

Учреждение образования  
«Барановичский государственный университет»

## *Вестник БарГУ*

**Ежеквартальный научно-практический журнал**

Издаётся с марта 2013 г.

Выпуск 8, сентябрь, 2020.

Серия «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия)»

---

*Учредитель:* учреждение образования «Барановичский государственный университет».

### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

*Главный редактор журнала* Кочурко Василий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Белорусской инженерной академии, академик Международной академии технического образования, академик Международной академии наук педагогического образования, академик Академии экономических наук Украины, заслуженный работник образования Республики Беларусь, ректор учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

*Заместитель главного редактора журнала* Климук Владимир Владимирович, кандидат экономических наук, доцент, проректор по научной работе учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ**

#### **Главный редактор серии**

Рындевич Сергей Константинович, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры естественнонаучных дисциплин учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

#### **Редактор текстов на английском языке**

Карапетова Елена Геннадьевна, кандидат филологических наук, доцент, заведующий кафедрой теории и практики перевода №1 учреждения образования «Минский государственный лингвистический университет» (Минск, Республика Беларусь).

Абарова Елена Эдуардовна (*ответственный за направление «Агрономия»*), кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор обособленного структурного подразделения «Ляховичский государственный аграрный колледж» учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Ляховичи, Республика Беларусь).

Земоглядчук Алексей Владимирович (*ответственный за направление «Общая биология»*), кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Александрович Олег Родославович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии Поморской академии в Слупске (Слупск, Польша).

Бизюкова Татьяна Тимофеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры естественнонаучных дисциплин учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Бушуева Вера Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры селекции и генетики учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (Горки, Республика Беларусь).

Гриб Станислав Иванович, академик Национальной академии наук Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» (Жодино, Республика Беларусь).

Гричик Василий Витальевич, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета (Минск, Республика Беларусь).

Джус Максим Анатольевич, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры ботаники Белорусского государственного университета (Минск, Республика Беларусь).

Кильчевский Александр Владимирович, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор, главный ученый секретарь Национальной академии наук Беларуси (Минск, Республика Беларусь).

Лукашевич Нина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой кормопроизводства учреждения образования «Витебская ордена “Знак почёта” государственная академия ветеринарной медицины» (Витебск, Республика Беларусь).

Прокин Александр Александрович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина Российской академии наук» (п. Борок, Российская Федерация).

Цзя Фенлонг, доктор, профессор, Институт энтомологии, факультет естественных наук, Университет имени Сунь Ятсена (Гуанчжоу, Китайская Народная Республика).

Шаманаев Виктор Анатольевич, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры агрономии и экологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия» (Смоленск, Российская Федерация).

Шофман Леонид Исаакович, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник республиканского унитарного предприятия «Минская областная сельскохозяйственная опытная станция Национальной академии наук Беларуси» (п. Натальевск, Республика Беларусь).

Янчуревич Ольга Викторовна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой зоологии и физиологии человека и животных учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (Гродно, Республика Беларусь).

*Адрес редакции:*

ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи.

Телефон: +375 (163) 64 34 77.

E-mail: [vestnik@barsu.by](mailto:vestnik@barsu.by).

*Подписные индексы:* 00993 — для индивидуальных подписчиков; 009932 — для организаций.

Свидетельство о регистрации средств массовой информации № 1533 от 30.07.2012, выданное Министерством информации Республики Беларусь.

*В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 21 января 2015 г. № 16 научно-практический журнал «Вестник БарГУ» серия «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия)» включён в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по биологическим наукам (общая биология), сельскохозяйственным наукам (агрономия).*

*Научно-практический журнал «Вестник БарГУ» включён в РИНЦ (Российский индекс научного цитирования), лицензионный договор № 06-1/2016.*

*Издатель:* учреждение образования «Барановичский государственный университет».

Выходит на русском, белорусском и английском языках.

Журнал распространяется на территории Республики Беларусь.

---

*Заведующий редакционно-издательской группой А. Ю. Сидоренко*

*Технический редактор Л. Н. Щербук*

*Компьютерная вёрстка С. М. Глушак*

*Корректор Н. Н. Колодко*

Подписано в печать 16.09.2020. Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать цифровая. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 18,15. Уч.-изд. л. 13,30. Тираж 100 экз. Заказ

Цена свободная.

Полиграфическое исполнение: Гродненское областное унитарное полиграфическое предприятие «Слонимская типография». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/203 от 07.03.2014, № 2 от 25.02.2014.

Адрес: ул. Хлюпина, 16, 231800 Слоним, Гродненская обл.

© БарГУ, 2020

Установа адукацыі  
«Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт»

## *Веснік БарДУ*

### Штоквартальны навукова-практычны часопіс

Выдаецца з сакавіка 2013 г. Выпуск 8, верасень, 2020.

Серыя «Біялагічныя навукі (агульная  
біялогія). Сельскагаспадарчыя  
навукі (аграномія)»

---

*Заснавальнік:* установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт».

#### РЭДАКЦЫЙНАЯ КАЛЕГІЯ

*Галоўны рэдактар часопіса* Качурка Васіль Іванавіч, доктар сельскагаспадарчых навук, прафесар, акадэмік Беларускай інжынернай акадэміі, акадэмік Міжнароднай акадэміі тэхнічнай адукацыі, акадэмік Міжнароднай акадэміі навук педагагічнай адукацыі, акадэмік Акадэміі эканамічных навук Украіны, заслужаны работнік адукацыі Рэспублікі Беларусь, рэктар установы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

*Намеснік галоўнага рэдактара часопіса* Клімук Уладзімір Уладзіміравіч, кандыдат эканамічных навук, дацэнт, прарэктар па навуковай рабоце ўстановы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

#### РЭДАКЦЫЙНАЯ КАЛЕГІЯ СЕРЫІ

##### Галоўны рэдактар серыі

Рындзевіч Сяргей Канстанцінавіч, кандыдат біялагічных навук, дацэнт, дацэнт кафедры прыродазнаўчых дысцыплін установы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

##### Рэдактар тэкстаў на англійскай мове

Карапетава Алена Генадзьеўна, кандыдат філалагічных навук, дацэнт, загадчык кафедры тэорыі і практыкі перакладу № 1 установы адукацыі «Мінскі дзяржаўны лінгвістычны ўніверсітэт» (Мінск, Рэспубліка Беларусь).

Абарава Алена Эдуардаўна (*адказы за напрамак «Аграномія»*), кандыдат сельскагаспадарчых навук, дацэнт, дырэктар адасобленага структурнага падраздзялення «Ляхавіцкі дзяржаўны аграрны каледж» установы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Ляхавічы, Рэспубліка Беларусь).

Земаглядчук Аляксей Уладзіміравіч (*адказы за напрамак «Агульная біялогія»*), кандыдат біялагічных навук, дацэнт, загадчык кафедры прыродазнаўчых дысцыплін установы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

Александровіч Алег Радаслававіч, доктар біялагічных навук, прафесар, загадчык кафедры заалогіі Паморскай акадэміі ў Слупску (Слупск, Польшча).

Бізюкова Тацяна Цімафееўна, кандыдат сельскагаспадарчых навук, старшы выкладчык кафедры прыродазнаўчых дысцыплін установы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

Бушуева Вера Іванаўна, доктар сельскагаспадарчых навук, прафесар, прафесар кафедры селекцыі і генетыкі ўстановы адукацыі «Беларуская дзяржаўная ордэнаў Кастрычніцкай Рэвалюцыі і Працоўнага Чырвонага Сцяга сельскагаспадарчая акадэмія» (Горкі, Рэспубліка Беларусь).

Грыб Станіслаў Іванавіч, акадэмік Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, доктар сельскагаспадарчых навук, прафесар, галоўны навуковы супрацоўнік рэспубліканскага ўнітарнага прадпрыемства «Навукова-практычны цэнтр Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі па земляробстве» (Жодзіна, Рэспубліка Беларусь).

Грычык Васіль Вітальевіч, доктар біялагічных навук, дацэнт, загадчык кафедры агульнай экалогіі і метадыкі выкладання біялогіі Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта (Мінск, Рэспубліка Беларусь).

Джус Максім Анатольевіч, кандыдат біялагічных навук, дацэнт, дацэнт кафедры батанікі Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта (Мінск, Рэспубліка Беларусь).

Кільчэўскі Аляксандр Уладзіміравіч, член-карэспандэнт Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, доктар біялагічных навук, прафесар, галоўны навуковы сакратар Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі (Мінск, Рэспубліка Беларусь).

Лукашэвіч Ніна Пятроўна, доктар сельскагаспадарчых навук, прафесар, загадчык кафедры кормавывтворчасці ўстановы адукацыі «Віцебская ордэна “Знак пашаны” дзяржаўная акадэмія ветэрынарнай медыцыны» (Віцебск, Рэспубліка Беларусь).

Прокін Аляксандр Аляксандравіч, кандыдат біялагічных навук, старшы навуковы супрацоўнік федэральнай дзяржаўнай бюджэтнай установы навукі «Інстытут біялогіі ўнутраных водаў імя І. Д. Папаніна Расійскай акадэміі навук» (п. Барок, Расійская Федэрацыя).

Цзя Фенлонг, доктар, прафесар, Інстытут энтамалогіі, факультэт прыродазнаўчых навук, Універсітэт імя Сунь Ятсена (Гуанчжоу, Кітайская Народная Рэспубліка).

Шаманаеў Віктар Анатольевіч, доктар сельскагаспадарчых навук, старшы навуковы супрацоўнік, прафесар кафедры аграрнаміі і экалогіі федэральнай дзяржаўнай бюджэтай адукацыйнай установы вышэйшай прафесійнай адукацыі «Смаленская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія» (Смаленск, Расійская Федэрацыя).

Шофман Леанід Ісаакавіч, доктар сельскагаспадарчых навук, старшы навуковы супрацоўнік рэспубліканскага ўнітарнага прадпрыемства «Мінская абласная сельскагаспадарчая доследная станцыя Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі» (п. Натальеўск, Рэспубліка Беларусь).

Янчурэвіч Вольга Віктараўна, кандыдат біялагічных навук, дацэнт, загадчык кафедры заалогіі і фізіялогіі чалавека і жывёл установы адукацыі «Гродзенскі дзяржаўны ўніверсітэт імя Янкі Купалы» (Гродна, Рэспубліка Беларусь).

*Адрас рэдакцыі:*

вул. Войкава, 21, 225404 г. Баранавічы.

Тэлефон: +375 (163) 64 34 77.

E-mail: [vestnik@barsu.by](mailto:vestnik@barsu.by).

*Падпісныя індэксы:* 00993 — для індывідуальных падпісчыкаў; 009932 — для арганізацый.

Пасведчанне аб рэгістрацыі сродкаў масавай інфармацыі № 1533 ад 30.07.2012, выдадзенае Міністэрствам інфармацыі Рэспублікі Беларусь.

*У адпаведнасці з загадам Вышэйшай атэстацыйнай камісіі Рэспублікі Беларусь ад 21 студзеня 2015 г. № 16 навукова-практычны часопіс «Веснік БарДУ» серыя «Біялагічныя навукі (агульная біялогія). Сельскагаспадарчыя навукі (аграрнамія)» уключаны ў Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў па біялагічных навук (агульная біялогія), сельскагаспадарчых навук.*

*Навукова-практычны часопіс «Веснік БарДУ» уключаны ў РІНЦ (Расійскі індэкс навуковага цытавання), ліцэнзійны дагавор № 06-01/2016.*

*Выдавец:* установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт».

Выходзіць на рускай, беларускай і англійскай мовах.

Часопіс распаўсюджваецца на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь.

---

*Загадчык рэдакцыйна-выдавецкай групы* Г. Ю. Сідарэнка

*Тэхнічны рэдактар* Л. М. Шчарбук

*Камп'ютарная вёрстка* С. М. Глушак

*Карэктар* Н. М. Каладко

Падпісана да друку 16.09.2020. Фармат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Папера афсетная. Друк лічбавы. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 18,15. Ул.-выд. арк. 13,30. Тыраж 100 экз. Заказ

Кошт свабодны.

Паліграфічнае выкананне: Гродзенскае абласное ўнітарнае паліграфічнае прадпрыемства «Слоніўская тыпаграфія». Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы, распаўсюджвальніка друкаваных выданняў № 1/203 ад 07.03.2014, № 2 ад 25.02.2014.

Адрас: вул. Хлюпіна, 16, 231800 Слонім, Гродзенская вобл.

© БарДУ, 2020

Education institution  
“Baranovichi State University”

*BarSU Herald*

**A quarterly scientific-and-practical journal**

Published since March 2013

Volume 8, September 2020.

Series “Biological sciences  
(general biology). Agricultural  
sciences (agronomy)”

---

*Promoter:* educational institution “Baranovichi State University”.

