



# МАТЕРИАЛЫ

Международной научной конференции  
по водным макрофитам  
**ГИДРОБОТАНИКА 2020**

Борок, Россия  
*17—21 октября 2020 г.*

# PROCEEDINGS

of International scientific conference  
on aquatic macrophytes  
**HYDROBOTANY 2020**

Borok, Russia  
*17—21 October 2020*

Российская академия наук  
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН  
Русское ботаническое общество

Материалы  
IX Международной научной конференции  
по водным макрофитам  
**ГИДРОБОТАНИКА 2020**  
Борок, Россия, 17—21 октября 2020 г.

Proceedings  
of IX International scientific conference  
on aquatic macrophytes  
**HYDROBOTANY 2020**  
Borok, Russia, 17—21 October, 2020

Борок, Ярославль 2020  
Borok, Yaroslavl 2020

УДК 582.26(063)  
ББК 28.591.2я431  
Г46

Г46 «ГИДРОБОТАНИКА 2020», международная научная конференция (IX ; 2020 ; Борок)  
**Материалы IX Международной научной конференции по водным макрофитам «Гидробиотаника 2020» (Борок, Россия, 17—21 октября 2020 г.). — Борок : ИБВВ РАН; Ярославль : Филигрань, 2020. — 212 с.**

ISBN 978-5-9065263-4-7

В сборнике помещены материалы по результатам исследований флоры и растительности водных объектов, структуры, динамики и продуктивности растительных сообществ, традиционной и молекулярной систематики, филогении и эволюции водных растений, биологии и экологии, вопросов морфологии и развития водных макрофитов, проблем охраны и рационального использования водных растений, а также аспектов прикладной гидробиотаники.

Для специалистов в области ботаники, гидробиологии, экологии и охраны природы.

**Proceedings of IX International scientific conference on aquatic macrophytes “Hydrobotany 2020” (Borok, 17—21 October, 2020). — Borok : IBIW RAS; Yaroslavl : Filigran, 2020. — 212 p.**

The Proceedings include the materials on the results of studies of flora and vegetation of water bodies, structure, dynamics and productivity of plant communities, traditional and molecular systematics, phylogeny and evolution of aquatic plants, biology and ecology, issues of morphology and development of aquatic macrophytes, problems of conservation and rational use of aquatic plants as well as aspects of applied hydrobotany.

The book is addressed to researchers in botany, hydrobiology, ecology and nature conservation.

Материалы конференции печатаются в авторской редакции.

Proceedings of the conference are published in author's edition.

*Организация конференции и издание материалов поддержано Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 20-04-22012).*

*Organization of the conference and publication of proceedings were supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 20-04-22012).*

**РФФИ**

ISBN 978-5-9065263-4-7

УДК 582.26(063)  
ББК 28.591.2я431

© Институт биологии внутренних вод  
им. И. Д. Папанина РАН, 2020

## ВВЕДЕНИЕ

Водные растения (сосудистые растения, мохообразные, макроводоросли) до сих пор остаются наименее изученными во многих регионах мира, несмотря на их важнейшее значение в водных экосистемах.

Благодаря применению современных методов, исследованию ранее неизученных регионов России и мира, в настоящее время представления о систематике, распространении, филогении, эволюции, экологии и биологии водных растений претерпели значительные изменения. В ходе работы конференции будет обсуждён следующий круг вопросов: флора и растительность водных объектов; структура, динамика и продуктивность растительных сообществ; традиционная и молекулярная систематика, вопросы филогении водных растений; биология и экология водных макрофитов; охрана и рациональное использование водных растений, а также аспекты прикладной гидробиологии.

Понимая необходимость обмена результатами и опытом работы в этих направлениях сотрудники лабораторий высшей водной растительности и систематики и географии водных растений ИБВВ РАН организовали очередную IX традиционную специализированную конференцию по водным макрофитам «Гидробиология 2020», объединившую всех заинтересованных исследователей страны и мира.

Проведение конференции на базе ИБВВ РАН обусловлено тем, что в институте сейчас ведутся передовые исследования по систематике, филогении, фитогеографии, фитоценологии, экологии и биологии разных систематических групп водных растений России и мира, здесь работают ведущие специалисты, имеется передовое исследовательское оборудование и сосредоточены важнейшие коллекционные фонды. Кроме того, это уже традиционная конференция ботаников-специалистов по водным растениям России и стран бывшего СССР, проводимая с 1977 г., а с 2010 г. она стала международной. Конференция — основная площадка для решения основных фундаментальных и прикладных вопросов для большого числа российских исследователей и их коллег из-за рубежа.

Успешное проведение конференции, практических занятий и семинаров послужат координации усилий учёных из России и зарубежья, обмену опытом, обучению новейшим методикам, планированию дальнейших перспективных направлений исследований, что будет способствовать эффективному вовлечению результатов в научное информационное поле России и мира, необходимого для объективной современной оценки биоразнообразия России, решения других фундаментальных проблем в области систематики, эволюции, филогении, биогеографии, флористики, фитоценологии, экологии и прикладных задач, связанных с экосистемами внутренних вод страны.

Инициативная группа исследователей из Борка (организационный комитет конференции) получила широкую поддержку в проведении конференции от ключевых отечественных и зарубежных специалистов по водным растениям (программный комитет конференции). На приглашение к участию откликнулось большое число исследователей (202 человек) и было подано 105 докладов. В числе участников около 30 зарубежных исследователей, а также почти 80 молодых учёных, включая студентов и аспирантов. География участников самая широкая — представлено 30 регионов (37 городов и посёлков) России, 4 страны ближнего (Белоруссия, Литва, Молдавия, Украина) и 8 дальнего (Бельгия, Венгрия, Великобритания, Германия, Индия, Польша, Чехия, США) зарубежья. Представлены как исследовательские институты (более 60), университеты (около 40), а также независимые и коммерческие организации. Большой интерес проявлен к практическим занятиям и семинарам.

### Организационный комитет:

Крылов Александр Витальевич, д.б.н., проф.  
Бобров Александр Андреевич, к.б.н.

председатель оргкомитета, ИБВВ РАН  
зам. председателя оргкомитета, ИБВВ РАН

Лапиров Александр Григорьевич, к.б.н.	зам. председателя оргкомитета, ИБВВ РАН
Щербаков Андрей Викторович, д.б.н.	член оргкомитета, МГУ
Савиных Наталья Павловна, д.б.н., проф.	член оргкомитета, ВятГУ
Чемерис Елена Валентиновна, к.б.н.	член оргкомитета, ИБВВ РАН
Филиппов Дмитрий Андреевич, к.б.н.	член оргкомитета, ИБВВ РАН
Волкова Полина Андреевна, к.б.н.	член оргкомитета, ИБВВ РАН
Беляков Евгений Александрович, к.б.н.	член оргкомитета, ИБВВ РАН
Мовергоз Екатерина Андреевна, к. б. н.	член оргкомитета, ИБВВ РАН
Гарин Эдуард Витальевич, к.б.н.	секретарь конференции, ИБВВ РАН

### Программный комитет:

Щербаков Андрей Викторович, д. б. н. (биоразнообразие сосудистых растений)	председатель; Москва, Россия
Соколов Дмитрий Дмитриевич, д. б. н., член-корр. (эволюционная морфология и систематика сосудистых растений)	Москва, Россия
Игнатов Михаил Станиславович, д. б. н., проф. (систематика мхов)	Москва, Россия
Савиных Наталья Павловна, д. б. н., проф. (биоморфология сосудистых растений)	Киров, Россия
Курашов Евгений Александрович, д. б. н., проф. (вторичные метаболиты водных растений)	С.-Петербург, Россия
Чепинога Виктор Владимирович, д. б. н., проф. (фитоценология и кариосистематика сосудистых растений)	Иркутск, Россия
Краснова Алла Николаевна, д. б. н. (систематика сосудистых растений)	Борок, Россия
Соловьёва Вера Валентиновна, д. б. н. (биоразнообразие сосудистых растений)	Самара, Россия
Файвуш Георгий Маркович, д.б.н., проф. (биоразнообразие сосудистых растений)	Ереван, Армения
Капитонова Ольга Анатольевна, к.б.н. (биоразнообразие и систематика сосудистых растений)	Тобольск, Россия
Киприянова Лаура Мингалиевна, к.б.н. (фитоценология и экология сосудистых растений)	Новосибирск, Россия
Романов Роман Евгеньевич, к. б. н. (систематика харовых водорослей)	С.-Петербург, Россия
Тетерюк Борис Юрьевич, к.б.н. (биоразнообразие и фитоценология сосудистых растений)	Сыктывкар, Россия
S. Barre Hellquist, Professor (систематика сосудистых растений)	Adams, U.S.A.
Gerhard Wiegand, Professor (систематика и экология сосудистых растений)	Cottbus, Germany
Joanna Zalewska-Gałosz, PhD (систематика сосудистых растений)	Krakow, Poland
Richard V. Lansdown, PhD (систематика и охрана сосудистых растений)	Richmond, Great Britain

IX Международная научная конференция по водным макрофитам «Гидрботаника 2020» была организована и проведена при поддержке Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Русского ботанического общества, Российского фонда фундаментальных исследований.

Сборник материалов подготовили А. А. Бобров, П. А. Волкова, Э. В. Гарин, А. Г. Лапиров, А. В. Щербаков. Рисунок на обложке выполнен Е. А. Мовергоз.

Желаем участникам конференции плодотворной работы!

Организационный комитет

## INTRODUCTION

Aquatic plants (vascular plants, bryophytes, macroalgae) still remain the least studied in many parts of the world, despite their critical importance in aquatic ecosystems.

Due to the use of modern methods, the study of previously unexplored regions of Russia and the world, to date the concepts and knowledge of systematics, distribution, phylogeny, evolution, ecology and biology of aquatic plants have undergone significant changes. During the Conference, the following issues will be discussed: flora and vegetation of water bodies; structure, dynamics and productivity of plant communities; traditional and molecular systematics, questions of phylogeny of aquatic plants; biology and ecology of aquatic macrophytes; conservation and rational use of aquatic plants, as well as aspects of applied hydrobotany.

Understanding the need to share results and experience in these areas, Laboratory of Higher Aquatic Vegetation and Laboratory of Systematics and Geography of Aquatic Plants of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS (IBIW RAS) organized the next IX traditional specialized conference on aquatic macrophytes "Hydrobotany 2020", which brought together all interested researchers from Russia and abroad.

The Conference is based in IBIW RAS due to the fact that the most advanced research on the systematics, phylogeny, phytogeography, phytocenology, ecology and biology of different taxonomic groups of aquatic plants in Russia and abroad are currently provided in the Institute, the leading staff, the modern research equipment and the important collection funds are presented here. In addition, this is already a traditional Conference of botanists who specialized in aquatic plants in Russia and the countries of the former USSR, which held since 1977, and since 2010 it has become international. The Conference is the main platform for solving the main fundamental and applied issues for a large number of Russian researchers and their colleagues from abroad.

We believe the present conference, practical training and workshops will help to coordinate the efforts of scientists from Russia and other countries, to share experience, to train the newest methods, to plan the further perspective directions of studies, which will contribute to the effective involvement of the results in the scientific information space of Russia and the world. We hope they also serve for an objective modern estimation of biodiversity of Russia, the decision of other fundamental problems in the field of systematics, evolution, phylogeny, biogeography, floristics, phytocenology, ecology and applied research connected with ecosystems of inland waters of the country.

The initiative team from Borok (Organizing committee of the Conference) provided broad support in the Conference holding from the leading Russian and foreign experts in aquatic plants (Programme scientific committee of the Conference). Also 202 colleagues have responded to the invitation to participate in the Conference and 105 reports have been submitted. Among the participants there are about 30 foreign researchers, as well as almost 80 young scientists, including undergraduate and graduate students. The geography of participants is wide, 30 regions (37 cities and towns) of Russia, 4 countries of former USSR area (Belarus, Lithuania, Moldova, Ukraine) and 8 other countries (Belgium, Czech Republic, Germany, Great Britain, Hungary, India, Poland, USA) are represented. The colleagues from research institutes (over 60), universities (about 40), as well as independent and commercial organizations are took part. Practical training and workshops aroused great interest.

### Organizing committee:

Dr., prof. Alexander V. Krylov  
Dr. Alexander A. Bobrov

chairman of Organizing committee, Director of the IBIW RAS  
vice-chairman of Organizing committee, IBIW RAS



Dr. Alexander G. Lapiro	vice-chairman of Organizing committee, IBIW RAS
Dr. Andrei V. Scherbakov	member of Organizing committee, Moscow State University
Dr., prof. Nataliya P. Savinykh	member of Organizing committee, Vyatka State University
Dr. Elena V. Chemeris	member of Organizing committee, IBIW RAS
Dr. Dmitrii A. Filippov	member of Organizing committee, IBIW RAS
Dr. Polina A. Volkova	member of Organizing committee, IBIW RAS
Dr. Eugeni A. Belyakov	member of Organizing committee, IBIW RAS
Dr. Ekaterina A. Movergoz	member of Organizing committee, IBIW RAS
Dr. Eduard V. Garin	conference secretary, IBIW RAS

### **Programme scientific committee:**

Dr. Andrei V. Scherbakov (biodiversity of vascular plants)	chairman; Moscow, Russia
Dr., prof. Dmitrii D. Sokolov (evolutionary morphology and systematics of vascular plants)	Moscow, Russia
Dr., prof. Mikhail S. Ignatov (taxonomy of mosses)	Moscow, Russia
Dr., prof. Nataliya P. Savinykh (biomorphology of vascular plants)	Kirov, Russia
Dr., prof. Evgenii A. Kurashov (secondary metabolites of aquatic plants)	St. Petersburg, Russia
Dr., prof. Viktor V. Chepinoga (phytocoenology and karyosystematics of vascular plants)	Irkutsk, Russia
Dr., prof. Vera V. Soloviyova (biodiversity of vascular plants)	Samara, Russia
Dr., prof. Georgy M. Fayvush (biodiversity of vascular plants)	Yerevan, Armenia
Dr. Alla N. Krasnova (systematics of vascular plants)	Borok, Russia
Dr. Olga A. Kapitonova (biodiversity and systematics of vascular plants)	Tobolsk, Russia
Dr. Laura M. Kipriyanova (phytocoenology and ecology of vascular plants)	Novosibirsk, Russia
Dr. Roman E. Romanov (systematics of charophytes)	St. Petersburg, Russia
Dr. Boris Yu. Teteryuk (biodiversity and phytocoenology of vascular plants)	Sykt'yvkar, Russia
Dr., prof. C. Barre Hellquist (systematics of vascular plants)	Adams, U.S.A.
Dr., prof. Gerhard Wiegand (systematics and ecology of vascular plants)	Cottbus, Germany
Dr. Joanna Zalewska-Gałosz (systematics of vascular plants)	Krakow, Poland
Dr. Richard V. Lansdown (systematics and conservation of vascular plants)	Richmond, Great Britain

IX International scientific conference on aquatic macrophytes "Hydrobotany 2020" has been organized and spent with support of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Russian Botanical Society, Russian Foundation for Basic Research.

The Proceedings book was prepared by A. A. Bobrov, P. A. Volkova, E. V. Garin, A. G. Lapiro, A. V. Shcherbakov. Drawing on the cover by E. A. Movergoz.

We wish to participants productive work!

Organizing committee

**В. В. Александров, Н. А. Мильчакова, В. Г. Рябогина**  
**МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *PHYLLOPHORA CRISPA***  
**(HUDSON) P. S. DIXON В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)**

**V. V. Alexandrov, N. A. Milchakova, V. G. Ryabogina**  
**LONG-TERM CHANGES IN COENOPULATIONS OF *PHYLLOPHORA CRISPA***  
**(HUDSON) P. S. DIXON AT THE COASTAL ZONE OF SEVASTOPOL (BLACK SEA)**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия  
(Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas RAS, Sevastopol, Russia),  
valexandrov@list.ru

Красная водоросль *Phyllophora crispa* (Hudson) P. S. Dixon относится к ключевым видам Чёрного моря. Биотопы её прикрепленной формы приурочены в основном к валунно-скальному поясу и диапазону глубин 10–25 м, редко отмечены от 0,5 до 5 м (Калугина-Гутник, 1975). В последние десятилетия выявлена существенная деградация фитоценозов филлофоры, в том числе у берегов Крыма (Мильчакова, 2003), что стало основанием придания этому виду национального, регионального и международного охранного статуса (Красная книга РФ, 2008; Красная книга города Севастополя (2018); Black Sea Red Data Book, 1999; European Red List of Habitats, 2016).

Целью работы явилось изучение многолетних изменений структурных показателей ценопопуляций *Ph. crispa* и оценка эффективности мер по сохранению и восстановлению охраняемого вида. Материал отобран в прибрежной зоне Севастополя от мыса Коса Северная до мыса Сарыч. Всего выполнено 14 гидробиотических профилей на глубинах от 0,5 до 25 м в летний период 2015–2017 гг., при обработке проб макрофитобентоса определяли биомассу, численность и среднюю массу талломов филлофоры. Полученные данные сопоставляли с опубликованными (Калугина-Гутник, 1975, 1982; Мильчакова, 2003) и архивными материалами. Достоверность многолетних изменений показателей филлофоры оценивали при помощи 2-факторного перестановочного дисперсионного анализа, попарные сравнения средних осуществляли по критерию Манна-Уитни с поправкой Холма.

Установлено, что изменения биомассы, численности и средней массы талломов *Ph. crispa* с 1964 по 2017 гг. статистически достоверны ( $F=4,9-25,3$ ,  $p<0,004$ ), глубина произрастания оказывала существенное влияние ( $F=3,7-18,6$ ,  $p<0,002$ ) на эти показатели. В диапазоне глубин 0,5–5 м обнаружены их незначительные флуктуации, за исключением увеличения численности и снижения массы талломов на глубине 3 м с 1997 по 2017 гг. На глубине 10 м наблюдали трехкратное снижение биомассы и численности *Ph. crispa* при постоянной массе талломов с 1964 по 1977 гг. В последующие годы существенных изменений исследуемых показателей не выявлено.

Выраженная деградация ценопопуляций филлофоры зафиксирована в глубоководной зоне на глубинах от 15 до 25 м. С 1964 по 1997 гг. обнаружено снижение биомассы на порядок, а численности и массы талломов втрое. Позднее на глубине 15 м значения показателей *Ph. crispa* практически не изменялись, глубже 20 м сообщества этого вида исчезли.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что ареал *Ph. crispa* у берегов Севастополя существенно сократился, восстановления ценопопуляций и сообществ не выявлено. Очевидно, что принимаемые меры по охране и восстановлению донных биоценозов и биологических ресурсов, в том числе филлофоры (создание особо охраняемых природных территорий, запрет донного траления и промысла, занесение вида в национальные, региональные и международные Красные книги и др.), малоэффективны. Поэтому важно разработать комплекс природоохранных мероприятий, направленных на увеличение площади существующих ООПТ и повышение их статуса, создание буферных зон для морских объектов. Эффективной мерой охраны может стать запрет на сброс в прибрежную акваторию недоочищенных стоков или сточных вод без очистки, доля которых в регионе Севастополя превышает 85% (Грузинов и др., 2019). На наш взгляд, это будет способствовать



восстановлению сообществ и биотопов *Ph. crispa*, ключевого вида прибрежной экосистемы Чёрного моря.

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН ФИЦ ИнБЮМ (№ АААА-А18-118020890074-2).

Грузинов В. М., Дьяков Н. Н., Мезенцева И. В., Мальченко Ю. А., Жохова Н. В., Коршенко А. Н. Источники загрязнения прибрежных вод Севастопольского района // Океанология. 2019. Т. 59. № 4. С. 579–590.

Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Чёрного моря. К.: Наук. думка, 1975. 247 с.

Калугина-Гутник А. А. Изменения в донной растительности Севастопольской бухты за период с 1967 по 1977 гг. // Экология моря. 1982. Вып. 9. С. 48–61.

Милячакова Н. А. Макрофитобентос // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / ред. Еремеев В. Н., Гаевская А. В. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. С. 152–208.

**Е. А. Андриянова, О. А. Мочалова**  
**КАРИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ**  
**БЕРИНГИИ**

**Е. А. Andriyanova, O. A. Mochalova**  
**CARYOLOGICAL STUDY OF AQUATIC VASCULAR PLANTS OF BERINGIA**

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан, Россия (Institute of biological problems of the North FEB RAS, Magadan, Russia), elena.a.andriyanova@gmail.com

Берингия – биогеографическая область, на которой в периоды существования Берингийского моста суши происходил обмен видами между Евразией и Северной Америкой, и шло активное видообразование. Здесь под Берингией мы понимаем территорию в границах Мегаберингии по Б. А. Юрцеву (1974).

Водной флоре на первых этапах изучения Берингии уделялось мало внимания. В литературе мало сведений о числах хромосом (ЧХ) водных сосудистых растений с территории Берингии, несмотря на высокую в целом кариологическую изученность флоры. Но для многих видов есть сведения о ЧХ из других частей ареала. Мы обобщили данные по ЧХ водных растений Берингии, выявили таксоны, для которых характерно наличие внутривидовой изменчивости уровней ploidy (УП) и наметили пути дальнейшего кариологического изучения флоры Берингии. При анализе использовались международные базы данных (Goldblatt, Johnson 1979; Rice et al. 2015) и более 140 литературных источников.

Водная флора Берингии, по предварительным данным, включает 154 вида сосудистых растений (без учета гибридов и подвидов). В литературе есть данные о ЧХ для 148 из них, для 68 известны ЧХ с территории Берингии (Таблица 1). Наиболее подробно на территории Берингии изучены виды семейства Ranunculaceae (известны ЧХ для 15 видов из 16, всего более 130 определений ЧХ), для половины отмечен высокий уровень внутривидовой полиплоидии. Внутривидовая изменчивость УП отмечена в большинстве богатых видами родов. Для 63 видов отмечена внутривидовая изменчивость УП. У 54 ЧХ внутри вида стабильны. По 6 видам информации о ЧХ нет. Для 15 видов невозможно определить, существуют ли разные УП, так как ЧХ определено лишь однажды. По 16 видам информации недостаточно, чтобы однозначно определить, существует ли внутривидовая изменчивость УП – известно мало определений ЧХ, либо есть сомнения в правильности определения вида или в точности подсчета хромосом. Для *Stellaria crassifolia* Ehrh., *Callitriche hermaphroditica* L., *Cicuta virosa* L., *Menyanthes trifoliata* L., *Galium trifidum* L., *Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fern., *Glyceria grandis* S. Wats. известно от 6 до 45 определений ЧХ, из них все, кроме одного, диплоиды и известен один тетраплоид; у *Callitriche palustris* преобладают тетраплоиды и отмечен один диплоид. Для видов *Utricularia* и *Potamogeton* возможны ошибки в определении ЧХ из-за плохо различимых мелких хромосом.

Таблица 1. Распределение видов по степени изученности хромосомных чисел (ЧХ) и внутривидовой изменчивости уровня пloidности (УП).

Семейство	Виды с разными УП	Виды с постоянным УП	Виды, для которых известно 1 определение	Виды, у которых возможны разные УП	Нет данных	Всего видов в семействе	Всего видов в Берингии
Isoëtaceae	1	3	-	-	-	4	3
Equisetaceae	-	-	1	-	1	2	-
Polygonaceae	2	-	-	-	-	2	-
Caryophyllaceae	1	-	-	-	-	1	-
Cabombaceae	1	-	-	-	-	1	-
Nymphaeaceae	1	3	1	-	-	5	1
Ceratophyllaceae	1	-	-	-	-	1	-
Ranunculaceae	8	6	2	-	-	16	15
Crassulaceae	-	-	1	-	-	1	-
Brassicaceae	3	-	-	-	-	3	1
Rosaceae	1	-	-	-	-	1	1
Callitrichaceae	2	1	-	2	1	6	4
Elatinaceae	-	-	3	-	-	3	-
Haloragaceae	3	2	-	-	-	5	1
Hippuridaceae	-	4	-	-	-	4	3
Apiaceae	1	3	-	1	-	5	3
Primulaceae	1	-	-	-	-	1	-
Menyanthaceae	-	1	-	1	-	2	1
Scrophulariaceae	-	1	-	-	-	1	-
Lentibulariaceae	-	-	1	3	1	5	-
Rubiaceae	-	-	-	1	-	1	1
Asteraceae	-	1	-	-	-	1	1
Sparganiaceae	-	7	-	-	-	7	2
Typhaceae	1	-	-	-	-	1	-
Zosteraceae	-	3	-	-	-	3	-
Potamogetonaceae	7	11	-	6	3	27	7
Hydrocharitaceae	-	-	1	-	-	1	-
Ruppiaceae	1	1	-	-	-	2	1
Alismataceae	1	-	-	-	-	1	1
Alismataceae	1	1	-	-	-	2	1
Butomaceae	1	-	1	-	-	2	-
Hydrocharitaceae	1	-	-	-	-	1	-
Poaceae	6	6	4	2	-	18	13
Cyperaceae	11	-	-	-	-	11	7
Acoraceae	2	-	-	-	-	2	1
Lemnaceae	5	-	-	-	-	5	-
Всего:	63	54	15	16	6	154	68
Всего в %:	41	35	10	10	4	100	44

В первую очередь необходимо изучение видов, для которых нет информации о ЧХ или существует одно определение ЧХ. Представляют интерес ЧХ видов, для которых данных

недостаточно, чтобы определить наличие или отсутствие внутривидовой изменчивости УП. Для видов с высокой изменчивостью УП расширение представлений о распространении хромосомных рас позволит уточнить пути миграции и разрешить некоторые вопросы внутривидовой систематики (например, для полиморфного полиплоидного комплекса *Caltha palustris* L. s.l., видов *Ranunculus* подрода *Batrachium*). В роде *Potamogeton*, по мнению некоторых авторов (Kaplan et al. 2013), полиплоидия – крайне редкое явление. Но на территории российского Дальнего Востока, в том числе по нашим неопубликованным данным с территории Берингии, отмечены нетипичные ЧХ для нескольких видов (*Potamogeton alpinus* Balb., *P. maackianus* A. Benn., *P. natans* L., *P. perfoliatus* L., *P. richardsonii* (A. Benn.) Rydb.). Более подробное изучение ЧХ должно прояснить вопрос о наличии внутривидовой изменчивости УП в роде *Potamogeton*.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (19-04-01090-а, 19-05-00133-а).

Юрцев Б. А. Проблемы ботанической географии Северо-Восточной Азии. Ленинград, Наука. 1974. 160 с.

Goldblatt P., Lowry P. P. The Index to Plant Chromosome Numbers (IPCN): three decades of publication by the Missouri Botanical Garden come to an end // *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 2011 V. 98, N. 2. P. 226-227. Available from: <http://www.tropicos.org/Project/ IPCN>. Last accessed 20.05.2020

Kaplan Z., Jarolímová V., Fehrer J. Revision of chromosome numbers of Potamogetonaceae: A new basis for taxonomic and evolutionary implications // *Preslia*. 2013. V. 85. N 4. P. 421-482.

Rice A., Glick L., Abadi S., Einhorn M., Kopelman N. M., Salman-Minkov A., Mayzel J., Chay O., Mayrose I. The Chromosome Counts Database (CCDB) – a community resource of plant chromosome numbers // *New Phytologist*, 2015.V. 206. N 1. P. 19–25. Available from: <http://ccdb.tau.ac.il/> Last accessed 20.05.2020

**Д. Ф. Афанасьев<sup>1</sup>, Ш. Р. Абдуллин<sup>2</sup>**

## **СИНТАКСОМИЯ МОРСКОЙ ДОННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЕВРОПЕЙСКИХ МОРЕЙ РОССИИ**

**D. F. Afanasyev<sup>1</sup>, Sh. R. Abdullin<sup>2</sup>**

## **SYNTACONOMY OF MARINE BOTTOM VEGETATION OF THE EUROPEAN SEAS OF RUSSIA**

<sup>1</sup> Азово-Черноморский филиал ВНИРО (АзНИИРХ), Ростов-на-Дону, Россия (Azov-Black sea branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography), [dafanas@mail.ru](mailto:dafanas@mail.ru)

<sup>2</sup> Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия (Federal Research Center for Terrestrial Biota of East Asia Biodiversity FEB RAS), [crplant@mail.ru](mailto:crplant@mail.ru)

В период с 2007 г. по настоящее время авторами разрабатывается синтаксономия морской донной растительности морей России с использованием метода Браун-Бланке. Работы проводились на Чёрном, Азовском, Балтийском и Баренцевом морях.

В результате работ, выделены 10 сообществ водорослей-макрофитов литорали Ярнышной и Дальнезеленецкой губ Баренцева моря (Абдуллин и др., 2007). Отмечено, что синтаксоны, выделенные с применением эколого-флористической классификации, за редким исключением, аналогичны традиционным сообществам, выделенным по доминантному принципу.

В сублиторали Балтийского моря на глубине до 2 м выделено 2 ранее описанные ассоциации и 8 безранговых сообществ макроводорослей.

Составлен предварительный продромус погруженной донной растительности Азовского моря. Выделено 11 ассоциаций и 2 новых сообщества, относящихся к 7 союзам, 5 порядкам и 5 классам растительности (Афанасьев, Середа, 2013).

Составлен продромус сообществ водорослей-макрофитов северо-кавказского шельфа Чёрного моря, включающий 3 класса, 5 порядков, 5 союзов, 6 ассоциаций и 4 безранговых сообщества (Афанасьев и др., 2012; Афанасьев, Абдуллин, 2014).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (11-04-96584-р\_юг\_ц, 12-04-31738).

Абдуллин Ш. Р., Ямалов С. М., Балаева И. А. Сообщества водорослей-макрофитов литорали кутовых частей некоторых губ побережья Баренцева моря // Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа-конференция. I часть. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2007. С. 3–6.

Афанасьев Д. Ф., Абдуллин Ш. Р. Опыт анализа организации донной растительности российского шельфа Чёрного моря с использованием непрямой ординации // Экология. 2014. № 1. С. 74–76.

Афанасьев Д. Ф., Абдуллин Ш. Р., Середа М. М. Эколого-флористическая классификация донной растительности российского шельфа Чёрного моря // Изв. Самарск. научн. центра РАН. 2012. Т. 14. № 1(4). С. 963–966.

Афанасьев Д. Ф., Середа М. М. Предварительный продромус донной растительности российской части Азовского моря // Современная ботаника в России. Труды XIII Съезда Русского ботанического общества «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна». Т. 2. Тольятти: Кассандра. 2013. С. 163–164.

**Н. Ш. Ахметзянова, И. Д. Голубева**  
**РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ПРИМЕРЕ**  
**ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ОЗЕРОВИДНОГО ПЛЁСА**  
**N. Sh. Akhmetzyanova, I. D. Golubeva**  
**VEGETATION OF THE KUIBYSHEVSKY RESERVOIR ON THE EXAMPLE OF THE**  
**VOLGA-KAMA LAKE FOREST**

Татарский филиал ВНИРО, Казань, Россия (Tatar branch of VNIRO, Kazan, Russia),  
gosniiorh@gmail.com

Наиболее продуктивными зонами на водохранилищах являются прибрежно-мелководные участки. Ряд авторов (Вендров, 1966; Петров, 1968 и др.) считают, что мелководную зону следует оконтуривать при НПУ изобатой 2 м, но по мнению Э. П. Цыплакова (1974), в состав мелководий следует включать все участки с глубинами до 5 м при НПУ, так как эти участки при сработке уровня воды, ежегодно осушаются, и здесь, в осушной зоне, происходят биологические процессы, типичные для мелководной зоны: зарастание, бурное развитие при залинии на следующий год фито- и зоопланктона и т.д. (Ахметзянова и др., 2000, 2003; Егоров, Ахметзянова, 2002). Места нереста фитофильных рыб также не ограничивается зоной с глубинами до 2 м. Например, лещ и плотва, являющиеся ведущими видами в водоёме, размножаются и на глубинах 4 м (плотва) и более (лещ). Общая площадь мелководий с глубинами до 5 м при НПУ составляет 2260 км<sup>2</sup>, или 38,3% общей площади водохранилища. Основные массивы мелководий, где произрастают основные массивы высшей водной растительности (ВВР), сосредоточены на территории Волжско-Камского озеровидного плёса (Егоров и др., 1980).

Главным ценозообразователем на мелководьях Куйбышевского водохранилища является рогоз узколистый (*Typha angustifolia* L.). Особенно большие площади, занятые рогозом узколистым – левое побережье Волжско-Камского плёса, между островами, в протоках и заливах. В Мешинском расширении Волжско-Камского плёса И. Д. Голубева и Т. Л. Шпак (1980) выделяют две ассоциации рогоза узколистого: разнотравно-узколистнорогозовую и одновидовую узколистнорогозовую. В целом, в зависимости от уровня воды на водохранилище, рогоз образует от 3 до 14 ассоциаций, площадь зарастания которых составляет 34,5 га (Голубева, Ахметзянова, 2003). Заметную роль в формировании зарослей играет двукисточник тростниковидный – *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch. (6,6 га), тростник обыкновенный – *Phragmites communis* Trin (1,4 га) и манник большой – *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb. (1,2 га). Остальные виды занимают незначительные площади (от 0,005 до 0,4 га). По данным авторов, общие площади водной и воздушно-водной растительности за 1990–2000 гг. на мелководьях устья Меши увеличились в 2 раза, от 22 до 44 га.

Растительный покров в зоне наших исследований включает более 40 видов сосудистых растений из 29 родов и 20 семейств. Фитоценотический состав, согласно классификации водной растительности В. Г. Папченкова (2003а), содержит около 95 ассоциаций, представляющих 39 формаций макрофитов 10-ти групп и 3-х классов.

Ценозообразователями в составе флоры являются семейства осоковых, рдестовых, рогозовых, рясковых и злаковых. К массовым видам относятся *Equisetum fluvatile* L., *Ranunculus repens* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Polygonum amphibium* Huds., *Butomus umbellatus* L., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Potamogeton pectinatus* L., *P. perfoliatus* L., *P. lucens* L., *Lemna minor* L., *T. angustifolia*, *Carex vesicaria* L., *C. riparia* L., *C. acuta* L., *Ph. communis*, *G. maxima* и другие.

Биомасса водных и воздушно-водных растений значительна, но на её величину существенное влияние оказывает уровенный режим водоёма. Уровень воды в Куйбышевском водохранилище в зимне-весенний период 2019 год достиг критической отметки: 50,12 м. Этим объясняется относительно низкие показатели общей фитомассы в вегетационный сезон 2019 г. Если в Волжско-Камском плесе средняя биомасса основных доминантов в вегетационный сезон 2018 г составляла 5,3 кг/м<sup>2</sup> сырого веса, а общая биомасса – 6,8 кг/м<sup>2</sup>, то 2019 г. они составили, соответственно 2,82 и 4,59 кг/м<sup>2</sup>, т.е. в 1,9 и 1,5 раза ниже показателей 2018 г, характеризующейся оптимальным гидрорежимом.

По площади (57% площади, занятых ВВР) и биомассе (5,42 кг/м<sup>2</sup>) первое место, среди выявленных в Волжско-Камском плесе растительных ассоциаций, занимают рогозовые. Значительную биомассу также дают камыш озёрный (4,93 кг/м<sup>2</sup>), элодея канадская (4,15 кг/м<sup>2</sup>), манник большой (4,11 кг/м<sup>2</sup>), рдест блестящий (3,5 кг/м<sup>2</sup>) и рдест пронзеннолистный (3,35 кг/м<sup>2</sup>). Однако, согласно исследованиям В. Г. Папченкова (2003 б), годовая продуктивность рдестовых сообществ может достигать четырехкратного размера августовской генерации, составляющей 2,3 кг/м<sup>2</sup> сырой надземной биомассы.

Губительно действует переменный уровень воды на рогоз широколистный, площади которого по сравнению с 1965 г. (35,0 га, Голубева, 1978) к настоящему времени упал до 0,008 га, т.е. практически выпал из состава травостоя.

В Волжско-Камском плесе были обнаружены растения, входящие в список редких и уязвимых таксонов. (см. приложение Красной книги РТ, 2016), такие как кувшинка белоснежная (*Nymphaea candida* J. Presl.), сальвиния плавающая (*Salvinia natans* (L.) All.) и пузырчатка обыкновенная (*Utricularia vulgaris* L.).

Ахметзянова Н. Ш., Егоров Ю. Е., Салахутдинов А. Н. Роль макрофитов в формировании прибрежных биоценозов Куйбышевского водохранилища // Тез. докл. V Всеросс. конф. по водным растениям. Борок, 10-13 окт. 2000 г. Борок, 2000. С. 105–106.

Ахметзянова Н. Ш., Салахутдинов А. Н., Егоров Ю. Е. Роль макрофитов в сохранении биоразнообразия животных реки Казанки и озера Кабан // II научно-практ. конф. Казань, 23–24 мая 2002 г. Казань: Отечество, 2003 С. 145–146.

Вендров С. Л. Динамика берегов крупных водоёмов в связи с использованием водных ресурсов // Изв. АН СССР, сер. Географ. 1966, № 2.

Голубева И. Д. Итоги изучения высшей водной растительности на мелководьях Куйбышевского водохранилища // Этапы и темпы с тановления прибрежных биогеоценозов. М.: 1978. С. 17–29.

Голубева И. Д., Ахметзянова Н. Ш. Растительный покров (на примере р. Меши). Мелководья устьевого участка реки // Экологические проблемы малых рек Республики Татарстан (на примере Меши, Казанки и Свияги). Казань: Фэн, 2003. С. 126–128.

Голубева И. Д., Шпак Т. Л. Флора и растительность островных экосистем Куйбышевского водохранилища // Структура островных экосистем Куйбышевского водохранилища. М.: Наука, 1980. С. 55–80.

Егоров Ю. Е., Ахметзянова Н. Ш. Мелководья Куйбышевского водохранилища и их значение в воспроизводстве биоресурсов // Мат-лы Всеросс. конф. Борок, 2002 г. С. 99–101.

Егоров Ю. Е., Голубева И. Д., Смирнова М. И. Физико-географическая характеристика Куйбышевского водохранилища // Структура островных экосистем Куйбышевского водохранилища. М.: Наука, 1980. С. 26–54.

Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). Издание третье. Казань: Изд-во: Идел-пресс, 2016. 760 с.

Папченков В. Г. Доминантно-детерминантная классификация водной растительности // Мат-лы Школы по гидробиологии (п. Борок, 2003 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003а. С. 126–131.

- Папченков В. Г. Продукция макрофитов вод и методы её изучения // Там же, 2003б. С. 137–145.
- Петров Г. Н. Перспективы использования мелководий Куйбышевского водохранилища // Тез. докл. I конф. по изучению водоёмов бассейна Волги. Тольятти, 1968.
- Цыплаков Э. П. Общая характеристика мелководной зоны Куйбышевского водохранилища // Изв. ГосНИОРХ. 1974. Т. 89. С. 82–84.

**Б. Б. Базарова**  
**СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОЗЕРА АРАХЛЕЙ В ПЕРИОД СМЕНЫ**  
**ВОДНОСТИ**

**B. B. Bazarova**  
**VEGETATION STATE OF LAKE ARAKHLEY DURING WATER CHANGE**

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия (Institute of Natural Resources Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia), balgit@mail.ru

Озеро Арахлей один из крупных таёжных димиктических водоёмов Восточного Забайкалья, на котором с 60-х годов XX в. начаты стационарные исследования. Уникальность озера как объекта исследования состоит в том, что при многолетней динамике климатических параметров, в частности увлаженности, колебания уровня озера достигают 2 м и более, при этом минерализация воды меняется мало. В шестидесятые годы прошлого столетия было выдвинуто предположение о цикличности развития озёрных экосистем в условиях ультра континентального климата Забайкалья (Shishkin 1973; Ивано-Арахлейские..., 2013). Цикличность увлаженности в многолетнем аспекте наиболее ярко проявляется в литоральной зоне озера, которая характеризуется наибольшим биоразнообразием и биопродуктивностью относительно других зон водоёма.

В начале 1900-х годов уровень воды в озере Арахлей начал понижаться (Обязов, 2011), достигнув к 2017 г. абсолютного минимума. С 2018 г. наблюдается подъем уровня воды в озере, продолжившийся и в 2020 г. В данной работе представлены результаты исследования растительности оз. Арахлей в период смены водности озера.

Многолетняя динамика растительности оз. Арахлей нами прослежена на западном побережье озера, в июле-августе с 1998 г. по 2020 года, в период, когда фитомасса растений достигает максимальных значений (Катанская, 1981).

Озеро Арахлей в 2017 г. характеризуется минимальным значением уровня воды. Снижение уровня вызвало смещение уреза воды в озере на 50 м. Это привело к исчезновению зоны литорали сложенной песчано-гравийными отложениями с западного побережья. Урез воды в 2017 г. располагается на глубине 2-х метров 1998-2000 гг., соответственно современная максимальная глубина прорастания растений около 4,5 м соответствует 6-ой глубине роста растений в 1998-2000 гг. Изменение границ литорали привело к изменениям в пространственном размещении растительных сообществ в озере.

Если в многоводный период 1998–2000 г. структуру растительности на профиле можно было представить в виде следующего экологического ряда: *Potamogeton perfoliatus* L. (≈ 1,0 м) → *Chara arcuatofoia* Vilh. (≈ 2,0 м) → *Lemna trisulca* L. (≈ 3,0 м) ↔ *Ceratophyllum demersum* (≈ 4,0 м) ↔ *Potamogeton praelongus* Wulf. (≈ 5,0 м) → *Nitella opaca* (Bruz.) Ag. (≈ 6,0 м). Наблюдалась четкая приуроченность сообществ по глубинам, доминантами являлись *C. demersum* и *L. trisulca*. То в период низкой водности 2017 г. не выявлено четкой приуроченности к глубинам и ряд имеет следующий вид *P. perfoliatus* + *P. pectinatus* + *M. sibiricum* (≈ 0,1-0,8 м) → *Ch. arcuatofoia* (≈ 1,8 м) → *C. demersum* + *P. praelongus* (≈ 2,5-4,5 м). При этом растительные сообщества встречаются практически с уреза воды и представлены сообществами *P. perfoliatus*, *P. pectinatus*, *M. sibiricum*. Глубины 1,5-2,0 по-прежнему, заняты сообществами *Ch. arcuatofoia*, на больших глубинах произрастают сообщества *C. demersum*. В углублениях рельефа дна на глубинах 3,0 м встречаются группировки *L. trisulca*. На максимальных глубинах роста растения встречается *P. praelongus*. Массовое развитие

сообществ *M. sibiricum* свидетельствует о росте эвтрофности верхней литорали. В данный период на прибрежных участках озера формируются заплесковые водоёмы, в которых проросла *Ch. arcuatifolia* (Kuklin, Bazarova, 2019).

Небольшой подъём уровня воды в 2018 г. не вызвал существенных изменений в пространственной структуре погруженной растительности. Однако анализ значений фитомассы показывает снижение (рис.).

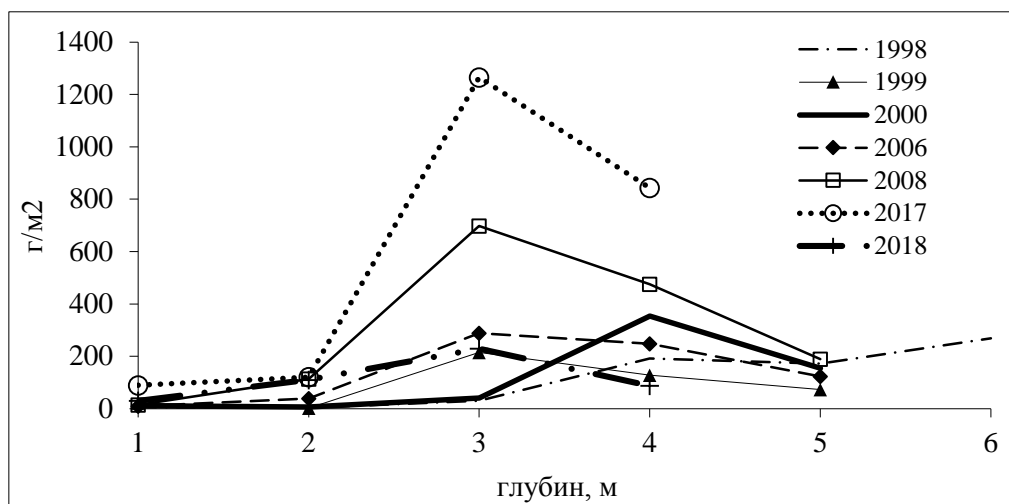


Рис. Распределения средних значений фитомассы гидрофитов на профиле у коренного западного берега у с. Преображенка.

Подъём уровня воды 2018 г. и дальнейший его рост в 2020 г. привел к затоплению прибрежной полосы. Это дало начало к развитию сообществ гелофитов, представленных изреженной полосой *Scirpus* sp. в 2018 г. В 2020 г. зона гелофитов расширилась, здесь появился хорошо выраженный пояс *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud с вкраплениями *Scirpus* sp., и куртинами *Typha* L.

В целом в период низкой водности наблюдается сокращение глубины роста, площади зарастания, упрощение пространственной структуры растительности. При этом существенно возросла плотность зарослей, разнообразие сообществ в мелководной зоне, что свидетельствует о сохранении барьерной функции макрофитов в экосистеме озера.

Начальный период роста уровня воды привел к снижению плотности зарослей погруженных растений, при этом появилась полоса воздушно-водных растений.

Работа выполнена в рамках проекта IX.137.1.3.

Shishkin B. A. Seasonal and annual variations in biological regime of lakes in an ultracontinental climate (Trans-Baikal Region of U.S.S.R.) by Trans-Baikal Complex Expedition, Siberia // Hydrobiologia. 1973. Vol. 43, 1-2. P. 253–261.

Kuklin A. P., Bazarov B. B. Macrophytes in the littoral of lake Arakhley in different states of water regime // Ekológia (Bratislava). 2019. Vol. 38. № 3. P. 225–239.

Обязов В. А. Гидрологический режим озёр Забайкалья в условиях меняющегося климата (на примере Ивано-Арахлейских озёр) // Водное хозяйство России. 2011. № 3. С. 6–14.

Ивано-Арахлейские озёра на рубеже веков (состояние и динамика). Отв. ред. Н. М. Пронин. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2013. 337 с.



**А. Ю. Барановская, Н. В. Барановская**  
**РЕГИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИФИКА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ**  
**СЕМЕЙСТВА РЯСКОВЫЕ (*LEMNACEAE*) НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**A. Yu. Baranovskaya, N. V. Baranovskaya**  
**REGIONAL SPECIFICITY OF THE DUCKWEED ELEMENTAL COMPOSITION IN**  
**THE TOMSK REGION**

Томский политехнический университет, Томск, Россия (Tomsk polytechnic university, Tomsk, Russia), nata@tpu.ru

Территория Томской области характеризуется наличием различных экогеохимических обстановок территорий, вследствие неравномерного распределения месторождений полезных ископаемых в регионе: крупных нефтегазоносных районов (Александровский и Парабельский районы); железных руд (Бакчарский, Кожевниковский районы), ильменит-цирконовых россыпей в области Ковыль-Томской складчатой зоны (Томский район), не стоит исключать и золотоносность юга региона (Черняев, 2001). Также территория Томской области отличается по степени техногенной нагрузки. Основная доля крупных промышленных предприятий сосредоточена на юге области – в Томском районе. Томск-Северская промышленная агломерация характеризуется наличием Северного промышленного узла (СПУ), где на ограниченной территории расположено 33 предприятия (Адам, 1994; Рихванов, 2006).

В настоящий момент высокий интерес вызывает изучение геохимических и геоэкологических обстановок данного региона с применением различных индикаторов (Барановская, 2011). Изучение элементного состава макрофитов, а именно ряски, как индикатора окружающей среды, сравнительно новое направление в экологической геохимии и биогеохимии. Особый интерес представляет оценка степени реагирования ряски на различные локальные геохимические аномалии, обусловленные как природными, так и техногенными факторами.

Целью настоящей работы является изучение региональной специфики элементного состава растений семейства рясковые (*Lemnaceae*) на территории Томской области.

Полевые исследования проводились во время вегетационного периода макрофита, с июня по август. Отбирались образцы проб двух родов (*Lemna*, *Spirodela*) растений семейства рясковых, произраставшей на территории следующих районов Томской области: Александровский, Каргасокский, Парабельский, Бакчарский, Асиновский, Первомайский, Верхнекетский, Кожевниковский, Шегарский и Томский.

Количественное определение химических элементов в исследуемых пробах макрофита осуществлялось следующими методами: инструментальный нейтронно-активационный анализ на Томском исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т (аналитик с.н.с А.Ф. Судыко) и атомно-абсорбционный спектрометр в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования Отделения геологии Томского политехнического университета.

Для каждого исследуемого района Томской области определены коэффициенты концентрации химических элементов в ряске, которые рассчитывались путем нормирования среднего значения по району к полученному среднему в ряске для региона (Таблица 1).

Полученные результаты свидетельствуют, о том, что каждый исследуемый район региона имеет свое индивидуальное геохимическое «лицо», которое может быть обусловлено влиянием как природного, так и техногенного факторов.

В отношении регионального характера распределения ртути в ряске наиболее подробно изучена территория Томского района Томской области, которая характеризуется крайне неравномерным распределением промышленных объектов.

Таблица 1. Коэффициенты концентраций химических элементов в ряске на территории Томской области.

Наименование района	KK			
	>10	5-10	5-2	2-1
Александровский	-	-	-	Rb, Br, Zn
Каргасокский	-	-	Ba	Fe, Au, Na, Hf, Br, Co, U, La, Rb, As, Yb, Ag
Парабельский	-	-	Cs, Hf, Eu, Yb, Tb, Sc, Ag, Lu, Nd, Ce, Sm, Ba, Au, La	Br, Ta, As, Sr, Th, Fe, Rb, Na, Co
Верхнекетский	-	Au	Co, Zn, Ag, Ce, Sm, Eu, Nd, U	Br, Fe, Rb, La, Na, Tb, Sr, Sc, Lu, Ba, Cs
Бакчарский	Ce, Cs, Cr, Th, Sc, Ta, Tb, Eu, Yb, Hf	Sm, La, Lu, Co	U, Nd, Fe, Ba, As, Sb	Br, Rb, Zn, Sr, Na, Ag, Au
Первомайский	-	Ta, Eu, Ce, Co, Hf, Yb, Nd, Sm, Tb, Au, La	Lu, Th, Cr, Zn, Cs, Sc, Br, Fe, As, Ba	Na, Ag, Rb, Sr
Асиновский	-	-	Au, Br, U	Sr, Ca, Ag
Шегарский	-	Cr, Sb	Ta, Tb, Zn, Eu, Hf, Cs, Yb	La, Na, Sm, Sr, Ce, Lu, Ca, Sc, Br, Th, As, Nd
Томский	-	-	Cr	Sb, Hf, Ta, Lu, Nd, Yb, Th, Sr, Sm, La, Zn, Eu, U, Ce, Ca, Cs, Tb, Sc, Ba, Br
Кожевниковский	Ag	U	Ta, Br, Tb, Eu, Th, Hf, Cr, Sc, Yb, Ce, La, Nd, Cs	Sr, Lu, Sm, Ca, As, Co, Rb, Ba, Au

Среднее содержание ртути в ряске на территории Томского района соответствует среднероссийским показателям (18 нг/г) и не превышает фоновых значений для макрофитов. При этом, наблюдаются локальные участки, где содержание ртути значительно превышает фон. К ним относятся такие населенные пункты, как: д. Георгиевка, д. Надежда, с. Наумовка, п. Кузовлево. Данные населенные пункты преимущественно включают водоёмы, расположенные в основной розе ветров в летний сезон (с юго-юго-запада на северо-северо-восток), непосредственно прилегающие к г. Томску и находящиеся в 30-километровой зоне влияния предприятий Северного промышленного узла города Томска.

Полученные результаты элементного состава ряски на территории 10 районов Томской области позволили установить внутрирегиональную специфику накопления элементов в макрофите. Показано, что состав растений семейства рясковых несет значительную информацию об особенностях эколого-геохимического состояния окружающей среды и может служить индикатором техногенной и природной составляющей воздействия на исследуемые объекты.

Черняев Е. В., Бернатонис В. К., Боярко Г. Ю. Твердые полезные ископаемые Томской области // Региональная геология. Геология месторождений полезных ископаемых. 2001. С. 361–368.

Адам А.М. Экология Северного промышленного узла г. Томска. Проблемы и решения. Томск: Изд-во ТГУ, 1994. 260 с.

Рихванов Л. П. и др. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. Томск: Курсив, 2006. 216 с.

Барановская Н. В., Швецова Д. В., Судыко А. Ф. Региональная специфика элементного состава волос детей, проживающих на территории Томской области // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2011. Т. 319. № 1. С. 212–220.

**Е. А. Беляков<sup>1,2</sup>, А. Г. Лапиров<sup>1</sup>, О. А. Лебедева<sup>1</sup>**

**ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
ПОБЕГОВОЙ СИСТЕМЫ ГИДРОФИТОВ, ГЕЛОФИТОВ И ГИГРОГЕЛОФИТОВ**

**Е. А. Belyakov<sup>1,2</sup>, A. G. Lapirov<sup>1</sup>, O. A. Lebedeva<sup>1</sup>**

**FEATURES OF THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ORGANIZATION OF THE  
SHOOTING SYSTEMS HYDROPHITES, HELOPHITES AND HYGROGELOFITES**

<sup>1</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), eugenybelyakov@yandex.ru,

<sup>2</sup> Череповецкий государственный университет, Череповец, Россия (Cherepovets State University, Cherepovets, Russia)

Ранее И. Г. Серебряковым (1952) было показано, что структурной единицей побеговой системы трав с симподиальным нарастанием является монокарпический побег, который принято делить на несколько структурно-функциональных зон (СФЗ) – торможения (нижняя (НЗТ), средняя (СЗТ) и верхняя (ВЗТ)), возобновления (ЗВ), обогащения (ЗО) и главное соцветие (ГС) (Серебряков, 1952; Troll, 1964; Мусина, 1976; Серебрякова, Петухова, 1978; Серебрякова, Павлова, 1986; Борисова, Попова, 1990; Савиных, 2008; Савиных, Мальцева, 2008 и др.). Структурной единицей многолетних трав с моноподиальным нарастанием является «элементарный побег» (в понимании И. А. Грудзинской (1960) и Л. Е. Гатцук (1974)) (Петухова, 1977; Серебрякова, Петухова, 1978; Серебрякова, Павлова, 1986). Учитывая это Н. П. Савиных (1979, 1981) выделила для многолетних трав с моноподиальным нарастанием три зоны: вегетативную (ВЗ), вегетативно-генеративную (ВГЗ) и зону вторичного вегетативного нарастания (ЗВВН). Отметим, что по мнению ряда ученых (Серебрякова, Петухова, 1978; Серебрякова, Павлова, 1986; Борисова, Попова, 1990), «элементарный побег» поликарпических растений полностью функционально соответствует монокарпическому побегу симподиально нарастающих трав и может быть разделен на аналогичные зоны (ЗТ, ЗВ, ЗО и ГС). Между тем, возможность выделения СФЗ (по: Troll, 1964) у водных и прибрежно-водных растений с поликарпическими побегами и моноподиальным типом нарастания осложняется диффузным расположением пазушных соцветий и боковых побегов (Савиных, Черемушкина, 2015). Поэтому мы в своей работе, при выделении СФЗ, базируемся на зонах, ранее предложенных Н.П. Савиных (1979, 1981) для такого типа побегов.

Анализ структурно-функциональной организации побеговой сферы гидрофитов, гелофитов и гигрогелофитов позволил нам выделить 17 типов моделей: 14 – для растений с симподиальным типом нарастания побегов и 3 – с моноподиальным. Для первой группы растений (среди всех изученных экологических групп) наиболее распространены следующие модели: НЗТ→ЗВ→СЗТ→ЗО→ВЗТ→ЗГС; НЗТ→ЗВ→ВЗТ→ЗО→ГС; НЗТ→ЗВ→ВЗТ→ГС. Для второй – наиболее распространенной является лишь одна модель СФЗ: ВЗ→ВГЗ→ЗВВН (Тип I). Заметим, что в случае со споровыми растениями, гидрофитом *Salvinia natans* (L.) All. и гигрогелофитами *Thelypteris palustris* Schott и *Marsilea quadrifolia* L., по-видимому, эта модель требует уточнения отдельных СФЗ, поскольку у этих растений пазушные почки и цветки отсутствуют (Лапиров, Беляков, 2019). Тип II – НЗТ→ЗО→ГС характерен исключительно для озимых/двулетних монокарпиков гигрогелофитов – *Ranunculus sceleratus*

L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. Тип III тип – НЗТ→ЗО→СЗТ→ЗО→ВЗТ – для однолетнего гидрофита монокарпика *Trapa natans* L.

Установлено, что некоторые из моделей, характерные для побегов моноподиально нарастающих однолетних монокарпических растений (например, *Trapa natans* L., *Subularia aquatica* L.), в целом, сопоставимы с таковыми у многолетних поликарпических растений (например, *Nymphaea candida* J. Presl & C. Presl, *N. alba* L., *N. tetragona* Georgi, *Nuphar lutea* (L.) Sm., *N. pumila* (Timm) DC., *Butomus umbellatus* L., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla). Наибольшим разнообразием структурно-функциональной организации побеговой сферы среди исследованных видов растений вод пользуются модели, принадлежащие к симподиальной полурозеточной (Серебрякова, 1981) и, в меньшей мере к симподиальной длиннопобеговой моделям. Показано, что у большинства видов гидрофитов, гелофитов и гигрогелофитов, некоторые СФЗ побеговых систем очень лабильны. Такая особенность нередко связана с возможностью замены в онтогенезе одной СФЗ на другую. Последнее позволяет формировать целый ряд различных моделей структурно-функциональной организации побегового тела растения (даже для одного конкретного вида), отличающихся как набором, так и особенностями размещения той или иной СФЗ. Например, в зависимости от цикличности роста, у представителей рода *Sparganium* L., мы можем наблюдать существенные изменения в структурно-функциональной организации монокарпического побега (Беляков, Лапиров, 2015).

Наиболее лабильной, по мнению Н. П. Савиных, считается СЗТ. Например, у гидрофита *Potamogeton lucens* L. в различных экологических условиях может формироваться не менее 4 моделей структурно-функциональной организации (Лелекова, 2006), при этом СЗТ у этого растения может существенным образом варьировать в размерах, а иногда и полностью отсутствовать. В последнем случае её место, как правило, занимает ЗО. Переход НЗТ в ЗВ при полегании монокарпических побегов можно наблюдать у *Ranunculus circinatus* Sibth. и *R. trichophyllum* Chaix (Лебедева, 2006; Мовергоз, 2012). У гигрогелофитов (например, у двулетника-монокарпика *Oenanthe aquatica*), при полегании ортотропного побега (в условиях повышенной влажности), из пазушных почек, располагающихся в СЗТ, могут развиваться боковые вегетативные розеточные побеги, что способствует дальнейшему симподиальному нарастанию побеговой системы (Мальцева, 2009). В этом случае СЗТ уже выполняет не сколько ассимилирующую функцию, сколько функцию ЗВ (Мальцева, 2009). Такая особенность ведет к тому, что первоначально моноцентрическое растение приобретает явнополицентрическую фенобиоморфу (Мальцева, 2009). Отметим, что высокая поливариантность структурной организации побеговой системы ранее была показана и для гигрогелофита *Rorippa amphibia* Scop. (Шабалкина, 2013). У *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie часть (как правило, верхняя) ВЗТ может переходить в ЗО. Из пазушных почек ВЗТ развиваются побеги, которые способны перейти к цветению. Переход одной СФЗ в другую, можно наблюдать и у гелофитов. Так, например, у *Sagittaria sagittifolia* L. и *Alisma plantago-aquatica* L. ЗО (т.к. почка изначально располагается выше уровня грунта) сочетает в себе функции ЗВ. При погружении в грунт розеточного побега *A. plantago-aquatica* ЗО становится в начале следующего вегетационного сезона ЗВ. У *Sparganium longifolium* Turcz. ex Ledeb., ВЗТ может частично переходить в ЗВ. Это происходит при реализации части почек ВЗТ в боковые побеги, которые при полегании цветоноса укореняются.

Известно, что характер биотопа (главным образом характер обводнения) и генетически заложенная программа развития, в совокупности, позволяют растению переходить из одной экобиоморфы в другую, что увеличивает возможности вегетативного размножения и расселения (Савиных, Шабалкина, 2020). Последнее связано с высокой лабильностью структурно-функциональной организации побеговых систем растений вод и является важным адаптивным механизмом, позволяющим приспособиться к определенным условиям уровня режима. Лабильность структурно-функциональной организации растения обусловлена частными изменениями элементарных модулей, которые возникают вследствие ответных реакций меристем на конкретное действие условий среды (Савиных, Шабалкина, 2020). При

этом, именно изменения характера элементарных модулей и являются основой формирования растением определенного набора СФЗ, что и выражается в разнообразии типов структурно-функциональной организации побеговой системы того или иного вида, либо конкретной экологической группы растений.

Работа выполнена в рамках в рамках госбюджетной темы (№ АААА-А18-118012690099-2) и при частичной финансовой поддержке РФФИ (№ 18-34-00257).

Беляков Е. А., Лапиров А. Г. Модульная и структурно-функциональная организация видов рода *Sparganium* L в различных экологических условиях // Сибирский экологический журнал. 2015. № 5. С. 785–799.

Борисова И. В., Попова Г. А. Разнообразие функционально-зональной структуры побегов многолетних трав // Ботан. журн. 1990. Т. 75, № 10. С. 1420–1426.

Гатцук Л. Е. Геммаксилярные растения и система соподчиненных единиц их побегового тела // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1974. Т. 79, вып. 1. С. 100–113.

Грудзинская И. А. Летнее побегообразование у древесных растений и его классификация // Бот. журн. 1960. Т. 45, № 7. С. 968–978.

Лапиров А. Г., Беляков Е. А. Проблемы применимости концепции модульной и структурно-функциональной организации цветковых растений к анализу структуры побегов у некоторых групп споровых растений. Журнал общей биологии. 2019. Т. 80, № 6. С. 427–438.

Лебедева О. А. Биология шелковника волосистого (*Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch.): Автореф. дисс ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2006. 18 с.

Лелекова Е. В. Биоморфология водных и прибрежно-водных семенных растений северо-востока Европейской России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 2006. 19 с.

Мальцева Т. А. Биоморфология некоторых кистекорневых гигрогелофитов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2009. 19 с.

Мовергоз Е. А. Биоморфология *Ranunculus circinatus* и *R. × Glueckii* (Ranunculaceae) в Верхнем Поволжье: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2012. 18 с.

Мусина Л. С. Побегообразование и становление жизненных форм некоторых розеткообразующих трав // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1976. Т. 81, № 6. С. 123–132.

Петухова Л. В. Онтогенез и структура системы побегов манжетки пастушьей // Бюл. МОИП, отд. биол. 1977. Т. 82, вып. 3. С. 120–129.

Савиных Н. П. Сравнительное морфогенетическое исследование жизненных форм вероник секции *Veronica*: Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1979. 16 с.

Савиных Н.П. Эволюционные преобразования побеговых систем при формировании трав сезонного климата (на примере секции *Veronica* рода *Veronica* L.) // Бюл. МОИП, отд. биол. 1981. Т. 86. № 5. С. 89–98.

Савиных Н. П., Мальцева Т. А. Модуль у растений как структура и категория // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2008. Вып. 9. С. 227–233.

Савиных Н. П., Черёмушкина В. А. Биоморфология: современное состояние и перспективы // Сибирский экологический журнал. 2015. № 5. С. 659–670.

Савиных Н. П., Шабалкина С. В. Модель побегообразования как основа адаптаций цветковых растений // Сибирский экологический журнал. 2020. № 3. С. 282–296.

Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М.: Сов. Наука, 1952. 390 с.

Серебрякова Т. И., Павлова Н. Р. Побегообразование, ритм развития и вегетативное размножение в секции *Potentilla* рода *Potentilla* (Rosaceae) // Бот. журн. 1986. Т. 71, № 2. С. 154–167.

Серебрякова Т. И., Петухова Л. В. Архитектурная модель и жизненные формы некоторых травянистых розоцветных // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1978. Т. 83, № 6. С. 51–65.

Серебрякова Т. И. Жизненные формы и модели побегообразования наземно-ползучих трав // Жизненные формы: структура, спектры и эволюция. Москва: Наука, 1981. С. 161–179.

Шабалкина С. В. Биоморфология некоторых видов рода *Rorippa* Scopoli (сем. Cruciferae Juss.): Автореф. дисс ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2013. 19 с.

Troll W. Die Infloreszenzen. B. 1. Jena: Fischer Verlag, 1964. 615 p.

**А. А. Бобров<sup>1</sup>, Е. В. Чемерис<sup>1</sup>, П. А. Волкова<sup>1</sup>, О. А. Мочалова<sup>2</sup>, Ю. О. Копылов-Гуськов<sup>3</sup>, Е. А. Мовергоз<sup>1</sup>, М. Ю. Григорьян<sup>3</sup>, Н. П. Тихомиров<sup>1,3</sup>, М. О. Иванова<sup>3</sup>**  
**РАЗНООБРАЗИЕ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ РОССИИ, РОЛЬ**

**ГИБРИДИЗАЦИИ В ЕГО ФОРМИРОВАНИИ**

**A. A. Bobrov<sup>1</sup>, E. V. Chemeris<sup>1</sup>, P. A. Volkova<sup>1</sup>, O. A. Mochalova<sup>2</sup>, Yu. O. Kopylov-Guskov<sup>3</sup>,  
E. A. Movergoz<sup>1</sup>, M. Yu. Grigoryan<sup>3</sup>, N. P. Tikhomirov<sup>1,3</sup>, M. O. Ivanova<sup>3</sup>**

**DIVERSITY OF AQUATIC VASCULAR PLANTS IN RUSSIA, THE ROLE OF  
HYBRIDIZATION IN ITS FORMATION**

<sup>1</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for biology of inland waters RAS, Borok, Russia), bobrov@ibiw.ru, lechem@ibiw.ru, polina.an.volkova@gmail.com, movergoz@ibiw.ru, nikita-tikhomirov@yandex.ru

<sup>2</sup> Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан, Россия (Institute of biological problems of the North FEB RAS, Magadan, Russia), mochalova@inbox.ru

<sup>3</sup> Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia), yurez-kg@yandex.ru, maksim.grigoryan.1999@mail.ru, m.ivanova3105@gmail.com

Предпринималось несколько попыток обобщить и проанализировать данные по флоре водных сосудистых растений России (и СССР) (Федченко, 1949; Кутова, 1977; Белавская, 1994; Лисицына, Папченков, 2000; Распопов и др., 2011). Однако работы в значительной степени носили компилятивный характер, т.к. основывались на опубликованных флористических и таксономических данных, а не оригинальных и критических исследованиях. Таким образом, несмотря на существующие работы, как целое водная флора страны фактически специально не изучалась.

Водные сосудистые растения до сих пор остаются наименее изученными во многих регионах мира, несмотря на их важнейшее значение в водных экосистемах. Сведения по видовому составу водных сосудистых растений, самые общие характеристики их распространения, экологии и биологии содержатся в важнейших публикациях по флоре России в целом (Флора СССР, 1934–1964; Арктическая флора СССР, 1960–1987; Флора европейской части СССР (Восточной Европы), 1974–2004; Флора северо-востока европейской части СССР, 1974–1977; Сосудистые растения советского Дальнего Востока, 1985–1996; Флора Сибири, 1987–2003; Конспект флоры Азиатской России, 2012; Конспект флоры Восточной Европы, 2012), рассредоточены в многочисленных флорах и определителях, касающихся отдельных административных регионов европейской части (Орлова, 1993, 1997; Овёснгов, 1997; Цвелёв, 2000; Зернов, 2002, 2006; Шмидт, 2005; Флора Нижнего Поволжья, 2006; Кравченко, 2007; Маевский, 2014; и многие др.) и азиатской России (Определитель высших растений Сахалина и Курильских островов, 1974; Определитель высших растений Якутии, 1974; Хохряков, 1985; Определитель растений Новосибирской области, 2000; Определитель растений Кемеровской области, 2001; Определитель растений Алтайского края, 2003; Якубов, Чернягина, 2004; Определитель растений Республики Тывы, 2007; Конспект флоры Иркутской области, 2008; Конспект флоры Азиатской России, 2012; Кузнецова, Захарова, 2012; Определитель растений Республики Алтай, 2012; и др.) или их отдельных частей или географических районов (Юрцев, 1968; Ребристая, 1977, 2013; Баркалов, Таран, 2004; Секретарёва, 2004; Пospelова, Пospelов, 2007; Баркалов, 2009; Юрцев и др., 2010; Егорова, 2013, 2016; Николин, 2013; Захарова, 2014; Полежаев, Беркутенко, 2015; и др.). Некоторые дополнительные данные содержатся в многочисленных общефлористических заметках, списках флор охраняемых территорий. Значительная информация содержится в специализированных публикациях по водным сосудистым растениям европейской части (Распопов, 1978, 1985; Лисицына и др., 1993, 2009; Краснова, 1999; Щербаков, 1999, 2010; Папченков, 2001; Панарина, Папченков, 2005; Анищенко, Буховец, 2009; Тетерюк, 2012; и многие др.), Западной Сибири (Катанская, 1986; Зарубина, Дурников, 2005; Зарубина, 2009; Дурников, 2010, 2013; Свириденко и др., 2011; и др.), Восточной Сибири (Труфанова, 1967,

1972а, б; Труфанова, Галактионова, 1975; Takahashi et al., 1994, 2001; Kaplan, 1995; Николин, 2006; Пospelова, Пospelова, 2006; Азовский, Чепинога, 2007; Chepinoga et al., 2013; Чепинога, 2015; и др.), Дальнего Востока (Pietsch, 1991; Вехов, 1993б; Крюкова, 1999, 2005; Пшенникова, 2005; Ito et al., 2014; и др.). Ценная информация о водных сосудистых растениях России содержится в таксономических ревизиях (Cook, Löönd, 1982; Cook, Urmi-König, 1983, 1985; Wiegleb, Kaplan, 1998; Егорова, 2001, 2005; Татанов, 2005; Padget, 2007; Kaplan, 2008; Ito et al., 2016, 2017; Wiegleb et al., 2017) и монографиях (Cook, 1966; Cook, Nicholls, 1986, 1987; Landolt, 1986; Triest, 1988; Taylor, 1989; Preston, 1995; Lansdown, 2008) по отдельным родам.

Значительный прогресс в изучении водных сосудистых растений России был достигнут с выходом сначала работы «Водные растения России и сопредельных государств» (Белавская, 1994), а затем «Флоры водоёмов России» (Лисицына, Папченков, 2000). Однако для большей части страны сведения представляли собой фактически компиляцию известных на тот момент публикаций. В предпринятой попытке сравнительного анализа водной флоры России и мира (Распопов и др., 2011) приводятся данные о числе таксонов для страны и её крупных регионов – соответственно, Россия (344 вида), европейская часть (240), Западная Сибирь (156), Восточная Сибирь (157), Дальний Восток (195 видов).

Разнообразие гибридов оценено лишь в единичных работах (Цвелёв, 2000; Папченков, 2001, 2007; Лисицына и др., 2009). Фактически этот аспект остаётся не изученным и не рассмотренным в приложении к водным растениям России. Несмотря на то, что их доля и роль значительны. Специальным изучением гибридов занимался В. Г. Папченков (1997, 2001, 2007; и многие др.). В своей книге «Гибриды и малоизвестные виды водных растений» (Папченков, 2007), он показал, что среди 543 таксонов водных сосудистых растений в бассейне Волги 100, или 18.4 %, имеет гибридную природу. В Верхнем и Среднем Поволжье из 390 и 427 таксонов гибридными являются 20.2 и 12.9 %, соответственно. Цифры впечатляющие, даже принимая во внимание их завышенное значение, т.к. часть гибридов В. Г. Папченкова не подтвердилась.

Мы проводим ревизию водных сосудистых растений России. Наши последние данные об их разнообразии: вся страна (278 видов и 48 гибридов), европейская часть (197 и 39), Западная Сибирь (167 и 12), Восточная Сибирь (160 и 22), Дальний Восток (186 и 21). Доля гибридов составляет соответственно 14.7, 16.5, 6.7, 12.1, 10.1 %. Доля гибридов среди водных сосудистых растений значительна. Скорее всего, при проведении дальнейших исследований их число будет только увеличиваться. Например, в природной флоре Великобритании, наиболее хорошо изученной на предмет гибридов, их доля почти 30 %, причём вклад водных групп – среди лидирующих (Preston, Pearman, 2015; Stace et al., 2015).

Много лет занимаясь изучением водных растений России, мы наблюдаем, что гибридизация как механизм формообразования и увеличения биоразнообразия ярче всего выражена на послеледниковых территориях, в экстремальных природно-климатических условиях и нарушенных местообитаниях (*Isoëtes* (Mochalova et al., 2015; Григорьян и др., наст. сборник; Grigoryan et al., 2021), *Nuphar* (Бобров, 1999; Volkova et al., 2018), *Nymphaea* (Volkova, Shipunov, 2007; Volkova et al., 2010), *Potamogeton* (Бобров, 1999; Бобров, Решетникова, 2002; Бобров, Чемерис, 2006а, б, 2009; Bobrov, Sinjushin, 2008; Bobrov, Chemeris, 2009; Бобров, Мочалова, 2013, 2014, 2017; Бобров и др., 2014; Bobrov et al., 2013; Волкова и др., 2020; и др.) и *Stuckenia* (Бобров, Чемерис, 2006а, 2009; Bobrov, 2007; Bobrov, Chemeris, 2009; Volkova et al., 2017; Бобров и др., 2021), *Ranunculus (Batrachium)* (Бобров, 2003; Bobrov et al., 2015; Wiegleb et al., 2017), *Sparganium* (Бобров и др., 2014; Бобров, Мочалова, 2014, 2017; Волкова и др., 2020)).

Наши данные показывают, что большая доля гибридов характерна для целого ряда групп водных сосудистых растений России: *Isoëtes* (4 вида, 2 гибрида), *Equisetum* (2, 1), *Nuphar* (2, 1), *Nymphaea* (3, 1–2), *Ranunculus (Batrachium)* (14, 9), *Hippuris* (3, 1), *Utricularia* (6, 1), *Sparganium* (12, 7), *Typha* (8, 2), *Potamogeton* (27, 17), *Stuckenia* (4, 3), *Sagittaria* (4, 1). Очевидно, что и многие виды в этих и других родах имеют гибридогенное происхождение



(например, Ito et al., 2010; Volkova et al., 2010; Prančl et al., 2014; Lu et al., 2017; Wiegles et al., 2017; Tikhomirov et al., 2021).

Кроме того, гибридизация и аллоплоидия могут быть ведущими факторами эволюции целых родов и групп, например, как это показано для *Isoetes* (Taylor, Hickey, 1992; Hoot et al., 2004; Larsén, Rydin, 2016; Pereira et al., 2019; Schafran, 2019; Grigoryan et al., 2021), *Ranunculus* (*Batrachium*) (Wiegles et al., 2017; Prančl et al., 2018), *Potamogeton* (Тихомиров и др., наст. сборник; Tikhomirov et al., 2021).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (19-04-01090-а).

**Ю. А. Бобров<sup>1</sup>, А. М. Чернова<sup>2</sup>, Д. А. Филиппов<sup>2</sup>**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АРЕАЛ *HOTTONIA PALUSTRIS* L. (PRIMULACEAE) В  
ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Yu. A. Bobrov<sup>1</sup>, A. M. Chernova<sup>2</sup>, D. A. Philippov<sup>2</sup>**

**ECOLOGICAL RANGE OF *HOTTONIA PALUSTRIS* L. (PRIMULACEAE) IN THE TVER  
REGION, RUSSIA**

<sup>1</sup> Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия  
(Pitirim Sorokin Syktyvkar State University), mail@dokkalfar.ru

<sup>2</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin  
Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), nuphar@mail.ru, philippov\_d@mail.ru

*Hottonia palustris* L. (Primulaceae) – водное сосудистое растение с мирioфильной формой роста. Географический ареал – Центральная и Восточная Европа, средняя полоса России; в Сибири – заносный вид; встречается в Юго-Восточной Азии и на побережьях Северной Америки. Это уязвимый вид, охраняемый во многих регионах. Цель настоящей работы состояла в определении экологического ареала *Hottonia palustris* в водных объектах Тверской обл.

Исследования популяций турчи болотной проводили в Кимрском р-не Тверской обл. в 2019–2020 гг. Здесь растения произрастают в заболоченном ручье на левом берегу р. Волга (Угличское водохранилище). Требования к среде оценены в соответствии со шкалами и методикой Д. Н. Цыганова (1983; Жукова и др., 2010); итоги представлены в виде лепестковых диаграмм, построенных в программе MS Excel (рис.). Дополнительно оценивали толерантность видов по отношению к основным факторам среды, потенциальную и реализованную экологическую валентность, а также коэффициент экологической эффективности по методике Л. А. Жуковой (Жукова и др., 2010).

Реализованный ареал вида в части микроклиматических параметров приведён на рис. По отношению к микроклимату в целом вид стенобионтен ( $It=0,33$ ), причём узкие диапазоны потенциальной экологической валентности характерны для трёх параметров – богатству почвы минеральными солями (0,26), реакции почвенного раствора (0,23) и влажности почвы (0,14); эти показатели и следует рассматривать как лимитирующие при оценке состояния популяций в целом. Гемистеновалентен вид к богатству почвы азотом (0,45) и мезовалентен к освещённости экотопа (0,56); стоит отметить, что в обоих этих случаях показатели находятся на верхних границах соответствующих интервалов. Показатели на обеих обследованных точках лежат, в общем, в пределах значений потенциального ареала, выходя из них только по кислотности почвы на второй точке. В целом, вид освоил экотопы полуоткрытых пространств со слабо- или умеренно-переменным увлажнением, незасолёнными, но довольно богатыми минеральными солями почвами, бедными или достаточно обеспеченными азотом с уровнем увлажнения не меньше болотного и близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора (pH ~6,5).

Коэффициент эффективности освоения экологического пространства вида в Тверской обл. достаточно высокий: в среднем по микроклимату он составляет 50%, причём минимален

в части освещённости (10%) и максимален в области влажности почвы (67%); равен последнему и показатель этого коэффициента для реакции почвенного раствора, но здесь часть реализованного ареала лежит вне пределов потенциального и требует подтверждения прямыми измерениями. При этом показатели реализованной экологической валентности ожидаемо низки и составляют 0,27 для богатства почвы азотом и переменности увлажнения экотопа, 0,15 для реакции почвенного раствора, 0,13 для богатства почвы минеральными солями и 0,10 для влажности почвы. Некоторое удивление вызывает то, что самое низкое значение – 0,06 – зафиксировано для освещённости; возможно, в ходе дальнейших исследований этот показатель будет расширен, но на данный момент для условий Тверской обл. к трём базовым лимитирующим факторам следует добавить и фактор освещённости.

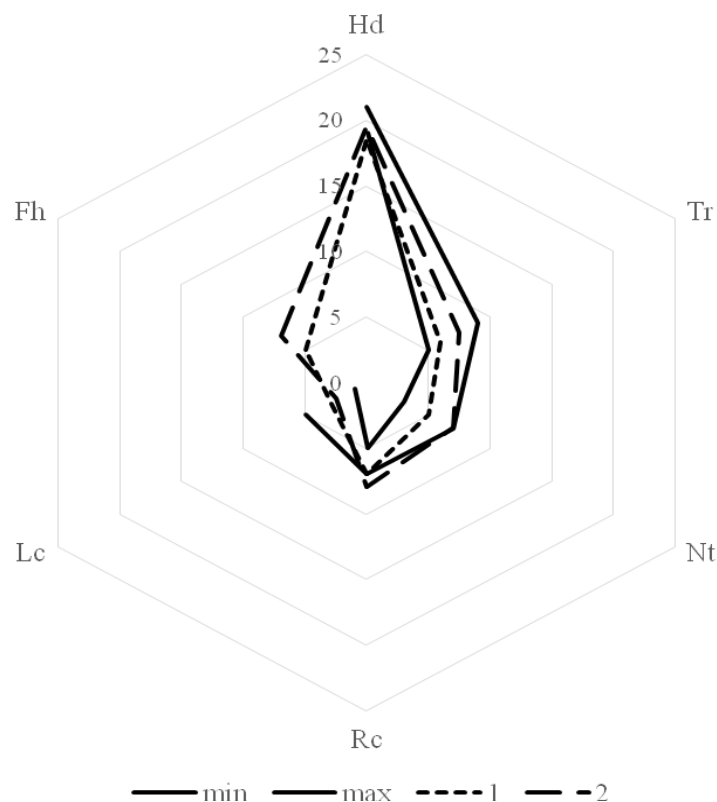


Рис. Потенциальный (линии минимума и максимума) и реализованный в условиях Тверской обл. (1 – исток руч. Семиречье; 2 – руч. Семиречье – Плешково) экологический ареал турчи болотной; для шкалы Fh данные по потенциальному ареалу отсутствуют. Расшифровка шкал: Hd – влажность почвы, Tr – засоленность почвы и её богатство минеральными солями, Nt – богатство почвы азотом, Rc – реакция почвенного раствора, Lc – освещённость экотопа, Fh – переменность увлажнения экотопа. Пояснения в тексте.

Работа выполнена в рамках госзадания ИБВВ РАН (№ АААА-А18-118012690099-2).

Жукова Л. А., Дорогова Ю. А., Турмухаметова Н. В., Гаврилова М. Н., Полянская Т. А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений. Йошкар-Ола, 2010. 368 с.

Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 196 с.

**Л. В. Бондарева<sup>1</sup>, Л. П. Вахрушева<sup>2</sup>, Д. А. Павшенко<sup>2</sup>**  
**ПОПУЛЯЦИЯ *IRIS PSEUDACORUS* L. В УСТЬЕ Р. ЧЁРНАЯ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ)**

**L. V. Bondareva<sup>1</sup>, L. P. Vakhrusheva<sup>2</sup>, D. A. Pavshenko<sup>2</sup>**  
**POPULATION OF *IRIS PSEUDACORUS* L. AT THE MOUTH OF THE RIVER CHORNAYA (SOUTH-WESTERN CRIMEA)**

<sup>1</sup> Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь (Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia), lbondareva@mail.ru

<sup>2</sup> Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь, Россия (Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia), vakhl@inbox.ru

Редкий вид флоры Крыма *Iris pseudacorus* L., занесенный в региональные Красные книги (Красная..., 2015; Красная..., 2018), относится к сравнительно небольшой экологической группе охраняемых растений, связанных с увлажненными местообитаниями. В Крыму его популяции исследованы недостаточно, но в других регионах России изучали, в основном, в искусственных условиях с целью введения в культуру (Конькова, Маркова, 2010). Для природных популяций этого вида и в интродукции установлены морфологические параметры и показатели семенной продуктивности (Крюкова и др., 2014). Распространение и фитоценотическая приуроченность описаны только для Южного Урала и, в связи с этим, исследования в условиях Крыма представляют особый интерес. Наибольшие по численности популяции имеют место вдоль всего русла р. Чёрная, а в остальных локалитетах *I. pseudacorus* был ранее отмечен, но произрастание вида в данный момент требует подтверждения и дополнительного исследования.

Река Чёрная относится к западной группе рек Крыма, но, в отличие от других рек, никогда не пересыхает. В верхнем течении сооружены водохранилища, долина реки преобразована (Инкерманский лиман и канал), устье р. Чёрной отнесено к нетиповым, антропогенно-изменённым (Миньковская, Демидов, 2016).

Популяцию *I. pseudacorus* изучали в морском и речном устье реки Чёрной, где вид входит в состав сообществ класса *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941. В 2019–2020 гг. были заложены 4 площадки: на границе искусственного канала и морского русла, в средней части морского русла, в вершине морского и на границе речного русел. Исследование популяции проводили стандартными методами (Работнов, 1950; Злобин, 2013; Смирнова и др., 1976) в марте 2020 г., до начала активного роста, что позволило достаточно просто подсчитать численность партикул, плотность и определить пространственную структуру методом «ближайшего соседа». Полученные данные анализировали по коэффициенту неравномерности Кларка-Эванса (Харитонов, 2005) и дополнительно, для сравнения, проводили подсчёт по индексу Одум (I<sub>o</sub>), который характеризует тип пространственного распределения в каждый момент сбора и, следовательно, может быть использован для анализа изменения пространственной структуры популяции во времени, что важно для будущих мониторинговых исследований. На каждой площадке были отобраны почвенные образцы и проведён их химический анализ согласно ГОСТ 26423-85.

Поскольку вид является вегетативно подвижным, плотность определяли по количеству розеток-партикул на 1 м<sup>2</sup>. На первой площадке найдено 142 партикулы, на 1 м<sup>2</sup> – 81,6 шт.; на второй – 215 партикул (плотность 113,2 на 1 м<sup>2</sup>), на третьей – 211 (198,8 на 1 м<sup>2</sup>) и на четвертой – 103 (31,2 на м<sup>2</sup>).

Значения коэффициентов Кларка-Эванса между растениями *I. pseudacorus* на первой площадке составило R=3,31, на второй R=4,7, на третьей 3,68 и на четвертой 3,12. Полученные величины коэффициента позволяют оценить пространственную структуру популяции как групповую. Значение индекса Одум (2,12) также подтвердило, что пространственная структура изучаемой популяции – контагиозная.

Исследование почвы показало, что влажность на всех площадках высокая – от 40 до 57%, что и соответствует экологическим требованиям прибрежно-водных растений. По набору в

почве химических элементов получены следующие данные: содержание натрия и хлора на границе искусственного канала и морского русла (площадка № 1) превышает пресное в 7 раз, что свидетельствует о наличии засоления. Реакция почвенного раствора нейтральная, но тяготеющая к щелочной, что обуславливает повышенную карбонатность почвы. Это подтверждается и количественным содержанием активной извести (8–10%) и суммой карбонатов (17–19%), негативно влияющими на рост растений и приводящими к их угнетению, так как блокировка карбонатами многих макро- и микроэлементов нарушает баланс потребления питательных веществ и способствует более активному проявлению хлора.

Фосфор, азот и магний находятся в почве в недостатке: только следовые количества. Калий и кальций, как основные элементы, имеют низкие или средние значения (калий 24,5–79,8 мг/л), но это их количество считается достаточным для нормального развития растений. Только в почве засоленного участка калий достигает показателя до 116,5 мг/л, т.е. превышает низкое в 4,8 раза. Полученные данные о содержании калия, натрия и хлора позволяют предположить, что на обследованных местообитаниях *I. pseudacorus* достаточно хорошо переносит натрий-хлоридное либо калий-хлоридное засоление почв. Данные по характеристике экотопа позволили подтвердить: по отношению к влаге *I. pseudacorus*, несомненно, является гигрофитом (Голубев, 1996), но по экоморфе к засоленности местообитания он не может принадлежать к гликофитам (как это указывается у В. Н. Голубева), и, вероятнее всего, проявляет свойства галогигрофита. В изученной популяции *I. pseudacorus* проявляет качества вида стенофитного к содержанию влаги и эврифитного – по отношению к засоленности местообитания.

Благодарности. Авторы благодарят ведущего научного сотрудника ФИЦ ИнБЮМ, к.б.н. Н. А. Мильчакову. Работа подготовлена в рамках Государственного задания ФИЦ ИнБЮМ АААА-А18-118020890074-2.

Голубев В. Н. Биологическая флора Крыма. Ялта: НБС-ННЦ, 1996. 125 с.

Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения: монография. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.

Конькова Л. И., Маркова Е. М. Развитие особей двух видов рода *Iris* L. в культуре *in vitro* // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2010. № 4.

Красная книга города Севастополя / Отв. ред. И. В. Довгаль, В. В. Корженевский. Калининград; Севастополь: ИД «РОСТ-ДООАФК», 2018. 432 с.

Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли, грибы / Отв. ред. А. В. Ена, А. В. Фатерыга. Симферополь: ООО «ИТ «Ариал», 2015. 480 с.

Крюкова А. В., Мулдашев А. А., Голованов Я. М., Абрамова Л. М. Распространение и фитоценотическая приуроченность редких видов рода *Iris* L. на Южном Урале (Республика Башкортостан) // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. 2014. № 23 (194). С. 5–11.

Миньковская Р. Я., Демидов А. Н. Эволюция морского устья реки Чёрной (Севастопольский регион) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2016. Вып. 1. С. 81–88.

Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т. 1. 328 с.

Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника, 1950. М.: АН СССР. Вып. 6. С. 7–204.

Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б., Ермакова И. М. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 216 с.

Харитонов С. П. Метод «ближайшего соседа» для математической оценки распределения биологических объектов на плоскости и на линии // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Сер. Биология, 2005. № 1. С. 213–221.

Шенников А. П. Введение в геоботанику: Учебник. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1964. 447 с.

**М. А. Борисова, Н. К. Казанова, О. А. Маракаев**  
**ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ РЕКИ ВЁКСЫ В ГРАНИЦАХ ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ**  
**ТЕРРИТОРИИ**

**М. А. Borisova, N. K. Kazanova, O. A. Marakaev**  
**PHYTODIVERSITY OF THE VEKSA RIVER WITHIN PROTECTED NATURAL AREA**  
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова, Ярославль, Россия (Demidov  
Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia), m.a.bor2003@mail.ru

Интерес ботаников России к экосистемам малых водотоков определился в конце прошлого столетия в связи с осмыслением их первостепенной значимости, как для природы, так и для хозяйственных нужд человека. Вместе с тем сведения о биологическом разнообразии и экологическом состоянии многих малых рек и ручьев Ярославской области в большинстве случаев отрывочны или отсутствуют.

Объектом данной работы стала р. Вёкса, специальных исследований растительного покрова которой ранее не проводилось. Вёкса относится к малым рекам Ярославского Поволжья (Рохмистров, 2004); её длина – 8,2 км, ширина – 20–30 м. Река берет начало из озера Плещеево, северо-западной его части, впадает в озеро Сомино, из которого уже вытекает река Нерль (Большая Нерль, Нерль Волжская) – правый приток реки Волги. В государственном водном реестре России Вёкса рассматривается как участок Нерли между озёрами Плещеево и Сомино. Участок реки протяженностью около 2-х км от истока находится в границах особо охраняемой природной территории – памятника природы «Долина р. Вексы». По гидрологическим показателям р. Вёкса характеризуется неустойчивым уровневый режимом: высоким весенним половодьем, более низкими, но постепенными осенними паводками и летней и зимней меженью (Зайков, 1973).

Полевые геоботанические исследования р. Вёкса проводились с середины июня по сентябрь 2019 года путем маршрутно-детального обследования участков водотока с воды на лодке и берега с описанием водных и прибрежно-водных фитоценозов по методике В.Г. Папченкова (2001). Классификация растительности построена с использованием доминантно-детерминантного подхода (Папченков, 2001).

Флористическое богатство охраняемого участка реки оказалось невысоким; зафиксировано 75 видов водных и околоводных макрофитов, из которых 14 видов проявили способность к средообразованию. Результаты геоботанических исследований на р. Вёкса позволяют представить растительность в виде следующей классификационной схемы:

Тип растительности. Водная растительность – *Aquiphytosa*.

А. Группа классов и I Класс формаций. Настоящая водная (гидрофитная) растительность – *Aquiphytosa genuina*.

1. Группа формаций макроводорослей и водных мхов – *Aquiphytosa macroalgacea et muscosa*.

1. Формация харовых водорослей – *Charophyteta*.

Ассоциации: 1) *Charetum globularis*.

2. Группа формаций погруженных укореняющихся гидрофитов – *Aquiherbosa genuina submersa radicans*.

2. Формация рдеста пронзеннолистного – *Potameta perfoliati*.

Ассоциации: 2) *Potametum perfoliati*.

3. Формация мелколистных рдестов – *Potameta pusili*.

Ассоциации: 3) *Potametum friessi*

4. Формация элодеи канадской – *Elodeeta canadensis*.

Ассоциации: 4) *Elodeetum canadensis*.

3. Группа формаций укореняющихся гидрофитов с плавающими на воде листьями – *Aquiherbosa genuina radicans foliis natantibus*.

5. Формация кубышки жёлтой – *Nuphareta luteae*.

Ассоциации: 5) *Nupharetum luteae subpurum*, 6) *Sagittarieto-Nupharetum luteae*, 7) *Sparganieto erecti-Nupharetum luteae*.

Б. Группа классов. Прибрежно-водная растительность – *Aquiherbosa vadosa*.

II Класс формаций. Воздушно-водная (гелофитная) растительность – *Aquiherbosa helophyta*.

4. Группа формаций низкотравных гелофитов – *Aquiherbosa helophyta humilis*.

6. Формация стрелолиста обыкновенного – *Sagittarieta sagittifoliae*

Ассоциации: 8) *Sagittarietum sagittifolii*, 9) *Butomo-Sagittarietum sagittifilii*.

7. Формация ежеголовника прямого – *Sparganieta erecti*

Ассоциации: 10) *Sparganietum erecti*, 11) *Lemno-Sparganietum erecti*, 12) *Hydroherboso-Sparganietum erecti*.

8. Формация сусака зонтичного – *Butometa umbellati*.

Ассоциации: 13) *Butometum umbellati*, 14) *Sagittarieto sagittifolii-Butometum umbellati*.

9. Формация хвоща приречного – *Equiseteta fluviatilis*.

Ассоциации: 15) *Equisetetum fluviatilis*, 16) *Typheto latifoliae-Equisetetum fluviatilis*.

5. Группа формаций высокотравных гелофитов – *Aquiherbosa helophyta procera*.

10. Формация тростянки овсяницеvidной – *Scolochloaeta festucaceae*.

Ассоциации: 17) *Equiseteto fluviatilis-Scolochloaetum festucaceae*.

11. Формация рогоза узколистного – *Typheta angustifoliae*.

Ассоциации: 18) *Sparganieto erecti-Typhetum angustifoliae*, 19) *Typhetum latifoliae-angustifoliae*.

12. Формация манника большого – *Glycerieta maximae*.

Ассоциации: 20) *Typheto latifoliae-Glycerietum maximae*.

13. Формация Тростника южного – *Phragmiteta australis*.

Ассоциации: 21) *Phragmitetum australis*, 22) *Equiseteto fluviatillis-Phragmitetum australis*,

23) *Typheto angustifoliae-Phragmitetum australis*.

III. Класс формаций. Гигрогелофитная растительность – *Aquiherbosa hydrohelophyta*.

14. Формация осоки острой – *Cariceta acutae*.

Ассоциации: 24) *Caricetum acutae*, 25) *Equiseteto fluviatilis-Caricetum acutae*.

Гидрофитная растительность представлена в основном одновидовыми сообществами, среди которых значительные площади в русле формируют *Elodea canadensis* (на отмелях) и *Potamogeton perfoliatus* (в условиях как стоячей, так и с более быстрым течением воды на малых глубинах). По единичным местонахождениям в русле реки зафиксированы небольшие по площади чистые заросли *Chara globularis* и *Potamogeton friesii* (Красная книга Ярославской области, 2015).

Среди прибрежно-водной растительности наибольшие площади зарастания на мелководье создаёт низкотравный гелофит *Equisetum fluviatile*, среди зарослей которого местами на значительном протяжении рассеянными группами встраивается *Typha latifolia*. На более высоких участках заболоченной поймы *Equisetum fluviatile* замещается высокотравными гелофитами *Phragmites australis*, *Scolochloa festucacea* (Красная книга Ярославской области, 2015), *Typha angustifolia*, в сообществах которых он выступает уже в качестве ассектатора. В русле реки на участках с течением подводные «лужки» образует *Butomus umbellatus*, плесовые участки заселяют клоновые скопления низкотравных гелофитов *Sparganium erectum*, *Sagittaria sagittifolia*, соседствующие с микроценозами *Nuphar lutea*.

По единичным местонахождениям в зарослях высокотравных гелофитов отмечены на мелководье реки в сильно угнетенном состоянии *Scirpus tabernaemontanii* (вид списка Красной книги Ярославской области) и разрастающийся инвазионный вид *Acorus calamus*.

Исследование выполнено в рамках НИР №2290-хд

Зайков Б. Д. Очерки гидрологических исследований в России. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 326 с.

Красная книга Ярославской области. Ярославль: Академия, 76, 2015. 472 с.

Папченков В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья: монография. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 200 с.

**А. А. Буркин<sup>1</sup>, Г. П. Кононенко<sup>1</sup>, А. А. Георгиев<sup>2</sup>, М. Л. Георгиева<sup>2,3</sup>**  
**ПЕРВЫЙ ОПЫТ СКРИНИНГ-АНАЛИЗА МИКОТОКСИНОВ В МОРСКИХ БУРЫХ**  
**ВОДОРΟΣЛЯХ**

**А. А. Burkin<sup>1</sup>, G. P. Kononenko<sup>1</sup>, A. A. Georgiev<sup>2</sup>, M. L. Georgieva<sup>2,3</sup>**  
**FIRST SCREENING ANALYSIS OF MYCOTOXINS IN BROWN SEAWEEDS**

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Федерального научного центра – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко, Москва, Россия (All-Russia Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene, and Ecology, Skryabin and Kovalenko Federal Scientific Center All-Russia Research Institute of Experimental Veterinary Medicine, Moscow, Russia), vniivshe@mail.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia), info@mail.bio.msu.ru

<sup>3</sup> Научно-исследовательский институт по изысканию новых антибиотиков им. Г. Ф. Гаузе, Москва, Россия (Gause Institute of New Antibiotics, Moscow, Russia)

Согласно данным биологической науки как низшие, так и высшие растения существуют в ассоциациях с микроскопическими грибами, в которых реализуется широкий спектр взаимоотношений – от патогенеза и паразитизма до частичного и полного симбиоза (Schulz, Boyle, 2005; Zhang, 2006). Благодаря разработке унифицированного приема одновременного определения низкомолекулярных природных соединений на основе иммуноферментного анализа недавно в лишайниках и травянистых растениях обнаружены метаболиты, свойственные токсигенным видам микромицетов родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Myrothecium*, *Cladosporium* и ряда других (Буркин, Кононенко, 2013; Kononenko et al, 2015). Используя тот же аналитический прием, были обследованы 10 видов бурых водорослей из прибрежной зоны Белого моря на встречаемость группы микотоксинов, включающей Т-2 токсин (Т-2), диацетоксисцирпенол (ДАС), дезоксиниваленол (ДОН), зеараленон (ЗЕН), фумонизины группы В (ФУМ), альтерналиол (АОЛ), охратоксин А (ОА), цитринин (ЦИТ), стеригматоцистин (СТЕ), афлатоксин В<sub>1</sub> (АВ<sub>1</sub>), циклопиазоновую кислоту (ЦПК), микофеноловую кислоту (МФК), эргоалкалоиды (ЭА), эмодин (ЭМО), PR-токсин (PR) и роридин А (РОА). 160 образцов живых талломов были собраны в 4-х точках пролива Великая Салма Кандалакшского залива в мае и августе 2019 г. в сублиторальной зоне, литорали и супралиторали.

По результатам скрининг-анализа у *Fucus vesiculosus* Linnaeus, *F. serratus* Linnaeus, *F. distichus* Linnaeus, *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis, *Pelvetia canaliculata* (Linnaeus) Decaisne & Thuret, а также у *Dictyosiphon foeniculaceus* (Hudson) grevillea регулярно обнаруживались все микотоксины (табл.). Сверхвысокие уровни накопления – более 10000 нг/г, выявлены для ДАС, ДОН, ФУМ, АОЛ, ЭА и PR. По интенсивности накопления для двух пар биосинтетически связанных метаболитов четко прослеживались ряды: ЦИТ>ОА и СТЕ>АВ<sub>1</sub>. *A. nodosum* и *P. canaliculata*, к особенностям которых относят облигатную ассоциацию с эндофитным аскомицетом *Stigmatidium ascophylli* (Cotton) Aptroot (Коновалова и др., 2012), содержали пониженные количества практически всех компонентов комплекса в сравнении с *Fucus* spp. У двух видов, принадлежащих семейству Chordariaceae, выявлены отличия. Так, *D. foeniculaceus* имел полный набор микотоксинов, хотя и в малых количествах (табл.). Напротив, у *Chordaria flagelliformis* (O. F. Müller) C. Agardh (n=8) постоянными компонентами оказались только АОЛ и ЭА, другие микотоксины из-за низких содержаний удалось детектировать лишь в части образцов, а Т-2, ЗЕН, АВ<sub>1</sub>, PR, ЭМО и РОА вообще не были найдены. Особое место среди анализированных водорослей занимали представители



семейств Laminariaceae – *Laminaria digitata* (Hudson) J. V. Lamouroux ( $n=13$ ), *Saccharina latissima* (Linnaeus) C. E. Lane, C. Mayes, Druehl & G. W. Saunders ( $n=25$ ) и Chordaceae – *Chorda filum* (Linnaeus) Stackhouse ( $n=23$ ), которые не содержали микотоксинов, и лишь в редких случаях у них выявляли ЭА в фоновых концентрациях.

Таблица. Содержание микотоксинов в талломах пяти видов фукусовых водорослей и *Dictyosiphon foeniculaceus* (средние значения по выборкам из всех точек сбора, нг/г).

Токсин	<i>Fucus vesiculosus</i> $n=19$	<i>Fucus serratus</i> $n=13$	<i>Fucus distichus</i> $n=13$	<i>Ascophyllum nodosum</i> $n=16$	<i>Pelvetia canaliculata</i> $n=22$	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> $n=8$
Т-2	140	375	83	39	17	16
ДАС	29200	24300	16400	8180	6920	6520
ДОН	11800	44400	3200	1620	720	875
ЗЕН	890	3050	1060	380	225	190
ФУМ	18300	17800	8360	1160	2120	2750
АОЛ	7340	16800	9060	470	720	635
ОА	345	675	290	89	190	170
ЦИТ	1900	1520	2890	590	340	285
СТЕ	1210	2300	1220	260	175	140
АВ <sub>1</sub>	345	1170	225	71	46	48
ЦПК	2890	4790	670	1020	520	330
МФК	4320	8660	3950	7320	950	945
ЭА	14300	15200	2420	625	220	385
ЭМО	1560	2530	580	160	105	170
PR	19200	27200	9410	5180	4780	6660
РОА	970	1040	370	135	62	135

Выявленная для этих макрофитов контрастная ситуация по накоплению микотоксинов – от полного их отсутствия до интенсивной множественной сочетанной контаминации – является новым научным феноменом и определенно указывает на необходимость распространения микотоксикологических исследований на более удаленные местообитания в Белом море, а также на другие ареалы (фитоценозы морских прибрежных зон Сибирского и Дальневосточного регионов). Изучение других водных организмов, в том числе сосудистых растений и пресноводных водорослей, пока не проводилось. Полученные результаты, несомненно, заслуживают внимания и с практической точки зрения. Морские водоросли издавна служат объектом промысла и марикультуры, в ряде стран им традиционно отводится заметное место в рационах питания населения, они широко используются как биологически активные пищевые добавки, а также во многих других сферах человеческой деятельности – в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и прудовой рыбы, как удобрения, для очистки сточных вод и прочих хозяйственных нужд. В связи с этим проблема комплексной оценки нагрузки водорослей микотоксинами должна оставаться предметом всестороннего осмысления их безопасного использования.

Буркин А. А., Кононенко Г. П. Особенности накопления микотоксинов в лишайниках // Прикладная биохимия и микробиология. 2013. Т. 49. № 5. С. 522–530.

Коновалова О. П., Бубнова Е. Н., Сидорова И. И. Биология *Stigmidium ascophylli* – гриба-симбионта фукусовых водорослей в Кандалакшском заливе Белого моря // Микология и фитопатология. 2012. Т. 46. Вып. 6. С. 353–360.

Kononenko G. P., Burkin A. A., Gavrilova O. P., Gagkaeva T. Yu. Fungal species and multiple mycotoxin contamination of cultivated grasses and legumes crops // Agricultural and Food Science. 2015. Vol. 24. P. 323–330.

Schulz B., Boyle C. The endophytic continuum // Mycological Research. 2005. Vol. 109. N 6. P. 661–686.

**Б. Б. Буэнаньо, Н. В. Зуева**  
**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЁР ВАЛААМСКОГО**  
**АРХИПЕЛАГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАКРОФИТОВ**

**B. B. Buenaño, N. V. Zueva**  
**ECOLOGICAL STATE ASSESSMENT OF VALAAM ARCHIPELAGO LAKES USING**  
**MACROPHYTES**

Российский государственный гидрометеорологический университет, С.-Петербург, Россия  
(Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia),  
brenda.buenano@outlook.com

Коневские озёра расположены на Валаамском архипелаге в Ладожском озере. Их группа состоит из трёх озёр: Игуменское, Чёрное и Оссиево. Они характеризуются как гуминовые (85 Pt-Co), небольшие ( $<0,1 \text{ км}^2$ ) и неглубокие ( $h_{\text{ср}} < 3 \text{ м}$ ) озёра, их основные лимнологические характеристики подробно описаны в литературе (Степанова, Шарафутдинова, Воякина, 2010; Воякина, 2017; Котова, Воякина, 2019).

Оценка экологического качества с использованием водной растительности проводилась с использованием методологии, принятой в соседних странах: Финляндии, Швеции и Норвегии (Hellsten et al., 2014). Финляндия имеет национальную систему оценки (FINMAC – финская система классификации макрофитов) (Hellsten et al., 2014; Aroviita et al., 2019). Она содержит 3 показателя: 1. Доля таксонов, специфичных для каждого типа озера (*PTST*), 2. Процентное сродство модели (*PMA*) или сходство пропорций численности видов к эталонному озеру и 3. Эталонный индекс (*RI*) на основе чувствительных, терпимых и индифферентных видов. Швеция (Hellsten et al., 2014; Swedish Environmental..., 2008) и Норвегия (Hellsten et al., 2014; Group of water regulations..., 2018) проводят национальную оценку с одним показателем: трофическим индексом макрофитов (*TMI*) на основе таксономического соотношения и трофическим индексом (*TIC*) на основе чувствительных, толерантных и индифферентных видов соответственно. Основные характеристики каждого метода оценки приведены в таблице 1.

Был определён тип озера, к которым относятся Коневские озёра, применяя финскую методологию. Игуменское озеро – типа Ph (гуминовые озёра 30–90 Pt-Co, малые  $<5 \text{ км}^2$ , глубокие  $\geq 3 \text{ м}$ ), Чёрное и Оссиево озёра – типа Mh (гуминовые озёра 30–90 Pt-Co, неглубокие  $<3 \text{ м}$ ).

Финляндская методика подразделяет экологическое состояние озера на 5 классов: отличное (0,8–1), хорошее (0,6–0,8), удовлетворительное (0,4–0,6), умеренное (0,2–0,4) и плохое (0–0,2). Швеция делит состояние водной растительности на 4 класса: высокий ( $\geq 0,97$ ), хороший (0,94–0,97), умеренный (0,85–0,94) и неудовлетворительный/бедный/плохой ( $<0,85$ ). Норвегия оценивает экологическое состояние на 5 уровнях: высокий ( $>0,99$ ), хороший (0,77–0,99), умеренный (0,62–0,77), бедный (0,38–0,62) и плохой ( $<0,38$ ). Результаты оценки по трем описанным методикам приведены в таблице 2.

**PTST** Игуменского, Чёрного и Оссиево озёр умеренный, то есть происходят значительные изменения в специфическом видовом составе. **PMA** в диапазоне «хорошее»–«отличное»; то есть очень мало изменений или незначительных изменений видового состава и пропорций численности по отношению к эталонному сообществу. **RI** озеро изменяется в интервале «умеренный»–«удовлетворительный»; то есть наблюдается умеренное и значительное изменение видов в отношении толерантности к питательной нагрузке, особенно увеличение толерантных видов.

Таблица 1. Национальные методы оценки макрофитов для Финляндии, Швеции и Норвегии.

Характеристика	Финляндия	Швеция	Норвегия
Национальная система оценки макрофитов озёр	FINMAC Finnish macrophyte classification system	Trophic Macrophyte Index	Trophic Index
Оценка давления	Эвтрофикация	Эвтрофикация	Эвтрофикация
Концепция оценки	Все виды макрофитов	Все водные макрофиты (включая мхи и харовые)	Все водные макрофиты (не включая мхи и нитчатые водоросли, но включают виды гелофитов + настоящие водные)
	Включая гелофиты	Гелофиты перечисляются, но не включаются в оценку	
Таксономический состав	1. Доля типоспецифичных таксонов <b>PTST</b> 2. Процентное сродство модели <b>PMA</b> 3. Эталонный индекс <b>RI</b>	Трофический Индекс Макрофитов <b>TMI</b>	Наличие / отсутствие таксонов <b>TIC</b>

**TMI** озёр беден/плох, то есть исключительно водная растительность бедна, а экологическое состояние плохое. **TIC** Игуменского, Чёрного и Оссиёво озёр плох и беден, то есть исключительно водная растительность бедна и её экологическое состояние плохое. Низкие значения **TMI**, такие как **TIC**, могут зависеть от низкой прозрачности в озере из-за высокого значения цветности.

Таблица 2. Результаты оценки экологического состояния по методикам 3 государств.

Озеро	Финляндия				Швеция	Норвегия
	Тип озера	<i>PTST</i>	<i>PMA</i>	<i>RI</i>	<i>TMI</i>	<i>TIC</i>
Игуменское	Ph	0,33 умеренное	0,70 хорошее	0,37 умеренное	0,78 плохое	0,36 плохое
Чёрное	Mh	0,36 умеренное	0,96 отличное	0,42 удовлетворит,	0,77 плохое	0,51 плохое
Оссиёво	Mh	0,35 умеренное	0,66 хорошее	0,36 умеренное	0,78 плохое	0,48 плохое

В Игуменском, Чёрном и Оссиёвом озёрах в полевой сезон 2020 г. было зарегистрировано 24, 29 и 36 видов макрофитов, соответственно. Вид, который имел относительную численность >50% – это *Elodea canadensis* (Коневское оз.), около 40% – *Fontinalis antipyretica* (оз. Оссиёво) и около 10% был *Nuphar lutea* (оз. Игуменское и Чёрное). Отметим, что только в Чёрном оз. был обнаружен один вид харовых водорослей.

Учитывая все виды макрофитов (методика Финляндии), экологическое состояние Игуменского и Оссиёво оз. является умеренным, а Чёрного озера – удовлетворительным. Учитывая только водные виды макрофитов (методика Швеции и Норвегии), экологическое состояние Коневских озёр плохое, что отражается в преобладании толерантных видов, устойчивых к питательной нагрузке и возможного процесса увеличения трофического статуса.

На озёрах Игуменском и Оссиёвом происходит значительное изменение биологического качества озера, видовой состав значительно отличается от эталонного типа по методике. Это

может быть вызвано деятельностью человека, поэтому они требуют плана мониторинга и контроля. В Чёрном озере наблюдается умеренное изменение, которое заметно в видовом составе, однако его состояние несколько лучше, чем у двух других озёр. Оно так же нуждается в мониторинге.

Воякина Е. Ю. Особенности продукционных процессов в озёрах Валаамского архипелага. Труды Зоологического института РАН. 2017. 321(1). С. 10–18.

Котова А. К., Воякина Е. Ю. Оценка состояния Коневских озёр Валаамского архипелага по ряду лимнологических параметров // Труды III Всеросс. конф. Гидрометеорология и экология: Достижения и перспективы развития, СПб. 2019. С. 489–492.

Степанова А. Б., Шарафутдинова Г. Ф., Воякина Е. Ю. Гидрохимические особенности малых озёр о. Валаам // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. СПб. 2010. 12. С. 97–109.

Hellsten S., Willby N., Ecke F., Mjelde M., Phillips G., Tierney D and Poikane S. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report: Northern Lake Macrophyte Ecological Assessment Methods. 2014. Doi: 10.2788/75735

Aroviita J., Mitikka S., Vienonen S. Classification and criteria for the status of surface waters in the third period of water management. Finnish Environment Agency Reports 37. 2019. 71–72.

Swedish Environmental Protection Agency. The Swedish Environmental Protection Agency's regulations and general advice on classification and Environmental Quality Standards for surface water. 2008. 50–56.

Group director for the implementation of water regulations. Classification of the state of the environment in water: Ecological and chemical classification system for coastal waters, groundwater, lakes and rivers. Veiledler 02. 2018. 52–58.

**Ю. С. Виноградова<sup>1</sup>, Н. К. Конотоп<sup>1</sup>, Е. А. Борисова<sup>1</sup>, А. А. Бобров<sup>2</sup>**  
**БИОСИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ**  
**ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПОНИМАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СПЕЦИФИКИ**  
**ПОПУЛЯЦИЙ И ВЫЯВЛЕНИЯ ГИБРИДОВ**

**Yu. S. Vinogradova<sup>1</sup>, N. K. Konotop<sup>1</sup>, E. A. Borisova<sup>1</sup>, A. A. Bobrov<sup>2</sup>**  
**BIOSYSTEMATIC STUDY OF AQUATIC VASCULAR PLANTS OF THE IVANOVO**  
**REGION FOR UNDERSTANDING THE REGIONAL SPECIFICITY OF POPULATIONS**  
**AND IDENTIFICATION OF HYBRIDS**

<sup>1</sup> Ивановский государственный университет, Иваново, Россия (Ivanovo State University, Ivanovo, Russian), ylia.vinogradova1997@yandex.ru, floraea@mail.ru

<sup>2</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute of Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), lsd@ibiw.yaroslavl.ru

Речная сеть в Ивановской области развита очень хорошо, всего насчитывается более 2000 рек и ручьев, около 300 материковых и пойменных озёр. Флора гидрофитов изучается в регионе, начиная с XIX в. В целом насчитывается более 120 видов водных растений, 15 из которых включены в региональную Красную книгу (2010), 4 вида относятся к инвазионным. Однако, специальных исследований гидрофитов, состояния их популяций, изучение кариотипов, исследования растений с помощью молекулярно-генетических методов на территории области не проводилось. Поэтому в течение 2018–2019 гг. были специально исследованы 20 различных водных объектов в 6 районах Ивановской области. При изучении традиционно проводились описание растений, сбор гербария, дополнительно собирались образцы молодых корней и листьев растений для проведения кариологических и молекулярно-генетических исследований в лаборатории ИБВВ РАН. Гербарные образцы хранятся в гербарии IBIW.

В ходе исследования особое внимание было уделено видам 3 родов водных растений: *Batrachium* (*B. kauffmannii*, *B. circinatum*), *Potamogeton* (*P. natans*, *P. perfoliatus*), *Sparganium* (*S. emersum*, *S. microcarpum*, *S. gramineum*).

В результате исследований было установлено, что *B. kauffmannii* имеет тетраплоидный набор хромосом –  $2n=32$ , *B. circinatum* – диплоидный набор хромосом –  $2n=16$  (рис. 1). В Савинском районе в р. Шижегда был обнаружен гибрид *B. kauffmannii* × *B. circinatum*, который имеет триплоидный набор хромосом  $2n=24$  (рис. 1). Так же это подтвердилось с помощью морфологических исследований, т. к. растение имело промежуточные признаки родительских видов.

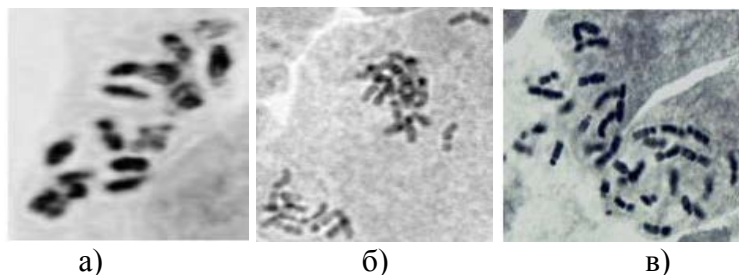


Рис. 1. Метафазные пластинки а) *B. circinatum*, б) *B. kauffmannii* × *B. circinatum*, в) *B. kauffmannii*.

*P. natans* имеет тетраплоидный набор хромосом  $2n=52$  и встречается практически повсеместно. Для *P. perfoliatus* характерен и диплоидный  $2n=26$ , и тетраплоидный  $2n=52$  наборы хромосом. Образец с диплоидным набором хромосом обнаружен в Южском районе в р. Лух. Образец с тетраплоидным набором хромосом обнаружен в Кинешемском районе в р. Волга. Возможно, вариация числа хромосом связана с условиями среды, кариотип может изменяться в зависимости от конкретных условий местообитания видов.

В ходе сравнительно-морфологического анализа экземпляров обычных, широко распространенных видов ежеголовников в области – *S. emersum*, *S. microcarpum*, особых различий с видами других популяций не было обнаружено, только у *S. microcarpum* отмечено, что соцветие имеет на 1 тычинковую головку больше, а также отмечается немного меньшая ширина листа, чем в популяциях этого вида в других регионах.

Редкий вид – *S. gramineum* был обнаружен в озёрах ледникового происхождения: Высоковское, Валдайское и Спасское, где ранее указывался. При сравнении ДНК последовательностей образцов данного вида из озёр по маркеру ITS, с видами из разных стран и регионов России, были обнаружены территориальные отличия в коде. В среднем виды отличаются на 2–3 замены нуклеотидов. Анализ ДНК последовательностей *S. gramineum* по ядерному маркеру ITS, позволил обнаружить 13 полиморфных позиций (рис. 2.), при сравнении всех последовательностей представителей рода *Sparganium*, было доказано, что данный вид является гибридом между *S. gramineum* и *S. emersum* и относится к виду – *S. × longifolium*. При сравнении последовательности по хлоропластному маркеру matK было выявлено, что материнским видом является *S. gramineum* (рис. 3). Также гибридное происхождения данного вида были подтверждены в ходе сравнительно-морфологического анализа, обнаружено сочетание признаков родительских видов – килеватость и большая ширина листа как у *S. emersum*, разветвленное соцветие, короткие пыльники и крючковатые стилодии у плодов как у *S. gramineum*.

	20	33	39	45	58	62	86	91	164	383	389	405	451
RF265381.1 gram (ITS) Japan	TTG	GGC	CCC	TTG	TTG	CTC	CCG	GGC	TTT	TTG	CTT	ATG	ACG
nk9, nk10 em x gr (ITS) Ivan	TTG	GGC	CCC	TTG	CTG	CTG	TCY	GTC	TTT	TTG	CTT	ATG	ACG
nk11 gram (ITS) Ivan	TTG	GGC	CCC	TTG	CTG	CTG	TCY	GTC	TTT	TTG	CTT	ATG	ACG
nk12 gram (ITS) Ivan	TTG	GGC	CCC	TTG	CTG	CTG	TCY	GTC	TTT	TTG	CTT	ATG	ACG
nk1 em (ITS) Ivan	TTG	GGC	CCC	TTG	CTG	CTG	TCY	GTC	TTT	TTG	CTT	ATG	ACG

Рис. 2. Молекулярные отличия *S. × longifolium* от родительских видов по маркеру ITS.

				62	229	252	380	404
LC004539.1	gram	(matK)	Japan	TTG	CTT	GAT	TGA	GGG
15-310	em x gram	(matK)	Rol	TTG	CTT	GAT	TGA	GGG
Cnk9	em x gram	(matK)	Ivan	TTG	CTT	GAT	TGA	GGG
nk10	em x gram	(matK)	Ivan	TTG	CTT	GAT	TGA	GGG
nk11	em x gram	(matK)	Ivan	TTG	CTT	GAT	TGA	GGG
nk12	em x gram	(matK)	Ivan	TTG	CTT	GAT	TGA	GGG
JN894171.1	eme	(matK)	UK	TGG	CGT	GCT	CAA	GTG

Рис. 3. Молекулярные отличия *S. × longifolium* от родительских видов по маркеру matK.

Таким образом, подтверждено, что в ледниковых озёрах региона обитает вид гибридного происхождения *S. × longifolium*, который формирует популяции различных размеров. Редкий вид *S. gramineum*, отмечаемый в них ранее, не найден. Так же обнаружен гибрид *B. kaufmannii* × *B. circinatum*, который имеет триплоидный набор хромосом. Среди других гибридов в области ранее был отмечен *Potamogeton* × *fluitans* Roth (*P. lucens* × *P. natans*), найденный в Уводьском водохранилище (Борисова и др., 2017). Исследования гидроритов Ивановской области необходимо продолжить.

Борисова Е. А., Курганов А. А., Шилов М. П. Находки новых и редких видов сосудистых растений в Ивановской области // Ботан. журн. 2017. Т. 102. № 11. С. 1563–1570.

Красная книга Ивановской области. Т. 2: Растения и грибы / под ред. В. А. Исаева. Иваново: ИПК «ПресСто», 2010. 192 с.

Cook C. D. K., Nicholls M. S. A monographic study of the genus *Sparganium* (*Sparganiaceae*). Part 1, 2 Subgenus *Xanthosparganium* Holmberg // Botanica Helvetica. 1986. Vol. 96. N 2. P. 213–267.

**В. С. Вишняков**

**РОД VAUCHERIA В РОССИИ (VAUCHERIACEAE, XANTHOPHYCEAE) В РОССИИ**

**V. S. Vishnyakov**

**THE GENUS VAUCHERIA (VAUCHERIACEAE, XANTHOPHYCEAE) IN RUSSIA**

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Borok, Russia), aeonium25@mail.ru

Роду *Vaucheria* принадлежат довольно крупные жёлто-зелёные водоросли с сифональным типом таллома и оогамным половым процессом. Собственно, только появление гаметангиев позволяет различать их виды. Вошерии распространены по всему миру в морских и континентальных биотопах, в последних – в водоёмах и на влажных почвах. За последние годы в России обнаружены новые виды и разновидности, а общее число известных таксонов составило 34 (Вишняков, 2020). Целенаправленные исследования привели к пересмотру бытовавших представлений о распространении вошерий в России. В докладе будут представлены результаты собственных исследований вошерий в 2011–2020 гг., включая результаты морфотаксономического анализа, анализа ареалогических групп и биотопической приуроченности. Особое внимание будет уделено антропогенной, связанной с неравномерной работой ГЭС, натурализации *Vaucheria compacta* var. *dulcis* Simons в водохранилищах Волги.

В 2016–2017 гг. работа выполнялась при финансовой поддержке РФФИ (16-34-01139).

Вишняков В. С. Вошериевые водоросли (Xanthophyceae) России: таксономический состав, морфология, распространение: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2020. 26 с.

**П. А. Волкова<sup>1</sup>, М. О. Иванова<sup>2</sup>, И. А. Шанцер<sup>3</sup>, Е. В. Чемерис<sup>1</sup>, А. А. Бобров<sup>1</sup>**  
**ФИЛОГЕОГРАФИЯ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ: РЕКОНСТРУКЦИЯ**  
**ИСТОРИИ РАССЕЛЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ**  
**МЕТОДОВ**

**P. A. Volkova<sup>1</sup>, M. O. Ivanova<sup>2</sup>, I. A. Schanzer<sup>3</sup>, E. V. Chemeris<sup>1</sup>, A. A. Bobrov<sup>1</sup>**  
**PHYLOGEOGRAPHY OF AQUATIC VASCULAR PLANTS: DISPERSAL HISTORY**  
**DEDUCED FROM GENETIC VARIABILITY**

<sup>1</sup> Институт биологии внутренних вод РАН им. И. Д. Папанина, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), polina.an.volkova@gmail.com, lechem@ibiw.yaroslavl.ru, lsd@ibiw.yaroslavl.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia), m.ivanova3105@gmail.com

<sup>3</sup> Главный ботанический сад РАН им. Н. В. Цицина, Москва, Россия (Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow, Russia), ischanzer@gmail.com

Климатические флуктуации четвертичного периода приводили к изменениям ареалов водных растений. Современные представления о динамике их ареалов базируются, в основном, на анализе ископаемой пыльцы. Однако, как правило, пыльцу водных растений определяют с точностью до рода (Dieffenbacher-Krall, Jacobson, 2001). Кроме того, надежно датированные палинологические данные для многих территорий (в частности, почти всех регионов России) чрезвычайно скудны.

События прошлого (флуктуации ареала, миграции особей на дальние расстояния, выживание в рефугиумах) находят отражение в структуре генетической изменчивости вида. Таким образом, анализ генетических филогений в контексте пространства и времени (*филогеография*) позволяет реконструировать историю диверсификации отдельных видов и динамики их ареалов (Hewitt, 2004). Этот подход, появившийся в конце XX века, в последнее десятилетие применяется и на территории России для наземных растений и водных животных, хотя исследования евразийских видов на всем их ареале до сих пор редки (например, Garibian et al., 2018; Volkova et al., 2020).

Анализ филогеографии водных растений затрудняется их низкой генетической изменчивостью и её слабой структурированностью в пространстве. Это показано, например, для пяти видов *Sagittaria* в Китае (Zhu et al., 2015; Liao et al., 2016) и *S. latifolia* на востоке Северной Америки (Dorken, Barrett, 2004). Наблюдаемые закономерности можно объяснить способностью водных растений к быстрому расселению после отступления ледника в сочетании с эффектом бутылочного горлышка (Dieffenbacher-Krall, Jacobson, 2001; Santamaría, 2002; Volkova et al., 2010). И действительно, в Англии при сравнении размножающейся преимущественно вегетативно *Littorella uniflora* и легко расселяющегося при помощи спор *Isoetes lacustris* из одних и тех же озёр показана более высокая генетическая дифференциация популяций первого вида (Wood et al., 2018). Отсутствие пространственной структуры генетической изменчивости показано в Китае и для другого вида полушника (*I. yunguensis*: Zheng et al., 2020) и одного водного папоротника (*Ceratopteris pteridoides*: Dong et al., 2010), но также и размножающегося преимущественно вегетативно *Brasenia schreberi* (Li et al., 2018). Филогеографические закономерности могут зависеть не только от способности вида к расселению, но и от рельефа. Так, в Китае *Stuckenia filiformis* произрастает лишь на Цинхай-Тибетском нагорье, где демонстрирует пространственно структурированную генетическую изменчивость, в отличие от близкого *S. pectinata*, обитающего за пределами нагорья (Du, Wang, 2016). В Китае пространственная структура генетической изменчивости выявлена и для ряда других видов, на основе чего сделаны заключения относительно их истории расселения в регионе: *Hydrilla verticillata* (Zhu et al., 2015), *Hippuris vulgaris* (Lu et al., 2016), *Potamogeton perfoliatus* и *P. berchtoldii* (Du, Wang, 2018). За пределами Китая нам известно лишь два случая эффективного применения филогеографического подхода к водным растениям. Анализ *Ruppia cirrhosa* в Западной Европе и Северной Африке свидетельствует в пользу расселения вида на



север из средиземноморских рефугиумов (Triest, Sierens, 2014). Исследование *Myriophyllum spicatum* в Евразии (за пределами России) и Северной Америке показало неоднократный занос этого инвазионного вида в Новый Свет из Китая и Кореи (Moody et al., 2016). В остальных работах проанализировано недостаточно популяций или же мал географический охват.

Наши рекогносцировочные исследования генетической изменчивости водных растений на территории России в целом подтвердили низкую изменчивость быстро мутирующих некодирующих участков хлоропластной ДНК и ядерного внутреннего транскрибируемого спейсера (ITS). Так, по этим маркерам идентичны многие популяции *Nymphaea tetragona* (Volkova et al., 2010), *Hippuris vulgaris*, *Sagittaria natans*, *Najas marina* и *N. major* s.str., а также разные виды *Utricularia* (*U. intermedia*, *U. macrorhiza*, *U. minor*, *U. vulgaris*) на всем протяжении их ареалов в Евразии (Волкова и др., неопубл., в сравнении с данными GenBank).

Наши более детальные исследования *Nuphar* в умеренной Евразии выявили диверсификацию рода в Восточной Азии с последующим распространением *N. pumila* на запад вплоть до Европы, что согласуется с палинологическими данными (Volkova et al., 2018). Самые западные популяции *N. pumila* в Испании и Франции также имеют азиатское происхождение, мы не обнаружили генетических свидетельств выживания вида в средиземноморских рефугиумах (Cires et al., subm.).

Филогеографический анализ не позволяет установить центры происхождения *Callitriche hermaphroditica* и *C. palustris* из-за широкого распространения древних генотипов по всей умеренной Евразии. В пользу азиатского происхождения этих видов свидетельствует значительно более высокое генетическое разнообразие, наблюдаемое в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, по сравнению с Европой (Иванова и др., неопубл.). Аналогично, древний риботип *Stuckenia pectinata* s.l. наряду с другими встречается по всей Азии (Командоры, Якутия, Новосибирская и Иркутская обл., Китай), но также и в дельте Печоры, тогда как вся Европа заселена одним из молодых риботипов (Du, Wang, 2016; Volkova et al., 2017; Бобров и др., неопубл.; данные GenBank). Так что можно лишь предполагать расселение ряда водных растений из Азии в Европу без указания определенных рефугиумов и путей миграции.

Несмотря на отсутствие четкой пространственной структуры генетической изменчивости водных растений в масштабах умеренной Евразии, полученные нами данные позволяют выявить важные аспекты внутривидовой дифференциации в отдельных наиболее тщательно исследованных регионах России. Так, разные риботипы *Stuckenia pectinata* s.l. в Южной Сибири встречаются в водных объектах разного возраста и минерализации вне зависимости от расстояния между ними, что можно рассматривать как начальный этап экологического видообразования (Volkova et al., 2017). В Казахстане граница между популяциями *Nuphar lutea* с двумя разными генотипами соответствует важному фитогеографическому рубежу между затопляемой во время трансгрессий Каспийского моря низменностью на западе и возвышенностью (мелкосопочником) на востоке (Volkova et al., 2018). Интересно, что большое по сравнению с другими регионами генетическое разнообразие *Callitriche hermaphroditica* обнаружено в дельте р. Лена, что подтверждает роль этого региона как ледникового рефугиума, расположенного на необычно высокой широте (Иванова и др., неопубл.).

Приведённые выше примеры успешного применения молекулярно-генетических методов для исследования внутривидовой дифференциации водных растений основаны на анализе большого числа популяций в отдельных регионах в контексте изменчивости на большей части ареала вида. Анализ немногочисленных образцов пусть даже в глобальном масштабе (например, Hyldgaard et al., 2017) не позволяет прийти к обоснованным заключениям. Таким образом, для эффективного исследования филогеографии водных растений на территории России необходимо не только добиваться широкого географического охвата, что уже сделано для ряда видов, но и увеличивать плотность исследованных популяций во многих районах. Для выполнения этой долгосрочной задачи особенно эффективным будет сотрудничество гидробиотаников из разных регионов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (19-04-01090-а, 19-04-01308-а).



- Dieffenbacher-Krall A.C., Jacobson G.L. Post-glacial changes in the geographic ranges of certain aquatic vascular plants in North America // *Biol. Environ.: Proc. R. Ir. Acad.* 2001. Vol. 101. P. 79–84.
- Dong Y.H., Gituru R.W., Wang Q.-F. Genetic variation and gene flow in the endangered aquatic fern *Ceratopteris pteridoides* in China, and conservation implications // *Ann. Bot. Fenn.* 2010. Vol. 47. P. 34–44.
- Dorken M.E., Barrett S.C.H. Chloroplast haplotype variation among monoecious and dioecious populations of *Sagittaria latifolia* (Alismataceae) in eastern North America // *Mol. Ecol.* 2004. Vol. 13. P. 2699–2707.
- Du Z.-Y., Wang Q.-F. Allopatric divergence of *Stuckenia filiformis* (Potamogetonaceae) on the Qinghai-Tibet Plateau and its comparative phylogeography with *S. pectinata* in China // *Sci. Rep.* 2016. Vol. 6, 20883.
- Du Z.-Y., Wang Q.-F. Impacts of the Asian interior arid zone on phylogeographic patterns in the eastern Asian flora revealed by two *Potamogeton* species (Potamogetonaceae): east-west divergence within species and barriers to north-south dispersal // *Bot. J. Linn. Soc.* 2018. Vol. 188. P. 391–405.
- Garibian P.G., Neretina A.N., Klimovsky A.I., Kotov A.A. A new case of West-East differentiation of the freshwater fauna in Northern Eurasia: the *Pleuroxus trigonellus* species group (Crustacea: Cladocera: Chydoridae) // *Zootaxa*. 2018. Vol. 4532. P. 451–482.
- Hewitt G.M. Genetic consequences of climatic oscillations in the Quaternary // *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B.* 2004. Vol. 359. P. 183–195.
- Hyldgaard B., Lambertini C., Brix H. Phylogeography reveals a potential cryptic invasion in the Southern Hemisphere of *Ceratophyllum demersum*, New Zealand's worst invasive macrophyte // *Sci. Rep.* 2017. Vol. 7. 16569.
- Li Z., Gichira A.W., Wang Q., Chen J. Genetic diversity and population structure of the endangered basal angiosperm *Brasenia schreberi* (Cabombaceae) in China // *PeerJ*. 2018. Vol. 6. e5296.
- Liao Y.-Y., Gichira A.W., Wang Q.-F., Chen J.-M. Molecular phylogeography of four endemic *Sagittaria* species (Alismataceae) in the Sino-Japanese Floristic Region of East Asia // *Bot. J. Linn. Soc.* 2016. Vol. 180. P. 6–20.
- Lu Q., Zhu J., Yu D., Xu X. Genetic and geographical structure of boreal plants in their southern range: phylogeography of *Hippuris vulgaris* in China // *BMC Evol. Biol.* 2016. Vol. 16. 34.
- Moody M. L., Palomino N., Weyl P. S. R., Coetzee J. A., Newman R. M., Harms N. E., Liu X., Thum R. A. Unraveling the biogeographic origins of the Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) invasion in North America // *Am. J. Bot.* 2016. Vol. 103. N 4. P. 709–718.
- Santamaría L. Why are most aquatic plants widely distributed? Dispersal, clonal growth and small-scale heterogeneity in a stressful environment // *Acta Oecol.* 2002. Vol. 23. 137–154.
- Triest L., Sierens T. Seagrass radiation after Messinian salinity crisis reflected by strong genetic structuring and out-of-Africa scenario (Ruppiaaceae) // *PLoS One*. 2014 Vol. 9. e104264.
- Wood D.P., Olofsson J.K., McKenzie S.W., Dunning L.T. Contrasting phylogeographic structures between freshwater lycophytes and angiosperms in the British Isles // *Bot. Letters*. 2018. Vol. 165. P. 476–486.
- Volkova P.A., Arutyunyan N.G., Schanzer I.A., Chemeris E.V., Bobrov A.A. Genetic variability of Eurasian *Nuphar* species unravels possible routes in which freshwater plants could fill their wide areas // *Aquat. Bot.* 2018. Vol. 145. P. 49–57.
- Volkova P.A., Burlakov Yu.A., Schanzer I.A. Genetic variability of *Prunus padus* L. (Rosaceae) elaborates “a new Eurasian phylogeographical paradigm” // *Pl. Syst. Evol.* 2020. Vol. 306. 1.
- Volkova P.A., Kipriyanova L.M., Maltseva S.Yu., Bobrov A.A. In search of speciation: Diversification of *Stuckenia pectinata* s.l. (Potamogetonaceae) in southern Siberia (Asian Russia) // *Aquat. Bot.* 2017. Vol. 143. P. 25–32.
- Volkova P.A., Travnicek P., Brochmann C. Evolutionary dynamics across discontinuous freshwater systems: rapid expansions and repeated allopolyploid origins in the Palearctic white water-lilies (*Nymphaea*) // *Taxon*. 2010. Vol. 59. P. 483–494.
- Zheng T., He X., Ye H., Fu W., Peng M., Gou G. Phylogeography of the rare and endangered lycophyte *Isoetes yunguiensis* // *PeerJ*. 2020. Vol. 8. e8270.
- Zhu J., Yu D., Xu X. The phylogeographic structure of *Hydrilla verticillata* (Hydrocharitaceae) in China and its implications for the biogeographic history of this worldwide-distributed submerged macrophyte // *BMC Evol. Biol.* 2015. Vol. 15. 95.

**Э. В. Гарин**  
**ФЛОРА ТОРФОКАРЬЕРОВ ПОС. ТИХМЕНЕВО (ЯРОСЛАВСКАЯ ОБЛ.)**  
**E. V. Garin**

**THE FLORA OF PEAT QUARRIES OF TIKHMENEVO (YAROSLAVL REGION)**

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute  
for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia) GarinEV@ibiw.ru

Как населённый пункт, Тихменево возник в 1870 г., а статус посёлка получил в 1949 г. В настоящее время посёлок относится к Рыбинскому р-ну Ярославской обл. С южной стороны к посёлку примыкает болото Чистый Мох, а в 11 км к югу расположено болото Большой Мох. В 1926 г. начинается изучение залежей торфа в Чистом Мху, где подтверждается наличие больших запасов торфа, так необходимых молодой Советской республике. Это привело к созданию около пос. Тихменево торфопредприятия «Чистый Мох». В 1931 г. началась подготовка болота под поля добычи и сушки, вручную производилась валка леса, корчёвка пня, рытьё канав. В 1941 г. на торфопредприятии начал применяться гидравлический способ добычи торфа. В это же время строится пос. Великий Мох для разработки одноимённого болотного массива. В 1980-х годах торфомассив Чистый Мох был признан выработанным и торфодобыча продолжалась только на торфомассиве Великий Мох. Однако на рубеже веков перестал разрабатываться и Великий Мох.

Изучение флоры зарастающих карьеров проводилось нами в августе 2017 г., июне и августе 2019 г. маршрутным методом на территории болотного массива Чистый Мох. В настоящее время значительная часть карьеров заросла осокой, пушицей и тростником, также широко распространены участки со сфагновой сплавиной; водоёмов с открытой поверхностью осталось немного.

При описании флоры торфокарьеров учитывались все виды сосудистых растений, отмеченных в водной среде, непосредственно по урезу воды, а также виды, произрастающие на сплавинах. Всего было отмечено 72 вида сосудистых растений из 48 родов, объединённых в 30 семейств. Наиболее крупными по числу видов оказались семейства Сурегасеae (9 видов), Ericaceae, Poaceae и Salicaceae (по 6 видов); наиболее многочисленными родами – *Carex* (6 видов) и *Salix* (5 видов). В основном флора торфокарьеров представлена многолетними травянистыми растениями (51 вид). Среди экологических типов (по Папченкову, 1985) наибольшее число отмеченных видов относится к гигрофитам (28 видов), заметно меньше гигромезо- и мезофитов (18), гигрогелофитов (11) и гидрофитов (9). Основной жизненной формой (по Раункиеру, 1937) являются группы гемикриптофитов (24 вида) и гидрофитов (9 видов), остальные группы представлены незначительным числом видов каждая. С фитоценотической точки зрения (Цвелёв, 2000) наиболее представленными группами являются болотно-лесные (13 видов), прибрежно-болотные (11 видов), а также болотные и водные (по 9 видов). В зональном отношении доминируют по числу видов бореальный (38) и плуризональный (18) компонент, в региональном отношении – голарктический (30) и евразийский (16).

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы (№ АААА-А18-118012690099-2).

Папченков В. Г. О классификации макрофитов водоёмов и водной растительности // Экология. 1985. № 6. С. 8–13.

Цвелёв Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Изд-во СПХФА, 2000. 781 с.

Raunkiær Ch. Plant life forms / transl. from Danish by H. Gilbert-Carter. Oxford: Clarendon Press, 1937.

**В. А. Глазунов, С. А. Николаенко**  
**РОД *BOLBOSCHOENUS* (ASCH.) PALLA (CYPERACEAE) В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**  
**V. A. Glazunov, S. A. Nikolaenko**  
**GENUS *BOLBOSCHOENUS* (ASCH.) PALLA (CYPERACEAE) IN WESTERN SIBERIA**  
Тюменский научный центр СО РАН, Институт проблем освоения Севера, Тюмень, Россия  
(Tyumen Scientific Centre SB RAS, Institute of the Problems of Northern Development, Tyumen,  
Russia), v\_gl@inbox.ru

*Bolboschoenus* (Asch.) Palla, клубнекамыш – относительно немногочисленный род семейства Cyperaceae, включающий до 14–16 видов (Татанов, 2007; The Plant List, 2020), распространенных практически по всему Земному шару, за исключением наиболее холодных областей. В Азиатской части России насчитывается 5 видов клубнекамыша (Конспект..., 2012), для Сибири до недавнего времени было известно 4 вида, для Западной Сибири – 3 (Конспект..., 2005).

Наиболее распространенными видами являются голарктический степной и лесостепной *B. maritimus* (L.) Palla и восточноевропейско-азиатский степной *B. planiculmis* (Fr. Schmidt) Egor. В Тюменской области (без автономных округов) *B. maritimus* встречается в лесостепи и подзоне мелколиственных лесов, по берегам водоёмов, низинным болотам, сырым лугам, придорожным канавам; *B. planiculmis* отмечен в лесостепной зоне, по берегам озёр и солонцеватым лугам (Глазунов и др., 2017). Оба вида являются обычными в сопредельной Курганской области (Науменко, 2008) и встречаются по всему югу Западной Сибири (Тимохина, Бондарева, 1990). Для Свердловской области *B. maritimus* приводится как редкий в южных районах, *B. planiculmis* встречается единично (Князев и др., 2017).

Еще один вид – *B. yagara* (Ohwi) Y. C. Yang et M. Zhan впервые указывается для Западной Сибири И. В. Татановым (2003, 2007) – несколько местонахождений на значительном удалении друг от друга в различных природных зонах, от лесостепи до средней тайги: у с. Лемпино (мы приводим современные названия населенных пунктов и административно-территориальное деление) по р. Большой Салым в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (у П. Н. Крылова (1929) данное местонахождение («между юрт. Рымовыми и Лемпинскими на р. Салыме») упоминается для *B. maritimus* со ссылкой на Б. Н. Городкова); у с. Демьянское Уватского района Тюменской области; у пос. Варгаши в Курганской области; у с. Кулунда Алтайского края. Единичные местонахождения приводятся также для Среднего (г. Екатеринбург) и Южного (г. Троицк Челябинской области) Урала. Нами *B. yagara* был отмечен в Ярковском районе Тюменской области, по берегу старицы р. Тура у с. Дубровное (Глазунов и др., 2017).

*B. laticarpus* Marhold, Hroudová, Ducháček & Zákř., крайне редкий в Сибири и на Дальнем Востоке и отсутствующий в Конспектах флоры Сибири (2005) и флоры Азиатской России (2012), приводится И. В. Татановым (2007) из единственного в Западной Сибири местонахождения – по р. Карасук в Краснозерском районе Новосибирской области. Принимая во внимание гибридное происхождение *B. laticarpus*, можно предположить его наличие в районах совместного произрастания родительских видов – *B. yagara* и *B. maritimus* или *B. yagara* и *B. planiculmis*. Для Тюменской области *B. laticarpus* впервые отмечен нами у оз. Буторлыга в Тюменской области, по берегу канавы вдоль грунтовой дороги (Глазунов и др., 2020), у северной границы распространения *B. maritimus* в регионе и относительной близости (~50 км) от местонахождения *B. yagara*.

Таким образом, род *Bolboschoenus* в Западной Сибири представлен 4 видами, два из которых – *B. maritimus* и *B. planiculmis* являются более-менее обычными в южной части, а ещё два – *B. yagara* и *B. laticarpus* – очень редкими, при этом, вопросы их охраны здесь никогда не рассматривались.

Глазунов В. А., Воронова О. Г., Кулев О. Н., Кулева Н. В., Николаенко С. А., Хозяинова Н. В. Новые виды для флоры Тюменской области // Бот. журн, 2020. Т. 105. № 8. С. 103–106.

- Глазунов В. А., Науменко Н. И., Хозяинова Н. В. Определитель сосудистых растений Тюменской области. Тюмень: РГ «Проспект», 2017. 752 с.
- Князев М. С., Третьякова А. С., Подгаевская Е. Н., Золотарёва Н. В., Куликов П. В. Конспект флоры Свердловской области. Часть II: Однодольные растения // Фиторазнообразие Восточной Европы, 2017. Т. XIII. № 3. С. 4–108.
- Конспект флоры Азиатской России / Под ред. К. С. Байкова. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 640 с.
- Конспект флоры Сибири: Сосудистые растения / Сост. Л. И. Малышев, Г. А. Пешкова, К. С. Байков и др., Новосибирск: Наука, 2005. 362 с.
- Крылов П. Н. Флора Западной Сибири. Руководство к определению западносибирских растений (При сотрудничестве Б. К. Шишкина, Л. П. Сергиевской, Л. Ф. Ревердатто, Е. И. Штейнберг и др.). Томск, 1929. Вып. 3. Cyperaceae – Orchidaceae. С. 377–718.
- Науменко Н. И. Флора и растительность Южного Зауралья. Курган: Изд-во Курганского ун-та, 2008. 512 с.
- Татанов И. В. Критические заметки о видах *Bolboschoenus desoulavii* (Drob.) A.E. Kozhevnikov и *Bolboschoenus yagara* (Ohwi) Y. C. Yang et M. Zhan (Cyperaceae) // Новости систематики высших растений, 2003. Т. 35. С. 51–61.
- Татанов И. В. Таксономический обзор рода *Bolboschoenus* (Aschers.) Palla (Cyperaceae) // Новости систематики высших растений, 2007. Т. 39. С. 46–149.
- Тимохина С. А., Бондарева Н. В. *Bolboschoenus* (Ascherson) Palla – Клубнекамыш // Флора Сибири. Cyperaceae. Новосибирск: Наука, 1990. Т. 3. С. 22–23.
- The Plant List. 2020. [www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org) (Accessed 28.06.2020).

**В. А. Горенко, С. Б. Фролов, М. О. Березина, А. Л. Левицкий**  
**ЗНАЧЕНИЕ ЗОСТЕРЫ МОРСКОЙ (*ZOSTERA MARINA* L.) КАК СУБСТРАТА ДЛЯ**  
**НЕРЕСТА БЕЛОМОРСКОЙ СЕЛЬДИ**

**V. A. Gorenko, S. B. Frolov, M. O. Berezina, A. L. Levitsky**  
**THE VALUE OF *ZOSTERA MARINA* L. AS A SUBSTRATE FOR SPAWNING OF THE**  
**WHITE SEA HERRING**

Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Отдел Северный, Архангельск, Россия (Polar branch of VNIRO (PINRO named after N. M. Knipovich), Arkhangelsk, Russia), [ruhlova@pinro.ru](mailto:ruhlova@pinro.ru)

Зостера морская (*Zostera marina* L.) до 1960 г. являлась основным нерестовым субстратом беломорской сельди (*Clupea pallasi maris-albi* Berg). До середины прошлого столетия *Zostera* отмечалась практически во всех губах Кандалакшского залива (Ругозерская, Ковда, Княжая, Палкина, Колвица, Порья) и именно в районах нереста сельди преобладала над другой водной растительностью (Алтухов, 1947; Вильсон, 1957; Гемп, 1967, 1970). В Онежском заливе и бассейне Белого моря густые заросли зостеры встречались повсеместно от р. Кемь до м. Хенной-Наволоок. В Двинском заливе зостера распространялась вдоль Летнего берега Белого моря от гб. Унская до гб. Яндова, здесь также находились нерестилища сельди (Гемп, Бызова, 1967; Тамбовцев, 1957).

В 60-е гг. XX в. в Белом море практически повсеместно произошла гибель зостеры. Предполагалось, что виновником её элиминации являлся миксомицет *Labyrinthula macrocystis*. После исчезновения крупных зарослей морской травы основным нерестовым субстратом в Кандалакшском заливе стали фукусовые водоросли, также икра встречалась на анфельции и других красных водорослях, изредка – на зелёной водоросли кладофора (Алтухов, 1947; Тамбовцев, 1957). Несомненно, гибель зостеры отрицательно сказалась на воспроизводстве сельди во всех заливах Белого моря, что привело к снижению численности и уловов. В Онежском заливе сокращение численности зостеры в меньшей степени сказалось на состоянии сырьевой базы, так как сельдь откладывала икру преимущественно на водорослевую растительность (фукоиды, анфельцию). В Двинском заливе нерестилищами также послужили заросли водорослей, однако, количества водорослевого субстрата было явно недостаточно (Гошева, Чуксина, 1966). В связи с этим, была проведена серия исследований по выявлению подходящих субстратов для нереста сельди, как естественных (макроводоросли –

ламинарии, фукоиды, анфельция, кладофора), так и искусственных (мертвая и свежая хвоя ели, неводная дель). Результаты экспериментов показали возможность использования на нерестилищах свежих ветвей ели и неводной дели. На водорослях, особенно ламинарии и фукоидах, икра сельди развивалась гораздо хуже. Таким образом, zostера остается наилучшим естественным нерестовым субстратом, отвечающим всем требованиям для развития икры (Кауфман, 1967; Алтухов, 1957; Гемп, Бызова, 1967). Следовательно, можно полагать, что масштабное возобновление zostеры в Белом море положительно скажется на численности популяций беломорской сельди и других видов фитофильных рыб.

К настоящему времени восстановление зарослей zostеры установлено в губах и у островов Северного архипелага Канда拉克шского залива (Шклярович, 2014; <https://www.gbif.org/>). Данные, полученные в ходе ресурсных исследований промысловых водорослей Полярного Филиала ФГБНУ «ВНИРО» в 2014–2016, 2020 гг., также показали наличие поселений zostеры в районах Онежского залива (рисунок 1). Мы предполагаем, что они могут служить субстратом для нереста сельди, нагула молоди колюшки, пинагора. Проведенный нами анализ показывает актуальность дальнейших исследований по оценке восстановления зарослей zostеры в Белом море.

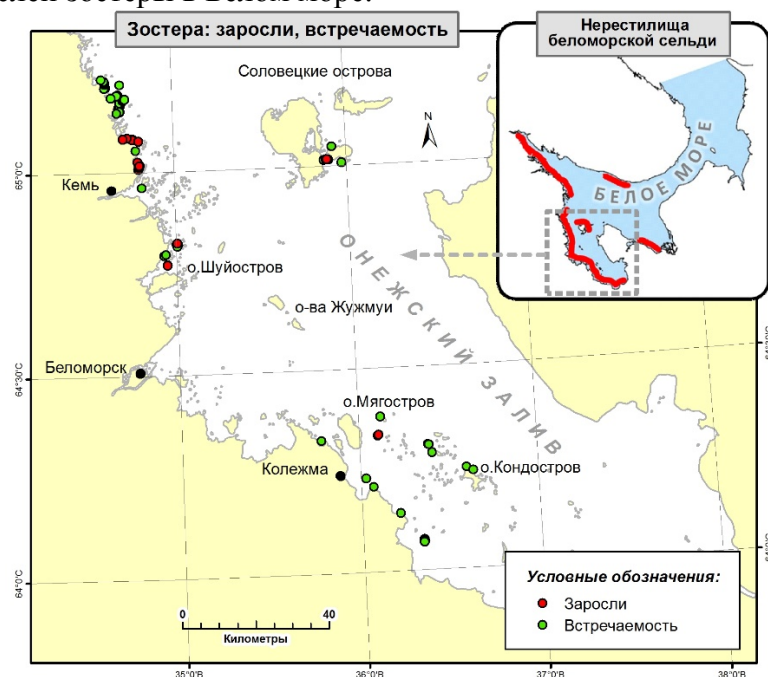


Рисунок. 1. Нерестилища беломорской сельди. Встречаемость поселений zostеры в Онежском заливе Белого моря по данным обследований 2014–2016, 2020 гг.

- Алтухов К. А. Рыбохозяйственное значение zostеры в Белом море // Рыбное хозяйство. 1947. № 9. С. 25–26.
- Алтухов К. А. Нерестилища и условия нереста сельди в Канда拉克шском заливе // Вопросы ихтиологии. 1957. Вып. 9. С. 66–77.
- Вехов В. Н. Зостера морская (*Zostera marina* L.) Белого моря. 1992.
- Вехов В. Н. Современное состояние zostеры в Белом море // Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. СПб.: ЗИН РАН, 1995. Ч. 1. С. 176–187.
- Вильсон А. П. Биология и промысел сельди Канда拉克шского залива // Материалы по комплексному изучению Белого моря. 1957. Вып. 1. С. 90–104.
- Гемп А. Г. Водоросли Белого моря. 1933.
- Гемп К. П. Сырьевые запасы морских водорослей и трав и перспективы дальнейшего развития их промысла в Белом море. Труды всесоюзного совещания работников водорослевой промышленности СССР Т. 1. 1962.
- Гемп К. П. Водоросли морской части Мезенского залива Белого моря: отчёт о НИР / Сев.ПИНРО. 1966.
- Гемп К. П. Промысловые водоросли восточной части Онежского залива Белого моря: отчет о НИР / Сев.ПИНРО. 1967.

Гемп К. П., Бызова Л. Б. Растительность нерестилищ сельди // Труды Карельского отделения ГосНИОРХ. 1967. Т. 5. Вып. 2. С. 32–33.

Гошева Т. Д., Чуксина Н. А. Состояние запасов сельди в восточной части Онежского и Двинского заливах в 1966 г.: отчет о НИР / Сев.ПИПРО. 1966.

Кауфман З. С. Влияние нерестового субстрата на развитие икры рыб (сельди). Труды Карельского отделения ГосНИОРХ. 1967. Т. 5. Вып. 2. С. 28–31.

Михайловская А. А. Биология и промысел сельди Онежского залива // Материалы по комплексному изучению Белого моря. 1957. Вып. 1. С. 74–89.

Тамбовцев Б. М. Биология и современное состояние промысла Беломорских сельдей // Материалы по комплексному изучению Белого моря. 1957. Вып. 1. С. 44–73.

Шкляревич Г. А. Восстановление зарослей *Zostera marina* L. в Кандалакшском заливе Белого моря // Учёные записки Петрозаводского государственного университета. 2014. № 4. С. 13–18.

**О. В. Градов**  
**БЕЗЛИНЗОВАЯ МИКРОСКОПИЯ В ГИДРОБОТАНИКЕ**  
**O. V. Gradov**  
**VIDEO-ENHANCED MICROSCOPY FOR HYDROBOTANY**

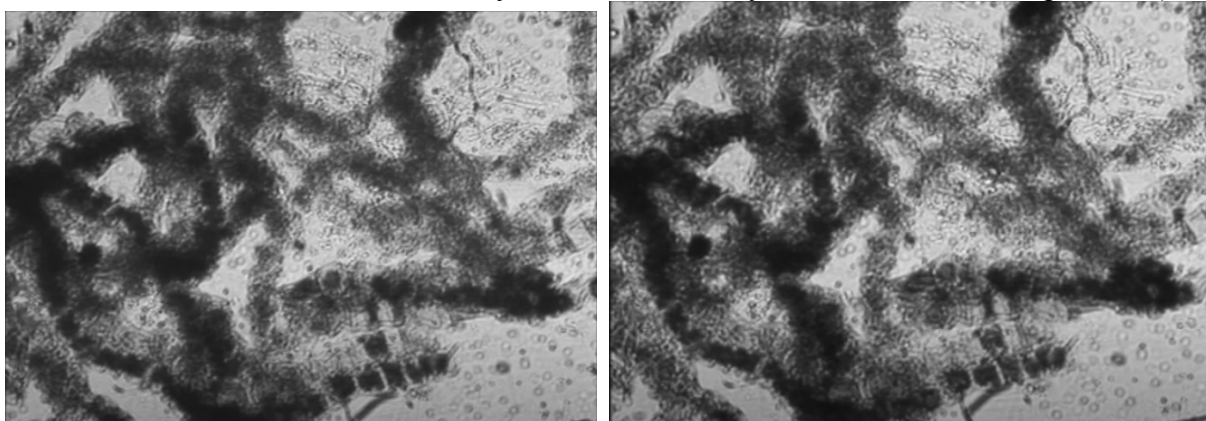
Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова. Отдел динамики химических и биологических процессов (ХимБио), Москва, Россия (Semenov Federal Research Center for Chemical Physics RAS, Moscow, Russia), gradov@chph.ras.ru

В основу данного доклада положен немецкоязычный препринт, выпущенный в CD-версии, в силу наличия видеоконтента, неизбежного в использовании динамической видеомикроскопии: «*Konjugation von Spirogyra unter dem Linsenlose Mikroskop (sexuelle forpflanzung)*» [2018–2019]. *Preprint*, за авторством докладчика. В данном видеоконтенте, доступном на видеоагрегаторе [https://www.youtube.com/playlist?list=PLevPe4oVIFgh5Q7bclKY\_n0I3m5fh3Gfe], на аккаунте Optical Microscopy Facilities (ICP / IBC MPSU), где ранее велись работы в указанном направлении, находится 37 видеороликов достаточной продолжительности для исследования на независимой программной платформе многоугловых резольвометрических характеристик LED-иллюминированного мультиспектрального безлинзового микроскопа на ПЗС (приборе с зарядовой связью) при съёмке спирогиры. Использован прибор авторской разработки 2009 г.

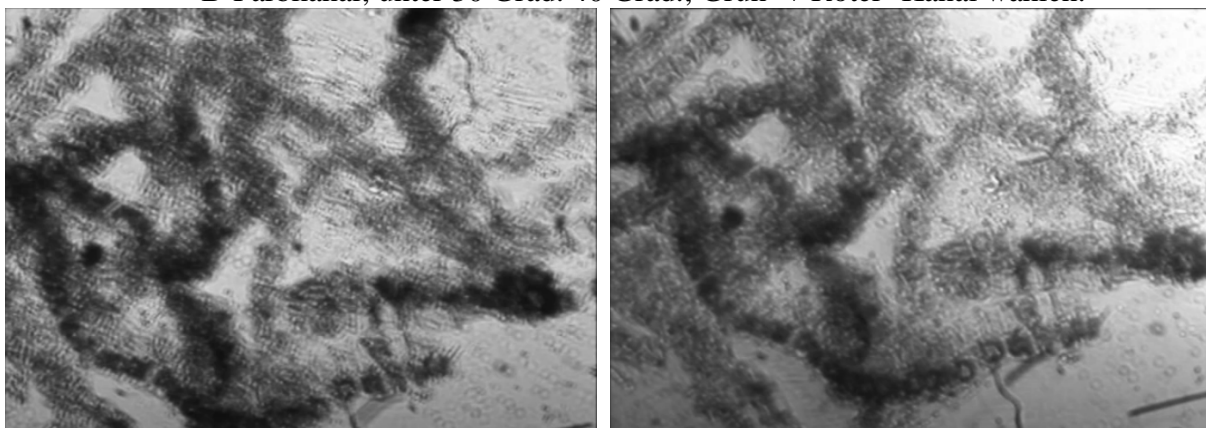
Также в основу данного доклада положен плейлист «Spirogyra („Schraubenalge“)\», который готовился в качестве источника CD-видеоконтента для немецкоязычного препринта «*Spirogyra Alge Unter Dem CCD Mikroskop (Linsenlose RGB-Mikroskop) herunterladen*» [2018–2019]. *Preprint*, за тем же авторством. Из данного репозитория на видеоагрегатор выложен лишь ограниченный спектр мультиспектральных видеорегиограмм (14 видеороликов), но, по сравнению с классическими спектрально-зональными RGB-LED-источниками и RGB фильтрами (или «мозаичными матрицами») Байера, а также RGB-колокализованными детекторами «Foveon X3», не представляет труда произвести резольвометрическое и контрастиметрическое сравнение этих характеристик при съёмке спирогиры. Неполный спектр вариаций многоугловых региограмм выложен в сети [https://www.youtube.com/playlist?list=PLevPe4oVIFghHxt-qp4FKjyGXsqB2YkgJ]. Особое внимание к спирогире в обоих случаях связано с тем, что она не исследовалась, особо – в динамике, методами безлинзовой микроскопии, хотя издавна неоднократно была исследована рядом методов микроскопии: аналоговой видеоусиленной микроскопии [Allen and Allen, 1982], фазово-контрастной микроскопии (Bolharno, 1968), или электронной микроскопии [Godward and Jordan, 1965; Godward and Mughal, 1973], и т.д. Впрочем, это не значит, что мы не имеем других экспериментальных данных в области использования технологий безлинзовой микроскопии в гидроботанике; однако мы решили сосредоточиться на группе образцов, на которых достаточно хорошо прослеживается переход между разными состояниями. Аргументируем необходимость использования безлинзовой микроскопии для

гидробиотических целей, исходя из параметров и преимуществ собственно безлинзового микроскопа как класса устройств.

Безлинзовый микроскоп, в общем случае, представляет собой компактное устройство либо встраиваемый компонент системы сбора гидробиологического материала, содержащий сенсоры типа прибора с зарядовой связью или КМОП-матрицы, адекватные используемым современной индустрией фото- и видео-техники. Его принципиальное отличие от любых иных микроскопов, в том числе – превышающих его по разрешающей способности исследовательских микроскопов со сменной оптикой, состоит в принципиальном отсутствии оптического тракта между образцом и детектором. Удобство безлинзового микроскопа в полевых исследованиях в гидробиологии и, в частности, гидробиотике, состоит в его компактности и нечувствительности к вибрациям, при прочих равных, делающее его более робастным, по сравнению даже с дешевыми упрощенными оптическими микроскопами, часто используемыми в полевых условиях. Второе удобство этого типа техники состоит в возможности создания распределенных мониторинговых сетей, так как в цифровых мониторинговых сетях (в том числе с ПО, подобным используемому для проведения вебинаров с выборочным доступом) и в аналоговых радиочастотных бродкастинговых системах трансляции ближнего диапазона (например – на 2.4 ГГц) возможно организовать сбор и анализ в реальном времени динамических гидробиологических данных: например – анализ репродукции водорослей и упрощенную оценку биомассы и динамики её прироста. Видовое разнообразие для планктона, водорослей, включая микроводоросли, и т.д., на наш взгляд, также может являться, в перспективе, предметом исследования в распределенных сетях безлинзовых микроскопов (здесь мы используем определение предмета гидробиотики *sensu lato*, подобно использовавшемуся не так давно Кузьмичёвым и Славгородским).



B-Farbkanal; unter 30 Grad. 40 Grad.; Grün- + Roter- Kanal wählen.



0 Grad.; Grün- + Roter- Kanal wählen 90 Grad.; Blau- + Roter- Kanal wählen.

На микрофото выше приведены изображения спирогиры, полученные при разных режимах проекционной микроскопии, отличающихся спектром источников и углом поворота отражателя – поляризатора. Можно видеть, что разрешающая способность устройства для



данного образца зависит, также, как и контраст изображения, от данных условий / режимов экспонирования. При других фотоколориметрических и рефрактометрических характеристиках водорослей, результат отличается, что говорит о возможности использования этих данных в физической таксономии.

Allen N. S., Allen R. D. Video-enhanced microscopy: better visibility of plant cell structures [*Spirogyra*, *Nitella translucens*, *Hordeum vulgare*] // Proceedings-meeting-Electron Microscopy Society of America (USA). 1982.

Bolharno H. Elements of endoplasmatic networks of *Selaginella martensii* (spring) and *Spirogyra* (link) plasma visible by phase contrast microscopy // *Protoplasma*. 1968. Vol. 65. №. 1–2. – P. 133.

Godward M.B., Jordan E.G. Electron microscopy of the nucleolus of *Spirogyra britannica* and *Spirogyra ellipsospora* // *Journal of the Royal Microscopical Society*. 1965. Vol. 84. №. 3. P. 347–360.

Godward M.B., Mughal S. Electron-microscopy of mitotic cells of *Spirogyra* and *Cladophora* // *Genetics*. 1973. Vol. 74. P. S96.

**Т. С. Григорова, Н. В. Зуева**  
**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УСТЬЕВОГО УЧАСТКА РЕКИ**  
**КОТОРОСЛЬ ПО БОТАНИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

**T. S. Grigorova, N. V. Zueva**  
**ECOLOGICAL STATE ASSESSMENT OF THE KOTOROSL RIVER MOUTH BY**  
**BOTANICAL INDICATORS**

Российский государственный гидрометеорологический университет, С.-Петербург, Россия  
(Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia),  
grigorova.tatjana1996@yandex.ru

В основу работы положены данные полевых обследований берегов и акватории р. Которосль в устьевой области протяженностью около 1,2 км (от моста до р. Волги), проведенные в 2016–2017 гг. (рис. 1). Полевые материалы собраны, систематизированы и обработаны по классическим методикам (Борисова, Богачёв, 2009). Станции водотока для определения макрофитных индексов представляли собой участки 100×100 м. Расчёт индексов произведён в соответствии с методиками, приведёнными в пособии (Зуева и др., 2019).



Рис. 1. Схема исследованного участка р. Которосль.

На исследованном устьевом участке р. Которосль было выявлено, что к водным макрофитам (группы экотипов настоящих водных и прибрежно-водных растений) данной акватории относятся 38 видов (39,2 % от общего состава). Большую часть флористического списка составляют виды, тяготеющие к местам временного и нормального увлажнения. Среди них 36 гигрофитов и 23 гигромезо- и мезофитов. Сопоставляя эти значения с данными о флоре малых рек Верхнего Поволжья (Бобров, 1999), которая представлена 216 видами, ручьев – 166



видами. Водная составляющая их равна 78 и 61 виду, соответственно. Поэтому можно сделать вывод об относительном флористическом богатстве этого отрезка реки.

Анализ встречаемости видов водных растений на водотоке показал, что наибольшее распространение получили *Alisma plantago-aquatica*, *Glyceria maxima*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton lucens*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Scirpus lacustris*, *S. radicans*. Они же принимают основное участие в зарастании русла реки.

Среди макрофитов, встреченных на исследуемом участке, содержатся индикаторы разных зон сапробности (Sladeczek, цит. по Кокин, 1982): от олиго- до  $\alpha$ -мезо (табл. 1). Однако преобладают индикаторы  $\beta$ -мезосапробности. Расчёт индекса Пантле–Букка подтверждает принадлежность устьевому участку реки к  $\beta$ -мезосапробной зоне, класс качества воды – 3, то есть умеренно загрязненная органическим веществом.

Таблица 1. Индикаторные виды устьевому участку р. Которосль в системе сапробности.

Вид	Сапробность
<i>Ceratophyllum demersum</i>	$\beta$ -мезо
<i>Eguisetum fluviatile</i>	Олиго
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	$\beta$ -мезо
<i>Nuphar lutea</i>	$\alpha$ -мезо
<i>Nymphaea candida</i>	$\beta$ -0
<i>Potamogeton pectinatus</i>	$\beta$ -мезо
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	$\beta$ -мезо
<i>Lemna minor</i>	$\beta$ -мезо
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	$\beta$ -0
<i>Spirodela polirrhiza</i>	$\beta$ -мезо

Для выявления уровня трофии водного объекта были использованы макрофитные индексы, такие как MTR (Mean Trophic Rank), MIR (Macrophyte Index for Rivers), IBMR (Indice Biologique Macrophytique en Riviere), МИМР (Макрофитный индекс для малых рек). Расчёт этих характеристик проведён для 28 станций водотока. Для индексов MTR и MIR представлен на рис. 2. Учитывая, что максимальные теоретические значения индексов могут составлять 100%, видно, что разброс значений относительно невелик. Так для MTR практически все станции попадают в диапазон «есть угроза эвтрофирования»–«органическое загрязнение»; MIR – от «слабого» до «хорошего» качества. Индекс IBMR устанавливает уровень трофии от «высокого» до «очень высокого», а МИМР характеризует качество вод в интервале от «умеренно грязных» до «очень грязных».

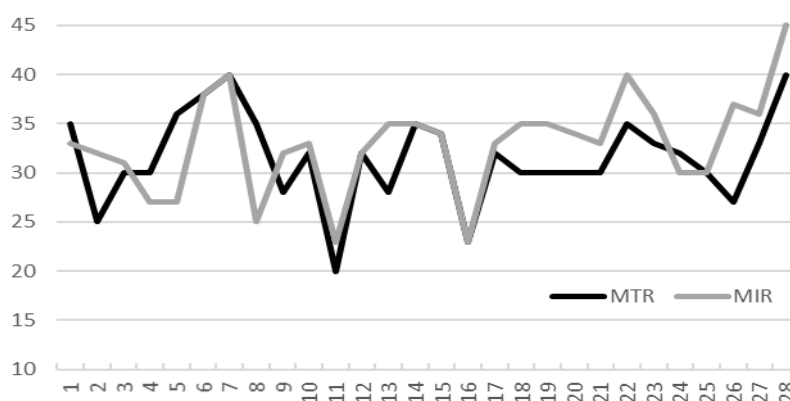


Рис. 2. Значения индексов MTR и MIR для станций устьевому участку р. Которосль.

Средние для всего исследованного отрезка реки значения следующие: MTR – 32 «есть угроза эвтрофирования», MIR – 33 «умеренное качество», IBMR – 8 «очень высокая трофия», МИМР – 8 «умеренно загрязненная».

Таким образом с помощью ботанических показателей устьевая область реки Которосль в целом оценивается как зона с высокой трофией и содержанием органических веществ. Данные результаты сопоставлены с гидрохимической оценкой выполненной Ярославским ЦГМС (Мониторинг..., 2020). Указывается, что воды реки в черте г. Ярославля относятся к категории «очень загрязненные», в них регулярно превышены ПДК для ХПК и азота аммонийного. То есть, водоток также признается загрязненным биогенными соединениями и органическим веществом. Следовательно экологическое состояние водотока неблагоприятное.

Бобров А. А. Флора и растительность водотоков Верхнего Поволжья. автореф. дис... канд. биол. наук. СПб., 1999. 20 с.

Борисова М. А., Богачёв В. В. Геоботаника: учеб. пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2009. 160 С.

Зуева Н. В., Алексеев Д. К., Куличенко А. Ю. и др. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах: учеб. пособие. СПб.: РГМУ, 2019. 140 с.

Кокин К. А. Экология высших водных растений. Изд-во МГУ, 1982. 158 с.

Мониторинг окружающей среды – Ярославский ЦГМС. Дата обращения: 23.09.2020.  
<https://www.yacgms.ru/monitoring-zagryazneniya-okruzhayushhej-sredy/>

**М. Ю. Григорьян<sup>1,2</sup>, А. А. Бобров<sup>3</sup>, П. А. Волкова<sup>3</sup>, Т. В. Неретина<sup>2,4</sup>, М. Д. Логачёва<sup>1,5</sup>**  
**ГЕНЕТИЧЕСКОЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБАЗИЕ *ISOËTES***

**(ISOËTACEAE) СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ**

**M. Yu. Grigoryan<sup>1,2</sup>, A. A. Bobrov<sup>3</sup>, P. A. Volkova<sup>3</sup>, T. V. Neretina<sup>2,4</sup>, M. D. Logacheva<sup>1,5</sup>**  
**GENETICAL AND MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF *ISOËTES* (ISOËTACEAE)**  
**FROM NORTH-EAST ASIA**

<sup>1</sup> Институт проблем передачи информации им. А. А. Харкевича РАН, Москва, Россия  
(Kharkevich Institute for Information Transmission Problems RAS, Moscow, Russia),  
maksim.grigoryan.1999@mail.ru

<sup>2</sup> Факультет биоинженерии и биоинформатики Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия (Faculty of Bioengineering and Bioinformatics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia)

<sup>3</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), lsd@ibiw.yaroslavl.ru, polina.an.volkova@gmail.com

<sup>4</sup> Беломорская Биологическая станция им. Н. А. Перцова Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия (Pertsov White Sea Biological Station, Biological Department, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia), nertata@wsbs-msu.ru

<sup>5</sup> Институт физико-химической биологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия (Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia), maria.log@gmail.com

Род *Isoëtes* (полушник) образует отдельный порядок Isoëtales и представлен малыми околотовидными разноспоровыми травами. Представители рода имеют сходную морфологию и в большинстве случаев неразличимы в полевых условиях. С этим связаны проблемы идентификации растений, а также неясность таксономического статуса многих видов. Один из регионов, где разнообразие полушников плохо изучено, – российский Дальний Восток. Дальневосточный *I. asiatica* Makino по макроскопическим признакам слабо отличим от циркумбореального *I. echinospora* Dureau, хотя генетически они обособлены по данным AFLP (Kim et al., 2009). Однако детальное изучение генетики и морфологии *I. asiatica* не

проводилось, что не позволяет ни объединить, ни разделить *I. asiatica* и *I. echinospora*. Также до сих пор не проверялась идентичность популяций *I. maritima* Underw. с российского Дальнего Востока и Дальнего Запада Северной Америки, которые раньше признавались за два вида – азиатский *I. beringensis* Kom. и собственно *I. maritima* в американской части.

Из-за распространённой аллоплоидизации среди видов *Isoëtes*, для филогенетических исследований используют распределение копий второго интрона LFY (Hoot et al., 2004), который достаточно изменчив между видами и содержит только две копии в диплоидном геноме (Hoot, Taylor, 2001).

Особое внимание было уделено микроскопическим признакам и пloidности анализируемых растений. В качестве контрольных *I. echinospora* были взяты популяции из Европейской России. Для полного представления о разнообразии копий интрона LFY в растениях, мы секвенировали участки длиной 500 пн на Illumina MiSeq.

Для всех образцов *I. asiatica* была найдена сильно отличная от других копия LFY, которая отсутствует у европейских и американских *I. echinospora*. Морфологических различий в строении спор между этими двумя видами нам обнаружить не удалось, однако мы заметили изменчивость скульптуры микроспор в популяциях *I. asiatica*. Образцы из Японии, Приморья отличались наличием шипов, тогда как для образцов с Курильских о-вов, Сахалина, из Магаданской области и с Камчатки были характерны гладкие микроспоры. У образцов из Якутии были микроспоры с шипиками, что сближает их с образцами *I. asiatica* из южной части Дальнего Востока.

Аллополиплоид *I. maritima* по генетическим признакам разделён на две группы. Набор копий первой группы включал копию *I. echinospora* и американского вида *I. bolanderi*. Такой набор соответствует американскому *I. maritima*, описанному ранее (Hoot et al., 2004). Вторая группа дальневосточного *I. maritima* содержала дополнительную копию, идентичную *I. asiatica*. Видимо, две группы *I. maritima* произошли от независимых скрещиваний *I. bolanderi* с *I. asiatica* и *I. echinospora*, соответственно. Вполне возможно, что результат скрещивания *I. bolanderi* с *I. asiatica* соответствует *I. beringensis*, на данный момент не имеющего видового статуса. Пока достоверных морфологических различий между *I. "beringensis"* и *I. maritima* не обнаружено, но очевидно, что исследованного материала недостаточно для окончательного заключения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (19-04-01090-а).

Hoot S. B., Napier N. S., Taylor W. C. Revealing unknown or extinct lineages within *Isoëtes* (Isoëtaceae) using DNA sequences from hybrids // American Journal of Botany. 2004. Vol. 91. N 6. P. 899–904.

Hoot S. B., Taylor W. C. The utility of nuclear ITS, a LEAFY homolog intron, and chloroplast atpB-rbcL spacer region data in phylogenetic analyses and species delimitation in *Isoëtes* // American Fern Journal. 2001. Vol. 91. N 3. P. 166–177.

Kim C. Na H. R., Shin H., Choi H. K. Systematic evaluation of *Isoëtes asiatica* Makino (Isoëtaceae) based on AFLP, nrITS, and chloroplast DNA sequences // Journal of Plant Biology. 2009. Vol. 52. N 6. 501.

**В. С. Гришина, А. Н. Ефремов**  
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ ЭПИДЕРМЫ ЛИСТА ВИДОВ РОДА**  
***HYDROCHARIS* L. (HYDROCHARITACEAE JUSS.)**  
**V. S. Grishina, A. N. Efremov**  
**COMPARATIVE MORPHOLOGY OF LEAF EPIDERM OF THE GENUS**  
***HYDROCHARIS* L. (HYDROCHARITACEAE JUSS.)**

Омский государственный педагогический университет, Омск, Россия (Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russia), nika.grishina2011@yandex.ru

В монографии, посвященной ревизии рода *Hydrocharis* L., С. D. К. Cook и К. Löönd (1982) предлагают использовать наличие устьиц в качестве диагностического признака,

однако описание морфологии эпидермы листа дается лишь в первом приближении. В связи с этим целью явилось изучение особенностей эпидермы листовой пластинки видов рода *Hydrocharis*. Ранее специальное исследование устьичного аппарата было выполнено R. Shinobu (1954) лишь для *H. dubia*. Род *Hydrocharis* L. включает три географически изолированных вида: центральноафриканский *Hydrocharis chevalieri* (De Wild.) Dandy, азиатский *H. dubia* (Blume) Backer и европейскосибирский *H. morsus-ranae* L. *Hydrocharis morsus-ranae* и *H. dubia* к настоящему времени сформировали обширные вторичные ареалы (Cook, Löönd, 1982).

Таблица. Основные показатели эпидермы видов рода *Hydrocharis*.

Показатель	Тип эпидермы	Тип клетки	<i>Hydrocharis chevalieri</i>	<i>Hydrocharis dubia</i>	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>
Площадь клетки	НЭ	ЗК	141±21	190±31	NA
Периметр клетки	НЭ	ОК	95±34	100±36	186±57
		ЗК	62±5*	82±7*	NA
Коэффициент формы	ВЭ	ЗК	0,50±0,06	0,41±0,05	0,38±0,05
	НЭ	ЗК	0,46±0,04	0,36±0,05	NA
Наибольший диаметр клетки	ВЭ	ЗК	24±2	27±3	27±2
	НЭ	ОК	24±7	28±8	44±10
		ЗК	27±2*	36±3*	NA
Наименьший диаметр клетки	НЭ	ОК	15±5	15±6	27±7
	НЭ	ЗК	3,5±0,5	4,3±0,7	NA
Степень округлости	ВЭ	ЗК	0,28±0,04	0,23±0,04	0,20±0,04
	НЭ	ЗК	0,29±0,04	0,24±0,04	NA
Коэффициент заполнения	ВЭ	ОК	0,86±0,06	0,81±0,07	0,81±0,07
		ЗК	0,85±0,06	0,77±0,07	0,78±0,07
	НЭ	ОК	0,75±0,07	0,81±0,08	0,89±0,05
		ЗК	0,78±0,05	0,67±0,08	NA
Устьичный коэффициент	ВЭ	—	80±20	50±10	70±10
	НЭ	—	72±8*	7±3*	0
Примечание: НЭ – нижний эпидермис; ВЭ – верхний эпидермис; ОК – основные клетки эпидермы; ЗК – замыкающие клетки устьиц; NA – данные отсутствуют. Величины, имеющие статистически достоверные различия при $p > 0,95$ отмечены «*».					

Анатомический анализ эпидермы листа проведён на фиксированном (70%-ный водный раствор этанола) материале: *H. chevalieri* (Камерун), *H. dubia* (Хабаровский край, Россия) и *H. morsus-ranae* (Омская и Московская области, Россия). В качестве фонового красителя для окраски микропрепаратов использовался метиленовый синий. Описание эпидермы проведено по классификации, предложенной Н. А. Анели (1975). Микрофотографии выполнены фотокамерой «Canon PowerShot 640 (E)» (Китай) на базе цифрового микрокомплекса «Микмед-2-1600». Для анализа морфологических показателей использовалось программное обеспечение ImageJ. Количество выполненных измерений в зависимости от параметра составило от 35 до 351. Определение показателей проводилось при помощи функции Analyze Particles для верхней (далее по тексту – ВЭ) и нижней (далее – НЭ) эпидермы с предварительной подготовкой изображения и отсеиванием ложных определений путем фильтрации по площади. Анализировались следующие показатели основных клеток эпидермы и замыкающих клеток устьиц: площадь клетки (*area*); периметр (*perim*); наибольший (*feret's diameter*) и наименьший (*minimum feret's diameter*) диаметры; коэффициент формы (*circularity*, отражает «вытянутость формы» объекта, рассчитывается по формуле:  $4\pi S/P^2$ ); степень

округлости (*roundness*, рассчитывается по формуле:  $4S/\pi l^2$ , где  $l$  – наибольший диаметр вписанного эллипса); коэффициент заполнения (*solidity*, рассчитывается по формуле:  $S/Sc$ , где  $Sc$  – площадь описанного многоугольника) (ImageJ, 2000). Статистический анализ проводился с использованием Gretl. Результаты приведены в таблице, включены только показатели, различающиеся у исследованных видов.

У *H. chevalieri* клетки ВЭ листа являются кривостеночными 1-ого порядка (обладают слабоизвилистой клеточной стенкой). Основные клетки НЭ имеют более извилистую клеточную стенку (кривостеночные 1–2 порядка). Обратная ситуация наблюдается у *H. dubia* и *H. morsus-ranae*: основные клетки ВЭ обладают более извилистой стенкой, чем клетки НЭ. Клетки ВЭ *H. dubia* относятся к кривостеночным 1–2 порядка, тогда как НЭ – к кривостеночным 1-ого порядка. Наиболее извилистой клеточной стенкой обладают основные клетки ВЭ *H. morsus-ranae* (кривостеночные 2-ого порядка). Основные клетки НЭ у *H. morsus-ranae* имеют более гладкую клеточную стенку в сравнении с остальными видами и относятся к типу гнутостеночных.

По таким показателям как коэффициенты формы и округлости у основных клеток эпидермы значимых межвидовых различий не обнаружено. Установлено, что у всех видов значения коэффициент формы выше у клеток ВЭ (клетки более округлые) по сравнению с клетками НЭ в среднем на 30 %. По показателям максимального и минимального диаметра основные клетки НЭ *H. morsus-ranae* превосходят клетки ВЭ, а также два других вида в 1,9 раза. Коэффициент заполнения у *H. chevalieri* выше для ВЭ на 13 %, в то время как у *H. dubia* заметных различий не наблюдается, а у *H. morsus-ranae* этот показатель выше для клеток НЭ на 9 %.

Тип устьичного аппарата ВЭ и НЭ одинаков у всех исследованных видов: парацитный дисектный. Замыкающие клетки устьица – чечевицевидные равноутолщенные. Тип расстановки разнонаправленный. Наблюдаются устойчивые отличия в ВЭ и НЭ у всех исследованных видов

Геометрии клеток эпидермы и количество устьиц связаны с особенностями экспонирования листовой пластинки у гелофитного *H. chevalieri* (только надводные листья) и гидатофитных *H. morsus-ranae* (имеет исключительно плавающие листья) и *H. dubia* (обнаруживаются листья обоих типов). R. Shinobu (1954) предполагает, что устьица на НЭ плавающих листьев являются рудиментарными образованиями. В то же время наличие устьиц в ВЭ и НЭ листа воздушных листьев *H. dubia* может являться результатом повторной адаптации к воздушной среде обитания.

Анели Н. А. Атлас эпидермы листа. Тбилиси: Мецниереба, 1975. 110 с.

Cook C. D. K., Lüönd R. A revision of the genus *Hydrocharis* (Hydrocharitaceae) // Aquatic Botany. 1982. Vol. 14. P. 177–204.

Shinobu R. Studies on the stomata of *Hydrocharis* // Botanical Magazine. Tokyo. 1954. Vol. 67. P. 73–77.

ImageJ User Guide IJ 1.46r. Режим доступа: <https://imagej.nih.gov/ij/docs/guide/146-30.html#sub:Set-Measurements> (дата обращения 15.06.2020).

**О. Г. Гришуткин**  
**ВОДНЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ НА БОЛОТАХ ЛЕСОСТЕПИ**  
**ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

**O. G. Grishutkin**  
**AQUATIC VASCULAR PLANTS IN THE FOREST-STEPPE SWAMPS OF THE**  
**EUROPEAN PART OF RUSSIA**

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), grog5445@yandex.ru

Флора и растительность болот в лесостепи Европейской части России в целом остается исследованной недостаточно. В основном, имеются данные по отдельным регионам (Волкова, 2019; Благовещенский, 2009; Бакин, 2009), в то время как обобщающих работ для данной природной зоны не имеется.

Исследования растительности болот лесостепи европейской части России проводились нами с 2010 по 2019 гг. В результате работ было обследовано 416 болот 11 регионов. На болотах зафиксировано 63 вида водных растений, из которых 18 являются собственно водными, 26 – прибрежно-водными, 19 – водно-болотными. Результаты исследований занесены в таблицу.

Таблица. Распределение находок водных растений на болотах по лесостепным регионам.

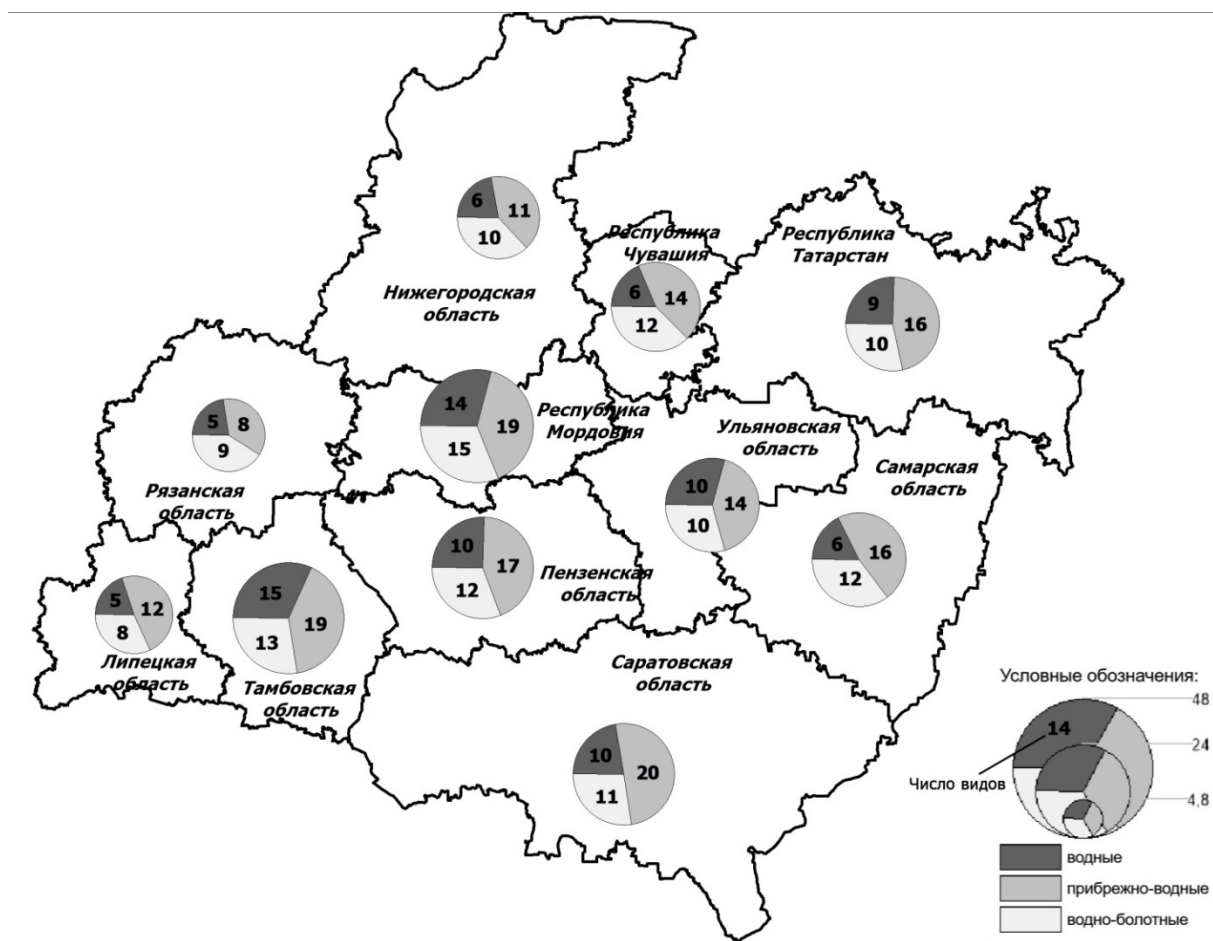
	Число изученных болот	Водные		Прибрежно-водные		Водно-болотные	
		Число видов	Число встреч	Число видов	Число встреч	Число видов	Число встреч
Липецкая	6	5	7	12	26	8	17
Рязанская	11	5	8	8	19	9	34
Тамбовская	40	15	65	19	152	13	125
Нижегородская	18	6	16	11	37	10	47
Мордовия	108	14	65	19	133	15	264
Пензенская	41	10	34	17	118	12	126
Саратовская	25	9	18	20	88	11	62
Чувашия	99	6	19	14	115	12	202
Ульяновская	27	10	29	14	58	10	75
Татарстан	22	9	45	16	109	10	78
Самарская	19	6	25	16	62	12	71

Собственно водные растения на болотах встречаются довольно редко. Наиболее часто из них отмечаются *Lemna minor* и *Utricularia vulgaris*, которые являются весьма обычными видами для болотных экосистем. Как и остальные водные виды, они приурочены преимущественно к зарастающим озерцам и окнам, однако часто встречаются и вне их – по понижениям с водой, между кочек и т.д., в сообществах с болотными видами.

Прибрежно-водные растения на болотах встречаются весьма часто, однако очень редко доминируют в растительных ассоциациях. Наиболее обычны следующие виды: *Alisma plantago-aquatica*, *Glyceria maxima*, *Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Typha latifolia*.

Водно-болотные виды на болотах встречаются весьма часто, некоторые из них нередко доминируют в растительных сообществах: *Carex acuta*, *Carex rostrata*, *Equisetum fluviatile*, *Phragmites australis*, *Scirpus sylvaticus*. Встречаются повсеместно, в любых частях болота – от зарастающих озёр до весьма сухих участков на окраинах.

На рис. изображено число водных видов, отмеченных в исследованных регионах.



Наибольшее число видов отмечено, как и следует ожидать, в наиболее исследованных регионах. О каких-то закономерностях говорить рано, но в целом прослеживается тенденция увеличения числа видов прибрежно-водных растений и их доли относительно водных и водно-болотных от севера к югу. Так, максимальное число видов прибрежно-водных растений отмечено в Саратовской области, несмотря на, в целом, небольшое число обследованных болот.

Наибольшее число собственно водных растений отмечено в Тамбовской области и Республике Мордовия. Это связано не только с большим количеством обследованных болот, но и с широким охватом разнообразных ландшафтов – от верховых болот эоловых котловин до пойменных болот на месте бывших стариц. Максимальное количество отмеченных водно-болотных видов приходится на эти же регионы, максимальная же доля среди прочих групп водных растений приходится на Рязанскую, Нижегородскую и Самарскую области.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИБВВ РАН (тема №АААА-А18-118012690095-4)

Бакин О.В. Флора сосудистых растений болот Татарстана // Ученые записки Казанского государственного университета. Естественные науки. Казань, 2009. Т. 151, кн. 2. С. 197–211.

Благовещенский И.В. Структура растительного покрова, систематический, географический и эколого-биологический анализ флоры болотных экосистем центральной части Приволжской возвышенности. Дисс. ... доктора биол. наук. Ульяновск, 2006. 495 с.

Волкова Е.М. Флора сосудистых растений болот Среднерусской возвышенности // Ботанический журнал. 2019. Т. 104. № 10. С. 1514–1527.

Н. Ю. Груданов<sup>1,2</sup>, Е. Ю. Петрова<sup>1</sup>, А. С. Третьякова<sup>1,2</sup>  
ГИДРОФИЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ УРБАНОФЛОР КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ  
(СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН)

N. Yu. Grudanov, Ye. Yu. Petrova, A. S. Tretyakova  
THE HYDROPHILIC COMPONENT OF URBANIZED FLORA IN KOSTANAY REGION  
(NORTH KAZAKHSTAN)

<sup>1</sup> Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия (Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia), petrova\_yekaterina@mail.ru

<sup>2</sup> Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия (Botanical Garden, Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia), nickolai.grudanoff@yandex.ru

Изучен гидрофильный компонент флоры городов Костанайской области (Республика Казахстан) – Костанай, Аулиеколь и Житикара, включающий водные и воздушно-водные растения, а также виды, произрастающие у уреза воды (Папченков, Щербаков, Лапилов, 2003).

Город Костанай (53°12' с.ш., 63°38' в.д.) – административный центр Костанайской области, расположенный на северо-западе Казахстана (площадь составляет 240 км<sup>2</sup>, численность населения около 232 тыс. человек). Аулиеколь (52°22' с. ш. 64°07' в. д.) – поселок городского типа (население 11,2 тыс. человек) расположен в центральной части Костанайской области, в пределах Тургайского плато. Город Житикара (52°11'27" с. ш. 61°12'02" в. д.) расположен в юго-западной части Костанайской области (площадь 7,3 км<sup>2</sup>, население 34,8 тыс. человек).

Гидрофильный компонент рассматриваемых урбанофлор представлен 75 видами сосудистых растений, 54 родами и 30 семействами. Наиболее богаты видами следующие семейства: *Polygonaceae* (8 видов), *Poaceae* и *Asteraceae* (по 6 видов), *Apiaceae*, *Cyperaceae* и *Salicaceae* (по 5 видов, соответственно). Бедность гидрофильного компонента урбанофлоры может быть вызвана небольшим разнообразием водоёмов на городских территориях.

Наибольшее число видов отмечено в составе гидрофильного компонента урбанофлоры Костаная (49 видов), а для городов Житикары и Аулиеколя отмечено почти одинаковое число видов (35 и 33 вида, соответственно).

Только 11 видов встречаются в водоёмах на территории всех изученных городов. Это широкоареальные евразийские плюризональные виды из групп гело- и гигрофитов: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha angustifolia* L., *Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt) T. V. Egorova, *Agrostis stolonifera* L., *Lycopus europaeus* L., а также гигромезофитов: *Juncus compressus* Jacq., *Salix triandra* L., *Solanum kitagawae* Schonbeck-Temesy и др.

Группа дифференциальных видов, встречающихся в урбанофлоре только одного города, более многочисленна и насчитывает 44 вида. В частности, на территории г. Аулиеколя встречается 10 видов: в солончатых озёрах произрастает *Stuckenia pectinata* (L.) Börner, а среди прибрежно-водных растений встречаются такие галофиты, как *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Rumex marschallianus* Rechb.

Специфичный компонент урбанофлоры Житикары включает 12 видов, например, такие как *Ceratophyllum submersum* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Myriophyllum sibiricum* Kom., *Potamogeton lucens* L., *Potamogeton trichoides* Cham. et Schltdl., *Sium latifolium* L., *Scutellaria galericulata* L.

Наибольшее число специфичных видов (22 вида) отмечено в урбанофлоре г. Костаная. Среди них пресноводные виды, ареалы которых в Северном Казахстане ограничены реками *Typha latifolia* L., *Cenolophium denudatum* (Fisch. ex Hornem.) Tutin, *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Juncus bufonius* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid., *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre, *Persicaria hydropiper* (L.) Delarbre, *Lysimachia vulgaris* L., *Salix × fragilis* L., *Salix viminalis* L., *Veronica anagallis-aquatica* L., *Calamagrostis pseudophragmites* (Haller f.) Koeler, *Solanum dulcamara* L.

Наличие большого числа дифференциальных видов обеспечивает крайне низкий уровень сходства видового состава гидрофильных компонентов исследуемых урбанофлор –



коэффициент Жаккара ( $K_j$ ) изменяется в пределах от 0,28 до 0,30. Высокое своеобразие видового состава водных и прибрежно-водных растений может быть связано с различием типов водных местообитаний и степенью минерализации водоёмов на обследованной территории. Водные сообщества в Костаное связаны с поймой наиболее опресненной реки Тобол. Ландшафтной особенностью Аулиеколя является сеть озёр естественного происхождения, расположенных в пределах города: озёра бессточные, солёные и горько-солёные, мелкие озёра пересыхающие. По территории города Житикары протекает река Шортанды и имеется малый небольшой искусственный водоём (пруд).

Папченков В. Г., Щербаков А. В., Лапиров А. Г. Основные гидробиологические понятия и сопутствующие им термины // Гидробиология: методология и методы: Материалы Школы по гидробиологии. Рыбинск: Рыбинский дом печати. 2003. С. 27–38.

**Т. Дьяченко, Л. Гулейкова, А. Гупало, Т. Дворецкий, А. Морозова**  
**ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИИ ВОДЯНОГО ОРЕХА (*TRAPA NATANS* L. s. l.) ВЕРХНЕЙ**  
**ЧАСТИ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ВЛИЯНИЕ ЕГО ЗАРОСЛЕЙ НА**  
**РАЗВИТИЕ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ**

**T. Diachenko, L. Guleikova, A. Gupalo, T. Dvoretiskij, A. Morozova**  
**THE WATER NUT (*TRAPA NATANS* L. s. l.) POPULATION DYNAMICS ON THE UPPER**  
**PART OF THE KIEV RESERVOIR AND THE INFLUENCE OF IT'S GROWS ON THE**  
**DEVELOPMENT OF THE FISH POPULATION**

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, Украина (Institute of hydrobiology of Ukrainian NAS, Kiev, Ukraine), t\_dyachenko@ukr.net

В последние десятилетия актуальна проблема экспансии водяного ореха *Trapa natans* L. s.l. (вида, внесенного в Европейский Красный список и Красные книги ряда государств, охраняемого Бернской Конвенцией) на верхние участки днепровских водохранилищ, особенно верхнего в каскаде – Киевского. Сообщества *Trapa natans* Kárpáti 1963 практически полностью заняли мелководья, вытесняя иные водные растения. Биомасса кормового зообентоса в сообществах ореха в 8–1800 раз ниже, чем на незаросших участках, намного ниже здесь и содержание растворенного в воде кислорода (Курганский, Бузевич, 2014), что создает неблагоприятные условия для нагула молоди рыб, приводит к заморным явлениям и сокращению уловов (Hummel, Finley, 2000).

Для изучения проблемы в июле 2019 г. в верхней части Киевского водохранилища, на участках с разной степенью и характером зарастания были проведены полевые исследования. Определялись площади зарастания плейстофитами (по имеющимся в открытом доступе космическим снимкам с использованием данных спектральных каналов, нормализованного вегетационного (NDVI) и нормализованного водного (NWI) индексов). Гидрохимический режим, развитие зоопланктона и молоди рыб изучались в зарослях ореха, на их границе и на чистоводье. Пробы воды отбирали из поверхностного горизонта, в пробах зоопланктона исследовались представители трех основных групп: коловратки (класс Eurotatoria, п/класс Monogononta), ветвистоусые (класс Branchiopoda, ряд Cladocera) та веслоногие ракообразные (класс Crustacea). Уловы молоди рыб проводились на мелководьях (до 2,5 м) ихтиологическим сачком, мальковой ловушкой Долинского и мальковой волокушей. Отборы проб и дальнейшее определение осуществлялись по общепринятым в гидрохимической (Алекин, 1971), гидробиологической и ихтиологической (Методы..., 2006) практике методикам.

До зарегулирования Днепра водяной орех был отмечен только в верхнем и нижнем его течении (Афанасьев, 1951; Зеров, 1976). В первые годы существования водохранилищ из-за несформированности биотопов орех в них практически не развивался (Корелякова, 1982). Со временем на верхних участках и в местах впадения боковых притоков, в связи с замедлением

течения в условиях подпора, отложением аллювия и последующим массовым зарастанием мелководных акваторий, начались процессы вторичного поймообразования (Зимбалеvская и др., 1987). Происходило формирование поймы дельтового типа с преобладанием воздушно-водной и растительности с листьями, плавающими на поверхности воды (Мальцев, Зуб, 1987). В последние годы оптимальные условия для развития водяного ореха объясняются значительным сокращением стока Днепра и аномально высокими температурами в вегетационный сезон. В конце 80-х гг на верхних (речной и водохранилищно-речной геоботанические районы) участках Киевского водохранилища уже отмечались процессы заболачивания. Заросли воздушно-водной и плавневой растительности занимали около 42 км<sup>2</sup>, плейстофитов, представленных, в основном, сообществами кубышки (*Nuphar lutea* (L.) Smith) – 6,5 км<sup>2</sup>, погруженной растительности – 21,5 км<sup>2</sup> (Клоков, Карпова, Дьяченко и др., 1987). К 2015 г площадь наземных биотопов составила 183, биотопов, занятых воздушно-водной и плавневой растительностью – 142, чистоводий и участков с погруженной растительностью – 176 км<sup>2</sup>, растительности с плавающими листьями, состоящей, главным образом, из ценозов кубышки и водяного ореха – 104 км<sup>2</sup> (Зуб, Томченко, 2015). Работа со снимками 2019 г показала, что площади плавневой растительности значительно не изменились, произошло дальнейшее сокращение площади чистоводий и погруженной растительности – 162 км<sup>2</sup> и увеличение до 121 км<sup>2</sup> зарослей плейстофитов. Согласно информации, полученной с БПЛА, до 90% их составляют сообщества водяного ореха.

На изучаемом участке отмечается значительный дефицит растворенного кислорода: 3,28 мг/дм<sup>3</sup> (39,5 % насыщения) на чистоводье, 1,62 мг/дм<sup>3</sup> (17,7% насыщения) – в зарослях ореха. Кислородный режим участка формируется под действием богатой гуминовыми веществами воды р. Припять, содержащей мало кислорода, большая часть которого идет на окисление поступающих или образующихся здесь органических и биогенных веществ.

Количество зарегистрированных таксонов (67 видов), показатели численности (от 21,43 на чистоводье и до 3002,71 тис. экз/м<sup>3</sup> в зарослях), биомассы (от 0,09 до 69,53 г/м<sup>3</sup>) и структурной организации характерного для водохранилищ доминирующего комплекса зоопланктона, свидетельствуют о развитии богатой кормовой базы для рыб, особенно в зарослях высшей водной растительности, в том числе и водяного ореха.

Проведённые ихтиологические исследования показали наличие на участке 9 видов молоди рыб из трёх семейств – 6 видов карповых, 1 – окуневых и 2 – бычковых. Заросли ореха – удобный субстрат для нереста порционно-нерестящихся видов рыб и нагула их ранней молоди. Вместе с тем, критически низкое содержание растворённого в воде кислорода создаёт неблагоприятные условия для рыб в возрасте 0+ и 1+. Экспансия водяного ореха может привести к смене структуры сообществ рыбной молоди и их численности за счет уменьшения нагульных акваторий и возможности заморных явлений в летний период.

Для восстановления рыбных ресурсов зарастание мелководий не должно превышать 30–50%, излишки фитомассы следует изымать. Для чего в Положении про Красную книгу следует предусмотреть более активный подход (вплоть до разумного вмешательства) к охране.

Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 270 с.

Афанасьев Д. Я. Геоботаничний нарис нижньодніпровських плавнів // Ботан. журн АН УРСР. 1951. Т. 8, № 2. С. 3–23.

Зеров К. К. Формирование растительности и зарастание водохранилищ Днепровского каскада. Киев: Наук. думка, 1976. 140 с.

Зимбалеvская Л. Н., Плигин Ю. В., Хороших Л. А. и др. Структура и сукцессии литоральных биоценозов днепровских водохранилищ. Киев: Наук. думка, 1987. 204 с.

Зуб Л. Н., Томченко О. В. Оценка трансформации водно-болотних угодий с использованием космической информации дистанционного зондирования Земли (на примере Киевского водохранилища) // Гидробиол. журн. 2015. Т. 51, №6. С. 29–40.

Клоков В. М., Карпова Г. А., Дьяченко Т. Н. и др. Особенности становления растительного покрова равнинного водохранилища с большой долей мелководий (на примере Киевского водохранилища) // Влияние водохранилищ на водно-земельные ресурсы. Тез. Докладов науч.-практич.координационного совещан. 27–28 мая 1987 г. Пермь: б.и. 1987. С. 98–100.

- Корелякова И. Л. Растительность днепровских водохранилищ. Автореф. дис. д.б.н. Кишинев, 1982. 42 с.
- Курганський С. В., Бузевич О. А. Вплив розвитку водяного горіха (*Trapa natans*) на умови нагулу молоді риб Київського водосховища. Рибогосподарська наука України. №2. 2014. С. 5–13.
- Мальцев В. И., Зуб Л. Н. Роль зарастания в процессах развития речной дельты в крупном равнинном водохранилище (на примере Каховского водохранилища) // Влияние водохранилищ на водно-земельные ресурсы. Пермь: б.и. 1987. С. 96–98
- Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. К.: ЛОГОС, 2006. 408 с.
- Hummel M., Findlay S. Effects of water chestnut (*Trapa natans*) beds on water chemistry in the tidal freshwater Hudson River // Hydrobiologia. 2006. 559. P. 169–181.

**Н. В. Евсеева**

**ДИНАМИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКРОФИТОБЕНТОСА В СВЯЗИ С  
ИЗМЕНЕНИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЮЖНЫХ  
КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ**

**N. V. Evseeva**

**DYNAMICS OF MACROPHYTOBENTOS DISTRIBUTION IN ASSOCIATION WITH  
WATER TEMPERATURE OF THE SOUTH KURIL COASTAL ZONE**

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Москва, Россия (Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow,  
Russia), evseeva@vniro.ru

Регулярный мониторинг прибрежных биоценозов позволяет вовремя отметить изменения в структуре и распределении ценопопуляций и выявить возможные причины. В последние годы произошли изменения в распределении некоторых массовых видов, прежде всего, видов рода *Desmarestia* и сем. Laminariaceae.

В районе южных Курильских островов встречаются 4 вида рода *Desmarestia*: *D. ligulata* (Stockh.) Lam., *D. intermedia* P. et R., *D. kurilensis* Yamada, *D. viridis* (Müll.) Lam. (Перестенко, Заходнова, 2008) Десмарестия курильская отмечается редко, заметных поселений не образует. 3 других вида встречаются часто, образуют значительные поселения и вносят существенный вклад в функционирование прибрежных биоценозов. В течение последних 10 лет *D. ligulata*, некогда широко распространенная в прибрежной зоне, стала отмечаться реже. её встречаемость снизилась с 68% до 0,7%. При этом в прибрежной зоне островов появилась холодноводная *D. intermedia*, обитающая севернее (Клочкова и др., 2009). Встречаемость *D. intermedia* в 2015 г. в прибрежной зоне о. Шикотан выросла до 22,4%, хотя в 2006 г. она насчитывала всего 2,6%. Встречаемость *D. viridis* тоже значительно варьирует по годам, от 27–37% в 2005–2009 гг. до 17–18%. в 2014–2015 гг.

Вероятной причиной изменений может быть наступающий период похолодания воды (Котенев и др., 2014), который продолжался с 1987–1988 гг. Мониторинг температуры поверхности Охотского моря за двадцатилетний период (1998–2017 гг.) показал, что результатом изменения климата в данном бассейне является снижение температуры верхнего слоя вод в зимне-весенний период от 0,5 до 1,5 С за 10 лет (Ложкин, Шевченко, 2019). Преобладание снижения температуры поверхности моря, хотя и менее выраженное, отмечено также зимой и осенью, и в целом по всему году.

Влияние температуры воды на сокращение ареала *D. ligulata* вполне объяснимо хорологическими характеристиками вида. Она является бореально-субтропическим видом и предпочитает теплые районы. Тогда как *D. intermedia* – широкобореальный вид, наоборот, расширяет свой ареал на юг.

Наиболее заметные изменения в распределении ламинариевых водорослей отмечены в прибрежной зоне о. Итуруп, который расположен на границе верхне- и нижнебореальной подзон. Теплое течение Соя омывает юго-западную часть острова (Власова и др., 2008), поэтому флора южной и северной частей различны. Высокобореальный вид *Cymathoere*

*triplicata* (P. et R.) J. Ag. распространен на средних Курильских островах и только дважды был отмечен на севере о. Итуруп (Евсеева, 2009). В 2019 г. поселения циматеры были встречены в центральной (м. Пржевальского–м. Угольный) и южной (зал. Доброе начало) частях острова. Заросли имели плотность 20,2 (8,4–32) экз./м<sup>2</sup> и биомассу 3,1 (0,3–5,9) кг/м<sup>2</sup>.

Сходные процессы отмечены для широкобореального *Arthrothamnus kurilensis* Rupr., который ранее отмечался только в северной части залива Простор и на океанском побережье. В 2019 г. он был встречен на всех участках залива Простор, включая южные. Плотность поселений составляла 1,8 (до 9,6) экз./м<sup>2</sup>, а биомасса 0,4 (до 1,9) кг/м<sup>2</sup>.

Охотоморская сторона о. Итуруп является основным районом обитания эндемичного краснокнижного вида *Cymathaere fibrosa* Nagai (Евсеева, 2009), где она образует мощные заросли с запасом до 30 тыс. т. Она приурочена к верхнебореальной подзоне и ранее никогда не встречалась южнее о. Итуруп. В 2019 г. единичные растения были найдены в зал. Спокойный на океанской стороне о. Кунашир.

Таким образом, снижение температуры воды Охотского моря способствовало более активному расселению холодноводных видов в акватории южных Курильских островов.

Власова Г.А., Васильев А.С., Шевченко Г.В. Пространственно-временная изменчивость структуры и динамики вод Охотского моря. М.: Наука, 2008. 355 с.

Евсеева Н.В. Макрофитобентос прибрежной зоны южных Курильских островов: состав, распределение и ресурсы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва: ВНИРО, 2009. 22 с.

Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Т. 1. Петропавловск-Камчатский, 2009. 217 с.

Котенев Б.Н., Кровнин А.С., Масленников В.В., Мордасова Н.В. О будущем состоянии популяций массовых гидробионтов в биопродуктивных районах // Тр. ВНИРО. 2014. Т. 152. С. 209–247.

Ложкин Д. М., Шевченко Г. В. Тренды температуры поверхности Охотского моря и прилегающих акваторий по спутниковым данным 1998–2017 гг. // Исследование земли из космоса. 2019. № 1. С. 55–61.

Перестенко Л.П., Заходнова Т.А. Род *Desmarestia* (Phaeophyta, Desmarestiaceae) в дальневосточных морях России // Ботанический журнал. 2008. Т. 93, № 7. С. 1112–1127.

**Д. Ю. Ефимов, Л. А. Ефимова**

## **МАКРОФИТЫ ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ВОДОЁМОВ НА ЮГО-ЗАПАДЕ ТАЙМЫРА**

**D. Yu. Efimov, L. A. Efimova**

## **MACROPHYTES OF TRANSFORMED WATER BODIES IN THE SOUTHWEST OF TAIMYR**

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), dnsfmv@gmail.com

На юго-западе полуострова Таймыр (север Красноярского края) расположен крупнейший в стране промышленный комплекс по добыче и обработке полиметаллических руд, который наряду с населенными пунктами и сопутствующей инфраструктурой, образует Норильский промышленный район (НПР). Значительные площади в пределах НПР и его окрестностей занимают многочисленные водоёмы – озёра, ручьи, старицы. Водоёмы, расположенные в пределах НПР, нередко граничат с хозяйственными и промышленными объектами.

Флора полуострова Таймыр изучалась многими исследователями. Наиболее интенсивные исследования озёр и приозерных ландшафтов Путорана, включая флористическое и геоботаническое направления начались с середины XX века (Москаленко, 1970; Юрцев и др., 1971; Водопьянова, 1975; Куваев, 1975; Мироненко, 1975; Кожевников, 1997; Янченко, 2009; Телятников, 2010). Состав водных и прибрежно-водных растений специально исследовался сотрудниками ГПБЗ «Таймырский» (Поспелова, Поспелов, 2006).

Флора природных водоёмов и водотоков полуострова Таймыр, исходя из текущих данных (Поспелова, Поспелов, 2007, 2014; Поспелова и др., 2017; Флора Таймыра: <http://byrranga.ru>), в части сосудистых растений, выявлена на хорошем уровне. Основное количественное разнообразие таксонов водной флоры на юге Таймыра образуют *Potamogetonaceae* (*Potamogeton* L.; *Stuckenia* Börner), *Ranunculaceae* (*Ranunculus* L.), *Cyperaceae* (*Carex* L., *Eleocharis* R. Br.), *Sparganiaceae* (*Sparganium* L.), *Lentibulariaceae* (*Utricularia* L.) и другие. В водоёмах полуострова отмечались также гибридные формы.

Нашей задачей являлось установление состава водных макрофитов (совокупность истинно-водных растений (гидрофиты), земноводных и прибрежно-водных растений (гело- и гигрогелофиты)) и их фитоценотической роли в водоёмах подверженных антропогенному и техногенному воздействию в Норильском промышленном районе (юго-запад полуострова Таймыр). В ходе экспедиционных работ в 2011 и 2019 гг. собраны образцы водных растений и сделаны геоботанические описания водной растительности. Гербарные материалы хранятся в гербарии ИБВВ РАН [IBIW].

Водная флора сосудистых растений трансформированных водоёмов в пределах НПП, по предварительным данным, насчитывает 26 видов, 15 родов и 13 семейств. Наибольшее число таксонов ожидаемо содержит *Potamogetonaceae*. Остальные систематические группы (*Ranunculaceae*, *Callitrichaceae*, *Haloragaceae* и другие) представлены значительно меньшим числом таксонов.

Экологический спектр водной флоры трансформированных водоёмов образуют: гидрофиты, или истинно-водные (например, *Myriophyllum verticillatum* L., *Lemna trisulca* L., *Potamogeton alpinus* Balb. и др.) и земноводные растения (*Callitriche palustris* L.) – 15 видов (58 %), гелофиты (*Equisetum fluviatile* L., *Sparganium hyperboreum* Laest.) – 2 вида (8 %) и гигрогелофиты (*Carex aquatilis* Wahlenb., *Hippuris vulgaris* L., *Rumex aquaticus* L., *Ranunculus hyperboreus* Rottb. и др.) – 9 видов (34 %). Водную флору водоёмов образуют виды преимущественно пльоризонального (65 %) и голарктического (62 %) распространения. Весомый вклад в ареалогический спектр вносят виды арктобореального (23 %) и пльорирегинального (19 %) элементов.

Наибольший средообразующий вклад в фитоценотическую среду среди *гидрофитов* вносят: *Potamogeton alpinus* – широко распространенный макрофит, образующий обширные сообщества на различных уровнях глубин практически во всех типах обследованных водоёмов; *P. gramineus* – образует сообщества на отмелях и мелководьях водоёмов вдоль отсыпных автомагистралей; *P. perfoliatus* – формирует крупные сообщества преимущественно в пойменных озёрах; *Stuckenia pectinata* – спорадически по пойменным и антропогенным озёрам, изредка образует сообщества. Среди *гелофитов* только *Sparganium hyperboreum* значительно представлен в прудах, пойменных, лесных и тундровых озёрах. В составе *гигрогелофитов* существенную фитоценотическую функцию выполняют – *Carex aquatilis* и *C. rostrata*, образующие обширные моnodоминантные сообщества по сырым берегам, урезу воды и мелководьям ключей, ручьев, пойменных и лесных озёр, и, *Comarum palustre* – доминант в лесных озёрах.

Заметную роль в растительном покрове водоёмов на юго-западе Таймыра играют листостебельные мхи (*Bryopsida*). Так в неглубоких озерах существенную ценозообразующую функцию выполняют: в системе озёр полигональных болот в поясе лесов и редколесий – *Calliergon* sp. (*Calliergonaceae*), занимающий нередко значительную часть или все мелководье водоёма; в тундровом поясе – *Scorpidium* sp. (*Scorpidiaceae*), образующий плотные сообщества по урезу воды и прибрежному контуру водоёмов.

Москаленко Н. Г. К флоре окрестностей Норильска // Бот. журн. 1970. Т. 55. № 2. С. 263–272.

Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н. Флора сосудистых растений Таймыра и сопредельных территорий. Часть 1. Аннотированный список флоры и её общий анализ. М.: Тов-во науч. изд-й КМК, 2007. 457 с.

Поспелова Е. Б., Поспелов И. Н. Флористические исследования в подзоне южных тундр восточного Таймыра // *Turczaninowia*, 2014. Т. 17. № 2. С. 61–73. URL: <http://turczaninowia.asu.ru/article/view/649>; doi: <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.17.2.9>

Поспелова Е. Б., Поспелов И. Н. Стрекаловская В. Г. Флористические находки на территории Таймырского (Долгано-Ненецкого) муниципального района (Красноярский край) // Turczaninowia, 2017. Т. 20. № 4. С. 59-69. URL: <http://turczaninowia.asu.ru/article/view/3459>; doi: <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.20.4.8>

Поспелова Е. Б., Поспелов И. Н. Прибрежно-водные сосудистые растения во флоре полуострова Таймыр. // Бот. журн. 2006. Т. 91. № 10. С. 1441–1456.

Водопьянова Н. С. Растительность юго-запада гор Путорана // Путоранская озёрная провинция. Новосибирск: Наука, 1975. С. 122–140.

Мироненко О. Н. Растительность юго-восточного сектора гор Путорана // Путоранская озёрная провинция. Новосибирск: Наука, 1975. С. 141–159.

Куваев В. Б. Растительность бассейна оз. Някшингда и её высотное распределение // Путоранская озёрная провинция. Новосибирск: Наука, 1975. С. 160–186.

Кожевников Ю. П. Растительный покров окрестностей поселка Волочанка (центральная часть южного Таймыра) // Бот. журн., 1997. Т. 82, № 7. С. 78–90.

Телятников М. Ю. Сравнительный анализ локальных флор северо-западной части плато Путорана // Сибирский экологический журнал, 2010. Т. 17, № 6. С. 919–928.

Янченко З. А. Флора сосудистых растений на северо-западе плато Путорана (окрестности озера Лама) // Бот. журн., 2009. Т. 94, № 7. С. 1003–1030.

Флора Таймыра. Информационно-справочная система. Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н., 2007–2020. URL: <http://byrranga.ru/index.htm> (10.09.2020).

Юрцев Б. А., Мироненко О. Н., Петровский В. В. О географических связях и происхождении флоры плато Путораны (Средне-Сибирское плоскогорье). // Бот. журн., 1971. Т. 56. № 9. С. 1263–1271.

**В. В. Зайцев, В. В. Соловьева**  
**РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ КУТУЛУКСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**  
**V. V. Zaitsev, V. V. Soloveva**  
**VEGETATION COVER OF THE KUTULUK RESERVOIR**

Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара, Россия;  
(Samara State University of Social Sciences and Education, Samara, Russia),  
[vladimir81wz@gmail.com](mailto:vladimir81wz@gmail.com), [solversam@mail.ru](mailto:solversam@mail.ru)

Кутулукское водохранилище создано в 1941 году в среднем течении реки Кутулук, левого притока р. Большой Кинель. По основным морфометрическим показателям водоём относится к среднему по размеру водоёму. Его длина – 13,7 км, ширина от 1,4 до 2,5 км. Средняя глубина воды около 4,7 м, максимальная – до 16 м. Согласно классификации А. Б. Авакяна и др., (1987) по глубине, водоём относится к среднеглубокому типу. Площадь водного зеркала при НПУ – 21,5 га. Объем водохранилища – 99,9 млн. м<sup>3</sup>. Площадь водосбора – 889 км<sup>2</sup>. Протяженность береговой линии – 58 км. Площадь мелководий с глубиной до 2 м равна 4,9 км<sup>2</sup>.

Первые сведения о флоре и растительности водохранилища приводятся С. М. Ляховым (1949 а, б). Изучая водоём в 1945–1947 гг., он отмечал, «что вследствие приглубости берегов, периодического осушения и берегового прибоя, макрофиты в водохранилище развиты слабо и локализованы лишь в верховьях и некоторых левобережных заливах. Среди них доминируют стрелолист и рогоз. Реже распространены сусак, ежеголовник. Берега совершенно открыты, и на них до сих пор отсутствует какая-либо древесная или кустарниковая растительность, если не считать зарослей тальника, развившихся в последние годы по левому берегу в нижней его части» (1949 а, с. 7). Детальное изучение флоры и растительности Кутулукского водохранилища в период с 1991 по 2005 годы проводилось В. В. Соловьевой (2006).

**Растительность Кутулукского водохранилища**

Тип, класс расти- тельности	Ассоциации	Числов видов в сообществах	Встречаемость в районах акватории				Число сообществ
			Верховые, перехолный	Озеровидный			
				Левоб ережь е	Право бережь е	Припл о тинный	
Пойменны й лес	Alnus glutinosa – heteroherbosa	7	+	-	-	-	4
	Salix fragilis + Salix cinerea – heteroherbosa	22	+	+	+	+	
	Salix pentandra – heteroherbosa	23	+	+	-	+	
	Salix pentandra + Salix alba – heteroherbosa	11	+	+	-	+	
Влажный луг	Elytrigia repens + Poa angustifolia – Potentilla anserina	25	+	+	+	+	2
	Elytrigia repens + Zerna inermis – heteroherbosa	21	+	+	+	-	
Прибрежная растительность	Agrostis stolonifera – Amoria fragifera + Amoria repens – heteroherbosa	19	+	+	+	-	12
	Agrostis stolonifera – Potentilla anserina	17	+	+	+	+	
	Eleocharis palustris – heteroherbosa	11	+	+	+	-	
	Eleocharis palustris – Persicaria amphibia	5	+	+	+	-	
	Eleocharis palustris purum	1	+	+	+	-	
	Eleocharis palustris + Sagittaria sagittifolia	5	+	+		-	
	Carex acuta – heteroherbosa	19	+	+	+		
	Carex acuta purum	1	+	-	-	-	
	Bolboschoenus maritimus – heteroherbosa	18	+	+	+		
	Bolboschoenus maritimus purum	1	+	+	-	-	
	Bolboschoenus maritimus – Lemna minor	2	+	+	-	-	
	Bolboschoenus maritimus – Lemna trisulca	2	+	+	-	-	
Воздушно- водная растительность	Phragmites australis – heteroherbosa	23	+	+	+	+	5
	Phragmites australis purum	1	+	+	+		
	Typha angustifolia + Bolboschoenus maritimus	9	+	+	+	+	
	Typha angustifolia purum	1-17	+	+	+	-	
	Sagittaria sagittifolia – heteroherbosa	4	+	+	-	-	
Водная растительность	Persicaria amphibia – heteroherbosa	5					9
	Persicaria amphibian purum	1-15	+	+	+	+	
	Persicaria amphibia – Potamogeton gramineus	2	-	+	+	+	
	Persicaria amphibia – Potamogeton perfoliatus	2	-	-	-	+	
	Potamogeton gramineus purum	1	-	+	-	+	
	Potamogeton pectinatus purum	1	-	+	+	+	
	Potamogeton pectinatus – Persicaria amphibia	3	-	-	+	-	
	Potamogeton gramineus + Potamogeton biformis	3	-	+	-	+	
	Potamogeton perfoliatus purum	1	-	+	-	-	

На Кутулукском водохранилище выявлено 97 видов высших растений, два из которых принадлежит к отделу Equisetophyta, 95 – к Magnoliophyta. Из них 62 вида относятся к классу Magnoliopsida и 35 – к Liliopsida. Отмеченные виды принадлежат к 71 роду из 34 семейств, 20 из которых представлены 1 родом. Наибольшее число видов содержат семейства: Asteraceae – 16 видов, Poaceae – 9, Cyperaceae и Potamogetonaceae – по 7 видов, Salicaceae – 6, Lamiaceae – 5, Polygonaceae – 4 вида. Остальные 27 семейств содержат менее 3 видов, 14 семейств представлены одним видом растения. Водное ядро флоры, или гидрофиты представлены 12 видами из 5 родов и 4 семейств. Прибрежную флору составляют 85 видов из 29 семейств и 65 родов. Экологический спектр флоры представляют гидрофиты – 12 видов, гелофиты – 10, гигрогелофиты – 12, гигрофиты – 19, гигромезофиты и мезофиты – 44 вида.

По результатам полевых исследований растительности водохранилище является слабо заросшим, т.е. воздушно-водной и водной растительностью занято не более 10 % поверхности. Чистая продукция водоёма по абсолютно-сухому веществу равна 20290 ц в год, что в энергетическом выражении составляет 3637 МДж в год.

Авакян А. Б., В. П. Салтанкин, В. А. Шарапов. Водохранилища // Природа мира. М.: Мысль, 1987. 325 с.

Ляхов С. М. Бентос Кутулукского водохранилища. Автореф. дис. канд. биол. наук, 1949а. 7 с.

Ляхов С. М. О значении полевых защитных лесных полос для повышения биологической продуктивности степных водоёмов // Природа, 1949б. № 5. С. 64–68.

Соловьева В. В. Геоэкологические условия и динамика растительного покрова Кутулукского водохранилища // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 8. № 1. Спец. выпуск «Актуальные вопросы экологии», вып. 5. 2006. С. 316–331.

**Н. Р. Зарипова**

**О РАСПРОСТРАНЕНИИ И РАЗВИТИИ НАДЗЕМНЫХ ОРГАНОВ *PHRAGMITES*  
*ALTISSIMUS* В Г. КАЗАНИ**

**N. R. Zaripova**

**ABOUT THE DISTRIBUTION AND DEVELOPMENT OF THE ABOVE THE GROUND  
ORGANS OF *PHRAGMITES ALTISSIMUS* IN THE CITY OF KAZAN**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия (Kazan State University  
Kazan, Russia), nrzaripova@kpfu

Распространение *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie., относящегося к сем. Poaceae за пределами своего ареала вверх по рекам Волга и Дон, отмечается с конца XX века (Папченко, 2008). В Республике Татарстан *Ph. altissimus* был отмечен в Волжско-Камском заповеднике (Бакин, 2005), В 2010 г. был повторно выявлен В. Е. Прохоровым в Саралинском участке заповедника. Иногда встречается на островах Куйбышевского водохранилища, в т.ч. до 2014 года произрастал на берегу островов Куйбышевского залива у пос. Октябрьский, мелководья и острова были засыпаны. Для Татарстана, в т. ч. и для г. Казани, тростник высочайший является заносным растением, инвазионный вид, вселенец (кенофит) (Лисицына и др., 2009). Принято считать, что *Ph. altissimus* в местах заноса образует полноценные соцветия и плоды, способен к семенному размножению (Капитонова, 2011). Вероятно, что распространение на оз. Харовое произошло семенным способом.

Целью исследования было выявление динамики распространения, состава и структуры популяции инвазионного вида в г. Казани. Работа выполнена на кафедре природообустройства и водопользования КФУ в период с 2013 по 2020 гг. Ежегодно проводились наблюдения за распространением популяции *Ph. altissimus* на берегах оз. Харовое. Таксономическая принадлежность определялась по определителю сосудистых растений (Лисицына и др., 2009), по ключу для определения рода *Phragmites* Adans. (Цвелёв, 2012). Для выявления развития надземных органов проводились морфометрические замеры популяции по стандартным



методикам (Зайцев, 1973). Замеры были проведены зимой по льду, т.к. летом доступные участки были скошены. Диаметр стебля измерялся на высоте 50-60 см.

В черте г. Казани тростник высочайший имеет только одно место произрастания – по берегам оз. Харовое, которое расположено на пересечении улиц Вахитова и Яруллина на месте прежнего бывшего обширного Кизического болота. В типологическом отношении исследуемый водный объект относится к типу малых, мелководных пойменных озёр (Водные объекты..., 2015). Имеет природное происхождение, частично углублялось. Площадь водного зеркала составляет 1,1 га. По ионному составу тип воды сульфатно-кальциевый с «повышенной» минерализацией. До настоящего времени наблюдается накопление органического вещества, которое поступает с отмершими остатками растений и с пометом птиц. Мелководная часть озера заросла *Phragmites australis*.

Автором впервые популяция *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie. была обнаружена в конце мая 2013 г. Самое крупное из соплодий имело длину 45 см, длина веточек соцветия составляла 5–15 см. Заросли имели вид ровной тонкой стены шириной около 0,5 м, длиной – 6 м и высотой 4 м, в воде глубиной около 0,1 м. Популяция *Ph. altissimus* в настоящее время состоит из трех клонов, расположенных по следующим координатам. 1: 55°48'55,9" N; 49°06'29,1" E. 2: 55°48' 57,6" N; 49°05'33,7" E. 3: 55°48' 55,6" N; 49°05'35,1" E.

К 2019 г. популяция тростника высочайшего увеличилась. Первый клон – группа растений, произрастающая на прежнем месте, представляет собой чистые густые заросли длиной 22 м, шириной 7 м, площадью около 150 м<sup>2</sup>. Монодоминантное сообщество с общим проективным покрытием 95–100%. По краю встречается *Ph. australis*, *Typha angustifolia* и *Lythrum salicaria*, у воды небольшими группами – *Carex acuta*.

Второй клон – группа растений, произрастающих на берегу вдоль ул. Яруллина на крутом склоне. Представляет собой смешанные с *Ph. australis* заросли площадью около 25 м<sup>2</sup> (длина 18 м, ширина 1,5 м). Переходят в чистые заросли площадью около 40 м<sup>2</sup> (16 м × 2,5 м). Заросли у подножия склона расположены в воде, на мелководье глубиной 15 см. с роголистником погруженным (*Ceratophyllum submersum*). По краю зарослей изредка встречаются *Lythrum salicaria*, *Carex acuta*. За период 2015–2018 гг. поднимаются вверх по склону, дальнейшее распространение останавливает пешеходный тротуар.

Третий клон произрастает на том же берегу, где и второй. Представляет собой небольшие заросли на мелководье глубиной 10 см, окружены *Ph. australis*. С 2018 года заросли тростника стали подкашивать. Зимой 2020 г. было обнаружено 12 побегов.

В 2020 году были проведены измерения модельных растений (см. табл.). Растения во всех клонах были хорошо развиты, имели созревшие семена. Наиболее крупными размерами соплодий и листьев отличился первый клон.

Таблица. Морфометрические показатели вегетативных и генеративных органов растений популяции *Phragmites altissimus* в г. Казань, оз. Харовое.

Название признака	Клоны		
	1	2	3
Высота, м	$4,3 \pm 0,08$ 3,8–4,65	$4,62 \pm 0,1$ 4,2–5,4	$4,3 \pm 0,12$ 4–4,5
Длина соплодий, см	$38,7 \pm 3,2$ 30–57	$34,9 \pm 1,7$ 30–42	$38,5 \pm 1,32$ 35–41
Ширина стебля, см	$1,58 \pm 0,07$ 1,3–1,8	$1,68 \pm 0,07$ 1,6–2	$1,88 \pm 0,03$ 1,8–1,9
Ширина листа, см	$4,47 \pm 0,22$ 4–5,5	$4,07 \pm 0,19$ 3,6–5,1	$4,38 \pm 0,34$ 3,6–5

В результате наблюдений за распространением популяции *Phragmites altissimus* можно сделать вывод об увеличении площади, захватываемой клонами. Первоначально популяция появилась во всех трех участках в зоне уреза воды, в тесном соседстве с *Ph. australis*, после распространения и усиления позиции вдоль уреза воды начинала захват территории в ширину, преимущественно в сторону берега. За 7 лет первый клон увеличился в длину на 16 м., в ширину – на 6,5 м. Темпы вытеснения коренных видов могут быть снижены при регулярном скашивании и удалении надземных органов *Ph. altissimus* или побегов в смешанных зарослях, что позволит лучше прорасти в начале вегетационного сезона *Ph. australis* в смешанных зарослях. Необходимо продолжить наблюдения за развитием клонов. В дальнейшем *Ph. altissimus* должен быть занесен в Чёрную книгу г. Казани. Необходимо предостеречь от применения в озеленении, несмотря на привлекательный внешний вид и крупные размеры.

Бакин О.В. Болотоцветник щитолистный (*Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) O. Kuntze; *Menyanthaceae*) в Волжско-Камском заповеднике // Тр. Волжско-Камского гос. природ. заповедника. Казань. 2005. Вып. 6. С. 48–53.

Водные объекты города Казани. Реестр водных объектов Ново-Савиновского района // Мингазова Н. М., Палагушкина О. В., Деревенская О. Ю., Набеева Э. Г., Павлова Л. Р., Замалетдинов Р. И., Зарипова Н. Р., Шарифуллин А. Н., Шигапов И. С., Мингалиев Р. Р. Казань: Фолиант, 2015. 116 с.

Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчётов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1973. 256 с.

Капитонова О. А. Чужеродные виды растений в водных и прибрежно-водных экосистемах Вятско-Камского Предуралья // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2011. № 1. С. 34–43.

Лисицына Л. И., Папченков В. Г., Артёменко В. И. Флора водоёмов Волжского бассейна: Определитель сосудистых растений. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2009. 219 с. С. 76.

Папченков В. Г. О распространении *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie (*Poaceae*) // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2008. №1. С. 36–41.

Прохоров В. Е. 2010. Изображение *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie // Плонтариум: открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран. 2007–2020 URL: <https://www.plantarium.ru/page/image/id/65925.html> (Дата обращения: 05.02.2020).

Цвелёв Н. Н. О родах тростника (*Phragmites* Adans.) и змеевка (*Cleistogenes* Keng) семейства злаков (*Poaceae*) в России // Новости систематики высших растений. 2012. Т. 43. С. 30–44.

**Е. Ю. Зарубина, М. И. Соколова**  
**ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ**  
**РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА РАЗНОТИПНЫХ ОЗЁР ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**  
**Е. Yu. Zarubina, M. I. Sokolova**  
**ZONAL FEATURES OF FORMATION OF VEGETATION COVER OF VARIOUS TYPE**  
**LAKES IN WEST SIBERIA**

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул. Россия (Institute for Water and Environmental Problems SB RAN, Barnaul, Russia) [zeur11@mail.ru](mailto:zeur11@mail.ru)

Территория юга Западной Сибири относится к числу озёрных районов России, здесь находится более 20.000 озёр, различных по морфометрии, гидрологическому и гидрохимическому режимам, характеру зарастания и продуктивности водных фитоценозов.

В результате многолетних исследований водных экосистем юга Западной Сибири получены данные по составу и структуре флоры, особенностям зарастания и продуктивности водных фитоценозов более 80 разнотипных озёр, расположенных в различных природных и гидролого-климатических зонах (Зарубина, Соколова, 2019).

Зональные озёра этой территории формируются под влиянием трех основных факторов, отражающих своеобразие озёрных процессов и накоплений, протекающих в природной зоне: 1) гидрологические, сопряженные с климатом данной территории; 2) химический состав озёрных вод, связанный с зональностью минерального соленакопления; 3) органическое накопление, связанное с биологическими процессами (Поползин, 1967).

Озёра южной тайги находятся в зоне избыточного увлажнения и недостаточной теплообеспеченности. Водный эквивалент теплоэнергетических ресурсов климата и испарения (ТЭРКИ) за вегетационный период (май–август) составляет 12,5 мм/100 км, сумма атмосферных осадков (САО) – 45 мм/100 км (Мезенцева, 2009). Таёжные озёра, как правило, имеют небольшие размеры, кислые или нейтральные воды (рН от 5,0 до 7,1), очень низкую минерализацию воды ( $0,08 \pm 0,02$  г/дм<sup>3</sup>), высокую степень насыщения воды кислородом ( $7,92 \pm 0,43$  мг/дм<sup>3</sup>). Содержание органических веществ (ОВ) в воде соответствует высоко трофным водам (БПК<sub>5</sub>=4,8–6,7 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). Для озёр этой зоны характерно слабое развитие макрофитов. Преобладающий тип зарастания – сплавинный, площадь зарастания не превышает 10%. На акватории доминируют плейстофиты: *Nuphar lutea* (L.) Sm, *Sparganium angustifolium* Michx., *Potamogeton natans* L., на дне – *Drepanocladus* sp. Продукция водных фитоценозов составляет в среднем  $771,2 \pm 266,0$  г/м<sup>2</sup> в год.

Озёра южной части подтаёжной (лесной) зоны и подзоны северной лесостепи расположены в зоне оптимального увлажнения и теплообеспеченности. Водный эквивалент ТЭРКИ – 15 мм/100 км, САО – 25 мм/100 км. Озёра этой зоны отличаются большим разнообразием. Прозрачность воды в лесных озёрах от 2,0 до 4,3 м, в лесостепных –  $1,0 \pm 0,5$  м. Большинство озёр – пресные с минерализацией воды 0,2–0,9 г/дм<sup>3</sup>, изредко – до  $1,1–1,7$  г/дм<sup>3</sup>. В лесных озёрах нейтральные или слабо кислые воды (рН=6,5–7,8), в лесостепных – слабощелочные (рН=8,81±0,53). Концентрация кислорода в пределах экологического оптимума (5,7–13 мг/дм<sup>3</sup>). Содержание ОВ в воде соответствует высоко трофным водам (БПК<sub>5</sub>=1,9–7,44 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). Для лесных озёр характерно обильное развитие как погруженной, так и полупогруженной растительности, тип зарастания сплавинный и массивно-зарослевый, площадь зарастания от 30 до 60%. Основные продуценты ОВ из гидрофитов: *Ceratophyllum demersum* L., *Stratiotes aloides* L., харовые водоросли; из гелофитов – *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. Годовая продукция гидрофитов в среднем –  $1057,8 \pm 955,5$  г/м<sup>2</sup>, гелофитов –  $1069,2 \pm 900,1$  г/м<sup>2</sup>. Особенностью зоны северной лесостепи является наличие большого количества озёр-займищ. Котловины таких озёр слабо выражены. В засушливые годы многие такие озёра-займища пересыхают. Среди тростника здесь часто встречаются различные виды рогозов (*Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L., *T. laxmanii* Lepesch.), клубнекамыш (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla), на открытых плесах обильно развивается кладофора скученная. Эти озёра высоко продуктивны, годовая продукция превышает 7500 г/м<sup>2</sup>.

Озёра подзоны южной лесостепи находятся в зоне недостаточного увлажнения и избыточной теплообеспеченности в сухой год и оптимального увлажнения и теплообеспеченности во влажный и средний годы. Водный эквивалент ТЭРКИ за май–август – 12 (15) мм/100 км, САО – 10 (25) мм/100 км. Преобладают малые озёра с солоноватыми водами ( $1,2–3,1$  г/дм<sup>3</sup>) гидрокарбонатно-натриевого и хлоридно-натриевого типов. Воды нейтральные или слабо щелочные (рН=7,35–9,3), по величине БПК<sub>5</sub> – мезо- и эвтрофные. Степень и тип зарастания озёр разнообразны: от 5–15% при бордюрном типе до 40–90 % при массивно-зарослевом и сплавинном. При бордюрном типе зарастания заросли тростника, рогоза узколистного и др. гелофитов образуют сплошное или прерывистое кольцо (бордюр) в литорали, годовая продукция гелофитов – от 1200 до 4169 г/м<sup>2</sup> зарослей. При массивно-зарослевом и сплавинном типах на большей часть акватории доминируют сообщества *Stratiotes aloides*, *Potamogeton berchitoldii* Fieb., *P. gramineus* L., *P. perfoliatus* L., *Miriophyllum sibiricum* Kom., *Ceratophyllum demersum*, *Lemna trisulca* L. Величина продукции, образуемой гелофитами в среднем –  $1582,3 \pm 700,0$  г/м<sup>2</sup>, гидрофитами –  $402,2 \pm 623,1$  г/м<sup>2</sup> в год.

Озёра зоны степей (зона недостаточного увлажнения и избыточной теплообеспеченности). Водный эквивалент ТЭРКИ – 12 мм/100 км, САО – 10 мм/100 км. Здесь широко распространены мелководные водоёмы, размер акватории которых колеблется от менее 1 км<sup>2</sup> до более 700 км<sup>2</sup>. Прозрачность воды низкая ( $0,6 \pm 0,05$  м). Воды нейтральные или слабощелочные (рН=7,65–10). Концентрация растворенного в воде кислорода в среднем  $7,6 \pm 2,0$  мг/л. Свыше 50% озёр – солёные (минерализация от 18,5 до 300 г/дм<sup>3</sup>), остальные

имеют солоноватые воды (от 1,1 до 9,5 г/дм<sup>3</sup>). По величине БПК<sub>5</sub> (0,8–8,3 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) большая часть озёр – высоко трофные. Для ряда озёр характерно полное отсутствие макрофитов, в других – зарастание акватории не превышает 5–10%, тип зарастания – бордюрный, доминирует тростник. Величина годовой продукции тростника в значительной степени зависит от минерализации воды и колеблется от 86,4 до 2328 г/м<sup>2</sup>. В таких озёрах обильно развивается зелёная нитчатая водоросль кладофора скученная, образующая водорослевые маты, годовая продукция кладофоры – до 1120 г/м<sup>2</sup>. В солоноватых водоёмах с массивно-зарослевым типом зарастания видовое разнообразие и продукция гидрофитов могут быть достаточно высокими, на основной акватории здесь широко распространены *Potamogeton pectinatus* L., *P. macrocarpus* Dobrochot., *Najas marina* L., годовая продукция от 64 до 1940 г/м<sup>2</sup>.

Исследованные озёра среднегорья и высокогорья расположены на высоте свыше 1800 м над у. м. в лесной среднегорной и тундрово-степной высокогорной зонах Русского Алтая. Большинство озёр малые, пресные (минерализация от 0,05 до 0,99 г/дм<sup>3</sup>). Воды нейтральные или слабощелочные (рН=7,11–8,6), прозрачность воды – от 1,3 до 4,0 м, концентрация кислорода – 6,1–7,9 мг/дм<sup>3</sup>, величина БПК<sub>5</sub> в высокогорных озёрах – 1,39±0,89 мгО<sub>2</sub>/л, в среднегорных – 0,59±0,46 мгО<sub>2</sub>/л. В горно-степных высокогорных озёрах доминируют гидрофиты: *Miriophyllum* sp., *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton gramineus* L., *P. alpinus* Balb. Озёра лесной зоны среднегорья являются, преимущественно, рдестовыми, доминируют *Potamogeton perfoliatus*, *P. compressus* L., *P. lucens* L., *P. praelongus* Wulfen. Часто здесь встречаются роголистник полупогруженный, уруть, *Fontinalis* sp. Степень зарастания – от 5 до 80%. Годовая продукция в высокогорных озёрах – 1129,7±537,9 г/м<sup>2</sup>, в среднегорных – 1169,4±239,7 г/м<sup>2</sup>.

Работа выполнена в рамках госбюджетного проекта ИВЭП СО РАН.

Зарубина Е. Ю., Соколова М. И. Роль зональных факторов в формировании продуктивности малых озёр юга Обь-Иртышского междуречья // Озёра Евразии: проблемы и пути их решения: Матер. Межд. конф. Казань, 2019. Ч. 1. С. 80–84.

Мезенцева О. В. Метод выделения зоны хозяйственного оптимума увлажнения // География и природные ресурсы. 2009. №1. С. 159–162.

Поползин А. Г. Проблема зональной типологии озёр юга Обь-Иртышского бассейна // Круговорот веществ и энергии в озёрных водоёмах. М.: Наука, 1967. С. 283–289.

**Н. В. Зуева<sup>1</sup>, О. Г. Гришуткин<sup>2</sup>, Ю. А. Зуев<sup>3</sup>, Д. Ю. Ефимов<sup>2</sup>, А. А. Бобров<sup>2</sup>**  
**ИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННОГО**  
**ТРАНСГРАНИЧНОГО ВОДОТОКА КОЛЬСКОГО СЕВЕРА ПО**  
**ХАРАКТЕРИСТИКАМ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА**

**N. V. Zuyeva<sup>1</sup>, O. G. Grishutkin<sup>2</sup>, Yu. A. Zuyev<sup>3</sup>, D. Yu. Efimov<sup>2</sup>, A. A. Bobrov<sup>2</sup>**  
**INDICATION OF THE KOLA NORTH ANTHROPOGENIC-TRANSFORMED**  
**TRANSBOUNDARY WATERCOURSE STATE BY VEGETATION cover**  
**CHARACTERISTICS**

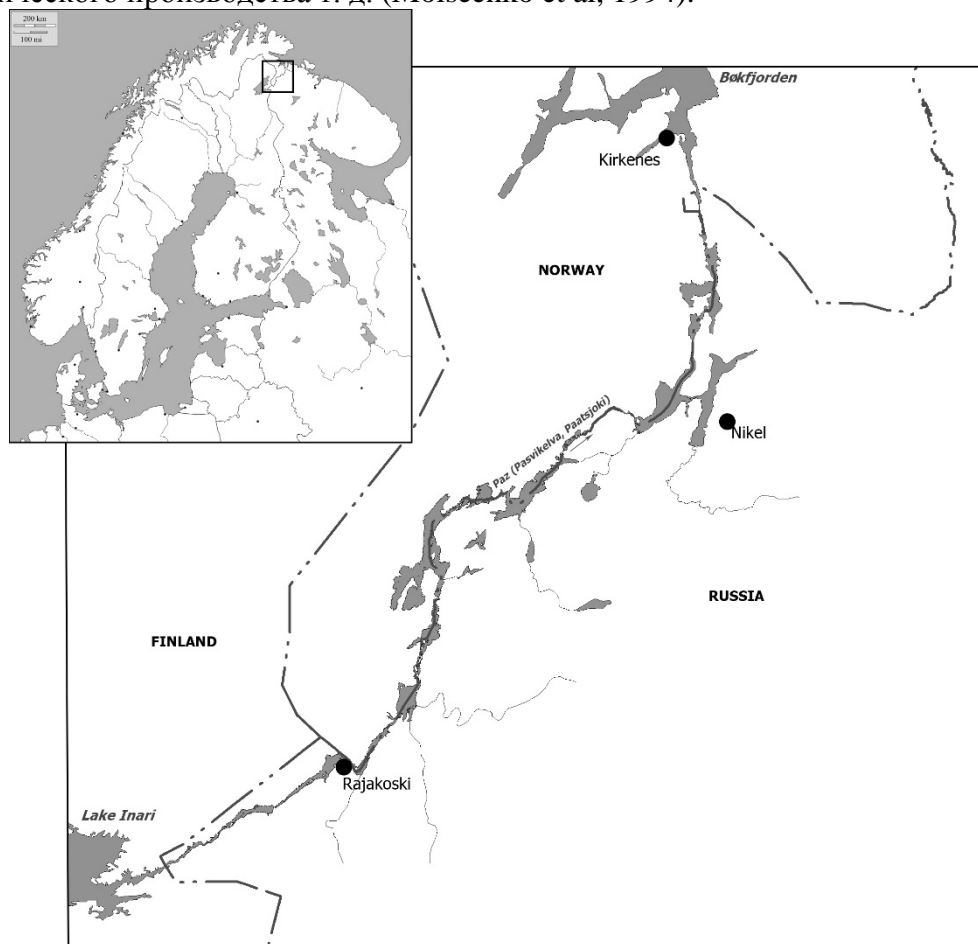
<sup>1</sup> Российский государственный гидрометеорологический университет, С.-Петербург, Россия (Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia), nady.zuyeva@ya.ru

<sup>2</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), bobrov@ibiw.ru

<sup>3</sup> С.-Петербургский филиал ВНИРО (ГосНИОРХ им. Л. С. Берга), С.-Петербург, Россия (St. Petersburg branch of VNIRO (GosNIORKH named after L. S. Berg), St. Petersburg, Russia), yzuyev@ya.ru

Географический объект исследования – р. Паз (Патсо-йоки, Пасвик) – трансграничный водоток, протекающий по территории Финляндии, России и Норвегии. Эта река в значительной степени антропогенно трансформирована: на ней функционирует 7 ГЭС, а

качество воды формируется под существенным воздействием выбросов и сбросов металлургического производства т. д. (Moiseenko et al, 1994).



Исследование растительного покрова проводилось на данной озёрно-речной системе в полевой сезон 2019 г. Работы выполнялись на 27 ключевых участках (станциях) реки, расположенных на российской части водотока по известным методикам (Катанская, 1981; Бобров, Чемерис, 2006).

В сложении растительного покрова исследованного среднего течения р. Паз, по нашим данным, участвуют 43 вида водных макрофитов, из которых 25 – истинно-водные (гидрофиты). Для исследованной акватории выделяется комплекс видов с высокой встречаемостью. Это *Sparganium angustifolium* и *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus schmalhauseni*, *Equisetum fluviatile* и *Subularia aquatica*. Данные водные растения обнаружены более чем на половине обследованных ключевых участков. Несколько менее распространены *Potamogeton gramineus*, *P. perfoliatus*, *Carex rostrata* и *Isoetes lacustris*. Однако и они фиксировались на более чем трети станций. Ряд перечисленных видов указывался как «самые обычные» растения р. Паз в одном из предыдущих исследований (Moiseenko et al, 1994).

По обилию также можно выделить набор лидирующих видов. Самым высокообильным, на изученном отрезке русла является *S. angustifolium*. Несколько ниже показатели у *E. fluviatile*, *M. alterniflorum* и *P. gramineus*. Все обильные и часто встречаемые виды р. Паз являются типичными для водных объектов Фенноскандии.

Полученные данные свидетельствуют о нахождении сходного числа видов водных макрофитов, по сравнению с ранее проведёнными исследованиями 1994 г. (Moiseenko et al., 1994) и 2013 г. (Riihimäki et al., 2013), где приводилось 35 и 37–47 видов, соответственно. Состав таксонов, их обилие и распределение по системе р. Паз по результатам трёх исследований (1994, 2013, 2019 гг.) остаются сходными, особенно в отношении видов-индикаторов, редких и зональных таксонов.

Видовое богатство ключевых участков реки изменяется в широком диапазоне. Число видов, встречаемых на этих станциях, варьирует от 1 до 17. Причём на более чем трети ключевых участков насчитывается от 10 видов и более.

Видовое разнообразие оценено с помощью индекса Шеннона. Он колеблется от 0, в том единственном случае, когда на станции обнаружен лишь 1 вид, до 3,5. Для 7 ключевых участков он превышает 3,0, а в среднем для изученной области равен 2,4.

Общее проективное покрытие макрофитов ключевых участков р. Паз было в целом невысокое. В среднем оно составило около 10%, однако на ряде станций отмечены значения в 20% и более. Часть станций отличается более высокой степенью зарастания, богатством и разнообразием флористического состава. Это позволяет говорить о наличии благоприятных условий, которые определяют значительное развитие водных растений, не характерное для северных рек. Случаи низких значений богатства и общего проективного покрытия макрофитов часто наблюдаются на участках с затопленным лесом, пнями и торфянистым субстратом.

Для исследованного участка реки выявлено в целом высокое видовое богатство макрофитов и относительно постоянный для всего отрезка реки флористический состав, в том числе и по видам-индикаторам олиго- и олигомезотрофных условий. Экологическое состояние исследованного участка р. Паз, по полученным данным, можно признать стабильным и благополучным.

Бобров А. А., Чемерис Е. В. Изучение растительного покрова ручьёв и рек: методика, приёмы, сложности // Гидробиотика 2005: матер. VI Всерос. школы-конф. (пос. Борок, 11–16 окт. 2005 г.). Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2006. С. 181–203.

Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения / Ред. И. М. Распопов. Л.: Наука, 1981. 187 с.

Moiseenko T., Mjelde M., Brandrud T., Brettum P., Dauvalter V., Kagan L., Kashulin N., Kudriavtseva L., Lukin A., Sandimirov S., Traaen T. S., Vandysh O., Yakovlev V. Pasvik River watercourse, Barents Region: Pollution impacts and ecological responses. Investigations in 1993. Oslo: NIVA-report OR-3118, 1994. 87 p.

Riihimäki J., Mjelde M., Hellsten S. Ecological status assessment of Lake Inari and River Pasvik and recommendations for biological monitoring using aquatic macrophytes, 2013. 22 p.

**М. О. Иванова<sup>1</sup>, П. А. Волкова<sup>2</sup>, И. А. Шанцер<sup>3</sup>, А. А. Бобров<sup>2</sup>**  
**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА В**  
**ПОЛЬЗУ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ЭНДЕМИЧНЫХ ДЛЯ НИЖНЕЙ ВОЛГИ И**  
**СЕВЕРА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ВИДОВ *CALLITRICHE* (PLANTAGINACEAE)**

**М. О. Ivanova<sup>1</sup>, P. A. Volkova<sup>2</sup>, I. A. Schanzer<sup>3</sup>, A. A. Bobrov<sup>2</sup>**  
**MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR-GENETICS EVIDENCES OF EXISTENSE OF**  
**ENDEMIC SPECIES OF *CALLITRICHE* (PLANTAGINACEAE) FROM LOWER VOLGA**  
**AND NORTHERN FAR EAST**

<sup>1</sup> Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия  
(Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia), m.ivanova3105@gmail.com

<sup>2</sup> Институт биологии внутренних вод РАН им. И. Д. Папанина, Борок, Россия (Papanin  
Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), polina.an.volkova@gmail.com,  
bobrov@ibiw.ru

<sup>3</sup> Главный ботанический сад РАН им. Н. В. Цицина, Москва, Россия (Tsitsin Main Botanical  
Garden RAS, Moscow, Russia), ischanzer@gmail.com

*Callitriche* L. – космополитный род водных растений, насчитывающий, по разным оценкам, 50–75 видов. Основной диагностический признак – морфология зрелых плодов, которые часто отсутствуют. Из-за этого и из-за высокой фенотипической пластичности разграничение видов затруднено. Статус многих эндемичных таксонов остаётся неясным.

Так, на территории России описаны *C. subanceps* Petrov, который встречается только в Камчатском крае и в одном местонахождении в Магаданской области (Бобров, Мочалова, 2013), а также *C. fimbriata* (Schotsman) Tzvel. и *C. transvolgensis* Tzvel., эндемичные для Нижней Волги (Цвелёв, 1975). Однако *C. subanceps* часто рассматривают как синоним *C. palustris* (Цвелёв, 1996), *C. fimbriata* – как подвид *C. truncata* Guss. Таксономический статус *C. transvolgensis* также до сих пор не ясен, но предполагают, что он близок *C. hermaphroditica* L. (Lansdown, 2008).

Мы проанализировали генетическую и морфологическую изменчивость *C. subanceps*, *C. fimbriata* и *C. transvolgensis* в сравнении с *C. palustris* и *C. hermaphroditica* со всего ареала. Мы также включили в анализ сближаемые по морфологии с *C. subanceps* американские *C. anceps* Fernald и *C. heterophylla* Purch. (Löve, Löve, 1976; Klinkenberg, 2019). Проанализировали участок ядерной ДНК (ITS) и три участка хлоропластной ДНК (trnH-psbA, petL-psbE, trnS-trnG). Также использовали все доступные в GenBank последовательности ITS видов *Callitriche*. В природе фиксировали кончики корешков для последующего подсчёта хромосом по стандартной методике давленных препаратов. Также измерили плоды и анализировали их форму при помощи геометрической морфометрии, добавив контуры плодов из опубликованных источников (Fassett, 1951; Lansdown, 2008).

При филогенетическом анализе *C. subanceps*, *C. anceps*, *C. heterophylla* и *C. palustris* формируют одну кладу, причём каждый из таксонов монофилетичен. *Callitriche anceps*, *C. heterophylla* и *C. palustris* различаются между собой числом мутаций, сопоставимым с различиями между другими видами *Callitriche*, самостоятельность которых не вызывает сомнений. Генетические различия между *C. subanceps* и *C. anceps* сопоставимы с изменчивостью внутри *C. palustris*. *Callitriche anceps*, *C. heterophylla* и *C. subanceps* отличаются от *C. palustris* округлыми плодами (Lansdown, 2006, 2009). В то же время, вопреки данным Fassett (1951), мы не выявили различий в форме плодов трёх первых таксонов.

Таким образом, распространённый на севере Дальнего Востока *C. subanceps* и *C. anceps*, произрастающий на северо-востоке Северной Америки и в Гренландии, вероятно, представляют собой один вид. Сведение *C. subanceps* в синонимы *C. palustris* не оправдано. Дифференциация *C. anceps* s.l. (incl. *C. subanceps*) и *C. heterophylla* от *C. palustris*, вероятно, связана с существованием ледникового рефугиума в Берингии.

При филогенетическом анализе *C. fimbriata*, *C. transvolgensis*, *C. truncata* и *C. hermaphroditica* также формируют одну кладу. При этом *C. transvolgensis* наиболее генетически близок к средиземноморским *C. pulchra* Schotsman и *C. lusitanica* Schotsman, а *C. fimbriata* входит в состав клады атлантико-средиземноморского *C. truncata* s.l. Нижневолжские эндемики отличаются от других видов числом мутаций, сопоставимым с уровнем генетических различий между «хорошими» видами *Callitriche*.

Мы подтвердили ранее опубликованные (Цвелёв, 1975) сведения о том, что *C. transvolgensis* отличается от *C. hermaphroditica* обратнойцевидными (а не округлыми) плодами. Просмотр свежего материала *C. transvolgensis* показал, что вопреки первоописанию (Цвелёв, 1975), крыло хорошо выражено по всему периметру плода (а не только в его верхней части). *Callitriche fimbriata* сближается с *C. truncata* плодами, ширина которых превосходит длину (ширина плодов *C. hermaphroditica* примерно равна их длине). Плоды *C. fimbriata* отличаются от *C. truncata* отсутствием глубокой выемки в верхней части плода.

Впервые установлены хромосомные числа для *C. fimbriata* и *C. transvolgensis* ( $2n=12$ ). Хромосомные числа *C. hermaphroditica* и *C. truncata* subsp. *occidentalis* опубликованы Prančl et al. (2014):  $2n=6$ . Очевидно, что *C. fimbriata* и *C. transvolgensis* репродуктивно изолированы от близких таксонов.

Таким образом, *C. fimbriata* и *C. transvolgensis* отличаются от близких видов по молекулярно-генетическим, морфологическим данным и кариотипу. Эти эндемики Нижней Волги независимо дифференцировались от близких средиземноморских видов, вероятно, во время трансгрессий Каспия, периодически приводивших к объединению бассейнов Каспийского, Средиземного и Чёрного морей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 19-04-01090-а, 19-04-01308-а) и в рамках госзадания (тема № АААА-А18-118012690095-4 (ИБВВ РАН)).

Бобров А. А., Мочалова О. А. Заметки о водных сосудистых растениях Магаданской области // Бот. журн. 2013. Т. 98. № 10. С. 1287–1299.

Цвелёв Н. Н. Заметка о роде *Callitriche* L. в СССР // Новости систематики высших растений. СПб.: Наука, 1975. Т. 12. С. 237–238.

Цвелёв Н. Н. Род 1. Красовласка, болотник, водяная звёздочка – *Callitriche* L. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб.: Наука, 1996. Т. 8. С. 246–248.

Fassett N. C. *Callitriche* in the New World // *Rhodora*. 1951. Vol. 53. P. 161–182; 185–194.

Klinkenberg B. (Editor) 2019. E-Flora BC: Electronic Atlas of the Plants of British Columbia [eflora.bc.ca]. Lab for Advanced Spatial Analysis, Department of Geography, University of British Columbia, Vancouver. [Accessed: 2020-06-18]

Lansdown R. V. The genus *Callitriche* (Callitrichaceae) in Asia // *Novon*. 2006. Vol. 16. N 3. P. 354–361.

Lansdown R. V. Water-starworts (*Callitriche*) of Europe // *BSBI Handbook* no. 11. London: BSBI, 2008. 180 pp.

Lansdown R. V. Nomenclatural notes on *Callitriche* (Callitrichaceae) in North America // *Novon*. 2009. Vol. 19. N 3. P. 364–369.

Löve Á., Löve D. Nomenclatural notes on arctic plants // *Botaniska Notiser*. 1976. Vol. 128. P. 497–523.

Prančl J., Kaplan Z., Trávníček P., Jarolímová V. Genome size as a key to evolutionary complex aquatic plants: polyploidy and hybridization in *Callitriche* (Plantaginaceae) // *PLoS ONE*. 2014.9 (9): e105997.

**Т. Г. Ивченко, М. А. Макарова**

**ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГЕЛОФИТНО-ТРАВЯНЫХ  
СООБЩЕСТВ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ (ЮЖНО-  
УРАЛЬСКИЙ РЕГИОН)**

**T. G. Ivchenko, M. A. Makarova**

**PHYTOCENOTIC DIVERSITY OF HELOPHYTIC HERBAL COMMUNITIES ON THE  
PEAT SOILS IN CHELYABINSK REGION (SOUTHERN URALS)**

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, С.-Петербург, Россия (Komarov Botanical  
Institute RAS, St. Petersburg, Russia), ivchenkotat@mail.ru

В 2019–2020 гг. были обобщены сведения о распространении гелофитно-травяных растительных сообществ, произрастающих на торфяных почвах на территории Челябинской области (Южно-Уральский регион). Материалами послужили 317 геоботанических описаний.

Гелофитно-травяные сообщества, наряду с болотными березняками, являются самыми распространенными водно-болотными угодьями в Челябинской области (Южно-Уральский регион). Они широко представлены как в горно-таёжном поясе, так и в зоне лесостепи, встречаясь и в степной зоне региона. Особое место среди них занимают тростниковые (*Phragmites australis*) займища, которые являются преобладающим типом болотной растительности в Западно-Сибирской лесостепи. Заболоченность данной территории в пределах Челябинской области достигает 12–15%. Во флористическом отношении обычными видами данных сообществ являются *Calamagrostis neglecta*, *Carex juncella*, *C. omskiana*, *C. rostrata*, *Comarum palustre*, *Drepanocladus aduncus*, *Epilobium palustre*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Naumburgia thyrsiflora*, *Persicaria amphibia*, *Phragmites australis*, *Poa palustris*, *Rorippa palustris*, *Rumex aquaticus*, *Salix cinerea*, *Scutellaria galericulata*, *Solanum kitagawae*, *Typha latifolia*. В целом, флористический список исследованных сообществ насчитывает 244 вида сосудистых растений и 36 видов моховидных.

Классификационная схема (продромус), дающая представление о фитоценотическом разнообразии исследованных сообществ, включает тип растительности Phorbion, класс формаций гелофитно-травяной, 4 формации: *Equiseteta fluviatilis*, *Phragmiteta australis*, *Scolochloeta festucacea* и *Paludoherbeto-Cariceta*, 11 ассоциаций.

Тип растительности Phorbion – это тип болотной (травяной и травяно-гипновой) низинной растительности, связанный с полуводными местообитаниями с постоянным слоем



воды или с её высоким уровнем (Юрковская, 1995). В сложении данных фитоценозов преобладают виды, относящиеся к экологическим группам гигрогидрофитов, гидрофитов, реже – гигрофитов. Питание осуществляется за счет грунтовых или делювиальных вод. Эдификаторными синузиями являются травы и гипновые мхи, имеющие широкую экологическую амплитуду с экологическим оптимумом в евтрофных условиях.

Сообщества гелофитно-травяного класса формаций широко представлены в регионе как на болотах горно-таёжного пояса, так и в зоне лесостепи. Развитие их связано с регулярно заливаемыми местообитаниями: поймами рек, межгорными понижениями и другими депрессиями рельефа. Эдификаторами выступают травянистые растения.

На горных болотах региона преобладают осоковые ассоциации, разнообразные как по господствующим видам осок, так и по составу сопутствующих им видов растений. Они занимают окраины болотных массивов, реже образуют самостоятельные болота, развиваясь в условиях богатого проточного питания.

В лесостепной и степной зонах гелофитно-травяные сообщества широко распространены и являются преобладающим типом водно-болотных фитоценозов, играя важную экологическую, ресурсную, водорегулирующую, стабилизирующую роль. Они занимают как водно-болотные угодья речных долин, так и пониженные участки рельефа (особенно на территории Западно-Сибирской низменности), часто непосредственно примыкающие к водоёмам. Эти высокотравные сообщества являются переходными от болотной к гелофитной растительности водоёмов. В бореальной и лесостепной зонах они занимают ещё и торфяные субстраты (Лапшина, 2010).

Гидроморфные крупноосоковые и осоково-тростниковые сообщества в эколого-флористической классификации рассматриваются в рамках класса *Phragmiti-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941. Кочкарноосоковые сообщества с доминированием *Carex cespitosa* или *C. juncella*, открытые или в разной степени поросшие ивами и березой, Е. Д. Лапшина (2010) рассматривает в классе *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. 1943, порядке *Salicetalia auritae* Doing 1962 et Westh. 1969, союзе *Salicion cinereae* Müller et Görs 1958, отмечая, что это не общепринятая точка зрения (Тужилин, 1988; Миркин и др., 1991; Таран, 1995; Mucina et al., 2016).

Среди гелофитно-травяных ассоциаций, одинаково часто встречающихся как в горно-таёжном поясе, так и в лесостепной зоне региона, следует выделить кочкарноосоковые ассоциации (асс. *Carex cespitosa*, асс. *Comarum palustre*–*Carex juncella*). Они развиваются на приречных и приозёрных болотных участках, по окраинам болот, часто на границе с суходолом, а также в понижениях рельефа. В горно-таёжном поясе данные сообщества могут возникать на месте сведенных или сильно трансформированных болотных березняков.

В работе применялись дистанционно-наземные методы. В рамках проекта полевые данные, представленные в виде базы данных в формате ГИС, используются как эталонные участки при дешифрировании серии разносезонных космических снимков с целью последующего выявления диагностических признаков и дифференциации сообществ гелофитно-травяных фитоценозов от других типов сообществ болот (осоково-сфагновых, осоково-гипновых и др.), а также для мониторинга состояния займищ западносибирской лесостепи, окружающих олиготрофные сосново-кустарничково-сфагновые болотные участки (рямы).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (19-05-00830-а).

Лапшина Е. Д. Растительность болот юго-востока Западной Сибири. Ханты-Мансийск: Изд-во Югорского гос. ун-та, 2010. 186 с.

Миркин Б. М., Денисова А. В., Голуб В. Б., Григорьев И. Н., Онищенко Л. И., Соломещ А. И., Саитов М. С. Синтаксономия травяной растительности поймы Среднего Иртыша. М., 1991. 54 с. Деп. в ВИНТИ 15.01.91. № 258-B91.

Таран Г. С. Синтаксономия лугово-болотной растительности поймы средней Оби (в пределах Александровского района Томской области). Новосибирск. Препринт ЦСБС СО РАН, 1995. 76 с.

Тужилин С. Ю. Синтаксономия луговой растительности поймы р. Киренги (Северное Предбайкалье). М., 1988. 38 с. (Деп. в ВИНТИ 25.04.88, № 4078-B88).

Юрковская Т. К. Высшие единицы классификации растительности болот // Ботан. журн. 1995. Т. 80. № 11. С. 28–33.

Mucina L., Bültmann H., Dierssen K. et al. Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen and algal communities // Applied Vegetation Science. 2016. Vol. 19. № 1. P. 3–264.

**О. А. Капитонова<sup>1,3</sup>, Г. Р. Платунова<sup>2</sup>, Е. А. Беляков<sup>3</sup>**

**К МОРФОЛОГИИ *PHRAGMITES ALTISSIMUS* (BENTH.) MABILLE (POACEAE)**

**О. А. Kapitonova<sup>1</sup>, G. R. Platunova<sup>2</sup>, E. A. Belyakov<sup>3</sup>**

**TO MORPHOLOGY OF *PHRAGMITES ALTISSIMUS* (BENTH.) MABILLE (POACEAE)**

<sup>1</sup>Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Тобольск, Россия (Tobolsk complex scientific station UB RAS, Tobolsk, Russia), kapoa.tkns@gmail.com

<sup>2</sup>Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия (Udmurt State University, Izhevsk, Russia), dyukina-guzel@yandex.ru

<sup>3</sup>Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Borok, Russia), eugenbeliakov@yandex.ru

Род *Phragmites* Adans. объединяет около 20 видов, на территории России представлен 7 видами (Цвелёв, Пробатова, 2019), включая почти космополитный *P. australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (тростник южный) и евразийско-североафриканский *P. altissimus* (Benth.) Mabilie (тростник высочайший), видовая самостоятельность которого недавно доказана с помощью молекулярно-филогенетических методов анализа (Носов и др., 2020). Российская часть естественного ареала *P. altissimus* охватывает дельту Волги, низовья Дона, Крым, Предкавказье, южные районы Восточной Сибири и Дальнего Востока (Цвелёв, 1976; Пробатова, 1985; Никифорова, 2012). В пределах лесной зоны России он считается чужеродным видом (Цвелёв, 2011). Как адвентивный вид он известен из многих районов европейской части страны (Папченко, 2008; Капитонова, 2011; Борисова, Шилов, 2017; Цвелёв, Пробатова, 2019 и др.), Южного Урала и Зауралья (Наumenko, 2008; Голованов и др., 2019) и Западной Сибири (Капитонова, 2016, 2017, 2018). Цель работы заключалась в изучении особенностей морфологического строения *P. altissimus* в зоне инвазии. Для этого были изучены диагностические морфометрические параметры репродуктивных побегов *P. australis* у растений, собранных в евразийской части ареала, и *P. altissimus* из первичного (восточное побережье Средиземного моря, Израиль; низовья р. Волги, восточное побережье Азовского моря, юг Дальнего Востока, Россия; Кавказ, Армения) и вторичного (бассейн Средней и Верхней Волги, бассейн р. Камы, Обь-Иртышский бассейн, Россия; бассейн р. Днепр, Украина) ареалов вида. В работе использованы как растения, собранные авторами, так и гербарные образцы, хранящиеся в IBIW, ТК, UDU, VLA. Всего изучено 157 побегов *P. australis*, 37 побегов *P. altissimus* из первичного ареала и 44 побега из вторичного ареала. Данные были обработаны в программе PAST v. 4.02 (Hammer et al., 2001).

Результаты исследований показывают статистически значимые (при  $p < 0,05$ ) различия изученных параметров (высота репродуктивного побега, количество узлов на побеге, толщина побега у основания и под соцветием, длина соцветия, ширина и длина наиболее развитых листьев) между растениями обоих видов (значения указанных параметров существенно больше у *P. altissimus*). Растения *P. altissimus* из первичного и вторичного ареалов достоверно различались по таким параметрам, как количество узлов, толщина репродуктивного побега у основания, длина соцветия, ширина и длина листовой пластинки, причем последние два параметра оказались больше у растений из зоны инвазии.

Показано, что в зоне вторичного ареала видоспецифические морфологические признаки тростника высочайшего сохраняются, хотя в основном их значения несколько ниже, чем в области естественного произрастания. Некоторые полученные данные могут рассматриваться

как свидетельство возможной гибридизации между двумя близкими видами. Последнее требует специального изучения.

Авторы благодарят канд. биол. наук В. В. Якубова (ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток) за предоставление фотографий образцов *P. altissimus*, хранящихся в VLA. Работа выполнена в рамках госзаданий ТХНС УрО РАН (AAAA-A19-119011190112-5), ИБВВ им. И. Д. Папанина РАН (AAAA-A18-118012690099-2), частично финансировалась из средств РФФИ (грант 18-34-00257).

Борисова Е. А., Шилов М. П. Тростник высочайший (*Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie) в Ивановской области // Российский Журн. Биол. Инвазий. 2017. № 4. С. 18–27.

Голованов Я. М., Абрамова Л. М., Ямалов С. М. О находке тростника высочайшего (*Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie) на южном Урале (Оренбургская область) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2019. Т. XIII, № 1. С. 114–118.

Капитонова О. А. Чужеродные виды растений в водных и прибрежно-водных экосистемах Вятско-Камского Предуралья // Российский Журн. Биол. Инвазий. 2011. № 1. С. 34–43.

Капитонова О. А. Новая находка *Phragmites altissimus* (Poaceae) в Западной Сибири // Вестник Курганского университета. Серия Естественные науки. 2016. № 4 (43), вып. 9. С. 21–23.

Капитонова О. А. Находка тростника высочайшего (*Phragmites altissimus*, Poaceae) на севере Тюменской области // XV Зырянские чтения: материалы Всерос. научно-практ. конф. Курган, 2017. С. 207–208.

Капитонова О. А. Об основных результатах флористических исследований в 2018 году // Тобольск научный – 2018: Материалы XV Всерос. (с международ. участием) научно-практ. конф. Тобольск: ООО «ИПЦ Экспресс», 2018. С. 36–40.

Науменко Н. И. Флора и растительность Южного Зауралья. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2008. 512 с.

Никифорова О. Д. Род *Phragmites* Adans. // Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. С. 571.

Носов Н. Н., Гнутиков А. А., Пунина Е. О., Мачс Э. М., Конечная Г. Ю., Родионов А. В. О различии видов тростника (*Phragmites*, Poaceae) по молекулярно-филогенетическим данным // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2020. Т. 19, № 1. С. 8–13.

Папченко В. Г. О распространении *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie (Poaceae) // Российский Журн. Биол. Инвазий. 2008. № 1. С. 36–41

Пробатова Н. С. Тростник – *Phragmites* Adans. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 1. Л.: Наука, 1985. С. 346–348.

Цвелёв Н. Н. Злаки СССР. Л.: Наука. Ленинград. отд-ние, 1976. 788 с.

Цвелёв Н. Н. О родах тростник (*Phragmites* Adans.) и змеевка (*Cleistogenes* Keng) семейства злаков (Poaceae) в России // Новости сист. высш. раст. Т. 43. СПб.: Тов-во научных изданий КМК, 2011. С. 30–44.

Цвелёв Н. Н., Пробатова Н. С. Злаки России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. 646 с.

Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4, № 1. 9 pp. (URL: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm))

**Л. М. Киприянова**

**СИНТАКСОНОМИЯ И ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ  
ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ВОДНОЙ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**L. M. Kipriyanova**

**SYNTAXONOMY AND BASIC ECOLOGICAL-GEOGRAPHIC FACTORS OF  
DIFFERENTIATION OF AQUATIC AND SEMI-AQUATIC VEGETATION IN SOUTH-  
EAST OF WEST SIBERIA**

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия (Institute for Water and  
Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia), [kipriyanova@mail.ru](mailto:kipriyanova@mail.ru)

На основе материалов, собранных автором в экспедициях 1995–2017 гг. на территории Новосибирской и Кемеровской областей, Алтайского края и Республики Алтай, обобщены данные о ценоотическом разнообразии растительности водных объектов юго-востока Западной

Сибири и основных факторах, его обуславливающих. Выбранная территория включает большое типологическое разнообразие водных объектов, что позволило охватить основную часть ценотического разнообразия водной и прибрежно-водной растительности указанной территории. Исследования проводились на территории Барабинской низменности, Кулундинской равнины, Салаирского края, Горной Шории, Алтая, а также в системе Верхней Оби, включая р. Обь, протоки, пойменные озёра, Новосибирское водохранилище и некоторые притоки.

Выявленное ценотическое разнообразие водной и прибрежно-водной растительности юго-востока Западной Сибири составило 112 ассоциаций из 22 союзов, 12 порядков, 8 классов классификации Ж. Браун-Бланке. Из них 11 ассоциаций относятся к классу *Lemnetea*, 38 ассоциаций, 2 сообщества и 8 вариантов – к классу *Potamogetonetea*, 43 ассоциации, 2 сообщества и 11 вариантов – к классу *Phragmito-Magnocaricetea*, 4 ассоциации и 4 сообщества – к классу *Stigeocloniotea tenuis*, 9 ассоциаций – к классу *Charetea intermediae*, 1 ассоциация – к классу *Platyhypnidio-Fontinaliotea antipyreticae*, 3 ассоциации и 1 вариант ассоциации – к классу *Ruppietea maritimaе* и 3 ассоциации – к классу *Bidentetea*. По ценотическому составу высшая водная растительность юго-востока Западной Сибири, как было выявлено, несколько ближе к таковой Восточной Сибири и Южного Урала, нежели Европы.

Показано, что состав и высокое синтаксономическое разнообразие водной и прибрежно-водной растительности ЮВЗС отражают наличие широкого спектра местообитаний, представляющих три основных градиента среды: первый – комплексный высотный градиент в горно-равнинных водотоках, второй – градиент зарастания–заболачивания озёр, третий – градиент минерализации в озёрах. Динамика водной и прибрежно-водной растительности по высотному градиенту рассмотрена нами на примере северо-западных предгорий и низкогорий Алтае-Саянской горной системы. Особенности изменения характерных черт водной и прибрежно-водной растительности по градиенту зарастания–заболачивания рассмотрены на примере растительности пойменных озёр (стариц) бассейна р. Бердь, а по градиенту минерализации – на примере озёр Обь-Иртышского междуречья. На всех трёх градиентах происходят смены видов-доминантов, наборов видов и ценозов, меняется ценотическое богатство. По высотному градиенту средней горно-равнинной реки наблюдается вначале рост, затем некоторое снижение ценотического богатства, по градиенту зарастания–заболачивания озёр, а также по градиенту минерализации происходит уменьшение ценотического богатства водной и прибрежно-водной растительности.

Для бассейнов пресноводных рек правобережья Оби можно следующим образом представить ординацию крупных синтаксонов по основным осям варьирования (см. рис.). Союз *Batrachion fluitantis*, который объединяет сообщества укореняющихся водных растений прозрачных, холодных быстротекущих вод, богатых кислородом, занимает крайнее правое положение на оси проточности. Нами эти сообщества были отмечены в системе р. Бердь, в малых реках Новосибирской области, а также в реках Алтае-Саянских гор – Кóндома и Иша. Самым широким диапазоном на оси проточности из сообществ класса *Potamogetonetea* характеризуется союз *Nymphaeion albae*, сообщества которого встречаются как в водотоках, так и в сильно заболоченных озёрах. Ценозы союза *Potamogetonion* отмечены в большом диапазоне глубин и проточности, но их нет в сильно заболоченных озёрах. Сообщества класса *Lemnetea* характерны для водоёмов, но также встречаются и в водотоках с очень низкими в меженный период скоростями течения.

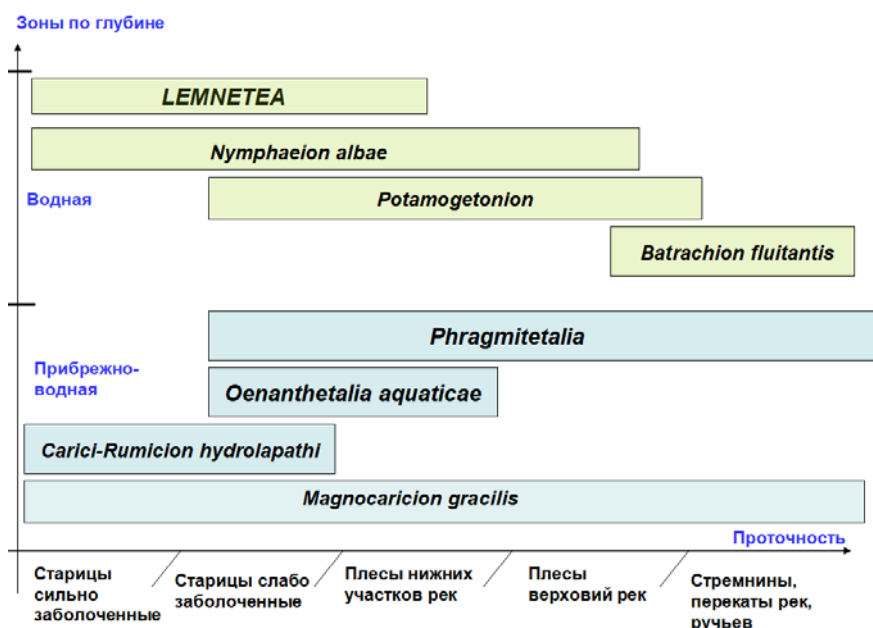


Рис. Ординация синтаксонов крупных рангов водной и прибрежно-водной растительности ЮВЗС на осях проточности и глубины.

Из сообществ класса *Phragmito-Magnocaricetea* самым широким распространением отличается союз *Magnocaricion gracilis*, сообщества которого занимают устойчивые берега рек и озёр, а также ценозы порядка *Phragmitetalia*, обычные для прибрежных мелководий водотоков и водоёмов разной проточности. Сообщества порядка *Oenanthetalia aquaticaе* характерны для аллювиальных отложений средних и нижних участков рек, а также для слабо заболоченных озёр. Союз *Carici-Rumicion hydrolapathi* (сообщества заболачивающихся местообитаний на органических субстратах) занимает крайнее левое положение на оси проточности.

Для озёр равнинной части региона исследованим ведущим градиентом, вдоль которого происходят самые значительные изменения растительного покрова, является градиент минерализации. Наименьшей галотолерантностью обладают ценозы союза *Nymphaeion albae*, только отдельные ассоциации которого выходят за границу пресных вод. Из ценозов союза *Potamogetonion* только ценозы асс. *Najadetum marinae*, *Potamogetonetum perfoliati*, *Potamogetonetum pectinati*, *Zannichellietum palustris* встречаются в  $\alpha$ -олигогалинных водах, остальные отмечены только в более пресных. Аналогичная закономерность наблюдается в классе *Lemnetea*, из которого только ассоциации *Lemnetum trisulcae*, *Lemno-Utricularietum vulgaris*, *Lemno minoris-Ceratophylletum submersi* перешагнули границы  $\alpha$ -олигогалинных вод. По мере роста минерализации в роли сообществ погруженных растений начинают выступать представители союза *Cladophoro fractae-Stuckenion chakassiensis*, а при более высоких значениях минерализации – союза *Ruppion maritimae*. Самым широким диапазоном галотолерантности обладают ценозы макроводорослей класса *Stigeoclonietea tenuis*, которые произрастают на всем доступном макрофитам диапазоне минерализации. Из прибрежно-водных растений наибольшей галотолерантностью обладают сообщества порядка *Bolboschoenetalia maritimi*.

Работа выполнена в рамках госзадания ИВЭП СО РАН и при поддержке грантов РФФИ (проекты 01-04-49893-а, 13-04-02055-а, 13-04-10168-к, 14-04-10164-к, 15-29-02498-офи-м, 18-04-01001-а).

**Е. В. Клепец**  
**ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТОЯНИЯ УРБОГИДРОЭКОСИСТЕМ ПО СТРУКТУРНЫМ**  
**ПОКАЗАТЕЛЯМ МАКРОФИТОВ**

**Ye. V. Klepets**  
**OPTIMIZATION OF THE STATE OF URBANIZED HYDROECOSYSTEMS BY**  
**STRUCTURAL INDICES OF MACROPHYTES**

Украинская медицинская стоматологическая академия, Полтава, Украина  
(Ukrainian Medical Stomatological Academy, Poltava, Ukraine), gidrobiolog@gmail.com

Как известно, водные экосистемы на территории городов подвергаются комплексному антропогенному воздействию, что находит наглядное отражение в реакции их автотрофного компонента. Экологическое состояние водной экосистемы достаточно точно характеризуют различные показатели макрофитов, в частности, экологическая структура и пространственное распределение их зарослей (Власов, Гигевич, 2002; Мальцев и др., 2011). Как недостаточное, так и чрезмерное развитие водной растительности может свидетельствовать о нарушении природного экологического баланса всей экосистемы водоёма. По некоторым литературным данным, наиболее благоприятным фактором для формирования хорошего качества воды при достаточном водообмене является зарастание акватории до 30–40% (Власов, Гигевич, 2002).

Целью данной работы было изучение структурных показателей макрофитной растительности (ценоразнообразие, степень зарастания акватории, экологическая структура зарослей) различных городских водоёмов и формулирование на этой основе рекомендаций по оптимизации их экосистем.

Сбор полевых данных проводился в 2011–2013 гг. по стандартным методикам (Катанская, 1981) на территории г. Полтавы. Были исследованы 20 водоёмов, отличавшихся по происхождению, интенсивности водообмена, степени антропогенной нагрузки (пойменный водоём-старица р. Ворсклы, обводнённые карьеры, копани, пруды руслового типа). Определение площадей сообществ проводилось глазомерно, а также с использованием компьютерной программы Digimizer с привязкой к детальным спутниковым фотоснимкам водоёмов, полученным с помощью интернет программы Google Earth и дешифрованных в полевых условиях. Степень зарастания водоёмов оценивалась через отношение площади зарослей водной растительности к общей площади акватории.

Ценотический состав исследованных объектов включает 32 сообщества в ранге ассоциаций, в т. ч. 10 ассоциаций погруженной растительности, 8 – растительности с плавающими на поверхности воды листьями, 9 – воздушно-водной и 5 ассоциаций болотной растительности. Анализ полученных данных по степени зарастания акваторий с учетом экологической структуры зарослей макрофитов позволил выделить 4 группы городских водоёмов.

1. Группа **недостаточно заросших городских водоёмов** включает 5 водных объектов (25% из всех исследованных) со степенью зарастания акватории менее 30%. Развитие истинно водной растительности здесь лимитировано низкой прозрачностью воды (до 30 см) и/или морфометрическими особенностями водоёмов (пруды и карьеры со средними глубинами более 2 м и резким их перепадом). На водоёмах с большой площадью акватории и протяженным периметром сформировались разнообразные экотопы для существования ассоциаций воздушно-водных и болотных растений. Поэтому здесь наблюдается самое высокое ценоразнообразие (4–12 ассоциаций, в среднем – 6,8), однако в основном за счет прибрежно-водной растительности, которая также преобладает по участию в формировании растительного покрова. Типичным для таких объектов является избыточное развитие фитопланктона (до уровня «цветения» воды), что снижает эстетическую ценность этих водоёмов в урболандшафте и ограничивает их использование в целях рекреации (прежде всего – для купания).

2. Группа **умеренно заросших городских водоёмов** включает наименьшее количество водных объектов (15% от всех исследованных) со степенью зарастания акватории 30–40%. Её

образуют русловые пруды и речная старица. Умеренные глубины (1,0–2,2 м) и достаточная прозрачность воды (40–120 см) этих объектов благоприятствуют их зарастанию макрофитами. Ценоразнообразие здесь сравнительно высоко (5–8 ассоциаций, в среднем – 6,3). В каждом из водоёмов представлены все основные экологические группы водной растительности (погруженная, с плавающими листьями, воздушно-водная), тогда как болотная растительность не развивается. Наблюдается более равномерное пространственное распределение растительных поясов, что повышает эстетическую ценность таких объектов в урбандолашафте и их рекреационное значение для городских жителей (купание, любительское рыболовство).

3. Группа ***чрезмерно заросших городских водоёмов с преобладанием погружённой растительности*** наиболее многочисленна по числу водных объектов (40% от всех исследованных); их степень зарастания превышает 40%. Все эти водоёмы представляют собой русловые пруды: – или мелководные (средние глубины до 1,5 м) с достаточной прозрачностью воды (40–55 см), или же – более глубокие (средняя глубина 3,5 м), но с большей прозрачностью (до 85 см) и слабо выраженной глубинной дифференциацией ложа. Экологическая структура зарослей, как правило, редуцирована до двух экогрупп; чаще всего выпадают ассоциации растений с плавающими на поверхности воды листьями. Ценоразнообразие невысокое (2–4 ассоциации, в среднем – 3,4). Эстетическую ценность таких водоёмов может снижать развитие в поясе погруженной растительности нитчатых водорослей, которые, по завершении своей вегетации, всплывают на поверхность воды и начинают разлагаться. Чрезмерное развитие погруженной растительности препятствует рекреационному использованию таких водоёмов, ведет к ухудшению качества их воды, постепенному обмелению и заиливанию с перспективой трансформации в болотные биоценозы (Мальцев и др., 2011).

4. Группа ***чрезмерно заросших городских водоёмов с преобладанием растительности с плавающими на поверхности воды листьями*** включает 20% исследованных водных объектов, степень зарастания которых, аналогично предыдущей группе, превышает 40%. Здесь представлены копани и русловые пруды с малыми размерами акваторий, а также или, с очень незначительными глубинами (в среднем – 0,5 м), что способствует лучшему прогреванию воды, или же, с несколько большими глубинами (в среднем – 1,4–1,9 м), но с резким их перепадом, что, в условиях невысокой прозрачности воды, сдерживает развитие погруженной растительности. Эти условия благоприятны для развития сообществ свободно плавающих на поверхности воды гидрофитов. Ценоотическое разнообразие водоёмов невысоко (по 3–4 ассоциации в каждом, в среднем – 3,5). Эстетическая ценность водоёмов данной группы снижена в связи с некоторым визуальным однообразием акватории, полностью или почти сплошь покрытой рясками. Это свидетельствует о высокой степени евтрофирования воды (Макрофиты-индикаторы..., 1993) и может привести к постепенной деградации экосистемы водоёма (Экосистемы..., 1989). Рекреационное использование таких водных объектов обычно ограничено любительским рыболовством.

Таким образом, отклонение показателей зарастания акватории от оптимальных значений сопровождается снижением декоративного и рекреационного значения городских водоёмов и несёт угрозу деградации их экосистем. Качественный состав и количественное соотношение площадей растительных сообществ разных экогрупп определяют особенности использования водных объектов в урбандолашафте и обязательно должны учитываться при разработке мероприятий гидроэкологического менеджмента урбанизированных территорий. Среди конкретных мероприятий можно предложить следующие: а) выделение в натуре и соблюдение режима эксплуатации водоохраннх зон и прибрежных защитных полос, а также их озеленение; б) реконструкция ложа водоёма (расчистка от заиливания, дноуглубление водных объектов с глубинами менее 2 м, глубинная дифференциация прибрежной зоны); в) доведение показателей зарастания до оптимальных (30–40% от площади акватории), повышение видового и ценоотического разнообразия; г) культивирование водных растений с фитомелиоративными свойствами, создание фитоценозов по принципу биоплато, заселение растительоядных рыб; д) гидрохимический мониторинг, паспортизация городских водоёмов,

создание информационной базы данных об их состоянии, обеспечение доступа общественности к этим данным.

Власов Б. П., Гигевич Г. С. Использование высших водных растений для оценки и контроля за состоянием водной среды: Метод. рекомендации. Мн.: БГУ, 2002. 84 с.

Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.

Макрофиты-индикаторы изменений природной среды / Дубына Д. В., Гейны С., Гроудова З. и др. К.: Наук. думка, 1993. 435 с.

Мальцев В. І., Карпова Г. О., Зуб Л. М. Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник. К.: Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, Інститут екології НЕЦ України, 2011. 112 с.

Экосистемы в критических состояниях / Под ред. Ю. Г. Пузаченко. М.: Наука, 1989. 155 с.

**Е. В. Князева, Б. Ю. Тетерюк**

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТИВНОСТИ МАКРОФИТОВ МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ БАСЕЙНА РЕКИ ВЫЧЕГДЫ**

**E. V. Knyazeva, B. Yu. Teteryk**

### **COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF MACROPHYTE PRODUCTIVITY IN SMALL RESERVOIRS IN THE VYCHEGDA RIVER BASIN**

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Республика Коми (Institute of biology  
Komi SC Ural branch RAS, Syktывkar, Komi Republic), [ev\\_knyazeva@mail.ru](mailto:ev_knyazeva@mail.ru),  
[b\\_teteryuk@ib.komisc.ru](mailto:b_teteryuk@ib.komisc.ru)

Определение первичной продукции – одно из ключевых направлений изучения гидроэкосистем. Особое положение в этом вопросе занимают искусственно созданные водоёмы, в том числе водохранилища. Они, с одной стороны, в полной мере испытывают влияние региональных природных процессов, а, с другой стороны, – подвержены интенсивным антропогенным воздействиям (Авакян и др., 1987). Данных о продуктивности высшей водной растительности для северных регионов страны крайне мало, а, с учётом возрастающего интереса к хозяйственному использованию водохранилищ, вопрос изучения накопления фитомассы макрофитами приобретает ещё большую актуальность.

Цель работы – дать сравнительную характеристику продуктивности высшей водной растительности малых водохранилищ бассейна реки Вычегды.

Изучение продуктивности высшей водной растительности проводили на трех водохранилищах (Кажимское, Нювчимское, Нючпасское), расположенных на юге республики Коми в подзоне средней тайги, в конце июня – июле 2019 года.

Отбор и обработку гидроботанических материалов выполняли по общепринятым методикам (Катанская, 1981). Для пересчета абсолютно-сухого веса в чистую годовую продукцию, согласно методике В. Г. Папченкова (2001), использовали коэффициент 1,2 для высокотравных гелофитов, 2,0 – для осок, 2,3 – для низкотравных гелофитов, 2,5 – для гидрофитов.

Несмотря на схожесть (одинаковое происхождение, расположение в одной природно-климатической зоне, однотипность химического состава воды и характера эксплуатации), водохранилища имеют разные морфометрические характеристики, характер антропогенной нагрузки и, как следствие, – флористический состав. Все эти различия, так или иначе, оказывают влияние на продукционные характеристики сообществ.

Растительный покров водохранилищ бассейна реки Вычегды формируют сообщества 44 ассоциаций: из них в Кажимском водохранилище – 27, Нювчимском – 29, Нючпасском – 21. Общими для всех трёх водоёмов являются 11 ассоциаций. Ещё 10 ассоциаций отмечены только в двух исследуемых водоёмах. Уникальными для Кажимского водохранилища являются 7 ассоциаций, для Нювчимского – 12, Нючпасского – 4.



Таблица. Продуктивность макрофитов Кажимского, Нючпасского и Нювчимского водохранилищ, г/м<sup>2</sup>.

Ассоциации	Продукция		
	Кажимского ВДХ	Нювчимского ВДХ	Нючпасского ВДХ
Сообщества гелофитов			
<i>Caricetum gracilis</i> Savič 1926	930,0±111,8	986,3±252,5	1547,0
<i>Typhetum latifoliae</i> Nowiński 1930	821,7±256,7	936,0±95,4	1270,6±371,1
<i>Equiseto fluviatilis</i> - <i>Caricetum rostratae</i> Zumpfe 1929	660,0±39,9	457,9±86,9	774,6±82,5
<i>Equisetetum fluviatilis</i> Nowiński 1930	270,3±72,8	338,1±142,2	437,6±139,3
<i>Menyanthetum trifoliatae</i> Nowiński 1927	1187,0	0,0	1704,6±111,5
<i>Caricetum aquatilis</i> Savič 1926	1037,5±176,5	903,1±183,1	0,0
<i>Schoenoplectetum lacustris</i> Chouard 1924	592,0	370,3	0,0
<i>Calamagrostietum purpureae</i> Taran 1995	433,3±87,8	488,9±142,4	0,0
<i>Eleocharitetum palustris</i> Savič 1926	158,0	135,9±16,5	0,0
<i>Calletum palustris</i> Van den Berghen 1952	0,0	0,0	1044,0
<i>Phalaridetum arundinaceae</i> Libbert 1931	0,0	1005,6±83,6	0,0
<i>Caricetum vesicariae</i> Chouard 1924	841,8±101,8	0,0	0,0
<i>Phragmitetum australis</i> Savič 1926	672,0±31,5	0,0	0,0
Сooб. <i>Carex nigra</i>	0,0	0,0	617,4
<i>Alopecuretum aequalis</i> Müller 1975	0,0	404,7±71,7	0,0
<i>Glycerietum notatae</i> Kulczyński 1928	308,0±70,4	0,0	0,0
<i>Ranunculo-Agrostitetum stoloniferae</i> Oberdorfer et al. 1967	0,0	279,9	0,0
Сooб. <i>Juncus filiformis</i>	273,0±44,6	0,0	0,0
<i>Eleocharito palustris</i> - <i>Hippuridetum vulgaris</i> Passarge 1964	0,0	0,0	69,7±23,4
<i>Sparganietum emersi</i> Mirkin. Gogoleva et Kononov 1985	174,5±49,2	56,5±25,4	72,0±7,7
Сообщества гидрофитов			
<i>Potamo natantis</i> - <i>Polygonetum natantis</i> Knapp et Stoffers 1962	229,7±65,0	194,3±71,1	75,2±23,1
<i>Potametum natantis</i> Hild 1959	171,3±45,7	58,4±3,7	158,4±50,0
Сooб. <i>Warnstorfia exannulata</i>	354,3±79,0	391,1±91,4	336,0±116,2
<i>Lemno</i> - <i>Callitrichetum palusrtis</i> A. Bobrov et Chemieris 2006	26,4±14,4	145,7	130,4±14,4
<i>Potametum praelongi</i> Hild 1959	0,0	62,3±25,7	294,3
<i>Potametum perfoliati</i> Miljan 1933	0,0	87,3±18,3	39,0±11,1
<i>Potametum tenuifolii</i> Kiprijanova et Laščinskij 2000	0,0	59,5	76,2±10
<i>Elodeetum canadensis</i> Nedelcu 1967	0,0	325,2±51,8	0,0
<i>Nymphaeetum candidae</i> Miljan 1958	319,7±82,3	0,0	0,0
<i>Potametum graminei</i> Lang 1967	0,0	66,1±10,2	0,0

Наибольшее распространение во всех водохранилищах имеют сообщества осок (*Equiseto fluviatilis*–*Caricetum rostratae* и *Caricetum gracilis*). Они являются мощными продуцентами и вносят значительный вклад в общую первичную продукцию водохранилищ (см. табл.).

Среди береговых сообществ в Кажимском и Нючпасском водохранилищах более продуктивны сообщества *Menyanthetum trifoliatae*. Здесь эти сообщества формируют чистые заросли с ОПП ~90%, поэтому их продуктивность с 1 м<sup>2</sup> оказывается наибольшей. В Нювчимском водохранилище наиболее продуктивны сообщества *Phalaridetum arundinaceae*. Несмотря на то, что эти сообщества образуют большую массу продукции, площади их распространения незначительны. Оба сообщества отмечены лишь в одной точке водохранилищ.

Доминирующим продуцентом истинно-водных сообществ во всех водохранилищах является гипновый мох *Warnstorfia exannulata* (Bruch et al.) Loeske, при этом образованная им продукция в исследуемых водоёмах отличается незначительно (от 336,0 до 391,1 г/м<sup>2</sup>). Сообщества варнсторфии широко распространены в водохранилищах. Конкуренцию им составляют *Elodeetum canadensis* – в Нювчимском водохранилище, рдесты (*Potametum tenuifolii*, *Potametum natantis*) – в Нючпасском, *Potamo natantis*–*Polygonetum natantis* – в Кажимском. В исследуемых водохранилищах эти сообщества наиболее распространены.

Многие сообщества встречаются только в одном водохранилище. Так, в Кажимском водохранилище отмечены сообщества *Nymphaetum candidae*, они вносят значительный вклад в общую первичную продукцию (Таблица). Среди водных сообществ *Nymphaetum candidae* занимает второе место. Ещё одно сообщество, характерное только для Кажимского водохранилища, – *Phragmitetum australis*, продуктивность которого с 1 м<sup>2</sup> также высока, но площади распространения крайне малы.

«Уникальным» сообществом для Нювчимского водохранилища является синантропное *Elodeetum canadensis*. Продуцируя большое количество биомассы и имея большие площади распространения, это сообщество вносит наибольший вклад в общую первичную продукцию.

Авакян А. Б., Салтанкин В. П., Шарапов В. А.. Водохранилища. М.: Мысль. 1987. 325 с.

Катанская. В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Л.: Наука. 1981. 187 с.

Папченков В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ. 2001. 200 с.

**И. А. Козарь, М. М. Рассказова**

## **ВЫБОР РЕФЕРЕНТНЫХ ВИДОВ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

**I. A. Kozar, M. M. Rasskazova**

## **SELECTION OF REFERENCE SPECIES OF AQUATIC VASCULAR PLANTS FOR ASSESSMENT OF RADIATION SAFETY OF WATER ECOSYSTEMS**

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Обнинск, Россия (Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering, Obninsk, Russia), vita2002-7695@yandex.ru

Небольшой набор специально выбранной референтной флоры и фауны может служить для построения общей системы защиты окружающей среды. Метод референтной флоры и фауны, состоящей из определенных дозовых моделей, набора данных для оценки последствий облучения и соотношений доза-эффект для отдельно выбранных видов флоры и фауны, может использоваться при принятии решений при различных обстоятельствах, таких как контроль практики или случаев вмешательства.

Публикация 91 МКРЗ регламентирует критерии отбора референтных видов флоры и фауны (ICRP, 2002). Организмы должны быть типичными представителями флоры и фауны конкретных экосистем и конкретных путей облучения и особенно чувствительны к воздействию радиоактивного излучения и радионуклидов, или являться важными компонентами конкретных экологических сообществ, или способными получать более высокие концентрации радионуклидов в организме из-за места обитания и особенностей жизнедеятельности (например, организмы, находящиеся в донных отложениях, когда в них накапливаются радионуклиды).

Целью данной работы являлось выявление референтной группы водных и околотовных растений в условиях радиационного загрязнения.

Исследования проводились в 2012–2019 гг. на участке р. Ипуть в Брянской обл., пострадавшей в результате аварии на ЧАЭС. Средняя плотность загрязнения почв сельскохозяйственных угодий цезием-137 в области составляет 2,29 Ки/км<sup>2</sup>, что в 60 раз выше уровня до аварии, а в Новозыбковском и Красnogорском районах – в 300 и 260 раз, соответственно (Панов и др., 2019). Река Ипуть – наиболее протяжённый и самый полноводный левый приток р. Сож. Материалом для исследования служили виды высшей водной и прибрежной растительности, почва и донные отложения исследуемого водоёма. По всему маршруту были отобраны и обработаны экземпляры высших водных растений со всеми вегетативными и генеративными органами для измерения в них удельной активности <sup>137</sup>Cs. Для анализа были выбраны несколько видов макрофитов и видов прибрежных растений, характеризующихся индикаторными свойствами к радиоактивному загрязнению и являющихся типичными видами для данного водного объекта.

Анализ по определению удельной активности <sup>137</sup>Cs в образцах водных растений, проводился в Лаборатории Радиационного контроля (ГНУ ВНИИСХРАЭ) в г. Обнинске (метод гамма-спектрометрии с использованием гамма-спектрометра).

Проведённый анализ данных на содержание <sup>137</sup>Cs в почвенных образцах показал, что загрязнение почвенного покрова бассейна реки Ипуть носят неравномерный характер. Известно, что <sup>137</sup>Cs, в отличие от <sup>90</sup>Sr, прочно фиксируется почвенными грунтами и донными отложениями и слабо из них вымывается (Притер и др., 1992).

Особенностью зарастания р. Ипуть высшей водной растительностью является наличие господствующих зон низких и средневысоких надводных растений низкотравных гелофитов, относящихся к родам *Sparganium*, *Phalaroides*, *Sagittaria*. Они занимают зону влажного побережья и прибрежные воды. Основными ценозообразователями являются *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Sparganium erectum* L. Наблюдаются формации *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb. и *Sagittaria sagittifolia* L.

Представленные формации свидетельствуют об отсутствии быстрого течения, стоячих водах, что, в свою очередь, может способствовать накоплению радионуклидов и их локализации в широкой прибрежной зоне, миграции и накоплению в богатой фитомассе гидрофитов. При отсутствии быстрого течения затрудняется перенос радионуклидов вниз по течению реки.

Показано, что наибольшими коэффициентами накопления (Кн) <sup>137</sup>Cs характеризуются *Potamogeton lucens* L. (0,75–1,425) и *P. perfoliatus* L. (0,249–3,236). Учитывая индикаторные свойства видов и их способность к аккумуляции ионов металлов (Борисова и др., 2017), а также радионуклидов, представляется возможным рассматривать их в качестве претендентов на включение в референтную биоту.

*Sparganium erectum* L. (Кн: 199–1,128) выбран нами по причине его высокой встречаемости и способности образовывать большие заросли на низинных берегах реки. Он рекомендован в качестве референтного вида для водоёмов Полесья, расположенных в зоне отчуждения ЧАЭС (Шевцова и др., 2015). В научных публикациях показано, что основной вклад во внутреннюю дозу ежоголовника прямого вносит <sup>90</sup>Sr. Поэтому вопрос о выборе этого вида в качестве референтного требует дополнительных исследований по накоплению <sup>90</sup>Sr.

Проблема выбора референтных видов для водных экосистем остается открытой. В научной литературе описываются в основном индикаторные характеристики отдельных таксонов. Референтные виды высших сосудистых растений пресноводных экосистем, аккумулирующие  $^{137}\text{Cs}$ , могут быть использованы в целях биомониторинга гидробиоценозов в качестве маркеров радиоактивного загрязнения. Однако для характеристики референтных свойств важным является определение критериев для оценки параметров облучения, таких как цитогенетические нарушения (анализ хромосомных aberrаций в пыльцевых зернах выявленных видов водных сосудистых растений); исследование репродуктивной функции при прорастании облученных семян; модельные эксперименты, изучающие однофакторное воздействие облучения на выживаемость, устойчивость к заболеваниям и репродуктивную функцию растительного организма.

Борисова Г. Г. и др. Накопление тяжелых металлов в листьях погруженных в воду гидрофитов (*Elodea canadensis* Michx. и *Potamogeton perfoliatus* L.) и их реакция на воздействие сточных вод металлургического завода // Биология внутренних вод. 2017. Т. 10. № 2. С. 176–181.

Панов А. В. и др. Радиоэкологическая оценка сельскохозяйственных земель и продукции юго-западных районов Брянской области, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС// Радиационная гигиена. 2019. Т. 12. №1. С. 25–35.

Притер Б. С. Основные факторы, определяющие поведение радионуклидов в системе почва-растение / Б. С. Притер, Л. В. Перепелятникова, В. И. Дугинов, Ю. В. Хомутинов // Проблемы сельскохозяйственной радиологии: сб. науч. тр. Киев, 1992. С. 108–117.

Шевцова Н. Л. и др. Формирование мощности поглощенной дозы на Helophyta Чернобыльской зоны отчуждения. 2015.

ICRP – International Commission on Radiological Protection. Publication 91. A framework for assessing the impact of ionizing radiation on non-human species // Annals of the ICRP. 2002. 79 p. (Перевод на русский: Публикация 91 МКРЗ. Основные принципы оценки воздействия ионизирующих излучений на живые организмы, за исключением человека. М.: Изд. «Комтехпринт», 2004. 76 с.).

**И. А. Коновалова, М. Н. Шаклеина**

**ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ *NYMPHOIDES PELTATA*  
(S. G. GMEL.) O. KUNTZE**

**I. A. Konovalova, M. N. Shakleina**

**THE INTERNAL STRUCTURE OF VEGETATIVE ORGANS OF *NYMPHOIDES*  
*PELTATA* (S. G. GMEL.) O. KUNTZE**

Вятский государственный университет, Киров, Россия (Vyatka State University, Kirov, Russia),  
S-dulcamara@yandex.ru, mariyashakleina@mail.ru

*Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) O. Kuntze (*Limnanthemum peltatum* S. G. Gmel., *L. nymphoides* Hoffmanns. et Link) – нимфейник, или болотоцветник щитковый – евразийский лесостепной летнезелёный поликарпик, гидрофил (Тарасова, 2007). Это многолетнее растение с ползучим, расположенным на дне водоёма корневищем, и отходящими от него длинными погруженными побегами. Плавающие листья округлые, супротивные, с сердцевидным основанием. Подводные – листья длинночерешковые, очередные, с закругленными на концах лопастями (Соловьева, Лапинов, 2013). Цветки жёлтые, на длинных цветоножках, располагаются пучками в пазухах листьев.

Установлено, что *N. peltata* развивается по симподиальной модели побегообразования (Леднёв, 2015) и размножается в основном вегетативным способом за счёт корневища и укореняющихся столонов (Марковская и др., 2015). Эти особенности развития обуславливают быстрое распространение вида (Markovskaya et al., 2019).

Единственный в роде *N. peltata* встречается по всей Евразии, натурализовался в Северной Америке, где культивируется как декоративное растение (Tipperly, 2010). В ряде штатов занесен в список сорных трав, в Японии с 2007 г. реклассифицирован из уязвимых в

угрожаемые виды (Uesugi et al., 2009). В России произрастает в европейской части, на Кавказе, в Сибири и на юге Дальнего Востока. В Средней России *N. peltata* является заносным и встречается довольно редко на территориях Белгородской, Брянской, Московской, Нижегородской, Самарской, Тамбовской областей (Маевский, 2014). В Кировской области отмечен в Лузском районе (Красная книга..., 2014).

*N. peltata* занесен в Красные книги Нижегородской области, Пермского края, Республик Коми, Марий Эл, Татарстан. В Архангельской области, произрастая на северной границе ареала, он также подлежит охране (Марковская и др., 2015). В Кировской области – это редкий малочисленный вид (III категория), реликт с дизъюнктивным ареалом (Красная книга..., 2014). Лимитирующими факторами для *N. peltata* являются резкие колебания уровня воды в водоёмах, нарушение местообитаний в результате антропогенных воздействий.

*N. peltata* предпочитает водоёмы со стоячей и медленно текущей водой и глубинами 20–150 (300) см (Лисицына, Папченков, 2000; Лисицына и др., 2009). В связи с этим он встречается в старицах, заводях, прудах, водохранилищах (Маевский, 2014).

Материал для исследования был собран в дельте р. Волга (Астраханская область) в 2017 г. В лабораторных условиях выполнены серии поперечных срезов стебля, подводного листа и черешка плавающего листа. Анализ срезов проведён с помощью микроскопа Motic BA300 со встроенным видеоокуляром.

Эпидерма стебля однослойная из плотно сомкнутых клеток прямоугольной формы. Первичная кора трёх–четырёхслойная, без межклетников. Тяжей механических тканей нет, плавающий стебель поддерживается выталкивающей силой воды. Далее расположена мощная аэренхима с крупными воздухоносными полостями схизогенного происхождения. Центральный цилиндр стебля защищен от выщелачивающего действия водной среды отчетливо выраженным слоем эндодермы с лигнифицированными клеточными стенками. В центральной части находятся четыре открытых коллатеральных проводящих пучка. В центре среза – крупные клетки сердцевинной паренхимы округлой формы.

Нижняя и верхняя эпидерма подводного листа *N. peltata* представлена крупными тонкостенными плотно сомкнутыми клетками таблитчатой формы. Эпидерма не имеет устьиц. По периферии листа расположено три–четыре слоя мелких клеток мезофилла округлой формы, без межклетников. Остальной объём занимают клетки мезофилла с крупными схизогенными межклетниками, представляющими собой воздухоносные полости округлой или овальной формы. Среди клеток мезофилла встречаются отдельные 4–5-звездчатые склереиды, придающие листьям дополнительную прочность, не снижая их гибкости и пластичности, что имеет особое значение в водной среде. В центральной части листа расположен крупный закрытый сосудисто-волокнистый пучок, ближе к периферии – более мелкие пучки, утратившие проводящие элементы флоэмы. Все проводящие пучки имеют механическую обкладку из 3–4 слоёв клеток уголковой колленхимы и отделены от мезофилла паренхимной обкладкой из одного слоя мелких тонкостенных клеток.

Анатомическое строение черешка листа *N. peltata* аналогично строению стебля. Отличительной особенностью являются меньшие размеры воздухоносных полостей и аэренхимы в целом. В центральной части черешка просматриваются 5 открытых коллатеральных проводящих пучка. В паренхиме сердцевины формируются небольшие воздухоносные полости.

Таким образом, вегетативные органы *N. peltata* имеют типичное гидроморфное анатомическое строение. Эпидерма органов не имеет кутикулы, что не препятствует поверхностному газообмену. Однако дефицит необходимых газов в воде приводит к формированию мощной аэренхимы из крупных воздухоносных полостей, что повышает плавучесть органов растения. Среди клеток аэренхимы обнаружены отдельные склереиды, придающие листьям прочность, компенсируя отсутствие тяжёлых механических тканей, что характерно и для других представителей данной экологической группы, в том числе, *Nymphaea tetragona* Georgi и *Nuphar pumila* (Timm.) DC. (Соколова, Выборнова, 2015).

Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы. Изд. 2-е / под ред. О. Г. Барановой, Е. П. Лачохи, В. М. Рябова, В. Н. Сотниковой, Е. М. Тарасовой, Л. Г. Целищевой. Киров: ООО «Кировская областная типография», 2014. С. 200.

Леднёв С. А. Биоморфология и сезонное развитие *Nymphoides peltata* (Gmel.) O. Kuntze // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 120. Вып. 1. 2015. С. 69–75.

Лисицына Л. И., Папченко В. Г. Флора водоёмов России: определитель сосудистых растений. М.: Наука, 2000. 237 с.

Лисицына Л. И., Папченко В. Г., Артёмов В. И. Флора водоёмов волжского бассейна. Определитель сосудистых растений. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2009. 219 с.

Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. М., 2014. 635 с.

Марковская Е. Ф., Дьячкова Т. Ю., Морозова Т. В. Анатомо-морфологические особенности *Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) O. Kuntze на северо-западной границе ареала // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. Биол. науки. № 2. 2015. С. 17–22.

Соколова А. В., Выборнова Я. А. Особенности анатомического строения листьев растений-гидрофитов // Проблемы экологии Верхнего Приамурья: сб. научн. тр. / под ред. проф. Л. Г. Колесниковой. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2009. Вып. 11. С. 78–85.

Соловьева В. В., Лапиров А. Г. Гидробиология: учебник для высших учебных заведений. Самара: ПГСГА, 2013. 354 с.

Тарасова Е. М. Флора Вятского края. Ч. 1. Сосудистые растения. Киров, ОАО «Кировская областная типография», 2007. С. 147.

Markovskaya E. F., Novichonok E. V., Dyachkova T. Yu., Morozova K. V. *Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) O. Kunze at the northern limit: ecophysiological peculiarities // Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation. 2019. Vol. 8(2). P. 43–49. DOI: 10.17581/bp.2019.08205

Tippery N. P. Population biology and the invasive potential of *Nymphoides peltata*. 2010. DOI: 10.13140/RG.2.2.29076.65920

Uesugi R., Nishihiro J., Washitani I. Population status and genetic diversity of *Nymphoides peltata* in Japan // Japanese Journal of Conservation Ecology. 2009. Vol. 14. P. 13–24.

**А. Н. Краснова<sup>1</sup>, Т. Н. Польшина<sup>2</sup>, А. Н. Ефремов<sup>3</sup>**

## **УБЕЖИЩА САРМАТСКИХ ВИДОВ РОДА *ТУРФА* L. (ТУРФАСЕАЕ) НА КРАЙНЕМ ЮГЕ РОССИИ**

**A. N. Krasnova<sup>1</sup>, T. N. Polshina<sup>2</sup>, A. N. Efremov<sup>3</sup>**

## **REFUGES OF THE SARMATICUS THE SPECIES OF GENUS *TYPHA* L. (TYPHACEAE) ON EXTREME SOUTH RUSSIA**

<sup>1</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), krasa@ibi.w.ru

<sup>2</sup> Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия (Southern Centre of Science RAS, Rostov-on-Don, Russia), tanja0701@mail.ru

<sup>3</sup> Омский государственный педагогический университет, Омск, Россия (Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russia), stratiotes@yandex.ru

Рассмотрены реликты рода *Typha* (Typhaceae) крайнего юга Европейской России – *T. foveolata*, *T. grossheimii*, *T. caspica*, *T. pontica*, которые встречаются небольшими группами по северным побережьям Чёрного, Азовского и Каспийского морей. В основном это дериваты флоры палеогена, в историко-геологическом прошлом росли на берегах морей океана Тетис. В олигоцене со сходом вод Тетиса виды *Typha* с архаичными признаками – пучками деградированных цветков (карподиев), крупными белыми почти округлыми прицветничками, превосходящими волоски. Прицветнички развиты при карподиях, и не по одному, а по несколько на одной оси. Волоски гинофора на концах продолговато расширены, наподобие прицветничков и с пигментами (рафидами), крупными семенами, и другими признаками. Эти виды *Typha* сохранялись среди тугайной растительности от р. Дуная до Китая. Многие из них сохранялись на южных берегах Сарматского моря-озера, где пережили опреснения и обмеления. Свидетельством этому являются палеоботанические данные о водно-болотной растительности из отложений неогена по следующим видам: *T. latissima* A. Braun, *T.*

*transdnestrovica* Doweld, *T. latissimisperma* Doweld, *T. asiatica* Doweld, *T. tanaitica* Doroff., *T. lipetskiana* Doroff., *T. elliptica* Negru, *T. femisperma* Negru (Дорофеев, 1982; Негру, 1972; Doweld, 2017).

В ботанической науке 60–70-е годы XX столетия вышли в свет фундаментальные сводки – многотомная «Флора СССР» и «Flora Europaea». В этих сводках нашли отражение две теории развития флоры – миграционная, которой придерживались западноевропейские ученые, и автохтонного развития *in situ* советских ботаников. Впоследствии двусторонний характер развития флоры – автохтонно-миграционный применялся многими ботаниками при характеристике флористических районов. Были опубликованы материалы флористического районирования, основанного на эндемизме характерных видов и реликтах. Рассмотрены основные центры или рефугиумы доледниковой флоры, из которых, по-видимому, мигрировали многие растения на сушу после схода Валдайского ледника. Заметим, что континентальному оледенению подвергалась почти вся Европейская Россия, кроме крайнего юга и юго-западной и юго-восточной частей.

Материалом послужили сборы *Typha*, хранящиеся в Гербарии Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок (IBIW). Использованы также данные по гербариям Института ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины, Киев (KW) и Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН, С.-Петербург (LE) и собственные сборы.

Для юга России в ботанической литературе указывалось не менее 10 видов рогозов, среди которых выделялись виды с примитивными морфологическими признаками, которые встречаются в Ростовской области, в прибрежьях Павло-Очаковской косы Таганрогского залива, дельты р. Кагальник и дельтовой части р. Дон: *T. foveolata* Pobed., *T. grossheimii* Pobed., *T. pontica* Klok. fil & Krasnova, *T. caspica* Pobed. Эти местонахождения позволяют определить их как рефугиумы. Ниже рассмотрим их подробнее.

1. *T. pontica* встречается на песчаных отмелях Таганрогского залива; в дельте р. Кагальник и дельтовой части р. Дон (Ростовская область), где занимает самые удобные и влажные места. Экземпляры *T. pontica* из Республики Ингушетия передал в Гербарий ИБВВ РАН в 2017 г. А. Н. Ефремов. Немногочисленные экземпляры известны из Чеченской Республики «г. Грозный, станица Калиновская, 10.10.1972 г., А. Н. Краснов» и из Астраханской области, «дельта Волги, 12.08.1932 г., Н. Н. Цвелёв». Вид описан из Республики Украина, где встречается на засоленных берегах лиманов и морей юга степных областей, на Сиваше и в Крыму. В нарушенных местообитаниях *T. pontica* образует гибриды со многими видами. В общем распространении тяготеет к Центральной Азии и Монголии.

2. *T. grossheimii* обнаружен среди зарослей рогозов и тростника на правом берегу р. Сухой Кагальник, (Ростовская область). Немногочисленные популяции в настоящее время угнетаются *T. pontica*, который спонтанно расширяет ареал. В указанном местонахождении у *T. grossheimii* выявлена редкая аномалия – «ветвистость», или – разделение цветоложа (Краснова, Польшина, 2020). Описан из Республики Азербайджан, Ленкоранский район, около порта Ильича, по побережью Каспийского моря (Победимова, 1949). Ближайшие местонахождения известны из Украины – Приазовья (Клоков, Краснова, 1972); в России – Причерноморье (Леонова, 1979), Прикаспий (Голуб и др., 2002). Указывается для Ирана, Ирака, Афганистана (Riedl, 1970).

3. *T. foveolata* найден среди зарослей рогозов на правом берегу р. Кагальник и в дельте р. Дон, на отмелях в Таганрогском заливе (Ростовская область, сборы Т. Н. Польшиной, 2014–2018 гг.). В Гербарии БИН РАН сохраняются материалы, определенные Е. Г. Победимовой: из Ростовской области, пойма р. Дон (Иванова, Наумова, 1927; Астраханской области (А. П. Белавская, Т. Г. Леонова, 1965; В. Д. Лебедева, 1932; Н. Иванова, С. Наумова, 1927; В. М. Катанская, 1958). Обнаружен в Крыму, на озере в долине р. Судак, (Н. Н. Цвелёв, 1960); на Северо-Крымском канале (О. Н. Дубовик и В. В. Новосад, 1976). Описан из Республики Украина: Черноморское побережье, о-в Джарылгач. Габитуально напоминает *T. angustifolia*. Однако структура пестичных цветков и пестичной части соцветия иная. Замещает *T. angustifolia* на песчано-ракушечных косах Чёрного и Азовского морей. Известен из Сыр-

Дарьинской области, урочища Карой (фон Минквиц, 1909) и дельты р. Сыр-Дарья (Райкова, 1921). Новое местонахождение в Омской области (собрал А. Н. Ефремов, 2016).

4. *T. caspica* встречается в старицах, на песчано-ракушечных косах Азовского и Чёрного морей. Встречается в Краснодарском крае: Имеретинская низменность. Камышовое сообщество, 2008, А. Н. Ефремов, Б. Ф. Свириденко. Встречается также в дельте р. Волга. Описан из Республики Азербайджан, побережье Каспийского моря (Победимова, 1950).

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 18-05-80022 “Реконструкция и изменение палеоландшафтов в эпоху голоцена под влиянием природных и антропогенных процессов на примере акватории Таганрогского залива и прилегающего участка дельты Дона”.

Голуб В. Б., Лактионов А. П., Бармин А. Н., Пилипенко В. Н. Конспект флоры сосудистых растений долины Нижней Волги. Тольятти: Российская академия наук, ин-т экологии Волжского бассейна, Астраханский госпед. ун-т, 2002. 50 с.

Дорофеев П. И. К систематике третичных *Typha* / П. И. Дорофеев // Палеокарпологические исследования кайнозоя. Минск: Наука и техника, 1982. С. 5–26.

Клоков В. М., Краснова А. Н. Заметка об украинских рогозах (*Typha* L.) // Укр. ботан. журн. К.: Наукова Думка, 1972. Т. 29. № 6. С. 687–695.

Краснова А. Н., Польшина Т. Н. Редкая аномалия «ветвистость» *Typha grossheimii* Pobed. гидрофильного рода *Typha* L. (Typhaceae) // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2020. Т. 25. № 2. С. 152–156. DOI: 1031242/2618-9712-2020-25-2-12

Леонова Т. Г. Typhaceae / Флора европейской части СССР. Л.: Наука, 1979. Т. IV. С. 326–330.

Негру А. Г. Раннесарматская флора северо-востока Молдавии, Кишинев, 1972. 169 с.

Победимова Е. Г. О новых видах рода *Typha* L. // Ботанич. матер. Герб. БИН АН СССР. М., Л.: АН СССР, 1949. Т. 11. С. 3–17

Doweld A. B. New names of *Typha* of Northern Eurasia (Typhaceae) // Acta Palaeobotanica. 2017. V. 57 (2). P. 233–236. DOI:10.1515/acpa-2017-0010

Riedl H. Typhaceae. Flora Iranica // Austria. In Rechinger fil:1970. V.71. P.8–14.

**Е. Г. Крылова**

## **ВЛИЯНИЕ АНИОНОВ СОЛЕЙ НИКЕЛЯ НА ИХ ТОКСИЧНОСТЬ ДЛЯ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН *ALISMA PLANTAGO-AQUATICA* L.**

**E. G. Krylova**

## **INFLUENCE OF NICKEL SALTS ANIONS ON THEIR TOXICITY FOR SEED GROWTH OF *ALISMA PLANTAGO-AQUATICA* L.**

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия

(Papanin Institute for Biology of Inland Water RAS, Borok, Russia), panovaeg@mail.ru

Растительные организмы как первичное звено трофической цепи первыми испытывают на себе влияние тяжелых металлов. Устойчивость растений к их действию зависит от видовой принадлежности, экотипа, стадии роста, концентрации металлов и времени экспозиции. Воздействие на растения влажных местообитаний солей никеля, соединения которого относятся к канцерогенам, исследовано недостаточно. При концентрациях, превышающих физиологические потребности растений, они оказывают токсическое влияние на прорастание, рост и развитие растений.

Считается, что в токсическом действии солей тяжелых металлов основное значение принадлежит катиону. Кислотный радикал влияет на этот эффект незначительно в силу изменения растворимости или степени диссоциации соли. Однако имеются сведения, указывающие, что степень окисления основного элемента аниона может влиять на токсичность солей (Левина, 1972).

Целью нашей работы было определение токсического влияния разных солей никеля на прорастание семян *Alisma plantago-aquatica* – гелофита, обладающего широкой экологической амплитудой, часто встречающегося в прибрежно-водных сообществах, в репродуктивной стратегии которого основную роль играет генеративное размножение.



Методика проведения эксперимента описана нами ранее (Крылова, 2013, 2020). При этом мы также определяли коэффициент ингибирования ( $K_{\text{ing}}$ ) по соотношению числа проросших семян в контроле ( $N_k$ ) к числу проросших семян в опыте ( $N_o$ ):  $K_{\text{ing}} = N_k/N_o$  (Wilkins, 1978).

Результаты эксперимента показали, что предела токсичности исследованных солей никеля для прорастания семян не выявлено, что позволяет говорить о высокой устойчивости вида к их действию (см. рис.).

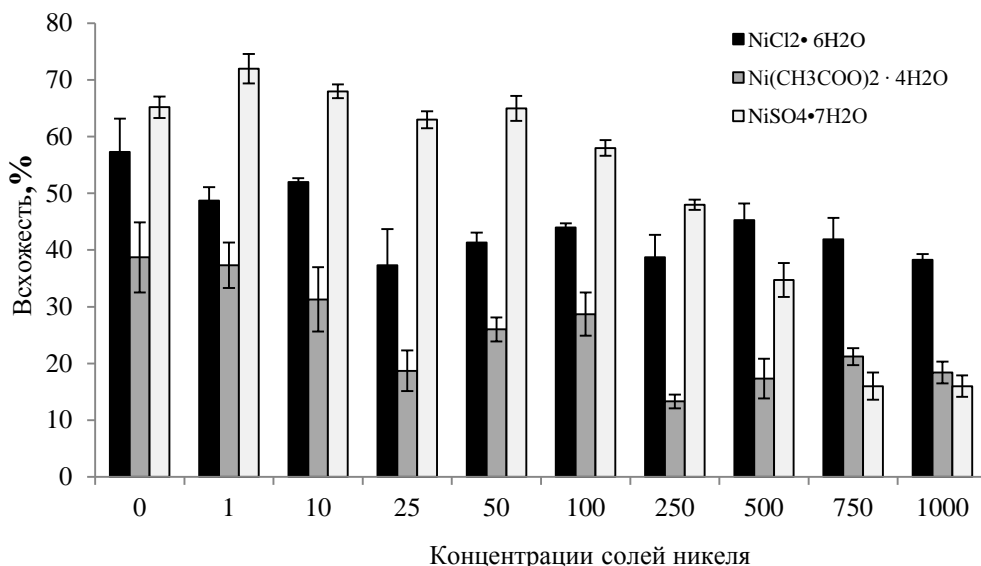


Рис. Влияние разных солей никеля на лабораторную всхожесть семян.

Однако из представленного графика видно, что соли по-разному оказывают токсическое действие: при низких концентрациях менее токсичен сульфат никеля, при более высоких – хлорид никеля. Для других видов нами ранее была показана большая токсичность ацетатов, что свидетельствует о видоспецифичности действия тяжелых металлов (Крылова, 2012, 2014, 2020). Коэффициент ингибирования для хлорида никеля увеличивался незначительно, для ацетата никеля он больше при 25 и 250–1000 мг/л, для сульфата никеля – при 750 и 1000 мг/л.

Таблица. Изменение коэффициента ингибирования прорастания семян в растворах солей никеля.

Концентрация тяжёлого металла, мг/л	Коэффициент ингибирования		
	$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
1	1,2	1,0	0,9
10	1,1	1,2	1,0
25	1,5	2,1	1,0
50	1,4	1,5	1,0
100	1,3	1,4	1,1
250	1,5	2,9	1,4
500	1,3	2,2	1,9
750	1,4	1,8	4,1
1000	1,5	2,1	4,1

Из наших экспериментов следует, что для токсического действия солей тяжелых металлов важны как катион, так и анион. Mathews ещё в 1904 г. предполагал, что эффект их

воздействия является суммой действия катиона и аниона (цит. по: Левина, 1972). Это свидетельствует о необходимости учитывать анионы при сравнении влияния солей тяжелых металлов на растения в рамках как одного, так и разных экспериментов.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы «Растительный покров водоёмов и водотоков России: структура и динамика» (руководитель канд. биол. наук, доцент А. Г. Лапиров). Индекс научного направления VI. 51. Экология организмов и сообществ.

Крылова Е. Г. Влияние разных солей никеля и меди на прорастание семян прибрежно-водных растений // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием. Часть 1. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 2012. С. 201–203.

Крылова Е. Г. Прорастание семян и развитие проростков частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.) в растворах солей тяжёлых металлов // Вода: химия и экология. 2013. № 10. С. 107–111.

Крылова Е. Г. Влияние разных солей никеля и меди на начальные этапы онтогенеза *Sium latifolium* (Apiaceae) и *Bidens tripartita* (Asteraceae) // Вода: химия и экология. 2014. № 9 (75). С. 118–122.

Крылова Е. Г. Влияние анионов солей тяжёлых металлов на их токсичность для высших водных растений // Трансформация экосистем. 2020. Т. 3. № 1. С. 1–8.

Левина Э. М. Общая токсикология металлов. М.: Медицина, 1972. 184 с.

Wilkins D. A. The measurement of tolerance to edaphic factors by means of root growth. New Phytologist. 1978. 80. P. 623–633.

**Е. Г. Крылова**

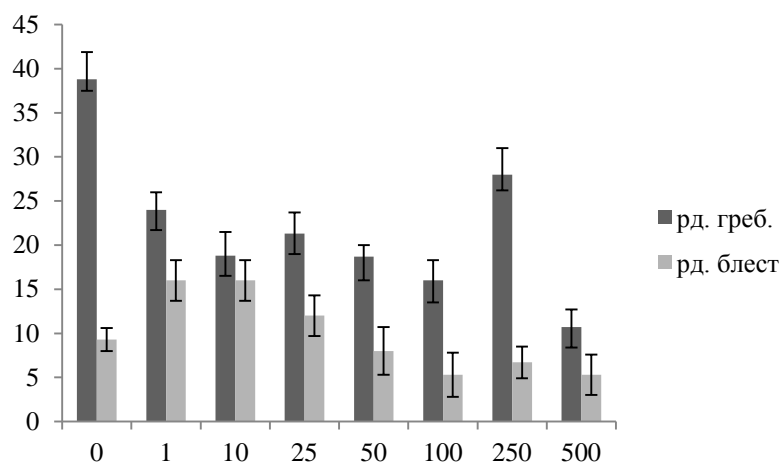
## **ТОКСИЧНОСТЬ СУЛЬФАТА НИКЕЛЯ ДЛЯ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП**

**E. G. Krylova**

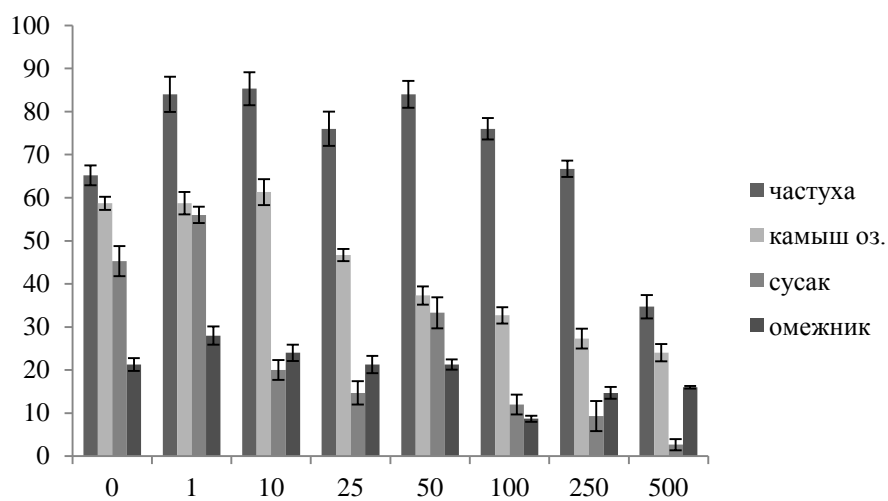
## **TOXICITY OF NICKEL SULFATE FOR GROWTH OF SEEDS OF AQUATIC PLANTS OF DIFFERENT ECOLOGICAL GROUPS**

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия  
(Papanin Institute for Biology of Inland Water RAS, Borok, Russia), panovaeg@mail.ru

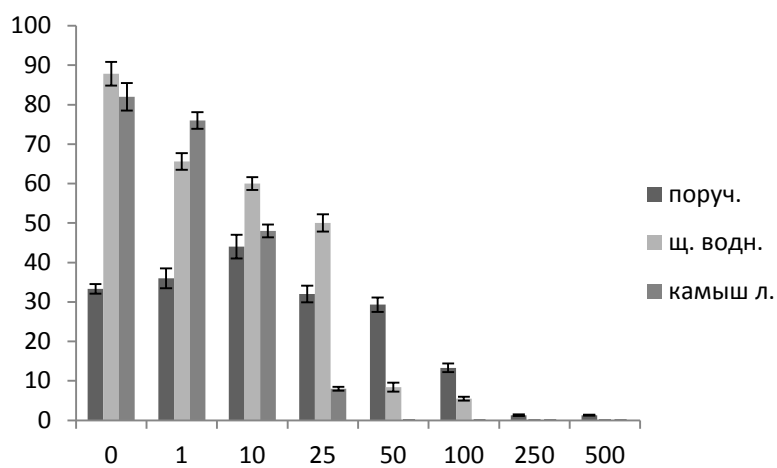
В течение ряда лет в нашей лаборатории проводятся исследования по определению влияния различных солей тяжелых металлов (ТМ) на начальные этапы онтогенеза высших водных растений (Крылова, 2010; 2011; 2012; 2013.) Прорастание семян – один из этих этапов и изучение действия на него ТМ позволяет определить устойчивость разных видов к одной из разновидностей антропогенного вмешательства в природные процессы. Цель данного обзора – показать токсичность сульфата никеля для прорастания семян водных растений разных экологических групп: гидрофитов (рдесты гребенчатый и блестящий), гелофитов (частуха подорожниковая, камыш озёрный и сусак зонтичный), гигрогелофитов (поручейник широколистный, щавель водный и камыш лесной) и гигрофитов (вербейник обыкновенный и ситник скученный).



А



Б



В

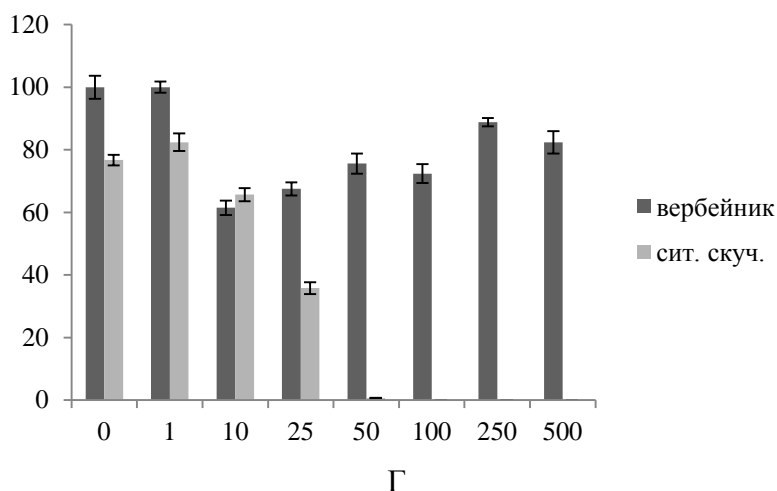


Рис. Влияние сульфата никеля на лабораторную всхожесть семян гидрофитов (А), гелофитов (Б), гигрогелофитов (В) и гигрофитов (Г), по оси абсцисс концентрации ТМ, по оси ординат – всхожесть в %.

В результате исследования определили, что семена гигрофитов и гигрогелофитов менее устойчивы к токсическому действию никеля – для некоторых видов установлены пределы токсичности их прорастания. У гидрофитов и гелофитов не выявлено полного угнетения прорастания в исследованных концентрациях. В целом, семена водных растений обладают значительной устойчивостью к действию сульфата никеля. Разную реакцию семян на его влияние можно объяснить особенностями их строения, а также стратегией развития (типом поведения) и экологией этих видов. Оболочка семян пропускает необходимые для развития кислород и воду, но задерживает ТМ, что зависит от скорости переноса солей через поверхностную мембрану клетки. Никель обладает слабой степенью поглощения, однако он свободно перемещается и обнаруживается в виде органического комплекса с кислотами.

Крылова Е. Г. Токсичность солей никеля и меди для семян и проростков рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus* L.), частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.), поручейника широколистного (*Sium latifolium* L.) и ситника скученного (*Juncus conglomerates* L.) // Токсикологический вестник. 2010. № 1. С. 41–44.

Крылова Влияние солей никеля, меди и цинка на прорастание семян и начальные этапы онтогенеза поручейника широколистного (*Sium latifolium* L.) и камыша лесного (*Scirpus sylvaticus* L.) // Биология внутренних вод. 2011. № 4. С. 72–78.

Крылова Е. Г. Влияние сульфатов никеля и меди на начальные этапы онтогенеза представителей рода *Scirpus* (Сурепaceae) // Токсикологический вестник. 2012. № 6. С. 39–42.

Крылова Е. Г. Прорастание семян и развитие проростков частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.) в растворах солей тяжёлых металлов // Вода: химия и экология. 2013. № 10 С. 107–111.

**Е. А. Курашов<sup>1,2</sup>, Ю. В. Крылова<sup>2</sup>**

# **МЕТАБОЛОМИКА ПРЕСНОВОДНЫХ МАКРОФИТОВ: УСПЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Е. А. Kurashov<sup>1,2</sup>, Yu. V. Krylova<sup>2</sup>**

## **METABOLOMICS OF FRESHWATER MACROPHYTES: SUCCESSES AND PROSPECTS**

<sup>1</sup> Институт озераведения РАН, обособленное подразделение СПб ФИЦ РАН, С.-Петербург, Россия (Institute of Limnology RAS, the branch of St. Petersburg Federal Research Center RAS, St. Petersburg, Russia), evgeny\_kurashov@mail.ru;

<sup>2</sup> С.-Петербургский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ГосНИОРХ им. Л. С. Берга), С.-Петербург, Россия (St. Petersburg

История изучения аллелопатии в водных экосистемах насчитывает уже более 100 лет. Однако вся важность этого явления для понимания структурной и функциональной организации водных экосистем начинает проявляться только сейчас. Новейшая история развития метаболизма пресноводных макрофитов (водных и околоводных растений), а именно, изучения НОС (низкомолекулярных органических соединений), которые представляют собой малые молекулы (менее 900 а.е.м.) и составляют низкомолекулярные метаболические профили (НМП) организмов, началась в 1940-х гг. с работ Гуревича Файвы Абрамовича (1918–1992), ученика Б. П. Токина, т. е. фактически может быть зафиксирован приоритет российской науки в начале изучения водной аллелопатии и функциональной роли НОС в водных экосистемах. В то же время изучение НОС-метаболитов растений в водных экосистемах значительно отстает от наземных местообитаний. В Российской Федерации в отношении макрофитов пресноводных водоёмов метаболизм, т.е. изучение НМП при тех или иных условиях среды, практически не разработана. Это не дает возможности иметь целостное представление о функционировании пресноводных гидробиоценозов и механизмах, лежащих в основе многих процессов в водоёмах. Тем не менее, в мировой научной литературе накоплена значительная информация в этой области, но при этом ощущается нехватка обзорных работ, призванных обобщить достигнутые результаты к настоящему времени. Основной целью данного исследования является обобщение информации (собственной и литературной) по исследованиям НОС водных макрофитов, формирующих их низкомолекулярный метаболит (НМ) с особым рассмотрением роли метаболитов-аллелохимиков в формировании гидробиоценозов пресноводных водоёмов.

Известная информация о компонентном составе и количественном содержании НМ различных макрофитов демонстрирует, что в его составе могут быть обнаружены свыше 1500 различных НОС. При этом число НОС у отдельных видов растений, произрастающих в тех или иных местообитаниях, нередко может превышать 200. Показано, что существуют закономерности формирования и изменения НМ макрофитов как в зависимости от географического произрастания растений, так и в зависимости от воздействия различных биотических и абиотических факторов.

Из разнообразных функций НОС водных макрофитов особое внимание привлекают вопросы, связанным с изучением явления аллелопатии у макрофитов пресноводных водоёмов. К настоящему времени собрана обширная информация о составе НМ многих водных макрофитов. При этом, особое внимание уделено НОС, представляющим интерес с точки зрения наличия у них аллелопатического потенциала. Важны работы, представляющие как экспериментальную информацию об аллелопатических взаимодействиях отдельных видов макрофитов с другими компонентами водных гидробиоценозов, так и работы, сфокусированные на аналитическом аспекте исследований, а именно – на изучении выделения и идентификации до химической формулы активных соединений. Исходя из имеющейся информации, подробно рассмотрены НМ ряда наиболее активных в аллелопатическом отношении макрофитов: например, таких, как представители родов *Myriophyllum*, *Ceratophyllum*, *Nuphar*, *Potamogeton*, *Elodea*, сем. Characeae. Для макрофитов различных экологических групп описаны их ингибирующие аллелохимические вещества, а также экологические мишени – водоросли, цианобактерии и макрофиты.

Важное значение имеет направление по исследованию потенциальных биологических активностей мажорных НОС водных макрофитов при помощи метода QSAR. Данные работы, в частности, позволили выявить на теоретическом уровне, что для ряда метаболитов-аллелохимиков водных макрофитов характерны различные типы биоактивностей с наивысшей вероятностью проявления ( $P_a > 0.9$ ), способные индуцировать подавление роста популяций цианобактерий. Эти результаты послужили основой последующих экспериментальных исследований. Внимания заслуживают работы, в которых значение аллелопатии

представляется не столь существенным в водных экосистемах в сравнении, например, с такими факторами, как конкуренция за биогены или затенение. В этой связи показано, что аллелопатия водных макрофитов является механизмом, приводящим к улучшению экологического состояния в мелководных озёрах, что особенно наглядно проявляется на примере озёр с эффектом переключения устойчивых трофических состояний.

Аллелопатия может быть одним из инвазионных механизмов, который осуществляется посредством метаболитов-аллелохемиков и обеспечивает успех чужеродных видов растений в новых местообитаниях. Несомненно, должны быть приняты во внимание работы, в которых делается акцент на механизмы выделения и действия аллелохемиков. Наличие значительного разбавления в водной среде выделяемых макрофитами метаболитов является фактором, обуславливающим, в частности, формирование суммационных и синергетических аллелопатических эффектов. Теоретическую и практическую значимость имеют вопросы механизмов химической защиты водных растений против потребителей, вредителей и патогенов. Водные макрофиты синтезируют широкий спектр НОС различной химической природы (органические кислоты, фенольные соединения, альдегиды, кетоны, терпеноиды и т.д.), которые (как и в наземных экосистемах) могут участвовать в защите водных растений от травоядных животных или патогенов.

На основании успехов изучения НМ и аллелопатии у водных макрофитов показано, что создание альгицидов нового поколения на основе природных аллелохемиков для недопущения и подавления «цветения» водоёмов вполне реально. В настоящее время нами создан и запатентован альгицид нового поколения для подавления развития цианобактерий и зелёных водорослей на основе метаболитов–аллелохемиков водных растений. Применение подобных альгицидов может быть многообещающей альтернативой другим методам борьбы с «цветением» и проходить без ущерба для других компонентов водной экосистемы, в отличие от других известных методов подавления развития цианобактерий. Таким образом, аллелопатия водных макрофитов, как природное явление, может быть использована для развития соответствующей природоподобной конвергентной технологии по контролю развития первичного фотосинтезирующего звена в водных экосистемах.

Проведённый обзор состояния дел в данной области исследований показывает, что без интенсификации исследований НОС-метаболитов водных макрофитов невозможно говорить о создании теории функционирования водных экосистем, а также осуществлять эффективную и безопасную для других гидробионтов борьбу с «цветением» водоёмов.

В работе использованы результаты Проектов РФФИ № 13-04-90744, № 14-34-50486.

**А. А. Курганов**  
**РОД *ISOËTES* В ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**А. А. Kurganov**  
**GENUS *ISOËTES* IN THE IVANOV REGION**

Ивановский государственный университет, Иваново, Россия (Ivanovo State University,  
Ivanovo, Russia), [populusnigra@yandex.ru](mailto:populusnigra@yandex.ru)

Полушники озёрный и колючеспоровый – реликтовые водные растения, очень редкие в средней полосе Европейской России, где проходит южная граница их основных ареалов. Оба вида включены в Красную книгу РФ (2008), они чувствительны к антропогенному воздействию, а для произрастания требуют специфических условий. Поэтому число подходящих им местообитаний ограничено. В этой связи изучение состояния известных популяций рода *Isoëtes* и поиск новых местонахождений актуальны, т. к. это способствует лучшему познанию эколого-биологических особенностей полушников и разработке действенных мер их охраны.

Ивановская область расположена в Верхневолжском регионе, большая часть – на правом берегу Горьковского водохранилища. Климат умеренно-континентальный. Одной из особенностей региона является наличие большого числа (свыше 400) различных по происхождению озёр. В 10 из них были отмечены *I. echinospora* Durieu и *I. lacustris* L., занесённые в Красную книгу Ивановской области (2010) и имеющие в этом документе категорию 2 – уязвимые виды, сокращающиеся в численности.

В 2020 г. было подготовлено второе издание региональной Красной книги, поэтому изучение динамики численности популяций и уточнение современного распространения видов *Isoëtes* в регионе были одной из задач её ведения. Полевые исследования проводились традиционным маршрутным методом в рамках государственных целевых программ при поддержке Департамента природных ресурсов и экологии Ивановской области. Популяции изучались по стандартным методикам. Собранный гербарный материал передан в центральные Гербарии (MW, МНА, IBIW), большая часть региональных сборов хранится в Ивановском государственном университете (IVGU), в Плесском музее-заповеднике (PLES), отдельные сборы – в гербарии областного краеведческого музея им. Д. Г. Бурылина. Проверка определений гербарных сборов и анализ статей были важным этапом работы, т. к. в ранних флористических сводках и определителях эти виды не различали и смешивали в *I. lacustris*, что привело к путанице в региональных публикациях и, к сожалению, в первом издании Красной книги (2010).

*Isoëtes echinospora* известен из 9 озёр в 5 районах области: Валдайское, Высоковское, Спасское (Ивановский р-н), Левинское (Палехский р-н), Рубское (Тейковский р-н), Богоявленское, или Ламна, Западное, Поныхарь, Святое (Южский р-н). Встречается преимущественно на песчаных и илистых грунтах, в оз. Спасское отмечен на нетипичном для себя торфянистом субстрате (Шилов, 1982). Предпочитает ледниковые олиготрофные и олигодистрофные озёра, гораздо реже – карстовые мезотрофные (Богоявленское, Поныхарь). Первые гербарные сборы вида в регионе были сделаны в 1920 г. в озёрах Валдайское и Высоковское (изначально определены как *I. lacustris*). В Высоковском озере после 1920 г. вид больше не собирали и не отмечали, несмотря на специальные исследования. – Вероятно, там он исчез, а о размерах популяции и длительности её существования сведения отсутствуют. Наиболее многочисленны и устойчивы популяции в озёрах Рубское и Западное, где в благоприятные сезоны можно наблюдать крупные скопления и подводные луговины. В озёрах Валдайское, Поныхарь, Богоявленское и Левинское численность популяций низкая и подвержена значительным колебаниям. Малочисленны популяции и в озере Святое. В озере Спасское известен только по литературным данным (Шилов, 1982), подтверждающие гербарные сборы не обнаружены, в результате полевых исследований в 2011 и 2019 гг. вид не найден. Таким образом, к 2020 г. подтверждено произрастание вида в 7 озёрах области.

*Isoëtes lacustris* известен из 6 озёр в 4 районах области: Валдайское, Высоковское (Ивановский р-н), Западное, или Крапивновское (Савинский р-н), Рубское (Тейковский р-н), Западное и Святое (Южский р-н). Все эти озёра олиготрофные и имеют ледниковое происхождение. Впервые приводится А. Ф. Флеровым (1902) для озёр Святое, Западное и Поныхарь Южского района. С озера Поныхарь нет ни одного достоверного сбора *I. lacustris*, зато там растёт *I. echinospora*, поэтому есть основания полагать, что Флеров эти виды не отличал. В настоящее время невозможно установить достоверность произрастания в этом озере *I. lacustris*. С озера Западное он получил сборы *I. lacustris* от Н. М. Соколова, датированные июлем 1903 г. (хранятся в LE); после этого вид там больше не собирали (в отличие от *I. echinospora*, который в настоящее время в отдельные сезоны там встречался массово). Возможно, вид в этом озере исчез. Видимо, исчез он и в Ивановском районе: последнее достоверное указание для Валдайского озера датировано 1925 г. (Козулин, Чернышева, 1925), последний сбор с озера Высоковское был сделан 15 VII 1920 г. (хранится в гербарии музея им. Д. Г. Бурылина). В настоящее время вид встречается в озёрах Западное, или Крапивновское, Савинского района, Святое и Рубское. Местами образует довольно

плотные луга, популяции относительно стабильны, но численность постепенно сокращается, особенно в оз. Рубское.

Таким образом, в 5 озёрах региона (Валдайское, Высоковское, Западное Южского района, Рубское и Святое) зафиксировано совместное произрастание обоих видов полушника. В озере Высоковское исчезли оба вида, в озёрах Валдайское и Западное в настоящее время сохранился только *I. echinospora* (возможно, ввиду несколько большей устойчивости к эвтрофикации и зарастанию макрофитами он полностью заместил *I. lacustris*), в озёрах Рубское и Святое оба вида растут вместе и в настоящее время. Обычно полушник озёрный – предпочитает большие глубины, чем полушник колючеспоровый (в Рубском озере соотношение видов примерно одинаково, в озере Святое *I. lacustris* превосходит по численности и встречаемости *I. echinospora*).

Оба вида в регионе проявляют тенденцию к сокращению численности. Озёра Валдайское, Западное Южского р-на, Рубское, Святое – объекты массовой и стихийной рекреации, испытывающие серьёзный антропогенный пресс (купание, катание на моторных лодках и скутерах, свалки и кострища, мойка автомобилей). Озёра Валдайское, Западное Савинского района, Левинское и Поныхарь подвержены сильному зарастанию макрофитами. Все эти объекты являются особо охраняемыми природными территориями, многие имеют паспорта, но остро нуждаются в контроле за соблюдением установленных мер охраны. Требуется дальнейший мониторинг популяций и создание паспортов для озёр Богоявленское, Левинское, Спасское.

Автор глубоко признателен коллегам, принимавшим участие в совместных экспедициях: Е. А. Борисовой, М. П. Шилову, М. А. Голубевой, А. И. Сорокину, а также А. В. Щербакову за просмотр и определение части гербарных сборов *Isoëtes* и сведения об образцах из MW, МНА; А. В. Леострину за сведения из LE.

Козулин Н. В., Чернышева Л. Я. Растительность (макрофиты) Валдайского озера Иваново-Вознесенской губернии // Труды Иваново-Вознесенского губернского научного общества краеведения. Вып. 3. Иваново-Вознесенск, 1925. С. 82–106.

Красная книга Ивановской области. Т. 2. Растения и грибы / под ред. В. А. Исаева / В. А. Исаев, Е. А. Борисова, М. А. Голубева, М. П. Шилов и др. Иваново: ПресСто, 2010. 192 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / сост. Р. В. Камелин и др. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2008. 855 с.

Флёров А. Ф. Флора Владимирской губернии // Труды Общества естествоиспытателей при Императорском Юрьевском университете. 1902. Т. 10. 338 с.

Шилов М. П. О распространении некоторых редких и исчезающих видов растений Ивановской и Владимирской областей и состоянии их популяций // Биол. науки. № 4. 1982. С. 58–62.

**С. Э. Латышев, А. В. Розуменко**  
**МАКРОФИТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЗЕРА ЯНОВИЧСКОЕ**  
**S. E. Latyshev, A. V. Rozumenko**  
**MACROPHYTIC VEGETATION OF THE YANOVICHSKOE LAKE**

Витебский государственный университет им. П. М. Машерова, Витебск, Белоруссия (Vitebsk State University of P. M. Masherova, Vitebsk, Belarus), sergey5940333@vsu.by

Водная растительность является ключевым структурным компонентом в различных водных экосистемах: формирует условия существования для гидробионтов, образует первичную продукцию и кислород, может быть использована в качестве индикатора для изучения состояния водных объектов [2, 3].

Цель работы – определение флористического состава и синтаксономической структуры водной растительности озера Яновичское. Изучение проводилось по общепринятым гидрботаническим методикам 17 июля 2019 года [4]. Для принятия синтаксономических решений использовали актуальные литературные источники [1, 5, 7, 8]. Водоём находится в



Витебском районе, относится к эвтрофному типу. Основные морфометрические показатели: площадь – 1,51 км<sup>2</sup>, длина береговой линии – 7,45 км, максимальная глубина – 7 м. На момент исследования, прозрачность воды по диску Секки составляла 1 м.

Видовой состав растений водоёма насчитывает 33 вида: 1 вид харовых водорослей, 1 вид хвощей и 31 вид цветковых растений. Characeae – *Chara globularis* Thuill – внесена в Красную книгу Республики Беларусь и имеет III категорию охраны; Equisetaceae – *Equisetum fluviatile* L.; Nymphaeaceae – *Nymphaea candida* C. Presl; Alismataceae Vent. – *Alisma gramineum* Lej.; Acoraceae – *Acorus calamus* L.; Araceae – *Lemna minor* L., *L. trisulca* L.; Hydrocharitaceae – *Elodea canadensis* Michx.; Potamogetonaceae – *Potamogeton natans* L., *P. lucens* L., *P. perfoliatus* L., *P. crispus* L., *P. praelongus* Wulf., *Stuckenia pectinata* (L.) Borner; Cyperaceae – *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Scirpus lacustris* L.; Poaceae – *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Scolochloa festuacea* (Willd.) Link, *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch.; Typhaceae – *Typha latifolia* L., *Sparganium erectum* L.; Ceratophyllaceae – *Ceratophyllum demersum* L.; Ranunculaceae – *Ranunculus circinatus* Sibth; Haloragaceae – *Myriophyllum sibiricum* Kom.; Rosaceae – *Comarum palustre* L.; Salicaceae – *Salix cinerea* L.; Lythraceae – *Lythrum salicaria* L.; Polygonaceae – *Persicaria amphibia* (L.) S. F. Gray; Lamiaceae – *Scutellaria galericulata* L.; Asteraceae – *Bidens tripartita* L.; Apiaceae – *Cicuta virosa* L.

При анализе видового состава было установлено, что 50% таксонов имеют циркумбореальный плюризональный ареал, 12,5% – космополитный плюризональный, 37,5% – голарктический плюризональный [11]. По отношению к освещению преобладают факультативные гелиофиты, по отношению к pH – умеренные базофилы, по отношению к обеспеченности среды биогенами – мезотрофы, по отношению к увлажненности – гидрофиты [10].

Продромус водной растительности озера Яновичское.

Класс *Potametea* Klika in Klika et Novak 1941

Порядок *Potametalia* W. Koch 1926

Союз *Potamion* Miljan 1933

Acc. *Potametum perfoliati* Miljan 1933

Acc. *Elodeetum canadensis* Nedelcu 1967

Acc. *Potametum pectinati* Carstensen ex Hilbig 1971

Acc. *Potametum praelongi* Hild 1959

Acc. *Potametum lucentis* Hueck 1931

Acc. *Myriophylletum sibirici* Taran 1998

Союз *Nymphaeion albae* Oberdorfer 1957

Acc. *Potameto-Nupharetum luteae* Müller et Görs 1960

Acc. *Potametum natantis* Hild 1959

Acc. *Potamo natantis-Polygonetum natantis* Knapp et Stoffers 1962

Союз *Potamion pusilli* Vollmar 1947

Acc. *Potamo-Ceratophylletum demersi* (Hild et Renhelt 1965) Pass. 1995

Класс *Phragmito-magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941

Порядок *Phragmitetalia* Koch 1926

Союз *Phragmition australis* Koch 1926

Acc. *Phragmitetum australis* Savič 1926

Acc. *Typhetum latifoliae* Noviński 1930

Acc. *Schoenoplectetum lacustris* Chouard 1924

Acc. *Sparganietum erecti* Roll 1938

Acc. *Equisetetum fluviatilis* Noviński 1930

Союз *Eleocharito palustris-Sagittarion sagittifoliae* Passarge 1964

Acc. *Batrachio citcinati-Alismatetum graminei* Hejný in Dykyjová et Květ

Водная растительность данного водоёма принимает участие в формировании 16 ассоциаций, которые входят в состав 5 союзов, 2 порядков и 2 классов.

Бобров А. А., Чемерис Е. В. Очерк растительного покрова малых рек Колокша и Вожа (Ярославская область) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 200. Т. 110. Вып. 5. С. 52–64.

Власов Б. П. Антропогенная трансформация озёр Беларуси: геоэкологическое состояние, изменения и прогнозирование. Мн.: БГУ, 2004. 204 с.

Гигевич Г. С., Власов Б. П., Вынаев Г. В. Высшие водные растения Беларуси: эколого-биологическая характеристика, использование и охрана. Мн.: БГУ, 2001. 240 с., ил.

Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Отв. ред. И. М. Распопов. Л.: Наука, 1981. 187 с.

Киприянова Л. М. Водная и прибрежно-водная растительность юго-востока Западной Сибири: синтаксономия и эколого-географические закономерности распространения: Автореф. дис...док. биол. наук: 03.02.01; ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН». Ялта, 2019. 43 с.

Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: Л. И. Хоружик (предс.), Л. М. Суценья, В. И. Парфенов [и др.]. Минск: БелЭн, 2005. 456 с.

Тетерюк Б. Ю. Синтаксономический обзор растительности водоёмов бассейна реки Вычегда (Европейский северо-восток России) / Б. Ю. Тетерюк // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2017. № 1 (29). С. 18–27.

Чепинога В. В. Флора и растительность водоёмов Байкальской Сибири / отв. ред. О. А. Аненхонов. Иркутск: Издательство Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. 468 с.

Якушко О. Ф. Озероведение. Изд. 2-е, перераб. Мн.: Выш. шк., 1981. 223 с.

Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen, 1992. 282 s.

Meusel H., Jager E., Weinert E. Vergleichende chorologie der zentraleuropaischen Flora. Karten, Bd. 1. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1965. 583 s.

**О. А. Лебедева, Е. А. Беляков**

## **ВЛИЯНИЕ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ВОДНЫХ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СУХОГО ХРАНЕНИЯ**

**О. А. Lebedeva, E. A. Belyakov**

### **INFLUENCE ON SEED GERMINATION OF SOME SPECIES AQUATIC AND COASTAL PLANTS OF VARIOUS DRY STORAGE CONDITIONS**

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), lebedeva\_oa@ibiw.ru

Изучению прорастания семян, проблеме покоя и способам его преодоления посвящено достаточно много исследований. Большая их часть содержит сведения о действии тех или иных факторов на процесс прорастания семян наземных растений (Крокер, 1950, Заборовский и др., 1961, Кан, 1982, Николаева и др., 1985 и др.). Между тем, именно покой семян у растений является важным приспособительным механизмом сохранения видов, позволяя им не только переживать неблагоприятные периоды существования, но и создавать их определенный запас в почве. В то же время наличие покоя семян усложняет культивирование многих растений, затрудняет работы по созданию коллекций в ботанических садах, интродукции перспективных для народного хозяйства видов. В этой связи исследования природы покоя и условий его преодоления имеют важное значение. Следует отметить, что глубина покоя варьирует у разных видов, так как причины, вызывающие торможение прорастания покоящихся семян, различны. Соответственно различны и условия нарушения покоя (Николаева и др., 1985). Целью нашей работы было исследование влияния на прорастание семян некоторых видов водных и прибрежно-водных растений различных условий сухого хранения.

Семена исследованных нами 15 видов (из 10 семейств) водных и прибрежно-водных растений собраны на территории Ярославской обл. на р. Корожечна в 10.08.2018 г. После сбора свежесобранные семена помещали на сухое хранение в различных условиях: одна часть

семян хранилась в чашках Петри при комнатной температуре, вторая – в холодильнике (температура –  $+2.5 \dots +3$  °C), третья – помещалась в морозильную камеру (температура  $-24 \dots -28$  °C). Продолжительность хранения семян составила 8 мес., что согласуется с естественным периодом осенне-зимнего покоя у растений. Затем, 1.05.2019 г., семена ставили на проращивание. Во всех экспериментах семена проращивали в люминостате (освещенность 3200 lx, фотопериод 9/15 (свет/темнота), температура от  $+19.3 \pm 0.2$  °C (утро) до  $+30.0 \pm 3.0$  °C (вечер)), в чашках Петри на фильтровальной бумаге, увлажненной отстоявшейся водопроводной водой. Во всех вариантах опытов использовали три чашки Петри по 30 семян в каждой. После окончания экспозиции семян определяли следующие основные показатели: лаг-время (L) – время в днях между началом эксперимента и началом проращивания; P – период проращивания, число дней, в течение которых семена прорастали; конечное проращивание ( $G_{fin}$  или G) – процент проросших семян в конце эксперимента, соответствующее в отечественной литературе термину «лабораторная всхожесть» (Беляков, Лапиров, 2015).

Анализ характера проращивания семян показал, что независимо от условий, сухое хранение в течение 8 мес. является результативным для 6 видов растений из разных экологических групп (табл.), за исключением гидрофитов. Из экологической группы гигромезофитов высокую лабораторную всхожесть показала *Molinia caerulea* (L.) Moench, среди гигрофитов – *Carex pseudocyperus* L. и *Phalaris arundinacea* L., среди гигрогелофитов – *Carex rostrata* Stokes и *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. Наибольший процент всхожести наблюдался у семян, которые хранились сухими при низких положительных температурах в холодильнике или отрицательных – в морозильной камере. Из этого ряда выделяются гигромезофит *Molinia caerulea* и гигрогелофиты *Oenanthe aquatica* и *Carex pseudocyperus*, семена которых дают одинаково высокую всхожесть при всех условиях хранения (табл.). Отметим также низкие величины лаг-времени при проращивании семян видов, которые имели высокие показатели конечного проращивания (табл.). Принимая во внимание характер проращивания, можно предположить, что семена *M. caerulea*, *C. pseudocyperus*, *C. rostrata*, *Phalaris arundinacea*, *O. aquatica*, находятся в состоянии неглубокого физиологического покоя, обусловленного физиологическим механизмом торможения, для устранения которого одинаково результативным является как сухое хранение в морозильной камере, так и сухая холодная стратификация в холодильнике. Семена 8 видов из 4 экологических групп (гигрофиты: *Phalaris arundinacea* L., *Eriophorum angustifolium* Honck.; гигрогелофиты: *Iris pseudacorus* L., *Lysimachia thyrsiflora* L.; гелофиты: *Alisma plantago-aquatica* L., *Butomus umbellatus* L. и все гидрофиты) не давали всходов после 8 мес. сухого хранения в лабораторных условиях. Однако в экспериментах после хранения при низких температурах семена успешно проросли (табл.). Семена гидрофитов после 8 мес. сухого хранения в различных условиях показали крайне низкую лабораторную всхожесть. Так, например, лабораторная всхожесть семян *N. pumila* достигала  $5,5 \pm 2,0\%$  после стратификации в морозильной камере и  $4,4 \pm 2,0$  – после стратификации в холодильнике при низких положительных температурах.

В результате проведенных экспериментов установлено, что семена 6 видов (*M. caerulea*, *C. pseudocyperus*, *C. rostrata*, *J. conglomeratus*, *O. aquatica*, *S. lacustris*) из различных экологических групп хорошо прорастали независимо от условий хранения. Выявлено, что при сухом хранении в лабораторных условиях, у большинства видов наряду с некоторым снижением лабораторной всхожести, отмечено изменение характера проращивания семян, связанное с увеличением лаг-времени и сокращением периода проращивания. Наряду с этим нами отмечено благоприятное действие на проращивание семян всех исследованных видов сухого хранения при низких температурах. Так, семена 7 видов из 4 экологических групп (*P. arundinaceae*, *E. angustifolius*, *I. pseudacorus*, *L. thyrsiflora*, *A. plantago-aquatica*, *B. umbellatus*, *N. pumila*) прорастали только после стратификации сухих семян при низких положительных температурах (в холодильнике) и при отрицательных температурах (в морозильной камере). Положительное действие этого фактора, несомненно, является адаптацией растений к климатическим условиям, характерным для региона произрастания. Поэтому необходимо отметить, что выбор оптимальной температуры для каждого вида является важным условием

хранения. Сухое хранение семян некоторых видов из группы гидрофитов (*N. pumila*, *N. alba*, *P. natans*) в лабораторных условиях, привело, вероятно, к частичной утрате жизнеспособности семян. Очевидно, что семена этой группы растений обладают глубоким вторичным покоем, который не устраняется исследованными нами способами хранения и связан с экологическими особенностями видов, семена которых, по-видимому, сохраняют жизнеспособность только в воде.

Работа выполнена в рамках в рамках госбюджетной темы (№ АААА-А18-118012690099-2) и при частичной финансовой поддержке РФФИ (№ 18-34-00257).

Беляков Е. А., Лапиров А. Г. Прорастание плодов некоторых представителей-представителей семейства *Sparganiaceae* Rudolphi в лабораторных условиях // Биология внутренних вод. 2015. Т. 8, № 1. С. 33–37.

Заборовский Е. Н., Варасова Н. Н. О прорастании семян калины и гордовины // Бот. журн. 1961. Т. 61, № 8. С. 1169–1171.

Кан А. А. Покой семян: смена концепций и теорий // Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. М.: Колос, 1982. С. 184–211.

Крокер В. Рост растений / пер. с англ. М. Б. Штернберг; под ред. И. И. Туманова. М.: Изд-во иностр. лит., 1950. 359 с.

Международные правила определения качества семян / под ред. И. Г. Леурда; пер. с англ. М.: Колос, 1969. 182 с.

Николаева М. Г., Лянгузова И. В., Поздова Л. М. Биология семян. СПб: Наука, 1999. 231 с.

Таблица 1. Основные показатели прорастания семян при различных условиях сухого хранения ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n = 30$ ) в течении 8 мес.

Название видов	Период хранения 8 мес.									
	Холодильник			Морозильная камера			Лабораторные условия			
	L, сут.	P, сут.	G <sub>fin</sub> , %	L, сут.	P, сут.	G <sub>fin</sub> , %	L, сут.	P, сут.	G <sub>fin</sub> , %	
Гигромезофиты										
<i>Molinia caerulea</i>	7,6±0,5	14,6±2,5	61,0±9,5	8,3±1,5	17,6±2,5	64,4±7,0	4,6±0,5	13,0±6,5	52,2±15,7	
Гигрогелофиты										
<i>Juncus conglomeratus</i>	13,6±2,1	8,0±6,2	10,9±5,7	21,6±1,5	3,3±3,2	11,6±10,7	12,0±1,0	6,6±3,8	8,8±5,6	
<i>Carex pseudocyperus</i>	4,3±1,1	17,3±4,7	76,6±20,8	5,3±0,5	18,6±1,1	74,4±13,8	10,0±1,0	14,3±4,7	52,1±17,0	
<i>Phalaris arundinacea</i>	2,3±0,5	13,3±2,8	100,0±0,0	*	*	*	0	0	0	
<i>Eriophorum angustifolium</i>	7,3±1,5	15,0±3,0	21,1±11,6	4,0±1,0	15,3±7,0	46,6±15,2	0	0	0	
Гигрогелофиты										
<i>Oenanthe aquatica</i>	3,6±0,6	9,3±0,5	100,0±0,0	3,3±0,5	14,3±1,5	96,6±3,3	6,6±0,5	14,2±0,6	93,3±2,6	
<i>Iris pseudacorus</i>	25,3±1,5	2,6±1,8	4,4±2,0	22,3±1,1	3,3±2,5	7,7±5,1	0	0	0	
<i>Carex rostrata</i>	5,0±1,0	18,6±4,5	75,5±13,4	15,0±2,6	13,0±2,6	51,1±25,2	13,3±2,3	14,3±1,1	47,7±22,2	
<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	22,0±2,0	7,0±1,7	14,4±10,1	12,0±1,0	11,0±8,7	11,1±2,0	0	0	0	
Гелофиты										
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	17,0±2,6	3,3±0,5	4,4±2,0	12,6±6,8	21,6±3,5	10,0±3,5	0	0	0	
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	15,3±1,5	7,3±4,0	21,0±13,4	21,3±3,0	3,3±2,5	11,0±10,7	13,6±0,5	1,6±0,5	4,4±2,0	
<i>Butomus umbellatus</i>	19,0±1,0	2,0±1,7	4,4±2,0	15,3±1,1	2,0±1,7	6,6±3,3	0	0	0	
Гидрофиты										
<i>Potamogeton natans</i>	*	*	*	*	*	*	0	0	0	
<i>Nuphar pumila</i>	11,6±2,1	3,3±4,04	4,4±2,0	14,3±1,1	2,6±1,5	5,5±2,0	0	0	0	
<i>Nymphaea alba</i>	*	*	*	*	*	*	0	0	0	

Примечание: \* – единичные проростки в эксперименте.

**Н. В. Литвинова**  
**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ *NELUMBO CASPICA* (DC.) FISCH. В**  
**ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ**

**N. V. Litvinova**  
**CURRENT STATE OF *NELUMBO CASPICA* (DC.) FISCH. POPULATION AT THE**  
**VOLGA RIVER DELTA**

Астраханский государственный природный биосферный заповедник, Астрахань, Россия  
(Astrakhan state natural biosphere reserve, Astrakhan, Russia), litvinova.mama@yandex.ru

В дельте Волги регулярные наблюдения за состоянием популяции *Nelumbo capsica* (DC.) Fisch. начались в 1920-х годах с основанием Астраханского государственного заповедника, когда площадь единственной заросли составляла всего 0,25 га (Астраханский..., 1991). В настоящее время площадь зарослей вида в дельте Волги составляет более 50 тыс. га. Наиболее предпочтительными местами произрастания являются мелководные участки в низовьях дельты с умеренной и слабой проточностью, расположенные преимущественно вдоль бордюрных и куртинных формаций тростника и внутри тростниковых кулис.

Результаты изучения зарослей *N. capsica* в Астраханском заповеднике и на сопредельной территории позволяют выделить 4 основных типа зарослей в зависимости от ряда характеристик, и, в первую очередь, – от возраста и состояния заросли, а также участия в её формировании других видов земноводных и водных растений (Литвинова, 2015).

В монодоминантных зарослях доля участия *N. capsica* составляет более 90 % от общего количества растений. Так как выделение отдельных экземпляров лотоса даже в небольших зарослях является крайне затруднительным, под «долей» участия каждого вида мы понимаем его обилие. Монодоминантные заросли являются, как правило, средневозрастными (5–20 лет), а их площади могут исчисляться гектарами. Это наиболее стабильный тип зарослей, составляющий ядро популяции.

Сообщества *N. capsica* с земноводной и высшей водной растительностью также являются широко распространенными в низовьях дельты Волги. Доля участия лотоса в них может значительно варьировать и зависит от видов других растений, входящих в конкретные сообщества. Виды растений, участвующих в формировании фитоценозов с участием *N. capsica*, условно можно разделить на конкурентные и неконкурентные виды. К неконкурентным видам относятся погруженные высшие водные растения и растения с плавающими на поверхности воды листьями: *Ceratophyllum demersum* L., *Potamogeton lucens* L., *P. pectinatus* L., *P. perfoliatus* L., *Vallisneria spiralis* L., *Salvinia natans* (L.) All., *Lemna minor* L., *Nymphaea alba* L., *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) Kuntze и *Trapa natans* L.

Конкурентные виды характеризуются превосходящими или сопоставимыми с *N. capsica* размерами: – *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Ph. altissimus* (Benth.) Mabilie, *Typha angustifolia* L., *Sparganium erectum* L. и *Butomus umbellatus* L. При угнетении лотоса конкурентные виды начинают развиваться и размножаться более интенсивно, что ещё более усиливает деградацию вида, и его доля в формировании фитоценоза продолжает уменьшаться. Одновременно происходит увеличение численности неконкурентных видов (*Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*). Происходит формирование зарослей третьего типа – фрагментирующихся. Впоследствии такая заросль теряет целостную сомкнутость травостоя, распадается на отдельные куртины и *N. capsica* в ней замещается конкурентными видами. Продолжительность существования зарослей такого типа сильно зависит от гидрологических условий: в маловодные годы при сильном снижении проточности отмирание лотоса происходит значительно быстрее.

Особым типом являются одиночные куртинные молодые (3–5 лет) заросли, которые путем вегетативного размножения при благоприятных гидрологических условиях способны в короткие сроки значительно увеличивать свою площадь. При этом заросль сама способствует заиливанию участка произрастания и таким образом готовит грунт для дальнейшего

разрастания. Заросли этого типа встречаются преимущественно в местах типичных для формирования обширных зарослей в виде небольших мощных куртин. Разрастаясь, эти куртинные заросли соединяются между собой, а также примыкают к уже сформированным обширным зарослям *N. capsica*.

Соотношение разных типов зарослей, отличающихся состоянием растений лотоса по морфометрическим и урожайностным характеристикам, а также составом других видов, входящих в его сообщества, позволяет оценивать благополучие его популяции и определять перспективы его развития в зависимости от внешних факторов.

Несмотря на широкое распространение и благополучное состояние в низовьях дельты волги, популяция *N. capsica* остается крайне уязвимой к воздействию антропогенных факторов, особенно – к нестабильным условиям весенне-летнего половодья. Сочетание современного низкого уровня Каспийского моря и минимальных меженных уровней значений в волжских водотоках, с одной стороны, создает значительное обилие потенциальных мест для образования новых зарослей вида, а, с другой стороны, – делает заросли гораздо более чувствительными к гидрологическим характеристикам половодья. Так, подавляющее большинство последних лет (с начала 2000-х гг.) являются маловодными, что приводит к обмелению и обсыханию части зарослей в култуках и на косах. Критическое уменьшение проточности воды (и, соответственно, пониженное содержание в ней кислорода) действует угнетающе на развитие *N. capsica* и вызывает его замещение другими видами земноводных растений.

С другой стороны, в 2017 г. после окончания весенне-летнего половодья в хозяйственных целях были проведены сбросы воды на Волгоградской ГЭС в период с конца июня до начала сентября, сопоставимые по количественным характеристикам с весенними, что привело к формированию паводковой волны, которая пришлась на начало периода формирования бутонов у лотоса и фактически остановила этот процесс. Воздействие холодной воды оказало не просто тормозящий эффект на наступление цветения, в 2017 году растения так и не зацвели. Более того, последствия этого экстремального года отмечались и в 2018 году, когда цветение *N. capsica* наблюдалось, однако формирование плодов было очень слабым. Эффективность оплодотворения была крайне низкой (–41% от среднемноголетних значений), подавляющее большинство плодов были уродливой формы, и даже сформировавшиеся орехи не успели созреть к моменту завершения вегетационного сезона. В 2019 году отмечалось постепенное восстановление урожайностных показателей на большей части зарослей лотоса, однако среднемноголетние показатели достигнуты не были ни на одной из мониторинговых зарослей.

В целом наблюдается преобладание активного расселения зарослей лотоса на формирующихся островах и косах в низовьях дельты Волги (причем, преимущественно в её западной части) над фрагментацией и отмиранием зарослей в слабопроточных водоёмах типа култуков и ильменей. На проточных участках водотоков (в протоках и ериках) состояние зарослей характеризуется относительной стабильностью как по морфометрическим, так и по урожайностным показателям. Таким образом, современное состояние популяции *N. capsica* в дельте Волги можно оценить как хорошее, с положительной динамикой, но при этом уязвимое к воздействию антропогенных факторов и, особенно, к нестабильному гидрологическому режиму.

Астраханский заповедник / Русаков Г. В., Конечный А. Г., Косова А. А. и др. М.: Агропромиздат, 1991. 191 с.

Литвинова Н. В. Разработка методики косвенного учета урожайности зарослей лотоса орехоносного // Научные исследования редких видов растений и животных в заповедниках и национальных парках Российской Федерации за 2005–2014 гг. / Отв. ред. Д. М. Очагов. Вып. 4. М.: ВНИИ Экология. 2015. С. 31–34.

**Т. М. Лысенко<sup>1,2,3</sup>, О. А. Капитонова<sup>3,4</sup>**  
**СООБЩЕСТВА С ДОМИНИРОВАНИЕМ *PHRAGMITES ALTISSIMUS* (BENTH.)**  
**MABILLE (POACEAE)**

**T. M. Lysenko<sup>1, 2, 3</sup>, O. A. Kapitonova<sup>3</sup>**  
**COMMUNITIES WITH DOMINATION OF THE *PHRAGMITES ALTISSIMUS* (BENTH.)**  
**MABILLE (POACEAE)**

<sup>1</sup> Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, С.-Петербург, Россия (Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia), tlysenko@binran.ru

<sup>2</sup> Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского НЦ РАН, Тольятти, Россия (Institute of the Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Togliatti, Russia), ltm2000@mail.ru

<sup>3</sup> Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Тобольск, Россия (Tobolsk complex scientific station UB RAS, Tobolsk, Russia), kapoa.tkns@gmail.com

<sup>4</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia)

Видовая самостоятельность тростника высочайшего (*Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilles) признается не всеми авторами, и он чаще всего рассматривается как подвид тростника южного (*P. australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) – *P. australis* subsp. *altissimus* (Benth.) Clayton (Clayton, 1968; Макрофиты..., 1993; Feinbrun-Dothan, Danin, 1998; Lambertini et al., 2006, 2012; Saltonstall, 2016; Clayton et al., 2020; The Plant..., 2020), хотя его морфологические отличия от последнего хорошо известны (Папченко, 2003; Серёгин, 2010; Цвелёв, Пробатова, 2019). В последнее время тростник высочайший стремительно расширяет свой ареал к северу и уже известен из многих районов лесной зоны европейской части России (Цвелёв, Пробатова, 2019), Южного Урала и Зауралья (Науменко, 2008; Голованов и др., 2019) и Западной Сибири (Капитонова, 2016, 2018) как адвентивное растение. Как в пределах первичного ареала, так и в зоне инвазии он формирует сообщества, где является доминантом и эдификатором. В то же время синтаксономические обзоры и продромусы хотя и предоставляют информацию о сообществах с участием *P. australis* (Папченко, 2001; Vegetace..., 2011; Голуб и др., 2015; Чепинога, 2015, и др.), не содержат сведений о сообществах, сформированных этим таксоном. Номенклатура и характеристика сообществ тростника высочайшего до настоящего времени не являлись предметом специального обсуждения, хотя в ряде публикаций (Кузь, Старовойтова, 2014; Борисова, Шилов, 2017; Голованов и др., 2019) все же можно найти некоторые сведения по этому вопросу. Цель наших исследований заключалась в изучении сообществ, сформированных тростником высочайшим, установлении их состава, структуры, экологии, распространения и синтаксономического статуса.

По результатам проведённых исследований сообщества с доминированием тростника высочайшего отнесены к новой ассоциации *Phragmitetum altissimi* и подчиненным ей четырем субассоциациям и восьми вариантам. Сообщества ценотически бедны: число видов в них колеблется от 1 до 15 (в среднем – 4). Они развиваются на прибрежных мелководьях (глубины до 1–1,5 м) стоячих или слабо проточных, постоянных или временно обсыхающих, пресных или слабосоленых водоёмов с плотным дном или илистыми, грубодетритными, илисто-детритными донными отложениями, со стабильным или слабо колеблющимся уровнем воды, а также на заболоченных или сырых берегах, в том числе – нарушенных. В травостое выделяются 4–5 подъярусов: высоких трав (в основном из экологической группы гелофитов), трав средней высоты (гело-, мезо-, гигро- и гигромезофитов), низких трав (гигрогело-, мезо- и гигрофитов), плавающих на поверхности воды и погруженных в воду гидрофитов; представлены также внеярусные растения – травянистые лианы и проростки деревьев. Сообщества распространены на юге европейской части России и в пределах вторичного ареала *P. altissimus*.

Исследования выполнены в рамках госзаданий БИН РАН (AAAA-A19-119030690058-2), ИЭВБ РАН – филиала Самарского НЦ РАН (AAAA-A17-117112040040-3), ТХНС УрО РАН



(AAAA-A19-119011190112-5) и ИБВВ им. И. Д. Папанина РАН (AAAA-A18-118012690099-2), частично – при финансировании РФФИ (11-04-00015-а).

Борисова Е. А., Шилов М. П. Тростник высочайший (*Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie) в Ивановской области // Российский Журн. Биол. Инвазий. 2017. № 4. С. 18–27.

Голованов Я. М., Абрамова Л. М., Ямалов С. М. О находке тростника высочайшего (*Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie) на Южном Урале (Оренбургская область) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2019. Т. 13. № 1. С. 114–118. Doi: 10.24411/2072-8816-2019-10044.

Голуб В. Б., Бондарева В. В., Сорокин А. Н., Николайчук Л. Ф. Сообщества с доминированием тростника (*Phragmites australis* agg.) в долине Нижней Волги // Растительность России. 2015. № 26. С. 26–37. <https://doi.org/10.31111/vegrus/2015.26.26>.

Капитонова О. А. Новая находка *Phragmites altissimus* (Poaceae) в Западной Сибири. Вестник Курганского ун-та. Серия Естественные науки. 2016. Т. 43. № 9. С. 21–23.

Капитонова О. А. Об основных результатах флористических исследований в 2018 году. В сб.: Тобольск научный – 2018: материалы XV Всерос. (с междунар. участием) научно-практ. конф. Тобольск, 15–16 ноября 2018 г. Тобольск: ООО «ИПЦ Экспресс», 2018. С. 36–40.

Кузь И. А., Старовойтова М. Ю. *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabilie (Poaceae) на Украине // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. 2014. № 1. С. 3–8.

Макрофиты – индикаторы изменения природной среды / под ред. С. Гейни, К. М. Сытника. Киев: Наукова думка, 1993. 435 с.

Науменко Н. И. Флора и растительность Южного Зауралья. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2008. 512 с.

Папченков В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья: монография. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 214 с.

Папченков В. Г. К определению сложных групп водных растений и их гибридов // Гидрботаника: методология, методы: материалы Школы по гидрботанике. Борок, 08–12 апреля 2003 г. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. С. 82–91.

Серёгин А. П. Экспансия видов во флору Владимирской области в последнее десятилетие // Бот. журн. 2010. Т. 95. № 9. С. 1254–1268.

Цвелёв Н. Н., Пробатова Н. С. Злаки России. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2019. 646 с.

Чепинога В. В. Флора и растительность водоёмов Байкальской Сибири. Иркутск: Изд-во Ин-та геог. им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. 468 с.

Clayton W. D. The correct name of the common reed // Taxon. 1968. Vol. 17. N 2. P. 168–169.

Clayton W. D., Vorontsova M. S., Harman K. T., Williamson H. 2020. World Grass Species: Synonymy. URL: <http://www.kew.org/data/grasses-syn.html>. (accessed: 23.04.2020).

Feinbrun-Dothan N., Danin A. Analytical flora of Eretz-Israel. Second ed. Jerusalem: CANA Publishing House Ltd., 1998. 1008 p.

Lambertini C., Gustafsson M. H. G., Frydenberg J., Lissner J., Speranza M., Brix H. A phylogeographic study of the cosmopolitan genus *Phragmites* (Poaceae) based on AFLPs // Plant Systematics and Evolution. 2006. Is. 258. P. 161–182.

Lambertini C., Sorrell B. K., Riis T., Olesen B., Brix H. Exploring the borders of European *Phragmites* within a cosmopolitan genus // AoB PLANTS. 2012: pls020. Doi:10.1093/aobpla/pls020.

Saltonstall K. The naming of *Phragmites* haplotypes // Biol. Invasions. 2016. Is. 18. P. 2433–2441. Doi: 10.1007/s10530-016-1192-4

The Plant List: A working list of all plant species. 2020. URL: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-433924> (accessed: 22.02.2020).

Vegetace České republiky. 3, Vodní a mokřadní vegetace = Vegetation of the Czech Republic. 3, Aquatic and wetland vegetation / Milan Chytrý (ed.). Vyd. 1. Praha: Academia, 2011. 828 s.

Д. С. Любарский, Р. П. Токинова  
**ФЛОРА РЕКИ КАЗАНКА В НИЖНЕМ И СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ (РЕСПУБЛИКА  
ТАТАРСТАН)**

D. S. Lyubarskiy, R. P. Tokinova  
**KAZANKA RIVER'S FLORA IN LOWER AND MIDDLE PART (REPUBLIC OF  
TATARSTAN)**

Институт проблем экологии и недропользования АН Республики Татарстан, Казань, Россия  
(Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of  
Sciences, Kazan, Russia), lds57@mail.ru, r.tokin@rambler.ru

Казанка – река, протекающая по Предкамью Республики Татарстан, относится к бассейну Волги и впадает в Казанский залив Куйбышевского водохранилища, имеет длину 140 км и водосборный бассейн площадью около 2600 км<sup>2</sup>. Река равнинная, русло извилистое, петляющее по пойме, пойма двусторонняя, широкая. Дно русла известковое, берега глинистые, часто – крутые. Долина реки густо заселена, здесь развито интенсивное животноводство. Город Арск является центром агропромышленной деятельности. Значительная часть поймы занята сенокосными (овсяницевыми и кострцовыми лугами) и пастбищными угодьями. Прирусловая зона в основном занята древесной растительностью из клена ясенелистного (*Acer negundo* L.).

Поскольку основными загрязнителями являются отходы агропромышленного сектора, с которыми растения могут справиться наилучшим способом, не позволяя воде «зацвести», представляет интерес выявить насколько разнообразен видовой спектр. Были поставлены задачи: выявить видовое богатство флоры и степень её трансформации.

Материал собирался в течении вегетационного сезона 2019 г. В среднем и нижнем течении реки Казанка, от г. Арск (N 56,099820°, E 49,914333°) до впадения реки в залив Куйбышевского водохранилища (N 55,853087°, E 49,160199°), были выбраны 13 участков, в пределах которых по профилю делались геоботанические описания. В пределах русла и берегов (зоны заплеска) была кратко охарактеризована околорусловая пойменная растительность.

Анализы проводились на основе литературных данных (Ниценко, 1969; Бакин и др., 2000; Папченков, 2001; Саксонов и др., 2017).

В ходе работ было обнаружено 96 видов макрофитов. Из них 88 (91,7%) – являются сосудистыми растениями, 2 вида – моховидными (*Hygroamblystegium humile* (P. Beauv.) Vanderp., Goffinet & Hedenäs, *Marchantia polymorpha* auct., non L.) и 6 – водорослями.

Из 96 видов, согласно классификации В. Г. Папченкова (2001), только 60 относятся к флоре водотока, то есть 37,5% попали в эту зону случайно или посчитали её приемлемой ввиду своей экологической пластичности. На водную флору приходится 27% видового списка, к настоящим водным растениям относятся 12,5% видов, из которых половина представлена зелёными водорослями.

Самыми часто встречаемыми видами (на более, чем 75% участков) являются *Sparganium emersum* Rehm., *Agrostis stolonifera* L. (по 11 встреч) и *Acer negundo* L. (10 встреч). Американский клён – быстро расселяющееся инвазийное растение (Виноградова и др., 2010), которое вытесняет прочие деревья и кустарники из прирусловой зоны. При этом он способен занимать сразу несколько ярусов и обладает самым высоким значением активности (Юрцев, 1968) – 5 баллов. Более 50% встречаемости – имеют 2 вида: *Mentha arvensis* L. и *Alisma plantago-aquatica* L. От 25 до 50% – 13 видов. Встречаемость остальных 78 видов не превышает 25%.

Географическая структура представлена 10 типам ареалов, ведущее положение среди которых имеют виды с обширными ареалами: европейско-западноазиатским (26% видового списка), евразийским (26%) и голарктическим (20,5%).

Первостепенную роль в сложении биоморфологической структуры (Raunkiaer, 1934) имеют криптофиты – 34,1%, а среди них – гелофиты (15,9%), что объясняется околородной

средой обитания. Гидрофитов относительно немного – всего 5,7%. Второе место занимают гемикриптофиты (33,0%). Значительно участие фанерофитов (10,2%), что обусловлено пролеганием русла реки как в лесных, так и в луговых условиях. Высоко участие терофитов (18,2%).

Эколого-ценотическая структура (по Ниценко, 1969) представлена 12 группами, среди которых ведущей является группа рудеральных видов (30,7%). Далее следуют водно-болотная (18,2%), низинно-болотная (10,2%), влажно-луговая (9,1%), водная (8,0%) группы.

Адвентивная фракция представлена 7 видами, что составляет 7,3% от флоры. Шесть из семи представлены недавно вселившимися видами; из культуры перешло практически то же количество (4 вида), что и случайно занесенных (3); основную долю составляют недавно внесенные виды (6); по степени натурализации, значительная доля принадлежит видам, натурализовавшимся в естественных ценозах (4), меньше – в рудеральных (2) и один вид – к закрепившимся, но не получившим распространения.

62,5% видов – растения флоры водоёмов. Остальные внедрились под влиянием внешних условий – были занесены с нарушенных или луговых местообитаний. Значительна доля терофитов, что, с одной стороны, связано с постоянным образованием потенциально удобных для их вселения и развития местообитаний, а, с другой стороны, – с привнесением этих растений в связи антропогенным влиянием, о чем также свидетельствуют размеры рудеральной эколого-ценотической группы – почти треть видового состава. Доля заносных видов, при этом, невысока.

Бакин О. В., Рогова Т. В., Ситников А. П. Сосудистые растения Татарстана. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2000. 496 с.

Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Чёрная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494 с

Ниценко А. А. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Бот. журн. 1969. Т. 54. № 7. С. 1002–1013.

Папченков В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: МУБиНТ, 2001. 213 с.

Саксонов С. В., Раков Н. С., Васюков В. М., Сенатор С. А. Чужеродные растения в лесных сообществах Среднего Поволжья: способы диссеминации и степень натурализации // Самарский научный вестник. 2017. Т. 6. № 2 (19). С. 78–83.

Юрцев Б. А. Флора Сунтар-Хаята. Л.: Наука, 1968. 236 с.

Raunkiaer C. The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Oxford: The Clarendon Press, 1934. 632 pp.

**О. С. Любина, Л. Г. Гречухина**

## **СТРУКТУРА И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФИТОПЛАНКТОНА В МЕШИНСКОМ ЗАЛИВЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

**O. S. Lyubina, L. G. Grechukhina**

## **PHYTOPLANKTON STRUCTURE AND SEASONAL DYNAMICS IN THE MESHA BAY OF THE VOLGA-KAMA AREA OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR**

Татарский филиал ВНИРО (ТатарстанНИРО), Казань, Россия (Tatar Branch of Federal Institute of Fisheries and Oceanography (TatarstanNIRO), Kazan, Russia), olyubina@mail.ru

Для оценки особенностей развития фитопланктонных сообществ в устьевых зонах, проведены исследования их сезонной динамики в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища (Волжско-Камский плёс) в 2019 г. Здесь были установлены 2 мониторинговые станции, одна из которых расположена в русловой части залива напротив с. Ташкирмень, другая – в прибрежной зоне на сравнительно открытом мелководье у о. Мансур. Отбор проб фитопланктона проводили ежемесячно (с мая по октябрь, исключая июль) интегрально по всей толще воды. В общей сложности было проанализировано 10 проб. Фиксацию фитопланктона

осуществляли раствором Люголя. Камеральную обработку проводили по общепринятым методикам (Мордухай-Болтовской, 1975). Количественный анализ проб осуществляли с использованием счётной камеры «Горяева» объемом 0,0009 мл, с последующим пересчетом содержания водорослей на 1 л. Биомассу определяли счетно-объемным методом (Федоров, 1979).

За время наблюдений в фитопланктоне было обнаружено 153 таксона из 8 таксономических групп. Наиболее широко были представлены зелёные (38%), диатомовые (29%) и эвгленовые (10%) водоросли. Число видов сине-зелёных водорослей составляло 9%, остальных таксономических групп – менее 6%.

Удельное видовое разнообразие фитопланктона в среднем за сезон на русловой станции составило  $44 \pm 6$  видов/ст., а в прибрежных местообитаниях –  $45 \pm 7$  видов/ст. Максимальное разнообразие таксонов в русловой части было отмечено в июне за счет увеличения количества зелёных, сине-зелёных и эвгленовых водорослей. В прибрежной зоне максимальное количество таксонов наблюдалось в августе за счет увеличения доли диатомовых водорослей.

Среднесезонная численность фитопланктона в русле составила  $3,1 \pm 1,1$  млн. кл./л, а в прибрежных местообитаниях –  $4,4 \pm 1,1$  млн. кл./л. В весенний период численность клеток на мониторинговой площадке была максимальной. В это время преобладали диатомовые (более 40% в русле и у берегов) и сине-зелёные водоросли (более 20% в русле и у берегов). Летний пик численности фитопланктона пришелся на сентябрь на обеих станциях, но более выражен он был в прибрежной зоне. Доминирующим видом по численности с мая по сентябрь на всех станциях была сине-зелёная водоросль *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988.

Усредненная за период наблюдения биомасса фитопланктона в русле составила  $3,03 \pm 0,05$  мг/л, а в прибрежной зоне она была заметно выше –  $4,28 \pm 1,4$  мг/л. В весенний период этот показатель был максимальным, особенно – в прибрежной зоне. В это время на русловой станции преобладали диатомовые и сине-зелёные водоросли (55 и 23%), а в прибрежных местообитаниях – динофитовые (30%), диатомовые (29%) и сине-зелёные (21%) водоросли. Летний пик биомассы пришёлся на сентябрь на обеих станциях. С июня по сентябрь повсеместно доминировали сине-зелёные водоросли, их доли колебались от 39 до 85% в русле и от 56 до 75% – в прибрежных местообитаниях. Состав доминантов по биомассе сильно варьировал, но в августе–сентябре повсеместно преобладала сине-зелёная водоросль *Planktothrix agardhii*. На русловой станции весной и в октябре доминировали центрические диатомовые из рода *Stephanodiscus*. В прибрежных сообществах состав доминантов был весьма изменчив.

Кривые динамики практически всех количественных показателей фитопланктона в русловой зоне и в прибрежных местообитаниях имели сходные очертания. Линейные коэффициенты корреляции каждого из указанных количественных показателей фитопланктона между собой на русловой и прибрежной станциях превышали (0,8). Такая корреляция свидетельствует о высоком уровне сопряженности изменений, т.е. на обусловленность анализируемых характеристик фитопланктона одной и той же совокупностью факторов среды, как в прибрежной зоне, так и в русле.

Оценка сопряженности динамики температуры воды и количественных показателей фитопланктона с помощью линейного коэффициента корреляции показала высокую положительную связь удельного видового разнообразия, численности и биомассы фитопланктона в прибрежной и в русловой частях с температурными условиями (табл.). При этом сопряженность признаков с температурой воды была несколько выше в прибрежных экотопах, чем в русловых (табл.). Это закономерное явление: ведь температура – важный абиотический фактор, влияющий на развитие гидробионтов. С одной стороны, он лимитирует процессы метаболизма, а с другой – является сигнальным и контролирующим фактором для развития сообществ (Одум, 1975). При этом фитопланктон в мелководной зоне был более тесно связан с температурой воды, чем в русловой (табл.). Это обусловлено малой температурной инерцией водных масс на мелководье, выраженной в более резком перепаде

температур здесь, по сравнению с более глубоководными участками (Корнева и др., 1999; Халиуллина, Яковлев, 2015).

Таблица. Коэффициенты корреляции между температурой воды в разных участках мониторинговой площадки и количественными показателями фитопланктона.

Фактор/показатель	S	N	B
T (°C)_ русло	0,95	0,64	0,59
T° (C)_ прибрежные местообитания	0,78	0,90	0,78

Примечание: T (°C) – поверхностная температура воды; S – удельное видовое разнообразие; N – численность фитопланктона, B – биомасса фитопланктона.

В целом количественные показатели фитопланктона в Мешинском заливе были выше, чем обычно в открытой части Волжско-Камского плеса Куйбышевского водохранилища (Любина, Гвоздарева, 2019). Увеличение биомассы и численности гидробионтов в устьевых зонах рек – характерное явление, вызванное краевым эффектом, возникающим при смешивании вод с различными физико-химическими свойствами (Одум, 1975; Ермохин, 2007; Сахарова, Корнева, 2015).

Ермохин М. В. Проблемы и перспективы исследования краевых структур биоценозов рек и водоёмов речных долин // Актуальные вопросы изучения микро-, мейзообентоса и фауны зарослей пресноводных водоёмов. Н. Новгород: Вектор ТиС, 2007. С. 101–129.

Корнева Л. Г., Минеева Н. М., Елизарова В. А. и др. Экология фитопланктона Рыбинского водохранилища. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1999. 264 с.

Любина О. С., Гвоздарева М. А. Оценка качества вод Куйбышевского водохранилища по показателям планктонных сообществ // Современное состояние водных биоресурсов: материалы 5-й Международной конференции, г. Новосибирск, 27–29 ноября 2019 г. / под ред. Е. В. Пищенко, И. В. Моружи. Новосибирск, 2019. С. 225–229.

Мордухай-Болтовской Ф. Д. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. М.: Наука, 1975. – 240 с.

Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 337 с.

Сахарова Е. Г., Корнева Л. Г. Фитопланктон // Гидроэкология устьевых областей притоков равнинного водохранилища. Ярославль. 2015. С. 138–150.

Федоров В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: Из-во Моск. ун-та, 1979. 168 с.

Халиуллина Л. Ю., Яковлев В. А. Фитопланктон мелководий в верховьях Куйбышевского водохранилища. Казань: Изд-во АН РТ, 2015. 171 с.

**Г. Ф. Ляшенко**

## **ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ РЕКИ МЕРТВИЦА СО СПЕЦИФИЧЕСКИМ ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ**

**G. F. Lyashenko**

## **AQUATIC VEGETATION OF MERTVITZA RIVER WITH UNUSUAL HYDROLOGICAL REGIME**

С.-Петербургский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ГосНИОРХ им. Л. С. Берга), С.-Петербург, Россия (St. Peresburg branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (GosNIORH named after L. S. Berg), St. Petersburg, Russia), gfl@mail.ru

Исследование высшей водной растительности р. Мертвица было проведено в рамках границ буферной зоны трассы газопровода «Nord Stream 2» до его укладки маршрутным методом с использованием вёсельной лодки. Проведено детальное описание фитоценозов

воздушно-водной, погруженной и плавающей растительности с описанием видового состава и определением сырой биомассы с участков площадью 1 м<sup>2</sup>. Описание фитоценозов высших водных растений проводилось по следующему плану: местоположение, экологические особенности среды обитания (глубина, грунт и т.д.), общее состояние фитоценоза, флористический состав, ярусность, высота растений в ярусах, фенологическое состояние.

Описания проводились по всему маршруту. Во время проведения работ использовались общепринятые методики гидробиотанических исследований (Понятовская, 1964; Корчагин, 1976; Катанская, 1981; Распопов, 1985). Названия растений приведены в соответствии со сводкой «Сосудистые растения СССР» (Черепанов, 1995). Определение растений проводилось по сводкам флоры (Маевский, 1964; Цвелёв, 2002).

По одним данным, р. Мертвица считается рукавом р. Луги, по другим – протокой, вытекающей из реки Россонь и впадающей в Лугу. Длина реки – около 10 км. Отличительной особенностью этого водотока является то, что она не имеет постоянного направления течения, которое зависит от уровня воды в реках Луге и Россони. Если уровень одинаков, течение отсутствует. По гидрологическим характеристикам и характеру зарастания в р. Мертвице можно выделить две части. Первая представляет собой плес шириной до 150 м с замедленным течением и широкими (15–25 м), расположенными вдоль берега зарослями воздушно-водной растительности – преимущественно тростника (*Phragmites australis*) и рогоза узколистного (*Typha angustifolia*). Плавающая растительность в виде зарослей кубышки жёлтой (*Nuphar lutea*) с небольшими вкраплениями кувшинки чисто-белой (*Nymphaea candida*) сосредоточена на мелководье русловой части акватории, порой перекрывая все русло реки. Погруженная растительность отмечена как на мелководье у берега, так и в мелководной русловой части, рядом с зарослями плавающей растительности, и представлена рдестами блестящим, пронзеннолистным (*Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*) и роголистником погруженным (*Ceratophyllum demersum*). Общая площадь зарастания составляет до 50% от площади акватории плеса.

Вторая часть участка, длиной 2 км и шириной 10–15 м, представляет собой сильно заросший водоток с перегородившими русло упавшими деревьями. Вдоль берега имеются многочисленные куртины тростника, реже – осок. В местах, затененных деревьями, водная растительность по всему руслу представлена ценозами кубышки жёлтой. Общая площадь зарастания составляет до 80% акватории.

Всего на обследованном участке отмечено 49 видов сосудистых водных растений, из которых в составе описанных фитоценозов было отмечено 30. Основные сообщества макрофитов представлены фитоценозами *Typha angustifolia*, *Carex acuta*, *Phragmites australis*, *Nuphar lutea*, *Ceratophyllum demersum* и *Potamogeton perfoliatus*. Редких видов растений, внесенных в федеральную или региональную Красные книги, не обнаружено.

Видовой состав макрофитов отмеченных при маршрутном учете на р. Мертвица в границах буферной зоны трассы газопровода:

Equisetaceae: *Equisetum fluviatile* L.

Typhaceae: *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L.

Sparganiaceae: *Sparganium emersum* Rehm, *S. erectum* L.

Potamogetonaceae: *Potamogeton lucens* L., *P. natans* L., *P. pectinatus* L., *P. perfoliatus* L.

Alismataceae: *Alisma plantago-aquatica* L., *Sagittaria sagittifolia* L.

Butomaceae: *Butomus umbellatus* L.

Hydrocharitaceae: *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Stratiotes aloides* L.

Poaceae: *Alopecurus aequalis* Sobol., *Agrostis stolonifera* L., *Phalaroides arundinacea* (L.)

Rauschert, *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud

Cyperaceae: *Scirpus lacustris* L., *S. radicans* Schkuhr, *Eleocharis palustris* (L.) Roem et Schult., *Carex acuta* L., *C. aquatilis* Wahlb., *C. vesicaria* L., *C. rostrata* Stokes

Lemnaceae: *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid., *Lemna minor* L., *L. trisulca* L.

Iridaceae: *Iris pseudacorus* L.

Polygonaceae: *Rumex aquaticus* L.

Nymphaeaceae: *Nuphar lutea* (L.) Smith., *Nymphaea candida* J. Presl  
 Ceratophyllaceae: *Ceratophyllum demersum* L.  
 Ranunculaceae: *Caltha palustris* L., *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach.  
 Brassicaceae: *Rorippa amphibia* (L.) Bess.  
 Rosaceae: *Comarum palustre* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.  
 Lythraceae: *Lythrum salicaria* L.  
 Haloragaceae: *Myriophyllum spicatum* L.  
 Apiaceae: *Cicuta virosa* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Sium latifolium* L.  
 Primulaceae: *Lysimachia vulgaris* L., *L. nummularia* L.  
 Boraginaceae: *Myosotis palustris* