников Барановичского района по результатам биоиндикации

T a b l e 3. — The ecological state of the springs of Baranovichi district on the basis of the results of bioindication

Родник	Класс качества воды	Степень загрязнения воды	Экологическое состояние
1	I	Очень чистая	Хорошее
2	II	Чистая	Удовлетворительное
3	II	Чистая	Удовлетворительное
4	II	Чистая	Удовлетворительное
5	II	Чистая	Удовлетворительное
6	II	Чистая	Удовлетворительное
7	II	Чистая	Удовлетворительное
8	II (II—III)	Чистая	Удовлетворительное
9	II	Чистая	Удовлетворительное

Окончание таблицы 3

Родник	Класс качества воды	Степень загрязнения воды	Экологическое состояние
10	II	Чистая	Удовлетворительное
11	III (II—III)	Умеренно грязная	Неудовлетворительное
12	II	Чистая	Удовлетворительное
13	II	Чистая	Удовлетворительное

Примечание. 1 — родниковый комплекс Тартаки (лимно-гелокрен); 2 — родниковый комплекс Тартаки-Катихин (гелокрен); 3 — родник Басины-Лесной (реокрен); 4 — родниковый комплекс в окрестностях д. Добрый Бор (гелокрен); 5 — родник Мурованка-1 (гелокрен); 6 — родник Лявоनावы крыніцы-1 (гелокрен); 7 — родник Лявоनावы крыніцы-2 (гелокрен); 8 — родник Сунгловщина (гелокрен); 9 — родниковый комплекс Кузевичи-Придорожный (лимно-реокрен); 10 — родник Ярошево-2 (гелокрен); 11 — родник Тиунцы (гелокрен); 12 — родник Мшанка (гелокрен); 13 — родник Ясенец (лимнокрен).

В роднике Сунгловщина (см. таблицу 3), согласно данным биоиндикации, вода имеет промежуточный II—III класс качества. Наличие двух видов индикаторов чистоты воды (ручейников *Chaetopteryx villosa* и *Odontocerum albicorne*) позволяет поднять класс качества до II, соответственно, определить экологическое состояние как удовлетворительное [17], несмотря на наличие индикатора органического загрязнения *Chironomus* sp.

В роднике Тиунцы вода соответствует также промежуточному классу воды (II—III). Однако в отличие от родника Сунгловщина в роднике Тиунцы был найден только индикатор органического загрязнения воды — *Tubifex tubifex*, что позволяет определить класс качества как III и экологическое состояние «неудовлетворительное». Наличие органических остатков на дне и в прибрежной зоне родника Тиунцы определяется даже визуально. Данный родник является единственной родниковой экосистемой с неудовлетворительным экологическим состоянием, хотя по данным гидрохимического анализа вода в этом роднике относится к категории «относительно чистая» (см. таблицу 2). Разница в оценке степени загрязнения воды в роднике Тиунцы по результатам биоиндикационного исследования и ИЗВ на основании гидрохимических показателей объясняется еще и тем, что один из показателей (содержание нитратов) в 1,7 раз превышает ПДК (78,20 мг / дм³), а БПК₅ близко к максимальному значению ПДК и составляет 5,60 мгО₂ / дм³, что является самым высоким показателем в изученных родниках (см. таблицу 2). А так как биоиндикаторы отражают накопительный эффект загрязнения среды, в том числе и органическое загрязнение воды, результаты биоиндикации указывают на достаточно большую концентрацию данных загрязнителей.

Заключение. В родниковых экосистемах зафиксировано 53 вида беспозвоночных из трех типов. Среди них 1 вид из типа кольчатые черви (Annelida), 4 вида моллюсков (Mollusca) и 48 видов из типа членистоногие (Arthropoda). Среди членистоногих основную массу составляют насекомые (46). Насекомые представлены семью отрядами. Наибольшее число видов в фауне родников отмечено из отрядов Trichoptera (12) и Coleoptera (10). Наибольшее число видов беспозвоночных было отмечено в родниковых комплексах Тартаки (24) и Кузевичи-Придорожный (15). В составе фауны были отмечены индикаторы чистоты воды (*Chaetopteryx villosa* и *Odontocerum albicorne*), индикаторы органического загрязнения (*Stratiomys* sp. и *Chironomus* sp) и индикатор ненарушенных водотоков (*Velia saulii*).

