

*Водные биоресурсы и среда обитания*  
2020, том 3, номер 1, с. 121–124  
<http://journal.azniirkh.ru>, [www.azniirkh.ru](http://www.azniirkh.ru)  
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



*Aquatic Bioresources & Environment*  
2020, vol. 3, no. 1, pp. 121–124  
<http://journal.azniirkh.ru>, [www.azniirkh.ru](http://www.azniirkh.ru)  
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 574.58:57.087.3

## ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ И СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ЦИФРОВЫХ СНИМКОВ ПЛАНКТОНА И БЕНТОСА

© 2020 Д. Ф. Афанасьев, С. В. Бондарев, Д. В. Хренкин, Л. А. Живоглядова

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),  
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия  
E-mail: dafanas@mail.ru*

**Аннотация.** В лаборатории гидробиологии Азово-Черноморского филиала «ВНИРО» («АзНИИРХ») создается база данных цифровых изображений массовых видов фитопланктона, зоопланктона, фитобентоса и зообентоса Черного и Азовского морей. Специализированные базы акватории Черного и Азовского морей, а также пресноводных водоемов и водотоков Юга России неизвестны. Отдельные таксоны планктона и бентоса, обитающие в Черном и Азовском морях, включены в международные базы данных. В связи с территориальной разобщенностью сотрудников Азово-Черноморского филиала «ВНИРО» («АзНИИРХ») организовано их дистанционное взаимодействие при обработке проб фитопланктона, зоопланктона, зообентоса и фитобентоса. Задача идентификации видов — одна из наиболее трудоемких в гидробиологических исследованиях; ее решение требует от специалиста не только наличия навыков и опыта работы определенного уровня, но и постоянного повышения квалификации по соответствующему направлению исследований. Создание базы данных цифровых фотоснимков позволит ускорить определение видовой принадлежности организмов, а в перспективе — перейти к автоматизированному процессу обработки гидробиологических проб. Апробирована и активно внедряется система дистанционной онлайн-консультации между сотрудниками с использованием технологии пиринговых сетей. Оперативный обмен данными и получение онлайн-консультаций позволяют эффективно решать поставленные задачи, а также дистанционно проводить обучение молодых специалистов.

**Ключевые слова:** гидробиология, базы данных, цифровые изображения, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, фитобентос

## EXPERIENCE IN ORGANIZING THE REMOTE COLLABORATION OF HYDROBIOLOGISTS AND CREATING A DATABASE OF DIGITAL IMAGES OF PLANKTON AND BENTHOS

D. F. Afanasyev, S. V. Bondarev, D. V. Khrenkin, L. A. Zhivoglyadova

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),  
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia  
E-mail: dafanas@mail.ru*

**Abstract.** A database of digital images of common species of phytoplankton, zooplankton, phytobenthos and zoobenthos of the Black and Azov Seas is being created in the Laboratory of Hydrobiology of the Azov-Black Sea Branch of "VNIRO" ("AzNIIRKH"). No ecological databases focused on the species from the Black and Azov Seas, as well as from the freshwater bodies and streams of the Southern Russia are currently known to exist. International databases include some taxa of plankton and benthos inhabiting the Black and Azov Seas. Due to the territorial disunity of the researchers from the Azov-Black Sea Branch of "VNIRO" ("AzNIIRKH"), remote interaction was organized between those engaged in the processing of phytoplankton, zooplankton, zoobenthos and phytobenthos samples. The task of identifying species is one of the most challenging and time-consuming in hydrobiological research; its solution requires from a specialist not only skills and a certain level of experience, but also continuous training in the relevant field of research. The creation of a database of digital photographic images will speed up the process of species determination and, prospectively, will allow automated processing of hydrobiological samples. A system of remote online consultations between the scientists, which applies the peer-to-peer networking technology, has been tested and is being actively implemented. Operational data exchange and online consultations make it possible to efficiently solve problems, as well as train young specialists via remote access.

**Keywords:** hydrobiology, databases, digital images, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, phytobenthos

### ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей информацией о состоянии водных биоценозов является таксономический состав планктонных и бентосных организмов [1]. Задача идентификации видов — одна из наиболее трудоемких в гидробиологических исследованиях; ее решение требует от специалиста не только наличия навыков и опыта работы определенного уровня, но и постоянного повышения квалификации по соответствующему направлению исследований. Вне зависимости от сложности поставленной задачи наличие референтной коллекции значительно упрощает ее решение. Коллекция служит эталоном, при наличии которого возможна процедура верификации видов, уточнения/изменения видовых диагнозов. Оснащение лабораторий цифровыми фото- и видеокамерами позволяет существенно расширить возможности референтной коллекции за счет создания баз цифровых изображений. Оперативный обмен данными и получение онлайн-консультаций позволяют эффективно решать поставленные задачи, а также дистанционно проводить обучение молодых специалистов.

В настоящее время по всему миру существует большое количество сайтов и баз данных, посвя-

щенных животным и растениям, обитающим в пресноводных и морских экосистемах. Эти базы создаются как отдельными учеными или объединениями исследователей из разных стран, так и большими научными организациями, институтами и университетами. Существуют базы данных, включающие флору и фауну как отдельных водных объектов или их частей, так и всего Мирового океана в целом. В базах, как правило, содержится информация о действительном таксономическом статусе, биологии и экологии видов, их ареале, прилагаются фото- и видеоматериалы.

Ниже приводится краткое описание основных существующих на данный момент баз данных морских и пресноводных организмов.

Одной из крупнейших баз данных является **World Register of Marine Species (WoRMS)** [2]. В ней представлена информация преимущественно о морских организмах, относящихся к планктону и бентосу и обитающих по всему миру.

**Algaebase** — крупнейшая международная база данных, в которой представлена информация о таксономии, номенклатуре и распределении микро- и макроводорослей [3].

Крупная база данных **Rotifer World Catalog** [4] в настоящее время включает 4366 таксонов коловраток. Это открытая база, которая предоставляет информацию о номенклатуре, систематике, классификации и географическому распределению коловраток, а также их экологические данные.

**Центр пресноводной биологии университета Нью-Гемпшир в США (Center for Freshwater Biology — University of New Hampshire)** [5] предоставляет данные о фитопланктоне, зоопланктоне и зообентосе пресных вод Северной Америки. Определитель зоопланктона насчитывает 244 таксона, относящихся к двум типам — коловраткам и членистоногим: 113 и 131 таксон, соответственно.

**Атлас живой Австралии (Atlas of Living Australia)** [6] — это совместный открытый проект, который объединяет информацию о биоразнообразии из разных источников и дает возможность ее дальнейшего использования. База включает информацию почти о 125 тыс. видов растений и животных Австралии.

**BioLib** [7] — проект, в котором собрана информация о почти 90 тыс. видов животных, растений и грибов Чешской Республики. Гидробионты представлены преимущественно пресноводными формами, обитающими как на территории Чехии, так и в Центральной Европе. Фотографии или рисунки приведены для большинства видов.

**Энциклопедия жизни (Encyclopedia of Life)** [8] — это проект, собирающий информацию о животных, растениях, грибах, протистах и бактериях из книг, журналов, баз данных, веб-сайтов и коллекций образцов по всему миру. База содержит информацию о пресноводном, солоноватоводном и морском зоопланктоне, фитопланктоне и зообентосе.

**Copepedia** — это база данных карт распределения таксонов планктона, фотографий, биометрических признаков и генетических маркеров, совместно составленных WGZE и проектом NOAA Fisheries COPEPOD [9]. В базе присутствует информация о фитопланктоне, зоопланктоне и ихтиопланктоне Мирового океана.

Для Черного и Азовского морей, а также пресноводных водоемов и водотоков Юга России специализированные базы данных неизвестны.

**Опыт организации дистанционного взаимодействия между сотрудниками филиала**

В лаборатории гидробиологии Азово-Черноморского филиала «ВНИРО» («АзНИИРХ») организовано дистанционное взаимодействие сотрудников

при обработке проб планктона и бентоса. Это связано с тем, что лаборатория территориально разобщена, ведущие специалисты по отдельным группам гидробионтов входят в сектора, находящиеся в разных субъектах Российской Федерации. В связи с нерациональностью и дороговизной постоянной физической передачи проб для консультации с ведущим специалистом по группе в лаборатории апробирована система дистанционной онлайн-консультации с использованием технологии пиринговых сетей.

При онлайн-консультировании сотрудниками лаборатории используются средства цифровой регистрации и анализа изображения, наблюдаемого в микроскоп, применяются видеофоторегистраторы с чувствительным элементом не менее  $6,55 \times 4,92$  (мм), размером пикселя не менее  $3,2 \times 3,2$  (мкм), частотой кадров и разрешением не менее 11,5 к/с при  $2048 \times 1536$ , не менее 32 к/с при  $1024 \times 768$ , не менее 45 к/с при  $680 \times 510$ . Выдержка в диапазоне 0,244~2000 (мс).

Для проецирования изображения на монитор компьютера используют приложения, обрабатывающие видеопоток на высокой скорости, и информационный канал, преобразующий необработанные данные в готовое изображение.

Кроме того, для связи между сотрудниками используются специальные программы, дающие возможность видео- и голосовой связи посредством сети Интернет. Используя вышеперечисленные программы и оборудование, специалисты из разных секторов отдела могут приступить к коллективной обработке пробы и решению возникших вопросов.

**Опыт создания базы цифровых изображений**

Для получения фото- и видеоизображений фитопланктона используется микроскоп с возможностью увеличения от  $40 \times$  до  $1500 \times$ . Зоопланктон, зообентос и фитобентос исследуются при помощи стереометрических микроскопов, имеющих диапазон увеличения от  $7 \times$  до  $90 \times$ .

Для создания и обработки цифровых изображений планктона и бентоса используется вышеописанное оборудование и программное обеспечение. Однако для приложений вывода изображений на монитор компьютера необходимы дополнительные требования к их функционалу: возможность проводить различные линейные измерения на статическом и динамическом изображении с возможностью сохранения результатов измерений, шивка изображений, расширение глубины резкости (для докумен-

тирования объемных изображений), обработка изображений, сохранение изображений в различных форматах. Размер цифрового изображения должен быть не менее 1920×1080.

База цифровых фотоснимков планктона и бентоса хранится в виде корневого каталога, построенного на систематической основе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, организация дистанционного взаимодействия между специалистами, работающими в разных городах, позволяет оперативно решать вопросы, возникающие при определении таксономической принадлежности какого-либо организма, и облегчает обучение молодых специалистов.

Создаваемая база цифровых изображений планктонных и бентосных организмов позволяет значительно облегчить обработку гидробиологических проб и, в перспективе, перейти к автоматизированному процессу их обработки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Т. 1. Особи, популяции и сообщества. М.: Мир, 1989. 667 с.
2. World Register of Marine Species (WoRMS). An authoritative classification and catalogue of marine names. URL: <http://www.marinespecies.org> (дата обращения 10.04.19).
3. AlgaeBase. A global algal database of taxonomic, nomenclatural and distributional information. URL: <http://www.algaebase.org> (дата обращения 10.04.19).
4. Rotifer World Catalog. C.D. Jersabek, M.F. Leitner. (Eds.). URL: <http://rotifera.hausdernatur.at> (дата обращения 10.04.19).
5. Center for Freshwater Biology — University of New Hampshire. URL: <http://cfb.unh.edu> (дата обращения 10.04.19).
6. Atlas of Living Australia. Open access to Australia's biodiversity data. URL: <https://www.ala.org.au> (дата обращения 10.04.19).
7. BioLib. An international encyclopedia of plants, fungi and animals. URL: <https://www.biolib.cz> (дата обращения 10.04.19).
8. Encyclopedia of Life. Global access to knowledge about life on Earth. URL: <https://eol.org> (дата обращения 10.04.19).
9. COPEPEDIA. A database of plankton taxa distribution maps, photos, biometric traits, and genetic markers. T. O'Brien, S. Ramos. (Eds.). URL: <https://www.st.nmfs.noaa.gov/nauplius/media/copepedia> (дата обращения 10.04.19).

## REFERENCES

1. Begon M., Harper J.L., Townsend C.R. Ecology: individuals, populations and communities. Boston: Blackwell Science Inc., 1990, 945 p.
2. World Register of Marine Species (WoRMS). An authoritative classification and catalogue of marine names. Available at: <http://www.marinespecies.org> (accessed 10.04.19).
3. AlgaeBase. A global algal database of taxonomic, nomenclatural and distributional information. Available at: <http://www.algaebase.org> (accessed 10.04.19).
4. Rotifer World Catalog. C.D. Jersabek, M.F. Leitner. (Eds.). Available at: <http://rotifera.hausdernatur.at> (accessed 10.04.19).
5. Center for Freshwater Biology — University of New Hampshire. Available at: <http://cfb.unh.edu> (accessed 10.04.19).
6. Atlas of Living Australia. Open access to Australia's biodiversity data. Available at: <https://www.ala.org.au> (accessed 10.04.19).
7. BioLib. An international encyclopedia of plants, fungi and animals. Available at: <https://www.biolib.cz> (accessed 10.04.19).
8. Encyclopedia of Life. Global access to knowledge about life on Earth. Available at: <https://eol.org> (accessed 10.04.19).
9. COPEPEDIA. A database of plankton taxa distribution maps, photos, biometric traits, and genetic markers. T. O'Brien, S. Ramos. (Eds.). Available at: <https://www.st.nmfs.noaa.gov/nauplius/media/copepedia> (accessed 10.04.19).

*Поступила 11.12.2019*

*Принята к печати 16.01.2020*