#### **EDITORIAL BOARD**

*Editor-in-Chief* Vasily I. Kochurko, Doctor of Agriculture, Professor, Member of the Belarusian Academy of Engineering, Member of the International Academy of Technical Education, Member of the International Academy of Pedagogical Education, Member of the Academy of Economic Sciences of Ukraine, Distinguished Educator of the Republic of Belarus, Rector of Baranovichi State University (Baranovichi, the Republic of Belarus).

*Deputy Editor-in-Chief* Vladimir V. Klimuk, Ph. D. in Economic Sciences, associate professor, Vice-rector for Scientific Work of Baranovichi State University (Baranovichi, the Republic of Belarus).

#### **EDITORIAL BOARD OF THE SERIES**

##### **Editor of the issue**

Sergey K. Ryndevich, Ph. D. in Biology, associate professor at the Department of Sciences, the Education Institution “Baranovichi State University” (Baranovichi, the Republic of Belarus).

##### **English Text Editor**

Yelena G. Karapetova, Ph. D. in Philology, Head of the Translation and Interpreting Department No 1 at the Education Institution “Minsk State Linguistic University” (Minsk, the Republic of Belarus).

Yelena E. Abarova (*responsible for the topic area “Agronomy”*), Ph. D. in Agriculture, associate professor, Head of the economically autonomous structural subdivision “Lyakhovichi State Agricultural Colledge” at the Education Institution “Baranovichi State University” (Lyakhovichi, the Republic of Belarus).

Aleksey V. Zemoglyadchuk (*responsible for the topic area “General Biology”*), Ph. D. in Biology, associate professor, Head of the Department of Sciences, the Education Institution “Baranovichi State University” (Baranovichi, the Republic of Belarus).

Oleg R. Alexandrovich, D. Sc. in Biology, Professor, Head of the Department of Zoology at Pomorsk Academy in Slupsk (Slupsk, Poland).

Tatyana T. Bizyukova, Ph. D. in Agriculture, Senior Lecturer of the Department of Sciences, the Education Institution “Baranovichi State University” (Baranovichi, the Republic of Belarus).

Vera I. Bushueva, D. Sc. in Agriculture, professor at the Department of Selection and Genetics, the Education Institution “The Belarusian State Agricultural Academy in the name of order of the October Revolution and Labor Red Banner” (Gorki, the Republic of Belarus).

Stanislav I. Grib, D. Sc. in Agriculture, member of the National Academy of Sciences of Belarus, Head Researcher at the Republican Unitary Enterprise “The Scientific-and-Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming” (Zhodino, the Republic of Belarus).

Vitaly V. Grichik, D. Sc. in Biology, Head of the Department of General Ecology and Methods of Teaching Biology the Belarusian State University (Minsk, the Republic of Belarus).

Maxim A. Dzhus, Ph. D. in Biology, associate professor at the Department of Botany the Belarusian State University (Minsk, the Republic of Belarus).

Alexander V. Kilchevskiy, D. Sc. in Biology, corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, Chief Scientific Secretary of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, the Republic of Belarus).

Nina P. Lukashevich, D. Sc. in Agriculture, Head of the Department of Fodder Cropping at the Education Institution “Vitebsk of the Badge of Honor Order State Academy of Veterinary Medicine” (Vitebsk, the Republic of Belarus).

Alexander A. Prokin, Ph. D. in Biology, Senior Researcher at the Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences (Borok, the Russian Federation).

Fenglong Jia, Ph. D. in Biology, Institute of Entomology, School of Life Sciences, Sun Yat-sen University (Guangzhou, China).

Viktor A. Shamanayev, D. Sc. in Agriculture, Senior Researcher at the Department of Agronomical Science and Ecology, the Federal State Education Institution of Higher Vocational Education “Smolensk State Academy of Agriculture” (Smolensk, the Russian Federation).

Leonid I. Shofman, D. Sc. in Agriculture, Senior Researcher at the Republican Unitary Enterprise “Minsk Regional Agricultural Experimental Station” of the National Academy of Sciences of Belarus (Natalyevsk, the Republic of Belarus).

Olga V. Yanchurevich, Ph. D. in Biology, Head of the Department of Zoology and Physiology of Man and Animals, the Education Institution “Grodno State University named after Yanka Kupala” (Grodno, the Republic of Belarus).

*Editorial address:*

21 Voykova St., 225404 Baranovichi.

Phone: +375 163 64 34 77.

E-mail: vestnik@barsu.by .

*Subscription indexes:* 00993 — for individual subscribers; 009932 — for companies.

The certificate of the registration of mass media № 1533 of 30.07.2012 issued by the Ministry of Information of Belarus.

*In accordance with the order of the board of the Higher Attestation Commission of the Republic of Belarus on January 21, 2015 № 16 the scientific-and-practical journal “BarSU Herald”, the series “Biological sciences (general biology). Agricultural sciences (agronomy)” was included on the list of the scientific publications of the Republic of Belarus for publishing the results of dissertation research in biological sciences (general biology), agricultural sciences (agronomy).*

*Scientific-and-practical journal “BarSU Herald” is included into RSCI (Russian Science Citation Index), license agreement № 06-01/2016.*

*Published:* educational institution “Baranovichi State University”.

Issued in Russian, Belarusian and English.

The journal is distributed on the territory of the Republic of Belarus.

---

*Managing editor* A. Y. Sidorenko  
*Technical editor* L. N. Scherbuk  
*Desktop Publishing* S. M. Glushak  
*Proofreader* N. N. Kolodko

Signed to print 16.09.2020. Format 60 x 84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Offset paper. Digital printing. Headset Times. Cond. print. l. 18,15. Acc.-pub. l. 13,30. Circulation: 100 copies. Order

Free price.

Printing performance: Grodno Regional Printing Unitary Enterprise “Slonim printing establishment”. The state registration certificate of the publisher, manufacturer and publications distributor № 1/203 of 07.03.2014, № 2 of 25.02.2014.

Address: 16 Hlyupin St., 231800 Slonim, Grodno region.

УДК 574.633.21

С. К. Рындевич<sup>1</sup>, А. О. Лукашук<sup>2</sup>, А. В. Земоглядчук<sup>3</sup>, О. В. Токарчук<sup>4</sup>, В. М. Байчоров<sup>5</sup><sup>1</sup>Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, 225404 Барановичи, Республика Беларусь, ryndevichsk@mail.ru, zemoglyadchuk@mail.ru<sup>2</sup>Государственное природоохранное учреждение «Березинский биосферный заповедник», Управление делами Президента Республики Беларусь, ул. Центральная, 3, 211188 д. Домжерицы Лепельский р-н, Витебская обл., Республика Беларусь, lukashukao@tut.by<sup>4</sup>Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», Министерство образования Республики Беларусь, б-р Космонавтов, 21, 224016 Брест, Республика Беларусь, oleg.v.tokarchuk@mail.ru<sup>5</sup>Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», ул. Академическая, 27, 220072 Минск, Республика Беларусь, vbaitch@gmail.com

## НАСЕКОМЫЕ-БИОИНДИКАТОРЫ (INSECTA: EPHEMEROPTERA, ODONATA, PLECOPTERA, HEMIPTERA, COLEOPTERA, MEGALOPTERA, TRICHOPTERA) И КРИТЕРИИ НЕНАРУШЕННЫХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ БЕЛАРУСИ

В статье рассматриваются гидроландшафтные и гидробиологические критерии ненарушенных естественных водных объектов (родников, ручьев, рек, стариц, озер, болот). В качестве биоиндикаторов ненарушенных водных экосистем предложен 21 вид водных и амфибиотических насекомых: 14 видов — индикаторов ненарушенных естественных водотоков (поденка *Siphonurus lacustris* (Eaton), стрекозы *Cordulegaster boltonii* (Donovan) и *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy), веснянки (*Leuctra digitata* (Kempny), *Nemoura cambrica* (Stephens), *Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus)), клоп *Velia saulii* Tamanini, жуки *Deronectes latus* (Stephens), *Hydraena gracilis* Germar, *Nebrioporus assimilis* (Paykull) и *Oreodytes sanmarkii* (Sahlberg), вислокрылка *Sialis nigripes* Pictet, ручейники *Chaetopteryx villosa* (Fabricius) и *Odontocerum albicorne* (Scopoli), индикатор ненарушенных рек, стариц, озер и болот — стрекоза *Brachytron pretense* (O.F. Müller), индикатор ненарушенных дистрофных озер — ручейник *Agrypnia obsoleta* Hagen, индикатор ненарушенных болот и водотоков, протекающих по болотным массивам или имеющих исток в болотах *Gerris sphagnetorum* Gaunitz, индикатор ненарушенных верхних болот и дистрофных озер на болотах *Glaenocoris propinqua* (Fieber), три индикатора ненарушенных верхних и переходных болот (жук *Ilybius wasastjernae* (Sahlberg), стрекозы *Aeshna subarctica* Walker и *Somatochlora arctica* (Zetterstedt)).

**Ключевые слова:** биоиндикаторы; Odonata; Ephemeroptera; Plecoptera; Trichoptera; Megaloptera; Hemiptera Coleoptera; критерии ненарушенных водных экосистем.

Рис. 16. Табл. 3. Библиогр.: 37 назв.

S. K. Ryndevich<sup>1</sup>, A. O. Lukashuk<sup>2</sup>, A. V. Zemoglyadchuk<sup>3</sup>, O. V. Tokarchuk<sup>4</sup>, V. M. Baitchorov<sup>5</sup><sup>1</sup>Education Institution “Baranovichi State University”, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21 Voykova St., 225404 Baranovichi, the Republic of Belarus, ryndevichsk@mail.ru, zemoglyadchuk@mail.ru<sup>2</sup>State Environmental Institution “Berezinsky Biosphere Reserve”, 3 Tsentralnaya St., 211188 Domzheritsy, Lepel dist., Vitebsk reg., Belarus, lukashukao@tut.by<sup>4</sup>Education Institution “Brest State A.S. Pushkin University”, 21 Kosmonavtov Blvd, 224016 Brest, the Republic of Belarus, oleg.v.tokarchuk@mail.ru<sup>5</sup>State Scientific and Production Association “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Bioresources”, 27 Akademicheskaya St., 220072 Minsk, the Republic of Belarus, vbaitch@gmail.com

## INSECTS-BIOINDICATORS (INSECTA: EPHEMEROPTERA, ODONATA, PLECOPTERA, HEMIPTERA, COLEOPTERA, MEGALOPTERA, TRICHOPTERA) AND CRITERIA FOR INTACT OF WATER ECOSYSTEMS OF BELARUS

In the article the hydro-landscape and hydrobiological criteria of intact natural water bodies (springs, streams, rivers, old river-beds, lakes, bogs) are considered. Twenty one species of water and amphibiotic insects were proposed as bioindicators of intact natural water ecosystems: 14 species-indicators of intact natural watercourses (mayfly

*Siphonurus lacustris* (Eaton), dragonflies *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) and *Ophiogomphus cecilia*, stonefly *Leuctra digitata* (Kempny), *Nemoura cambrica* (Stephens), *Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus), bugs *Velia saulii* Tamanini, 1947, beetles *Deronectes latus* (Stephens), *Hydraena gracilis* Germar, *Nebrioporus assimilis* (Paykull) and *Oreodytes sanmarkii* (Sahlberg), alderfly *Sialis nigripes* Pictet, 1865, caddisflies *Chaetopteryx villosa* (Fabricius) and *Odontocerum albicorne* (Scopoli), an indicator of intact rivers, old river-beds, lakes and bogs (dragonfly *Brachytron pretense* (Müller, 1764)), an intact dystrophic lakes indicator (caddisfly *Agrypnia obsoleta* Hagen, 1864), three indicators of intact upland and transitional bogs (beetle *Ilybius wasastjernaе* (Sahlberg, 1824), dragonflies *Aeshna subarctica* Walker, 1908 and *Somatochlora arctica* (Zetterstedt, 1840)).

**Key words:** bioindicators; Odonata; Ephemeroptera; Plecoptera; Trichoptera; Megaloptera; Hemiptera; Coleoptera; criteria for intact water ecosystems.

Fig. 16. Table 3. Ref.: 37 titles.

**Введение.** Современная экологическая обстановка характеризуется глобальной деградацией природных сообществ и сокращением количества ненарушенных экосистем. Естественные водные экосистемы, являясь одними из самых богатых по числу видов организмов, выступают в качестве ключевых природных территорий с точки зрения сохранения биоразнообразия. Общеизвестно, что эти водные объекты выступают своеобразными резерватами сохранения ряда редких и исчезающих видов животных, в том числе насекомых. Водные экосистемы играют значительную роль при формировании фауны и флоры прилегающих территорий, являясь своеобразными экологическими коридорами, которые живые организмы используют при миграциях и расселении.

Антропогенное воздействие на водные объекты приводит к изменению сообществ гидробионтных организмов. Экологическое состояние водных объектов является интегральным показателем общего экологического состояния локальной территории. Основными направлениями трансформации сообществ водных и амфибиотических насекомых в естественных водных экосистемах при антропогенном воздействии являются: обеднение таксономического состава (сокращение количества таксонов различного ранга от отряда до вида); уменьшение видового богатства сообществ насекомых; упрощение экологической структуры экосистем, в первую очередь за счет исчезновения реофильных и реобионтных видов веснянок, поденок, ручейников и жесткокрылых; сокращение числа стенобионтных видов, к которым относятся и виды — индикаторы чистоты воды, индикаторы ненарушенности естественных экосистем [1].

В настоящее время во всем мире распространены подходы определения качества поверхностных вод с помощью биоиндикации, в то же время оценка ненарушенности экосистем, особенно в региональном контексте, является слабо разработанным и, в принципе, новым направлением в сфере экологии. Этим объясняется небольшое число публикаций, посвященных данной тематике [2—4]. Основное внимание зарубежными учеными уделялось выделению видов-индикаторов и характерных видов для некоторых наземных экосистем. Так, в работе латвийских и шведских специалистов [5] были выявлены характерные виды и виды — индикаторы ненарушенности ключевых лесных биотопов среди трутовиков, сосудистых растений, мхов и насекомых. Ксилофильные жесткокрылые рассматриваются в качестве индикаторов ненарушенности лесных экосистем в работе У. Вилаиниса и соавторов [6].

Вопросу использования методов биоиндикации для установления воздействия антропогенных факторов на природу, определения экологического состояния как наземных, так и водных экосистем уделяется достаточно большое внимание как в Беларуси [7—15], так и за рубежом [16; 17]. Однако используемые в Национальной системе мониторинга окружающей среды Республики Беларусь методы сапробиологического анализа Пантле и Букка в модификации Сладечека, методы биотических индексов (по видовому разнообразию



и показательным значениям таксонов) и Гуднайта—Уитлея (по относительной численности олигохет) не позволяют выявлять ненарушенные водные экосистемы.

Водные и амфибиотические насекомые широко применяются в биоиндикации водных экосистем [9—16; 18]. Это касается водных насекомых, к которым относятся представители ряда семейств жесткокрылых (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrogaenidae, Helophoridae, Hydrophilidae, Dryopidae) и клопов (Hemiptera: Heteroptera: Corixidae, Notonectidae, Pleidae, Nepidae, Naucoridae, Aphelocheiridae, Mesoveliidae, Hebridae, Hydrometridae, Veliidae, Gerridae), а также таких амфибиотических насекомых, как поденки (Ephemeroptera), стрекозы (Odonata), веснянки (Plecoptera), ручейники (Trichoptera), большешкрылые (Megaloptera), некоторые семейства жуков (Scirtidae, Chrysomelidae (Donacinae), Curculionidae). Это послужило причиной рассмотрения возможности использования представителей этих групп животных в качестве биоиндикаторов ненарушенных естественных водных объектов.

В ряде работ ранее были рассмотрены критерии ненарушенности некоторых типов естественных водных экосистем (рек, озер и стариц), таксономический состав водных и амфибиотических насекомых ненарушенных водных экосистем на особо охраняемых природных территориях (далее — ООПТ) Беларуси (Березинского биосферного заповедника, Национального парка «Припятский» и республиканского ландшафтного заказника «Стронга») и нарушенных естественных экосистем на этих ООПТ, а также предложены некоторые виды — индикаторы ненарушенности для рек, озер и стариц [1; 22—25]. Определение статуса ненарушенности водной экосистемы основывалось на результатах проведенных исследований с использованием гидроландшафтных и гидробиологических критериев, которые рассмотрены ниже. Это позволило разработать оригинальный методологический алгоритм определения статуса ненарушенности водных экосистем. Дополнительные исследования позволили конкретизировать критерии ненарушенности естественных водных экосистем Беларуси и расширить список видов-биоиндикаторов.

**Материал и методы исследования.** Материалом для настоящей работы в основном послужили сборы водных и амфибиотических насекомых, проведенные в 2017—2020 годах на территории Березинского биосферного заповедника, Национального парка «Припятский» и республиканского ландшафтного заказника «Стронга». Изучение энтомофауны ненарушенных естественных водных экосистем на данных ООПТ проводилось в 40 локалитетах. Большинство стационаров проведения исследования на ООПТ Беларуси были рассмотрены ранее [1; 19—25], за исключением рек Жортайка и Ушача (Березинский биосферный заповедник).

В качестве модельных групп использовались представители 7 отрядов: Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera. В данной работе не рассматриваются амфибиотические виды отряда двукрылые (Diptera).

Для идентификации видовой принадлежности насекомых использовались стереомикроскопы Nikon SMZ745T, Optica SZO-6 и бинокулярный микроскоп МБС-10, а также специальная определительная литература [18; 26—31].

Экологическое состояние водных экосистем оценивалось при использовании метода биоиндикации на основании анализа таксономического состава беспозвоночных [18]. Сбор беспозвоночных осуществлялся по стандартной методике при помощи гидробиологического сачка Бальфура—Брауна [13; 28].

Для максимальной объективности выявления таксономического состава беспозвоночных при отборе проб производились взмахи и по дну водного объекта вне зависимости, есть

там макрофиты или нет, так как в донном грунте обитает ряд видов, которые важны для оценки экологического состояния водных экосистем.

Стандартная проба состояла из 10 взмахов в одной станции водного объекта. Проба просматривалась в ванночке с водой. Беспозвоночные либо учитывались визуально (если их возможно идентифицировать в полевых условиях), либо фиксировались в 70 %-ном спирте для последующего определения в лабораторных условиях. Кроме того, использовался ручной сбор беспозвоночных с плавающих предметов, корней макрофитов, метод вытапывания и другие методы ручного сбора беспозвоночных.

Количество точек отбора проб зависело от размеров водоема или водотока и поставленной цели исследования (необходимо оценивать экологическое состояние всего водного объекта или его части и т. д.). Число точек отбора проб на водотоке или водоеме базировалось на соответствии площади водоема или протяженности створа ручья или реки. Для небольшого или среднего по площади водоема пробы отбирались обычно в 3—5 точках. Для крупного озера выбиралось до 10 точек отбора проб вдоль береговой линии. В створе крупной реки закладывалось до 10 точек отбора проб с учетом разнообразия экологических характеристик станций (скорость течения, наличие и состав донных отложений, глубина, степень зарастания макрофитами и т. д.). Обычно для водотока исследовался створ протяженностью не менее 100 м. Это позволяло оценить экологическое состояние реки или ручья на данном участке русла. Пробы отбирались в максимально разнообразных станциях экосистемы, например на участках с макрофитами, заиленных участках, участках с чистым песчаным дном и т. д. Если водоем или водоток был небольшого размера (пруд, ручей), то пробы отбирались вдоль всей береговой линии. Отбор проб гидробиологическим сачком производился до того момента, пока в пробах встречались виды (морфотипы) беспозвоночных, не отмеченные в предыдущих разовых пробах.

Для определения класса качества воды, степени загрязнения и экологического состояния водной экосистемы на основе анализа таксономического состава беспозвоночных следует использовать следующий алгоритм:

1) организмы в пробе идентифицировать по группам в соответствии с таблицей 1, данные внести в таблицу (каждая обнаруженная группа — в столбце 2);

2) для каждой группы определять число видов (морфотипов) организмов, результаты указать в столбце 3;

3) подсчитать общее число видов (морфотипов) в столбце 3, результат записать в выделенную ячейку нижней части столбца;

4) на основании числа видов (морфотипов) в группе определить разряд для каждой группы организмов, разряды отметить плюсами в столбце 5;

5) определить высший из отмеченных разрядов, соответствующий латинской букве с наименьшим порядковым номером в алфавите высший разряд записать в выделенную ячейку в нижней части столбца 5;

6) класс качества воды определить по таблице 2 на основе данных по общему числу видов (морфотипов) и высшему разряду, продвигаясь слева направо по строке, соответствующей высшему разряду, до столбца с указанием общего числа видов. Римские цифры обозначают класс качества воды в водном объекте;

7) по таблице 3 определить степень загрязнения воды по большему порядковому числу, присужденному классу качества воды (если в пробах отсутствуют виды-биоиндикаторы).

Т а б л и ц а 1. — Расчёт входных параметров для таблицы 2

T a b l e 1. — Calculation of input parameters for table 2

Группа организмов	Обнаруженные в пробе группы организмов	Число видов организмов в группе	Определение высшего разряда	
			Сравнение числа видов организмов в группе	Разряд
1	2	3	4	5
Личинки веснянок			2 и более 1	A B
Широкопалый рак				B
Плавунчик брихиус, плавунцы деронектес и ореодитес, сумеречная вертячка и их личинки			2—4 1	B C
Личинки поденок			3 и более 2 1	B C Не влияет
Личинки ручейников четоптерикса и одонтоцерума			2 и более 1	B C
Личинки других видов ручейников			4 и более 1—3	B C
Губки			1—2	C
Бокоплавы			2 и более 1	C Не влияет
Узкопалый рак				C
Личинки вислоккрылок				D
Водяной ослик				D
Пиявки				D
Поденка каэнис				D
Водожук бурый и его личинка				D
Личинка стрекозы болотной				D
Трубочник и другие кольчатые черви				E
Личинки комаров-звонцов				E
Личинки львинок				E
Личинки журчалок				E
Личинки бабочек				
Личинки других двукрылых				
Личинки других стрекоз				
Клопы				
Другие жуки и их личинки				
Кишечнополостные				
Мшанки				
Плоские черви				
Круглые черви				
Моллюски				
Другие ракообразные				
Водные клещи и другие паукообразные				
Общее число видов			Высший разряд	

Т а б л и ц а 2. — Определение класса качества вод

T a b l e 2. — Defining water quality class

Высший разряд	Общее число видов			
	0—1	2—8	9—15	16 и более
A	—	II	I—II	I
B	III	II—III	II	I—II
C	III—IV	III	II—III	II
D	IV	III—IV	III	II—III
E	V	IV—V	III—IV	III

Т а б л и ц а 3. — Определение степени загрязнения по классу качества воды

T a b l e 3. — Determining the degree of pollution by the class of water quality

Класс качества воды	Степень загрязнения
I	Очень чистые
II	Чистые
III	Умеренно грязные
IV	Загрязнённые
V	Грязные
VI	Очень грязные

В качестве индикаторов экологического состояния водного объекта использовались:

– индикаторы чистоты воды (широкопалый рак *Astacus astacus* (Linnaeus), жуки (*Dero-nectes latus* (Stephens), *Oreodytes sanmarkii* (Sahlberg), *Brychius elevatus* (Panzer), *Orectochilus villosus*, ручейники (*Chaetopteryx villosa* (Fabricius, 1798), *Odontocerum albicorne* (Scopoli, 1763)), нахождение которых, согласно данному методу, позволяет присвоить воде разряд B. Нахождение в пробах видов — индикаторов чистоты воды среди веснянок (например, *Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus, 1758)) не вынесено в отдельную строку в таблице 1, так как любой вид представителей этого отряда позволяет присвоить воде разряд B;

– индикаторы умеренного органического загрязнения (поденки каэнис (*Caenis* sp.), личинки стрекозы болотной *Leucorrhinia pectoralis* (Charpentier) и водожук бурый *Hydrobius fuscipes* (Linnaeus) — разряд D;

– индикаторы сильного органического загрязнения и заиления (личинки мух-журчалок (Syrphidae), личинки мух-львинок (Stratiomyidae), личинки комаров-звонцов (Chironomidae) и др.) — разряд E.

Предложенные виды-индикаторы достаточно хорошо идентифицируются по внешнему виду [13].

При оценке экологического состояния водного объекта учитывалось присутствие в пробах конкретных видов-биоиндикаторов. Это позволяло более точно определить класс качества воды. Так, наличие в пробах индикаторов чистоты воды или индикаторов органического загрязнения в случае (согласно обозначенной выше методике) промежуточного

класса качества (например II—III) позволяет более точно определить класс качества воды. Присутствие индикатора загрязнения воды предполагает снижение класса качества воды (например, при II—III классе, согласно таблице 2, до III). В противном случае при наличии в пробе индикатора чистоты воды класс качества воды определяется как II.

Использовалась следующая градация степеней экологического состояния водного объекта:

– экологическое состояние хорошее — I класс качества воды и степень загрязнения «очень чистые»;

– экологическое состояние удовлетворительное — II класс качества воды и степень загрязнения «чистые»;

– экологическое состояние неудовлетворительное — III—VI классы качества воды и степень загрязнения «умеренно грязные», «загрязнённые», «грязные», «очень грязные».

Для выявления видов — индикаторов ненарушенности водных экосистем был использован следующий алгоритм:

1) составление перечня видов насекомых модельных групп, отмеченных только в естественных экосистемах (родниках, ручьях, реках, старицах рек (старичных озерах), озерах и болотах (П1)). Данный перечень составлялся на основе литературных данных (в том числе и зарубежных) и собственных исследований;

2) составление перечня видов, отмеченных в ненарушенных водотоках и водоемах на ООПТ (П2). Данный перечень состоял из таксономических списков водных и амфибиотических насекомых для каждой конкретной ООПТ;

3) составление перечня видов, отмеченных в нарушенных (реки, ручьи, болота, озера, старицы) и искусственных (пруды, каналы) водотоках и водоемах на особо ООПТ (П3). Данный перечень также состоял из таксономических списков водных и амфибиотических насекомых для каждой конкретной ООПТ;

4) исключение из перечня П1 видов, присутствующих в перечне П3;

5) исключение из перечня П2 видов, присутствующих в перечне П3;

6) сравнение преобразованных перечней П1 и П2 для выявления общих видов, которые были отмечены только в естественных водных экосистемах и только в ненарушенных водоемах и водотоках на ООПТ в ходе реализации данного исследования;

7) общие виды для перечней П1 и П2 получали статус индикаторов ненарушенных естественных водных экосистем, а остальные виды из перечня П1 — статус потенциальных индикаторов ненарушенных естественных водных экосистем.

Метод определения экологического состояния водных экосистем на основе анализа таксономического состава беспозвоночных не рекомендуется применять для определения экологического состояния всех типов водных объектов зимой, так как отсутствие активности в этот период большинства видов беспозвоночных не позволит получить объективные данные. Существует определенная сложность при использовании данного метода при исследовании родниковых экосистем. Это касается в первую очередь лимнокренов, диаметр так называемой «ванны» не превышает 3 м, которые отличаются достаточно специфическими экологическими условиями. Такие родники могут быть не заселены беспозвоночными как в определённые периоды года, так и вообще (из-за размеров, характера дна, антропогенной трансформации и других причин). Кроме того, это одни из самых бедных водных экосистем по видовому составу беспозвоночных среди всех водных экосистем Беларуси. При таких условиях применение указанного выше метода не позволит правильно определить класс качества воды и степень загрязнения. Не рекомендуется применение метода для определения экологического состояния временных водоемов (луж) в силу их ограниченного срока существования как экосистемы.

При обосновании гидроландшафтных критериев был использован геосистемно-гидрологический подход, основывающийся на комплексном анализе условий формирования поверхностных вод в разрезе водосборных бассейнов [32—36].

Для выявления ненарушенных водных экосистем были сформулированы критерии ненарушенности водотоков и водоемов Беларуси. При формулировке критериев также был использован бассейново-ландшафтный подход [36].

Фотографии насекомых были сделаны при помощи фотокамеры (Nikon D5100 digital camera with attached Nikon 60 mm 1:2.8G macro lens и Meike Macro Extension Tube Set. Рисунки и фотографии были обработаны в программе Adobe Photoshop CS5®).

**Результаты исследования и их обсуждение.** В ходе проведенных исследований был разработан оригинальный методологический алгоритм определения статуса ненарушенности водных экосистем с использованием насекомых-биоиндикаторов. Присвоение водоему или водотоку статуса «ненарушенный» должно основываться на принципе баланса *гидроландшафтных* и *гидробиологических* критериев.

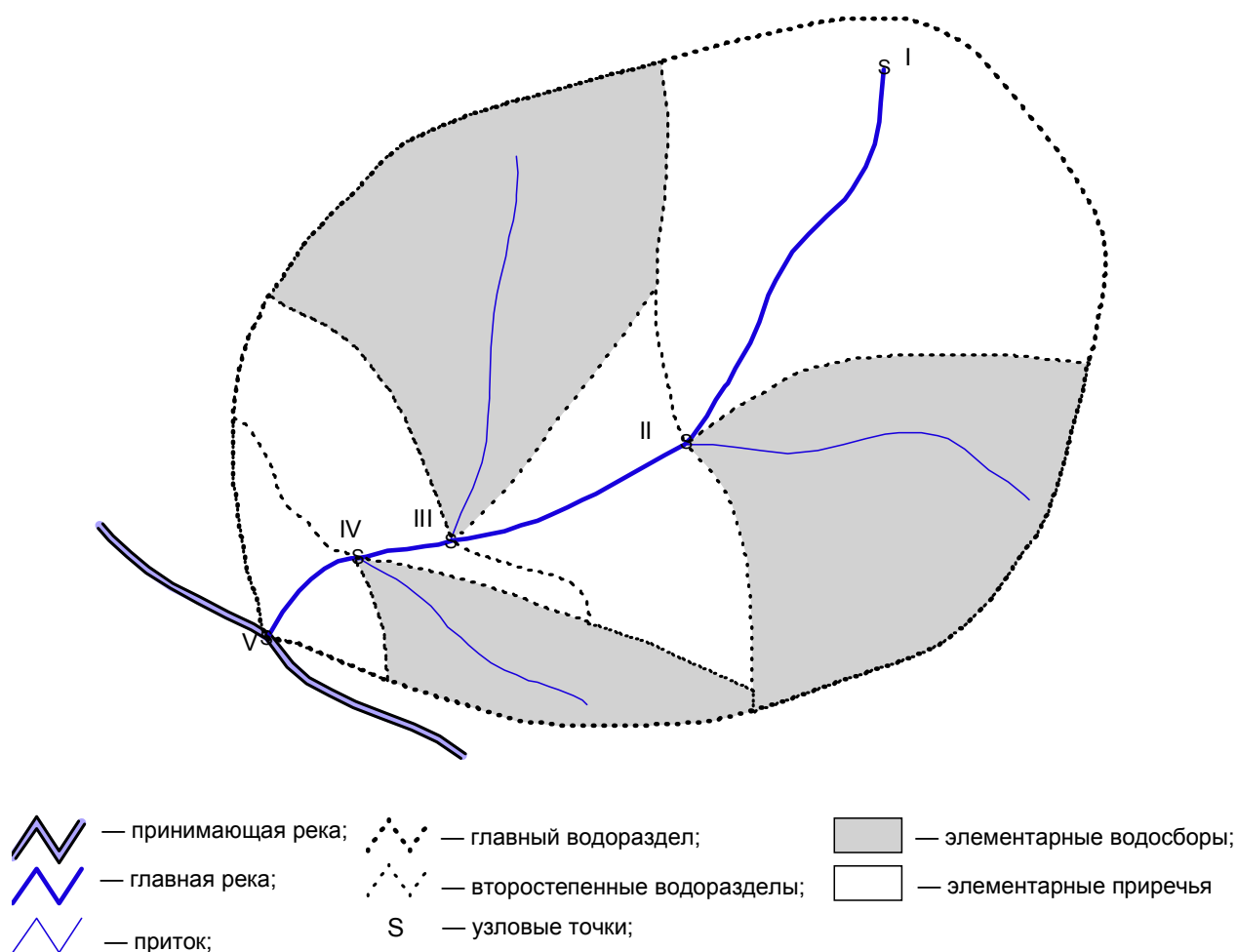
Первым этапом метода определения статуса ненарушенности водных экосистем должен стать анализ соответствия водоема или водотока на какой-либо территории гидроландшафтным критериям. Данные критерии касаются исключительно антропогенного воздействия на экосистемы, исключая естественное влияние (например наводнение или деятельность бобров).

*Гидроландшафтные критерии ненарушенности экосистем естественных водотоков (рек и ручьев).* Реки Беларуси традиционно делятся на большие, средние и малые. Чаще всего группировка производится по длине рек (к большим относятся реки длиной более 500 км, средним — от 100 до 500 км, малым — менее 100 км, к ручьям — менее 10 км). Помимо этого, в Республике Беларусь применяется типизация естественных водотоков по площади водосбора, согласно которой к очень большим отнесены водотоки с площадью водосбора более 10 000 км<sup>2</sup>, большим — 1 000—10 000, средним — 100—1 000, малым — менее 100 км<sup>2</sup>.

В настоящее время сложно говорить о ненарушенности той или иной речной экосистемы, в первую очередь это касается больших и средних рек. Это связано, с одной стороны, с различной степенью хозяйственного влияния (прямого и косвенного) на условия формирования их вод, с другой — со значительной территориальной неоднородностью такого влияния. Более правильно говорить о ненарушенности речных экосистем элементарных и сопоставимых по размерам водосборов — структур бассейнового строения (рисунок 1).

К критериям ненарушенности в данном случае будут относиться:

- естественное состояние русла реки, меандрирование русла;
- лесистость водосбора не менее 50 %;
- естественное состояние поймы (в том числе соответствие динамики уровня почвенно-грунтовых вод поймы сезонной динамике основных метеофакторов и уровню воды в реке как следствие отсутствия либо значительной удаленности гидромелиоративных систем от рассматриваемого участка);
- отсутствие обустроенных мест рекреации и необустроенных мест массового отдыха;
- отсутствие построек и коммуникаций в пойме и прибрежной зоне;
- отсутствие прямого сброса вод мелиоративных каналов в пределах участка;
- отсутствие водорегулирующих сооружений и искусственных водоемов в русле реки;
- наличие видов — индикаторов ненарушенных речных и ручьевых экосистем.



**Рисунок 1. — Базовая модель соотношения структур бассейнового строения на уровне водотоков**

**Figure 1. — The basic model of the ratio between the structures of the basin structure at the level of watercourses**

В то же время допускается выявление локальных ненарушенных участков речных экосистем в случае наличия нарушений (спрямлений) береговой линии, соединения с мелиоративными системами или сбросными каналами, присутствия водорегулирующих сооружений, прудов или водохранилищ. При этом предполагается учет расстояния от обозначенных выше объектов по руслу водотока. Для ручьев такое расстояние должно быть не менее 1 км, малых рек — 3—5 км (при ширине русла в межень до 10 м — 3 км, при ширине больше 10 м — 5 км), средних — 10 км, крупных — 50 км.

*Гидроландшафтные критерии ненарушенности экосистем естественных выходов подземных вод (родников).* Их предполагается выделять в качестве ультралокальных элементов в принятой структуре бассейнового строения территории.

По признакам выхода подземных вод на поверхность родники делятся на три основных типа: реокрен, лимнокрен и гелокрен. Реокрен изливает свои воды на склонах или у основания холмов, на склонах речных долин или иных эрозионных врезках. Сравнительно узкий и быстрый родниковый ручей течет по склону и обычно впадает в другой более крупный водный объект. Лимнокрен при выходе образует небольшой проточный водоем — «ванну», из которой вытекает ручей. Гелокрен характеризуется множественными небольшими выходами подземных вод на относительно ровную поверхность, в результате чего образуется топкое, заболоченное место. Обычно из гелокрена берут начало один или несколько ручьев. Некоторые родники имеют смешанные или промежуточные формы, сочетающие признаки разных типов родников.

К критериям ненарушенности предполагается относить:

- отсутствие обустройства родника и прилегающей территории (на удаленности до 10 м);
- отсутствие распашки и гидротехнической мелиорации территории, примыкающей к роднику и вытекающего из него ручья (ручьев), и поймы на расстоянии не менее 1 км в радиусе от родника;
- отсутствие водозаборных сооружений в зоне питания родника.