Анализ гидрохимических показателей показал, что к категории «чистая» относится вода родников Тартаки, Тартаки-Катихин, Басины-Лесной, Добрый Бор, Мурованка-1, Лявоनावы крыніцы-2, Сунгловщина, Мшанка и Ясенец, а к категории «относительно чистая» — Лявоनावы крыніцы-1, Кузевичи-Придорожный, Ярошево-2 и Тиунцы. По результатам биоиндикационных исследований на основе анализа таксономического состава беспозвоноч-

ных экологическое состояние в основном соответствует результатам гидрохимического анализа качества родниковых вод. Хорошее экологическое состояние имеет родниковая экосистема Тартаки, неудовлетворительное экологическое состояние — родник Тиунцы, остальные — удовлетворительное экологическое состояние.

Работа была выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Б20МС-018).

Список цитируемых источников

1. *Рындевич, С. К.* Фауна и экология водных жесткокрылых Беларуси (Halipidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyridae, Helophoridae, Georissidae Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Limnichidae, Dryopidae, Elmidae): монография : в 2 ч. / С. К. Рындевич. — Минск : Технопринт, 2004. — Ч. 1. — 272 с.
2. *Лукашук, А. О.* Стрекозы (Odonata) как потенциальный объект экологического туризма на особо охраняемых природных территориях / А. О. Лукашук, С. К. Рындевич // Эко- и агротуризм: перспективы развития на локальных территориях : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., 18—19 мая 2011 г., Барановичи, Респ. Беларусь / редкол.: В. Н. Зув (гл. ред.) [и др.]. — Барановичи : РИО БарГУ, 2011. — С. 191—195.
3. *Рындевич, С. К.* Энтомофауна пойменных экосистем заказника «Стронга» / С. К. Рындевич, А. О. Лукашук // Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 24—26 сент. 2012 г., п. Домжерицы / редкол.: В. С. Ивкович (отв. ред.) [и др.]. — Минск : Белорус. Дом печати, 2012. — С. 73—76.
4. Additions to Belarusian fauna of water beetles / S. K. Ryndevich [et al.] // *Latissimus*. — 2014. — № 33. — P. 32—42.
5. *Мороз, М. Д.* Каталог поденок (Ephemeroptera), веснянок (Plecoptera) и ручейников (Trichoptera) Беларуси / М. Д. Мороз, Т. П. Липинская. — Минск : Беларус. навука, 2014. — 314 с.
6. *Рындевич, С. К.* Водные жесткокрылые (Coleoptera: Halipidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyridae, Helophoridae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Chrysomelidae) естественных водотоков ландшафтного заказника «Стронга» (Беларусь) / С. К. Рындевич, К. В. Колушенкова // Естественные и математические науки в современном мире : сб. ст. по материалам XLVI Междунар. науч.-практ. конф. — Новосибирск : СибАК, 2016, № 9 (44). — С. 11—16.
7. *Рындевич, С. К.* Энтомофауна водных экосистем ландшафтного заказника «Стронга» (Insecta: Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera) / С. К. Рындевич, А. О. Лукашук // Барановичские краеведческие чтения : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., 4 нояб. 2017 г., Барановичи / редкол.: В. В. Климук [и др.]. — Барановичи : Изд. Ю. Ю. Алексеева, 2017. — С. 46—47.
8. *Рындевич, С. К.* Поденки, веснянки и ручейники (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) рек Исса и Лохозва в заказнике «Стронга» / С. К. Рындевич, К. В. Колушенкова, О. Ю. Шимчик // Интеграция наук. — 2017. — № 6 (10). — С. 1—6.
9. *Рындевич, С. К.* Водные и амфибиотические насекомые ландшафтного заказника «Стронга» (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) / С. К. Рындевич, А. О. Лукашук // Современ. науч. исслед. и разработ. — 2018. — Т. 2, № 12 (29). — С. 775—787.
10. *Рындевич, С. К.* Энтомофауна (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) ненарушенных водных экосистем некоторых особо охраняемых природных территорий Беларуси / С. К. Рындевич // Вестн. БарГУ. Сер. «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия)». — 2019. — Вып. 7. — С. 98—107.
11. Водные беспозвоночные родниковых комплексов на территории Брестской области / М. Д. Мороз [и др.] // Природ. ресурсы. — 2019. — № 1. — С. 66—70.
12. Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический (лабораторный) контроль и мониторинг окружающей среды. Качество воды. Определение концентрации азота нитратов фотометрическим методом с салициловой кислотой : СТБ 17.13.05-23-2011/ISO 5815-2:2003. — Введ. 01.01.2012. — Минск : Респ. центр аналит. контроля в обл. охраны окружающей среды, 2016. — 18 с.
13. Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический (лабораторный) контроль и мониторинг окружающей среды. Качество воды. Определение концентрации хлоридов титриметрическим методом с нитратом серебра : СТБ 17.13.05-39-2015. — Введ. 01.01.2016. — Минск : Респ. центр аналит. контроля в обл. охраны окружающей среды, 2016. — 20 с.
14. Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический (лабораторный) контроль и мониторинг окружающей среды. Качество воды. Определение концентрации сульфат-ионов турбидиметрическим методом : СТБ 17.13.05-42-2015. — Введ. 01.12.2015. — Минск : Респ. центр аналит. контроля в обл. охраны окружающей среды, 2016. — 16 с.

15. Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический контроль и мониторинг. Качество воды. Определение биохимического потребления кислорода после n дней (БПК_n). Часть 2. Метод без разбавления проб : СТБ 17.13.05-43-2015. — Введ. 01.01.2016. — Минск : Респ. центр аналит. контроля в обл. охраны окружающей среды, 2016. — 18 с.
16. Вода питьевая. Методы определения жесткости : ГОСТ 31954-2012. — Введ. 03.12.2012. — М. : Стандартинформ, 2018. — 18 с.
17. *Рындевич, С. К.* Определение экологического состояния водных экосистем на основе анализа видового состава беспозвоночных : практ. рук. / С. К. Рындевич. — Барановичи, 2015. — 27 с.
18. Насекомые-биоиндикаторы (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) и критерии ненарушенных водных экосистем Беларуси / С. К. Рындевич [и др.] // Вестн. БарГУ. Сер. «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия)». — 2020. — Вып. 8. — С. 99—119.

References

1. Ryndevich S. K. [Fauna and Ecology of Water Beetles of Belarus (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae, Helophoridae, Georissidae Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Limmichidae, Dryopidae, Elmidae]. Minsk, Technoprint, 2004, part 1, 272 p. (in Russian)
2. Lukashuk A. O., Ryndevich S. K. [Dragonflies (Odonata) as a potential object of ecological tourism in specially protected natural areas]. *Eco- and agrotourism: prospects for development in local areas. Mat. III Intern. scientific-practical conf.*, May 18—19, 2011. Baranovichi, Rep. Belarus / ed. V. N. Zuev. Baranovichi, RIO BarGU, 2011, pp. 191—195. (in Russian)
3. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O. [Entomofauna of floodplain ecosystems of the Reserve “Stronga”]. *Current state and prospects for the development of specially protected natural areas of the Republic of Belarus. Mat. International scientific-practical conf.*, 24—26 Sept. 2012, p. Domzheritsy. Ed. V. S. Ivkovich. Minsk, Belorusskiy dom pechati, 2012, pp. 73—76. (in Russian)
4. Ryndevich S. K., Foster G. N., Bilton D. T., Aquilina R., Turner C. R., Shaverdo H., Proki A. A. Additions to Belarusian fauna of water beetles. *Latissimus*, 2014, no. 33, pp. 32—42.
5. Moroz M. D., Lipinskaya T. I. [Catalog of mayflies (Ephemeroptera), spring fruits (Plecoptera) and caddis flies (Trichoptera) of Belarus]. Minsk, Belaruskaya navuka, 2014, 314 p. (in Russian)
6. Ryndevich S. K., Kolushenkova K. V. [Water Beetles (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae, Helophoridae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Chrysomelidae) of the Natural Watercourses of the Landscape Reserve “Stronga” (Belarus)]. *Estestvennye i matematicheskie nauki v sovremennom mire. Sb. st. po mat. XLVI mezh-dunar. nauch.-prakt. konf. Novosibirsk, APS “SibAK”, 2016, № 9 (44), pp. 11—16. (in Russian)*
7. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O. [Entomofauna of aquatic ecosystems of the Landscape Reserve “Stronga” (Insecta: Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera). *Baranovichi Local History Readings Abstracts of the International Scientific and Practical Conference*, November 4, 2017 Baranovichi, Republic of Belarus. Ed. V. V. Klimuk [i dr.]. Baranovichi, Izdatel Yu. Yu. Alekseeva, 2017, pp. 46—47. (in Russian)
8. Ryndevich S. K., Kolushenkova K. V., Shimchik O. Yu. [Mayflies, Stoneflies and Caddis Flies (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) of the Rivers Issa and Lokhozva in the Reserve “Stronga”]. *Integratsiya nauk*, 2017, no. 6 (10), pp. 1—6.
9. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O. [Water and amphibiotoxic Insects of Landscape Reserve “Strona” (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera). *Sovremennye nachnye issledovaniya i razrabotki*, 2018, no. 12 (29), vol. 2, pp. 775—787. (in Russian)
10. Ryndevich S. K. [Entomofauna (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) of intact water ecosystems of some specially protected natural areas of Belarus]. *BarSU Herald. Series of biological sciences (general biology), agricultural sciences (agronomy)*, 2019, iss. 7, pp. 98—107. (in Russian)
11. Moroz M. D., Baichorov V. M., Giginyak I. Yu., Giginyak Yu. G. [Water invertebrates of spring complexes in the Brest region]. *Prirodnye resursy*, 2019, no. 1, pp. 66—70. (in Russian)
12. [Environmental protection and nature management. Analytical (laboratory) control and environmental monitoring. Water quality. Determination of the nitrogen concentration of nitrates by the photometric method with salicylic acid. STB 17.13.05-23-2011. ISO 5815-2:2003. Input. 01.01.2012]. Minsk, State Institution “Republican Center for Analytical Control in the Field of Environmental Protection”, 2016, 18 p. (in Russian)
13. [Environmental protection and nature management. Analytical (laboratory) control and environmental monitoring. Water quality. Determination of the concentration of chlorides by the titrimetric method with silver nitrate. STB 17.13.05-39-2015. Input. 01.01.2016]. Minsk, State Institution “Republican Center for Analytical Control in the Field of Environmental Protection”, 2016, 20 p. (in Russian)
14. [Environmental protection and nature management. Analytical (laboratory) control and environmental monitoring. Water quality. Determination of the concentration of sulfate ions by the turbidimetric method. STB

17.13.05-42-2015. Input. 01.12.2015]. Minsk, State Institution “Republican Center for Analytical Control in the Field of Environmental Protection”, 2016, 16 p. (in Russian)

15. [Environmental protection and nature management. Analytical control and monitoring. Water quality. Determination of biochemical oxygen demand after n days (BOD_n). Part 2. Method without sample dilution. STB 17.13.05-43-2015. Input. 01.01.2016]. Minsk, State Institution “Republican Center for Analytical Control in the Field of Environmental Protection”, 2016, 18 p. (in Russian)

16. [Drinking water. Methods for determining stiffness: GOST 31954-2012. Input. 03.12.2012]. Moscow, Standartinform, 2018, 18 p. (in Russian)

17. Ryndevich S. K. [Determination of Ecological State of Water Ecosystems Based on Analysis of Species Composition of Invertebrates: Practical guidance]. Baranovich, 2015, 27 p.

18. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O., Zemoglyadchuk A. V., Tokarchuk O. V., Baitchorov V. M. [Insects-bio-indicators (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) and criteria for intact of water ecosystems of Belarus]. *BarSU Herald. Series of biological sciences (general biology), agricultural sciences (agronomy)*, 2020, iss. 8, pp. 99—119. (in Russian)

In the course of the research, the taxonomic composition of invertebrates in 13 springs of Baranovich district (Belarus) has been studied. In spring ecosystems, 53 species of invertebrates of three types have been recorded: Annelida (1 species), Mollusca (4 species) and Arthropoda (48 species). Among arthropods the basic part are insects (46 species). Insects are represented by seven orders. The largest number of species in spring fauna has been recorded from the orders Trichoptera (12 species) and Coleoptera (10 species). Mayflies are represented by 5 species; stoneflies (Plecoptera) — 7, hemipterans (Hemiptera) — 3, Megaloptera — 1, Diptera — 8 species. The largest number of invertebrate species has been collected in the spring complexes of Tartaki (24) and Kuzevichi-Pridorozhny (15).

Two species of beetles, rare on the territory of Belarus, have been collected in the springs: *Agabus guttatus* (Paykull, 1798) and *Hydroporus nigrita* (Fabricius, 1792). The fauna included indicators of water purity (*Chaetopteryx villosa* (Fabricius, 1798) and *Odontocerum albicorne* (Scopoli, 1763)), indicators of organic pollution (*Stratiomys* sp. and *Chironomus* sp) and an indicator of intact watercourses (*Velia saulii* (Tamanini, 1947)).

For all springs, analysis of hydrochemical parameters (pH, electrical conductivity, total salt content, biochemical oxygen demand (BOD₅), water hardness, concentration of dissolved nitrates, chlorides and sulfates) has been carried out and the ecological state, quality class and degree of pollution of water of the spring ecosystem have been determined based on bioindication.

Due to applying hydrochemical indicators it has been discovered that the water of the springs Tartaki, Tartaki-Katikhin, Basiny Lesnoy, Dobry Bor, Murovanka-1, Lyavonavy Krynitsy-2, Sunglovshchina, Mshanka and Yasenets belong to the category “clean”, and the category “relatively clean” — Lyavonavy krynitsy-1, Kuzevichi-Pridorozhny, Yaroshevo-2 and Tiuntsy.

According to the results of bioindication research based on the analysis of the taxonomic composition of invertebrates, the Tartaki spring ecosystem has a good ecological state, the Tiuntsy spring has an unsatisfactory ecological state, and the rest springs have a satisfactory ecological state.

Поступила в редакцию 26.01.2022.