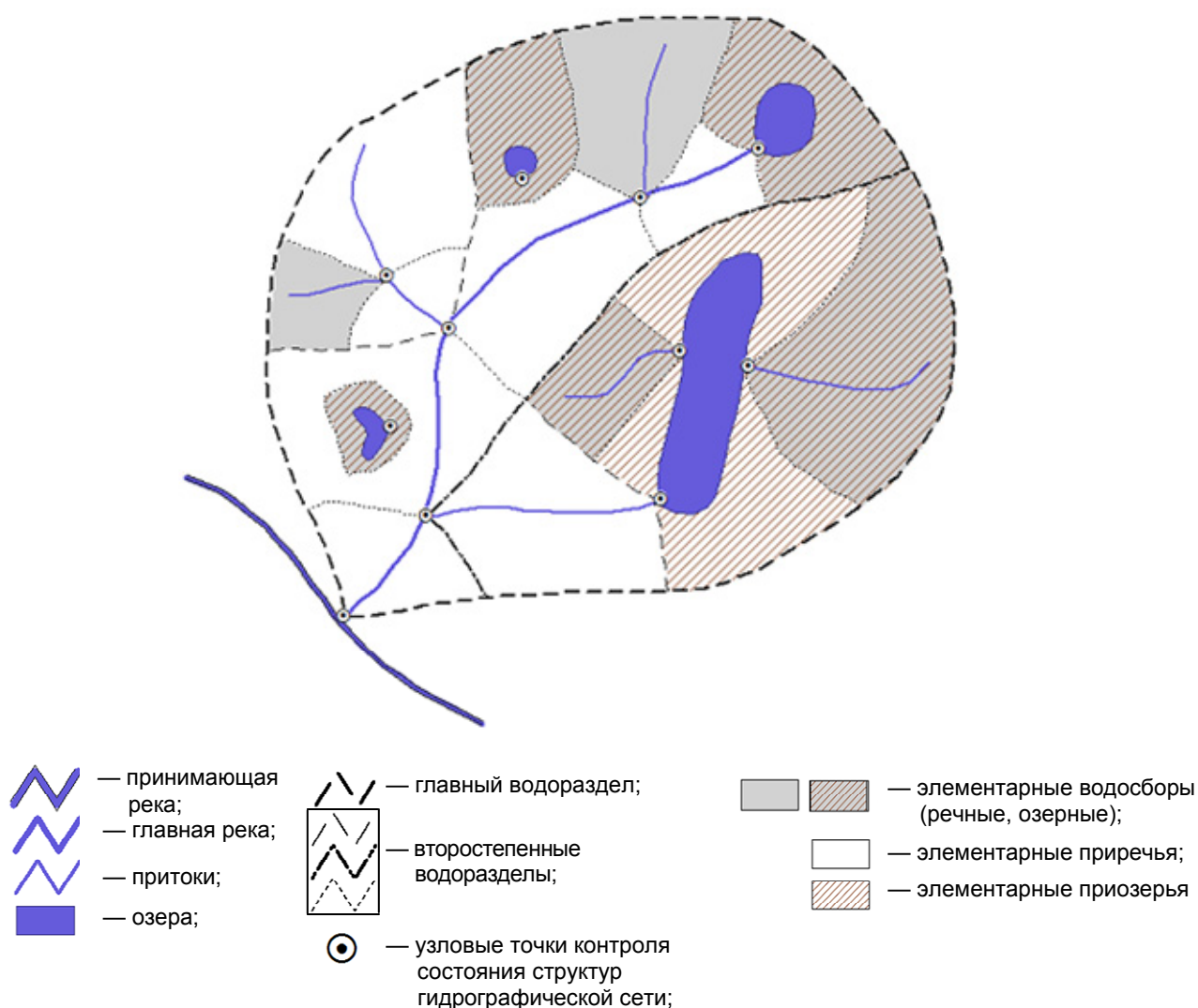
*Гидроландшафтные критерии ненарушенности экосистем озер.* Данная группа критериев была определена с учетом специфики хозяйственного использования озер в Республике Беларусь. Преобладающим видом хозяйственного использования озер в стране является рыбное хозяйство (рыболовство и рыбоводство) — до 92 % от общего числа озер. В качестве источников водоснабжения используется около половины озер (основными направлениями использования воды являются хозяйственно-бытовое (52 %) и сельскохозяйственное (13 %)). Для рекреационных целей используется не более 32 % от общего числа озер. В системах гидротехнической мелиорации используется около 9 % озерного фонда страны. Незначительная часть озер используется для добычи сапропелей [37].

С учетом отмеченной специфики в качестве критериев ненарушенности предполагается рассматривать:

- отсутствие нарушенности берегов (спрямления берегов, наличия обустроенных стоянок для водного транспорта с использованием железобетонных конструкций и т. д.);
- лесистость водосборов более 50 %;
- отсутствие распашки и участков гидротехнической мелиорации в пределах приозерной поймы;
- сохранность естественного гидрологического режима водоемов — отсутствие искусственных водорегулирующих сооружений в проточных и сточных озерах, сброса воды в озеро или спуска из него в бессточных;
- отсутствие в пределах водосбора систем гидротехнической мелиорации, которые наряду с водорегулирующими плотинами определяют уровень почвенно-грунтовых вод в приозерной пойме;
- отсутствие обустроенных мест для рекреации, необустроенных мест массового отдыха, построек и сети коммуникаций в прибрежной зоне (за исключением грунтовых дорог без насыпи).

Для озер значительных размеров (имеют притоки), а также озер, имеющих тесную гидрологическую связь с реками и ручьями, предполагается использовать концептуальную модель соотношения структур бассейнового строения озерно-бассейновых систем [36], учитывающую связь формирования отдельных водных масс озер (гидрологически определяют состояние экосистемы озера на определенном участке) с участками их поверхностного водосбора (рисунок 2).





**Рисунок 2. — Принятая концептуальная модель соотношения структур бассейнового строения озерно-бассейновой системы**

**Figure 1. — The adopted conceptual model for the ratio between the structures of the basin structure of the lake-basin systems**

*Гидроландшафтные критерии ненарушенности экосистем стариц.* Для стариц (старичных озер) критерии совпадают с таковыми для озер, за исключением критерия «лесистость водосборов более 50 %». Данный критерий неприемлем для данного типа водоемов, особенно для стариц в поймах крупных рек. В качестве дополнительного критерия ненарушенности предполагается рассматривать отсутствие распашки и систем гидротехнической мелиорации участка речной поймы (на участке элементарного приречья) в пределах расположения старичного водоема.

*Гидроландшафтные критерии ненарушенности экосистем болот.* Эти экосистемы предлагается выделять в качестве локальных элементов (имеющих свои водосборы) в при-

нятых моделях структур бассейнового строения исследуемой территории (см. рисунки 1, 2). В качестве критериев ненарушенности предлагается рассматривать:

– отсутствие мероприятий гидротехнической мелиорации в пределах хорошо дренируемых эвтрофных (низинных) болот (как правило, мелкозалежных) либо незначительное осушение (не более 10 % от занимаемой площади) олиготрофных (верховых) болот;

– сохранность уровня почвенно-грунтовых вод в олиготрофном болоте в меженные периоды не ниже 25 см от дневной поверхности и не ниже 50 см в эвтрофных (соответствует таким уровням в аналогичных типах болот в нетронутым состоянии);

– отсутствие лесомелиоративных мероприятий и вырубок прилегающих к болоту переувлажненных лесов.

Как и в случае с реками, в крупных болотных массивах возможно выделение ненарушенных участков при условии соблюдения гидроландшафтных критериев.

К гидробиологическим критериям ненарушенности водоемов и водотоков относятся:

– хорошее или удовлетворительное экологическое состояние водного объекта; экологическое состояние хорошее — I класс качества воды и степень загрязнения «очень чистые»; экологическое состояние удовлетворительное — II класс качества воды и степень загрязнения «чистые»;

– присутствие видов — индикаторов ненарушенности водных экосистем.

Анализ таксономической и экологической структуры (биотопического распределения) водных и амфибиотических насекомых при использовании рассмотренного выше алгоритма позволил выделить 21 вид — индикатор ненарушенности водных экосистем Беларуси (5 видов жесткокрылых, 4 вида стрекоз, по 3 вида веснянок, клопов и ручейников, по 1 виду поденок и веснянок). Ниже приводится перечень видов-индикаторов.

#### **Отряд *Ephemeroptera* — Поденки**

*Siphonurus lacustris* (Eaton 1870) — индикатор ненарушенных естественных водотоков (рисунок 3).

#### **Отряд *Odonata* — Стрекозы**

*Aeshna subarctica* Walker, 1908 — индикатор ненарушенных верховых и переходных болот (рисунок 5).

*Brachytron pratense* (O. F. Müller, 1767) — индикатор ненарушенных рек, стариц, озер и болот (рисунок 6).

*Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) — индикатор ненарушенных естественных водотоков (рисунок 4).

*Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785) — индикатор ненарушенных естественных водотоков.

*Somatochlora arctica* (Zetterstedt, 1840) — индикатор ненарушенных верховых и переходных болот (см. рисунок 3).

#### **Отряд *Plecoptera* — Веснянки**

*Leuctra digitata* (Kempny 1899) — индикатор ненарушенных естественных водотоков.

*Nemoura cambrica* (Stephens 1836) — индикатор ненарушенных естественных водотоков.

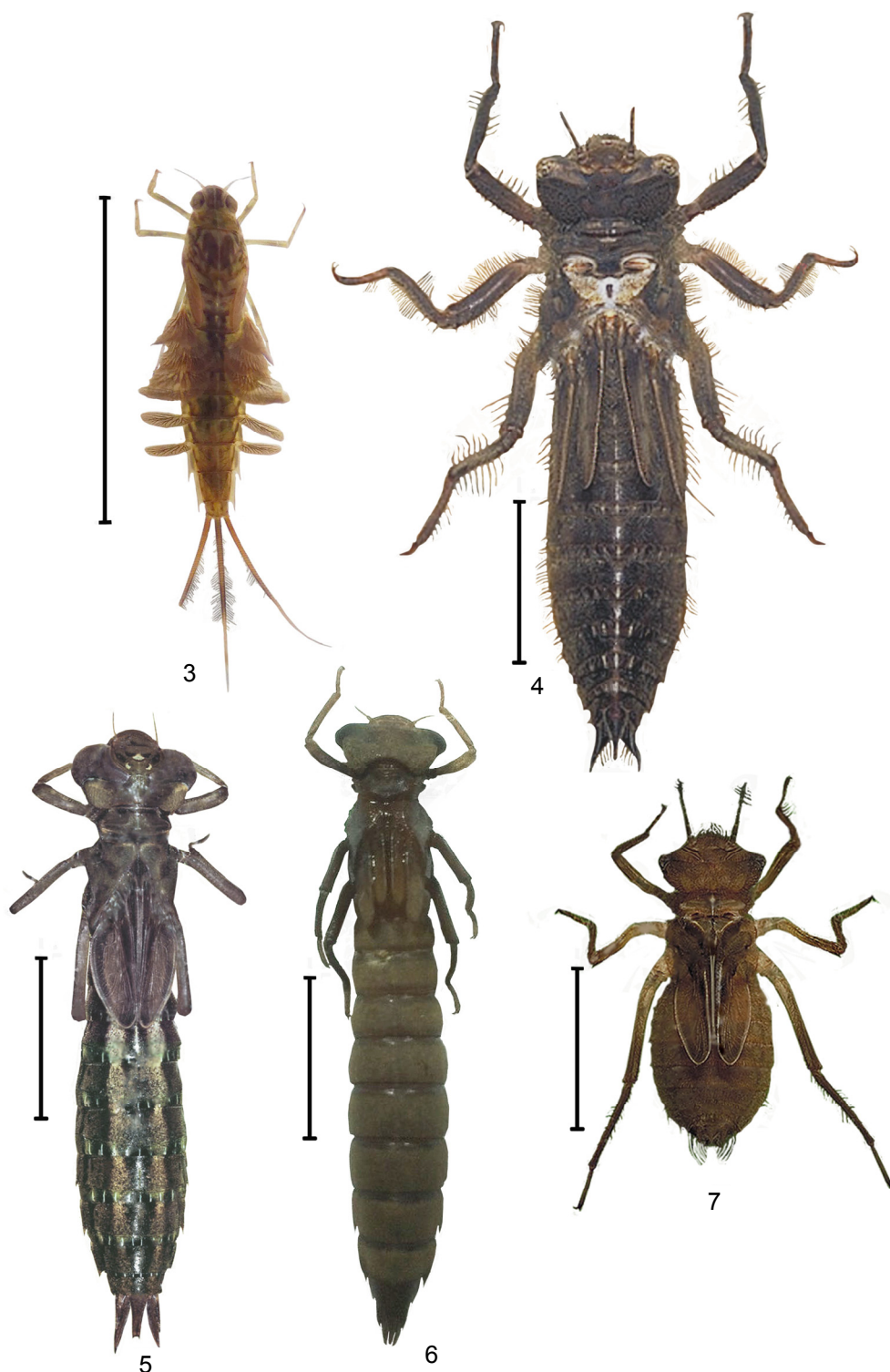
*Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus 1758) — индикатор ненарушенных естественных водотоков.

#### **Отряд *Hemiptera* — Полужесткокрылые, подотряд *Heteroptera* — Клопы**

*Gerris sphagnetorum* Gaunitz, 1947 — индикатор ненарушенных болот и водотоков, протекающих по болотным массивам или имеющих исток в болотах (рисунок 10).

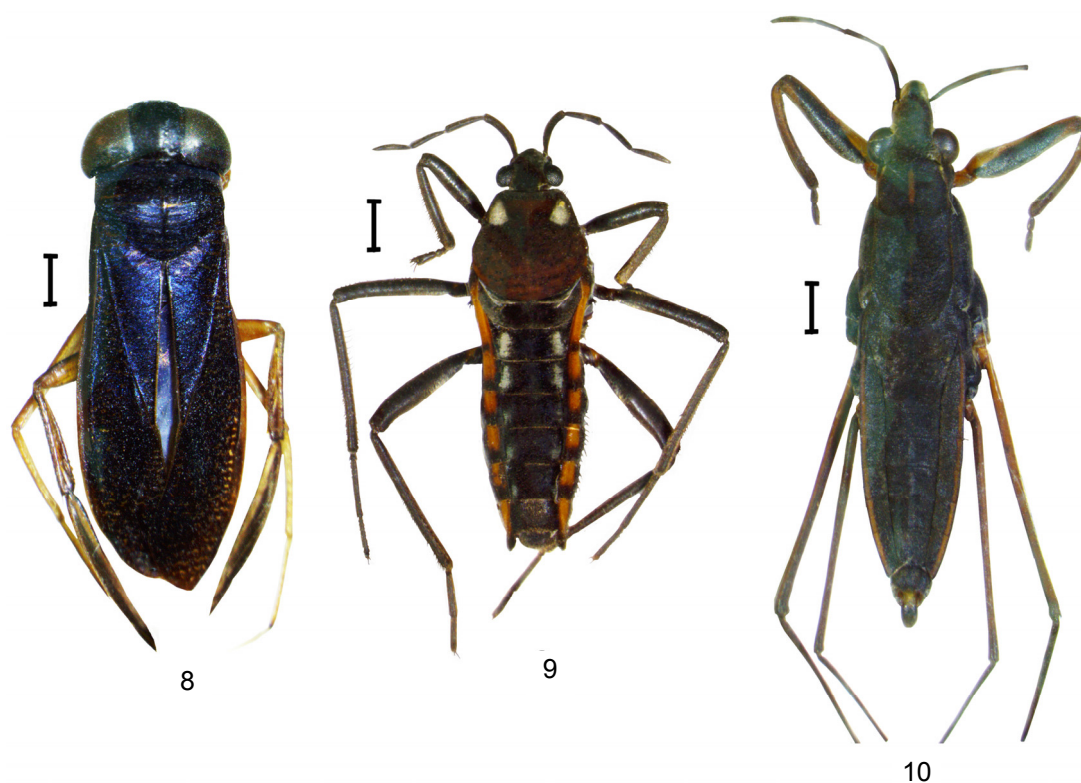
*Glaenocoris propinqua propinqua* (Fieber, 1860) — индикатор ненарушенных верховых болот и дистрофных озер на болотах (рисунок 8).

*Velia saulii* Tamanini, 1947 — индикатор ненарушенных естественных водотоков с быстрым течением (рисунок 9).



**Рисунки 3—7. — Биоиндикаторы ненарушенных водных экосистем:**  
3 — *Siphonurus lacustris* (личинка); 4 — *Cordulegaster boltonii* (личинка);  
5 — *Aeshna subarctica* (личинка); 6 — *Brachytron pretense* (личинка);  
7 — *Somatochlora arctica* (личинка). Длина масштабной линейки 10 мм

**Figures 3—7. — Bioindicators of intact water ecosystems:** 3 — *Siphonurus lacustris* (larva); 4 — *Cordulegaster boltonii* (larva); 5 — *Aeshna subarctica* (larva); 6 — *Brachytron pretense* (larva); 7 — *Somatochlora arctica* (larva).  
Scale bar: 10 mm



Рисунки 8—10. — Биоиндикаторы ненарушенных водных экосистем: 8 — *Glaenocoris propinqua propinqua* (имаго); 9 — *Velia saulii* (имаго); 10 — *Gerris sphagnetorum* (имаго). Длина масштабной линейки 1 мм

Figures 8—10. — Bioindicators of intact water ecosystems: 8 — *Glaenocoris propinqua propinqua* (imago); 9 — *Velia saulii* (imago); 10 — *Gerris sphagnetorum* (imago). Scale bar: 1 mm

**Отряд Coleoptera — Жуки**

*Oreodytes sanmarkii* (Sahlberg, 1826) — индикатор ненарушенных естественных водотоков (рисунок 13).

*Deronectes latus* (Stephens, 1829) — индикатор ненарушенных естественных водотоков (рисунок 11).

*Nebrioporus assimilis* (Paykull, 1798) — индикатор ненарушенных естественных водотоков (рисунок 12).

*Ilybius wasastjernae* (Sahlberg, 1824) — индикатор ненарушенных верховых и переходных болот (рисунок 14).

*Hydraena gracilis* Germar, 1824 — индикатор ненарушенных естественных водотоков (рисунок 15).

**Отряд Megaloptera — Большекрылые (вислокрылки)**

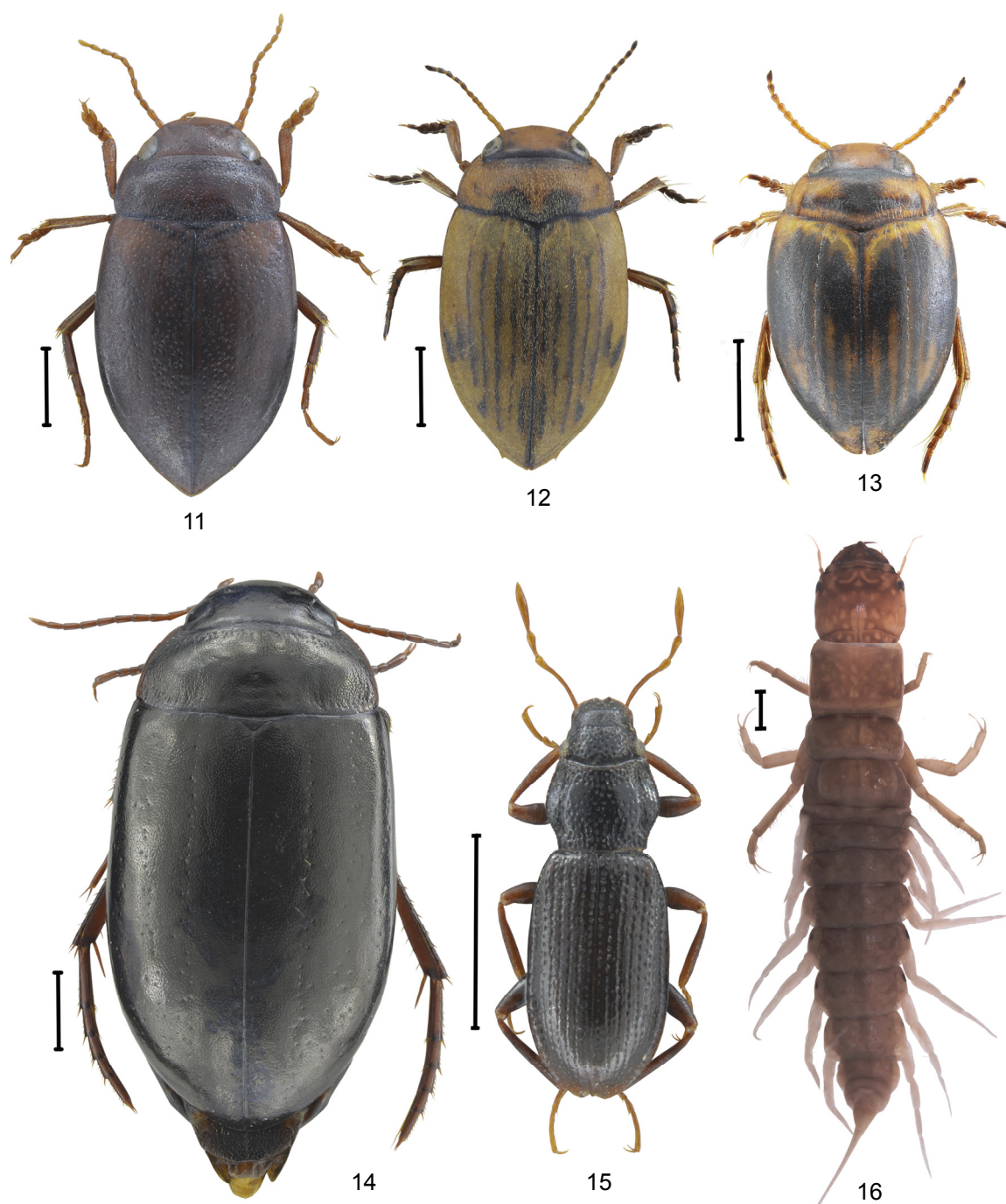
*Sialis nigripes* Pictet, 1865 — индикатор ненарушенных естественных водотоков (рисунок 16).

**Отряд Trichoptera — Ручейники**

*Chaetopteryx villosa* (Fabricius 1798) — индикатор ненарушенных естественных водотоков.

*Odontocerum albicorne* (Scopoli 1763) — индикатор ненарушенных естественных водотоков.

*Agrypnia obsoleta* Hagen, 1864 — индикатор ненарушенных дистрофных озер.



**Рисунки 11—16. — Биоиндикаторы ненарушенных водных экосистем: 11 — *Deronectes latus* (имаго); 12 — *Nebrioporus assimilis* (имаго); 13 — *Oreodytes sanmarkii* (имаго); 14 — *Ilybius wasastjernaе* (имаго); 15 — *Hydraena gracilis* (имаго); 16 — *Sialis nigripes* (личинка). Длина масштабной линейки 1 мм**

**Figures 11—16. — Bioindicators of intact water ecosystems: 11 — *Deronectes latus* (imago); 12 — *Nebrioporus assimilis* (imago); 13 — *Oreodytes sanmarkii* (imago); 14 — *Ilybius wasastjernaе* (imago); 15 — *Hydraena gracilis* (imago); 16 — *Sialis nigripes* (larva). Scale bar: 1 mm**

При проведении гидробиологических исследований отправной точкой для изучения водной экосистемы на предмет соответствия статуса ненарушенной может стать нахождение в водотоке или водоеме соответствующего вида-индикатора. Определение гидроландшафтных показателей и сравнение их с критериями ненарушенности позволят точно установить его статус. Другими словами, выявление ненарушенных водных экосистем может начинаться и от обратного — нахождения вида-индикатора.

Вид-индикатор не является, естественно, настолько узкоспециализированным, что его экологической преференцией является обитание исключительно в ненарушенных водотоках или водоемах. Его приуроченность складывается из целого ряда экологических преференций (скорость течения, наличие донных отложений, степень зарастания, кислотность воды и т. д.), которым могут удовлетворять и нарушенные и в некоторых случаях старые искусственные водные объекты. Следовательно, единичные или случайные находки видов-индикаторов в таких водоемах и водотоках не могут служить поводом для исключения вида из списка индикаторов. На наш взгляд, если число таких находок в водных объектах не превышает 10 % от общего числа локалитетов, в которых фиксировался вид, и его относительное обилие в нарушенных и искусственных объектах не выше 10 %, то вид может быть отнесен к категории биоиндикаторов ненарушенных водных экосистем.

Соответствие водоема или водотока всем перечисленным выше критериям позволяет его причислить к ненарушенным естественным экосистемам и придать охранный статус.

Однако существуют некоторые дискуссионные моменты в предложенной методике определения статуса ненарушенности, которые могут быть устранены только при дальнейших исследованиях в данном направлении.

Во-первых, это использование видов-индикаторов. Предложенный перечень видов — индикаторов ненарушенных естественных водных экосистем не является окончательным и статичным. Некоторые виды могут быть исключены из этого перечня, если будут найдены в значительном числе (более 10 %) в нарушенных и искусственных водных объектах. Этот перечень может быть расширен за счет «потенциальных индикаторов ненарушенности», недостаток информации об экологических преференциях которых не позволил причислить их к биоиндикаторам. Кроме того, необходимо рассмотреть возможность использования в качестве индикаторов ненарушенных экосистем других групп беспозвоночных (двукрылые, ракообразные и т. д.).

Установление для ряда водоемов и водотоков второго гидробиологического критерия ненарушенности может быть затруднено из-за кратковременности изучения конкретного объекта. В момент однократного отбора проб виды-индикаторы могут быть не зафиксированы из-за особенностей жизненного цикла или их малочисленности. Поэтому присуждение статуса ненарушенной водной экосистемы должно базироваться на исследованиях в течение весны—осени не менее 2 лет.

Во-вторых, придание статуса ненарушенной экосистемы рекам. Нами предложено считать ненарушенными участки рек, учитывая сильный антропогенный пресс на речные экосистемы в последнее столетие на территории нашей страны. К сожалению, даже на ООПТ не удалось выявить ненарушенные участки для крупных рек, чтобы они полностью соответствовали гидроландшафтным критериям. Возможно, это не позволило сделать кратковременность реализуемого исследования и ограниченность перечня изученных речных экосистем. В дальнейшем следует обратить внимание на другие крупные реки (например, такие как Западная Двина), ряд средних рек, которые протекают не только по территории ООПТ.

В-третьих, вероятно, рассматривать болотную систему в качестве ненарушенной более целесообразно не только как водную, а как водно-наземную. Это влечет за собой необходимость выявления наземных видов-индикаторов.

В-четвертых, нельзя, вероятно, исключать возможность выделения ненарушенных участков в крупных озерах. Исходя из сформулированных критериев, даже небольшой населенный пункт на берегу крупного озера не позволяет отнести эту экосистему к категории ненарушенных.

В-пятых, возникает вопрос о долговременности и сроке воздействия на экосистему человека. Так, следует ли рассматривать как нарушенные те экосистемы (например болотные и речные), которые ранее подвергались антропогенному влиянию (мелиорирование прилегающей территории, спрямление русла и т. д.) в незначительной степени, и уже долгое время (более 50—100 лет) это влияние отсутствует (в случае, если такая экосистема находится на ООПТ)? Учитывая способность экосистем к самовосстановлению, экосистема за этот период времени будет возвращаться постепенно к первоначальному состоянию, но только при сохранении определенных возможностей к этому (отсутствие антропогенного пресса, достаточная площадь экосистемы, наличие соответствующего биоразнообразия и т. д.). На данный момент мы такие системы не рассматривали в качестве ненарушенных.

**Заключение.** Разработан перечень критериев ненарушенности для всех типов водных объектов Беларуси: родников, ручьев, рек (малых, средних и крупных), стариц рек, озер и болот (низинных, переходных и верховых). Разработан оригинальный методологический алгоритм определения статуса ненарушенности водных экосистем и рекомендации по использованию видов-индикаторов. На основании анализа экологической и таксономической структуры водной и амфибиотической энтомофауны предложен список биоиндикаторов ненарушенных водных экосистем, включающий 21 вид (5 видов жуков, 5 видов стрекоз, по 3 вида веснянок, клопов и ручейников, по 1 виду поденок и веснянок).

Авторы выражают благодарность за помощь в проведении исследований на территории Березинского биосферного заповедника заместителю директора заповедника по научно-исследовательской работе кандидату сельскохозяйственных наук В. С. Ивковичу, начальнику отдела природных комплексов, лесопользования и охотхозяйства Национального парка «Припятский» Н. Н. Бамбизе за помощь в организации исследований на территории парка. Работа была выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Б20В-004).

#### Список цитируемых источников

1. *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.
2. *Karström, M.* Indicator species as a biological inventory method. In Indicator species for the identification of natural forests in the province of Norrbotten, Sweden / G. A. Olsson and M. Gransberg, eds. / Swedish Environmental Protection Agency Report 4276. — 1993. — P. 19—96.
3. *Möller, P. F.* Biodiversity in natural forests in Denmark. A comparison between natural and planted forests / P. F. Möller / Udarbejdet for WWF Verdennaturfonden. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 1997/41. — 1997. — 209 pp. [in Danish], Symank A. Indikatorarten der fauna für historisch alte Wälder / A. Symank / NNA-Berichte. — 1994. — Vol. 7 (3). — P. 134—141.
4. *Thor, G.* Red-listed lichens in Sweden: habitats, threats, protection, and indicator value in boreal coniferous forests / G. Thor / Biod. and Cons. — 1998. — Vol. 7. — P. 59—72.
5. *Ek, T.* Inventory of woodland key habitats. Methodology / T. Ek, U. Suško, R. Auziņš. — Riga, 2002. — 73 p.
6. A review of latvian saproxylic beetles from the European red list / U. Valainis [et al]. // Acta Biol. Univ. Daugavp. — 2014. — Vol. 14 (2). — P. 217—227.
7. *Абакумов, В. А.* Гидробиологический мониторинг пресных вод и пути его совершенствования / А. В. Абакумов, М. Л. Суценья // Экологические модификации и критерии экологического нормирования : тр. Междунар. симпозиума. — Л. : Гидрометеиздат, 1991. — С. 41—51.

8. Зинченко, Т. Д. Гидробиологический мониторинг как основа типологии малых рек Самарской области / Т. Д. Зинченко, В. К. Шитиков // Изв. СамНЦ РАН. — 1999. — Т. 1, № 1. — С. 118—127.
9. Семенченко, В. П. Принципы и системы биоиндикации текущих вод / В. П. Семенченко. — Минск : Орех, 2004. — 125 с.
10. Байчоров, В. М. Экологические риски и оценка состояния водотоков Беларуси / В. М. Байчоров, Г. М. Тишиков, Н. Н. Рощина. — Минск : Белорус. наука, 2005. — 118 с.
11. Рындевич, С. К. Водные жесткокрылые как индикаторы экологического состояния водных объектов / С. К. Рындевич // Навуковий вісник Чернівецького університету. Біологія : зб. навук. праць. — 2008. — Вып. 417. — С. 135—140.
12. Мороз, М. Д. Каталог поденок (Ephemeroptera), веснянок (Plecoptera) и ручейников (Trichoptera) Беларуси / М. Д. Мороз, Т. П. Липинская. — Минск : Беларус. навука, 2014. — 314 с.
13. Рындевич, С. К. Определение экологического состояния водных экосистем на основе анализа видового состава беспозвоночных : практ. рук. / С. К. Рындевич. — Барановичи, 2015. — 27 с.
14. Рындевич, С. К. Видовой состав жесткокрылых (Coleoptera) как показатель экологического состояния водных объектов / С. К. Рындевич // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон : материалы Междунар. конф., 25—27 окт. 2006 г. — СПб. : Изд-во РГГМУ, 2006. — С. 56—57.
15. Рындевич, С. К. Использование показателей биоразнообразия для оценки антропогенного воздействия на естественные водные и околотоводные экосистемы / 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. Зуев (гл. ред.) [и др.]. — Барановичи : РИО БарГУ, 2011. — С. 202—206.
16. Wassmann, R. Ein neuer praxisbezogener Gewässerquellenschlüssel fuer die Bildungsarbeit- Arbeitsweise und Anwendungsbereich / R. Wassmann, W. E. R. Xylander // Das Kuenanzhaus. — 1986. — № 11. — S. 1—12.
17. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под общ. ред. Р. Шуберга. — М. : Мир, 1988. — 350 с.
18. Рындевич, С. К. Фауна и экология водных жесткокрылых Беларуси (Halipilidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyridae, Helophoridae, Georissidae Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Limmichidae, Druopidae, Elmidae) : монография : в 2 ч. / С. К. Рындевич. — Минск : Технопринт, 2004. — Ч. 1. — 272 с.
19. Рындевич, С. К. Водные жесткокрылые (Coleoptera: Halipilidae, 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. № 9 (44). — Новосибирск : СибАК, 2016. — С. 11—16.
20. 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.
21. Рындевич, С. К. Новый для фауны Беларуси вид вислокрылок (Megaloptera: Sialidae) из Березинского биосферного заповедника / С. К. Рындевич, А. О. Лукашук // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. — 2017. — Вып. 12. — С. 162—164.
22. Водные и амфибиотические насекомые (Insecta: Odontata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera) реки Красногубка как ненарушенной экосистемы / С. К. Рындевич [и др.] // Вестн. БарГУ. Сер. «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия)». — 2018. — Вып. 6. — С. 97—105.
23. Водные и амфибиотические насекомые (Insecta: Odontata, Ephemeroptera, Trichoptera, Hemiptera, Coleoptera) озера Пострежское (Березинский биосферный заповедник, Беларусь) как ненарушенной экосистемы / С. К. Рындевич [и др.] // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. — 2018. — Вып. 13. — С. 79—89.
24. Рындевич, С. К. Водные и амфибиотические насекомые ландшафтного заказника «Стронга» (Insecta: Ephemeroptera, Odontata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) / С. К. Рындевич, А. О. Лукашук // Современные научные исследования и разработки. — 2018. — Т. 2, № 12 (29). — С. 775—787.
25. Водные и амфибиотические насекомые (Insecta: Ephemeroptera, Odontata, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera) ненарушенных экосистем старичных озер в национальном парке «Припятский» / С. К. Рындевич [и др.] // Зоологические чтения — 2019 : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 20—22 марта 2019 г.) / О. В. Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. — Гродно : ГрГУ, 2019. — С. 244—246.
26. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под общ. ред. С. Я. Цалолихина. — СПб. : Зоол. ин-т РАН, 1997. — Т. 3 : Паукообразные и низшие насекомые. — 444 с.
27. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под общ. ред. С. Я. Цалолихина. — СПб. : Наука, 2001. — Т. 5 : Высшие насекомые. — 825 с.



28. Рындевич, С. К. Сбор и определение водных и околоводных жесткокрылых : учеб. пособие / С. К. Рындевич, В. А. Цинкевич. — Минск : БГУ, 2004. — 123 с.
29. Канюкова, Е. В. Водные полужесткокрылые насекомые (Heteroptera: Nepomorpha, Gerrjmorpha) России и сопредельных стран / Е. В. Канюкова. — Владивосток : Дальнаука, 2006. — 297 с.
30. Тесленко, В. А. Определитель веснянок (Insecta: Plecoptera) России и сопредельных стран / В. А. Тесленко, Л. А. Жильцова. — Владивосток : Дальнаука, 2009. — 382 с.
31. Скворцов, В. Э. Стрекозы Восточной Европы и Кавказа / В. Э. Скворцов. — М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2010. — 623 с.
32. Коротный, Л. М. Речной бассейн как геосистема / Л. М. Коротный // Доклады Института географии Сибири и Дальнего Востока. — 1974. — Вып. 42. — С. 33—38.
33. Зотов, С. И. Об имитационном моделировании природно-хозяйственной системы «речной бассейн» / С. И. Зотов // География и природ. ресурсы. — 1985. — № 4. — С. 149—154.
34. Апацкий, А. Н. Концепция организации бассейнового управления использованием и охраной водных ресурсов в Беларуси / А. Н. Апацкий, В. С. Усенко, Г. А. Щербаков // Природ. ресурсы. — 1999. — № 2. — С. 24—29.
35. Коротный, Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании / Л. М. Коротный. — Иркутск : ИГ СОРАН, 2001. — 163 с.
36. Токарчук, О. В. Подходы к выделению озерно-бассейновых систем Национального парка «Нарочанский» / О. В. Токарчук // Актуальные проблемы наук о Земле : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной Году науки в Респ. Беларусь : в 2 ч., Брест, 25—27 сент. 2017 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. К. Карабанов [и др.]. — Брест : БрГУ, 2017. — Ч. 1. — С. 206—209.
37. Власов, Б. П. Хозяйственное использование и антропогенные изменения озер Беларуси / Б. П. Власов // Naturalne i antropogenne przemiany jezior. — Warszawa, 1999. — P. 277—284.

## References

1. Ryndevich S. K. *Entomofauna (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) nenarushennykh vodnykh ekosistem nekotorykh osobo okhrayaemykh territoriy Belarusi* [Entomofauna (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) of intact water ecosystems of some specially protected natural areas of Belarus]. *Vestn. BarGU. Ser. Biologicheskie nauki. Sel'skokhozyaystvennyye nauki* [BarSU Herald. Series of Biological Sciences (General Biology). Agricultural Sciences (Agronomy)], 2019, iss. 7, pp. 98—107.
2. Karström M. Indicator species as a biological inventory method. In Indicator species for the identification of natural forests in the province of Norrbotten, Sweden. Eds. G. A. Olsson and M. Gransberg. *Swedish Environmental Protection Agency Report 4276*, 1993, pp. 19—96.
3. Möller P. F. Biodiversity in natural forests in Denmark. A comparison between natural and planted forests. Udarbejdet for WWF Verdensnaturfonden. Danmarks og Grøn-lands Geologiske Undersøgelse Rapport 1997/41, 1997, 209 pp. [in Danish], Symank A. Indikatorarten der fauna für historisch alte Wälder. *NNA-Berichte*, 1994, vol. 7 (3), pp. 134—141.
4. Thor G. Red-listed lichens in Sweden: habitats, threats, protection, and indicator value in boreal coniferous forests. *Biod. and Cons*, 1998, vol. 7, pp. 59—72.
5. Ek T., Suško U., Auziņš R. Inventory of woodland key habitats. Methodology. Riga, 2002, 73 p.
6. Valainis U. et al. A review of latvian saproxylic beetles from the European red list. *Acta Biol. Univ. Daugavp*, 2014, vol. 14 (2), pp. 217—227.
7. Abakuov V. A., Sushchenya M. L. *Gidrobiologicheskij monitoring presnykh vod i puti ego sovershenstvovaniya* [Hydrobiological monitoring of fresh water and ways to improve it]. *Ekologicheskie modifikatsii i kriterii ekologicheskogo normirivaniya. Trudy Mezhdunar. simpoziuma*. Leningrad, Gidrometizdat, 1991, pp. 41—51.
8. Zinchenko T. D., Shitikov V. K. *Gidrobiologicheskij monitoring kak osnova tipologii malykh rek Samarskoy oblasti* [Hydrobiological monitoring as the basis of the typology of small rivers in the Samara region]. *Izvestiya SamNPTs RAN*, 1999, vol. 1, no. 1, pp. 118—127.
9. Semenchenko V. P. *Printsipy i sistemy bioindikatsii tekuchikh vod* [Principles and systems of bioindication of fluid waters]. Minsk, Orekh, 2004, 125 p.
10. Baichorov V. M., Tishchikov G. M., Roshchina N. N. *Ekologicheskie riski i otsenka sostoyaniya vodotokov Belarusi* [Ecological risks and assessment of watercourse of Belarus]. Minsk, Belaruskaya navuka, 2005, 118 p.
11. Ryndevich S. K. *Vodnye zhestkokrylye kak indikator ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh ob'ektov* [Water beetles as indicators of the ecological state of water bodies]. *Navukovi visnik Chernivetskogo universitetu. Biyalogiya. Zbornik navukovikh prats*, 2008, iss. 417, pp. 135—140.
12. Moroz M. D., Lipinskaya T. I. *Katalog podenok (Ephemeroptena), vesnyanok (Plecoptera) i rucheynikov (Trichoptera) Belarusi* [Catalog of mayflies (Ephemeroptena), spring fruits (Plecoptera) and caddis flies (Trichoptera) of Belarus]. Minsk, Belaruskaya navuka, 2014, 314 p.

13. Ryndevich S. K. *Opređenje ekološkog sostoyaniya vodnykh ekosistem na osnove analiza vidovogo sostava bespozvonochnykh* [Determination of Ecological State of Water Ecosystems Based on Analysis of Species Composition of Invertebrates: Practical guidance]. Baranovich, 2015, 27 p.

14. Ryndevich S. K. *Vidovoy sostav zheskokrylykh (Coleoptera) kak pokazatel ekološkog sostoyaniya vodnykh ob'ektiv* [The species composition of beetles (Coleoptera) as an indicator of the ecological status of water bodies]. *Ekološkieskie i gidrometeorološkieskie problem bolshikh gorodov i promyshlennykh zon. Materialy mezhdunarodnoy konferentsii 25—27 oktyabrya 2006 g.* Saint Petersburg, RGGMU, 2006, pp. 56—57.

15. Ryndevich S. K. *Ispolzovanie pokazateley bioraznoobraziya dlya otsenki ntropogennogo vozdeystviya na estestvennye odnye okolovodnye ekosistemy* [The use of biodiversity indicators to assess anthropogenic impacts on natural water and near-water ecosystems]. *Eko- i agroturizm: perspektivy razvitiya na lokalnykh territoriyakh. Materialy III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 18—19 maya 2011 g.*, Baranovich, Respublika Belarus. Ed. V. N. Zuev. Baranovich, RIO BarGU, 2011, pp. 202—206.

16. Wassmann R., Xylander W. E. R. Ein neuer praxisbezogener Gewaessegueteschlüssel fuer die Bildungsarbeit- Arbeitweise und Anwendungsbereich.nn. *Das Kuenanzhaus*, 1986, no. 11, pp. 1—12.

17. *Bioindikatsiya zagryazneniy nazemnykh ekosistem* [The bioindication of pollution of terrestrial ecosystems]. Ed. R. Shubert. Moscow, Mir, 1988, 350 p.

18. Ryndevich S. K. *Fauna i ekologiya vodnykh zhestkokrylykh Belarusi (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae, Helophoridae, Georissidae Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Limnichidae, Dryopidae, Elmidae). Monografiya v 2 chastyakh* [Fauna and Ecology of Water Beetles of Belarus (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae, Helophoridae, Georissidae Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Limnichidae, Dryopidae, Elmidae). Monograph in 2 parts]. Minsk, Technoprint, 2004, part 1, 272 p.

19. Ryndevich S. K. *Vodnye zhestkokrylye (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae, Helophoridae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Chrysomelidae) estestvennykh vodotoov landshaftnogo zakaznika «Stronga» (Belarus)* [Water Beetles (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae, Helophoridae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Chrysomelidae) of the Natural Watercourses of the Stronga Landscape Reserve (Belarus)]. *Estestvennye i matematicheskieskie nauki v sovremennoy mire. Sbornik statei po materialam XLVI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii no. 9 (44).* Novosibirsk, APS “SibAK”, 2016, pp. 11—16.

20. Ryndevich S. K., Kolushenkova K. V., Shimchik O. Yu. *Podenki, vesnyanki i rucheyniki (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) rek Issa i Lokhozva v zakaznike “Strona”* [Mayflies, Stoneflies and Caddis Flies (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) of the Rivers Issa and Lokhozva in the Stronga Reserve]. *Integratsiya nauk*, 2017, no. 6 (10), pp. 1—6.

21. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O. *Novyy dlya fauny Belarusi vid vislokrylok (Megaloptera: Sialidae) iz Berezinskogo biosfernogo zapovednika* [A New Species of the Alderfly (Megaloptera: Sialidae) for the Fauna of Belarus from the Berezinsky Biosphere Reserve]. *Osobo okhranyaemye prirodne territorii Belarusi. Issledovaniya*, 2017, iss. 12, pp. 162—164.

22. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O., Natarov V. M., Zemoglyadchuk A. V. *Vodnye i amfibioteschieskie nasekomye (Insecta: Odontata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera) reki Krasnogubka kak nenarushennoy ekosistemy* [Water and Amphibiothic Insects (Insecta: Odontata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera) of Krasnogubka River as Intact Ecosystem]. *Vestn. BarGU. Ser. Biologicheskieskie nauki. Sel'skokhoziyaystvennyeskie nauki* [BarSU Herald. Series of Biological Sciences (General Biology). Agricultural Sciences (Agronomy)], 2018, iss. 6, pp. 97—105.

23. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O., Natarov V. M., Tokarchuk O. V. *Vodnye i amfibioteschieskie nasekomye (Insecta: Odontata, Ephemeroptera, Trichoptera, Hemiptera, Coleoptera) ozera Postrezhskoe (Berezinskiy biosfernyy zapovednik, Belarus) kak nenarushennoy ekosistemy* [Water and Amphibiothic Insects (Insecta: Odontata, Ephemeroptera, Trichoptera, Hemiptera, Coleoptera) Postrezhskoe Lake (Berezinsky Biosphere Reserve, Belarus) as Intact Ecosystem]. *Osobo okhranyaemye prirodnyeskie territorii Belarusi. Issledovaniya*, 2018, iss. 13, pp. 79—89.

24. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O. *Vodnye i amfibioteschieskie nasekomye landshaftnogo zakaznika “Strona” (Insecta: Ephemeroptera, Odontata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera)* [Water and Amphibiothic Insects of Landscape Reserve “Strona” (Insecta: Ephemeroptera, Odontata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera)]. *Sovremennyyeskie nachnyeskie issledovaniya i razrabotki*, 2018, no. 12 (29), vol. 2, pp. 775—787.

25. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O., Lundyshev D. S., Lukashenya M. A. *Vodnye i amfibioteschieskie nasekomye (Insecta: Ephemeroptera, Odontata, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera) nenarushennykh ekosistem staruchnykh ozer v natsionalnom parke “Pripyatskiy”* [Water and Amphibiothic Insects (Insecta: Ephemeroptera, Odontata, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera) of Intact Ecosystems of in National Park “Pripyatskiy”]. *Zoologicheskieskie chteniya — 2019: Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference (Grodno, March 20—22, 2019)*. Grodno, GrSU, 2019, pp. 244—246.

26. *Opredelitel presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredelnykh territoriy. T. 3. Paukoobraznye i nizshie nasekomye* [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent lands]. T. 3. Arachnids and lower insects]. Ed. S. J. Tsalolikhin. Saint Peterburg, Zoologicheskiy in-t RAN, 1997, 444 p.
27. *Opredelitel presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredelnykh territoriy. T. 5. Vysshie nasekomye* [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent lands. T. 5. Higher insects]. Ed. S. J. Tsalolikhin. Saint Peterburg, Nauka, 2001, 825 p.
28. Ryndevich S. K., Tsynkevich V. A. *Sbor i opredelenie vodnykh i okolovodnykh zhestokrylykh* [Collection and definition of water and near-water beetles training manual]. Minsk, BGU, 2004, 123 p.
29. Kanyukova E. V. *Vodnye poluzhestokrylye nasekomye (Heteroptera: Nepomorpha, Gerrjmorpha) Rossii i sopredelnykh stran* [Water semi-rigid insects (Heteroptera: Nepomorpha, Gerrjmorpha) of Russia and adjacent countries]. Vladivostok, Dalnauka, 2006, 297 p.
30. Teslenko V. A., Zhiltsova L. A. *Opredelitel vesnyanok (Insecta: Plecoptera) Rossii i sopredelnykh stran* [Key to stoneflies (Insecta: Plecoptera) of Russia and adjacent countries]. Vladivostok, Dalnauka, 2009, 382 p.
31. Skvotsov V. E. *Strekozy Vostochnoy Evropy i Kavkaza* [Dragonflies of Eastern Europe and the Caucasus]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2010, 623 p.
32. Korytnyy, L. M. *Rechnoy basein kak geosistema* [River basin as a geosystem]. *Doklady Instituta geografii sibirskoy Dalnego Vostoka*, 1974, iss. 42, pp. 33—38.
33. Zotov S. P. *Ob imitatsionnom modelirovanii prirodno-khozyaystvennoy sistemy "rechnoy bssey"* [About simulation modeling of the natural-economic system "river basin"]. *Geografiya i prirodnye resursy*, 1985, no. 4, pp. 149—154.
34. Apatskiy A. N., Usenko V. S., Shcherbakov G. A. *Kontseptsiya organizatsii basseynovogo upravleniya ispolzovaniem okhranoy vodnykh resursov v Belarusi* [The concept of organizing basin management of the use and protection of water resources in Belarus]. *Prirodnye resursy*, 1999, no. 2, pp. 24—29.
35. Korytnyy L. M. *Basseynovaya kontseptsiya v prirodopolzovanii* [Basin concept in nature management]. Irkutsk, IG SORAN, 2001, 163 p.
36. Tokarchuk O. V. *Podkhody k vydeleniyu ozerno-basseynovykh siste natsionalnogo parka "Naochanskiy"* [Approaches to the allocation of lake-basin systems of the National Park "Narochanskiy"]. *Aktualnye problemy nauk o Zemle: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy Godu nauki v Respublike Belarus, v 2 ch., Brest, 25—27 sentyabrya 2017 g.* Ed. A. K. Karabanov [et al.]. Brest, Brestskii gosudarstvennyi universitet imeni A. S. Pushkina, 2017, ch. 1, pp. 206—209.
37. Vlasov B. P. *Khozyaystvennoe ispolzovanie i antropogennye izmeneniya ozer Belarusiu* [Economic use and anthropogenic changes of the lakes of Belarus]. Warzshawa, *Naturalne i antropogenne przemiany jezior*, 1999, pp. 277—284.

In the article the hydro-landscape and hydrobiological criteria of intact natural water bodies (springs, streams, rivers, old river-beds, lakes, bogs) are considered. In the course of the research, an original methodological algorithm for determining the status of inviolability of intact water bodies via insect bio-indicators was developed.

Twenty one species of water and amphibiotic insects were proposed as bioindicators of intact natural water ecosystems: 14 species-indicators of intact natural watercourses (mayfly *Siphonurus lacustris* (Eaton), dragonflies *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) and *Ophiogomphus cecilia*, stonefly *Leuctra digitata* (Kempny), *Nemoura cambrica* (Stephens), *Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus), bugs *Velia saulii* Tamanini, 1947, beetles *Deronectes latus* (Stephens), *Hydraena gracilis* Germar, *Nebrioporus assimilis* (Paykull) and *Oreodytes sanmarkii* (Sahlberg), alderfly *Sialis nigripes* Pictet, 1865, caddisflies *Chaetopteryx villosa* (Fabricius) and *Odontocerum albicorne* (Scopoli)), an indicator of intact rivers, old river-beds, lakes and bogs (dragonfly *Brachytron pretense* (Müller, 1764)) , an intact dystrophic lakes indicator (caddisfly *Agrypnia obsoleta* Hagen, 1864), three indicators of intact upland and transitional bogs (beetle *Ilybius wasastjernae* (Sahlberg, 1824), dragonflies *Aeshna subarctica* Walker, 1908 and *Somatochlora arctica* (Zetterstedt, 1840)).

In addition, the method of bioindication of the ecological state of a water body based on the analysis of the taxonomic composition of invertebrates is considered in the article.

Поступила в редакцию 25.05.2020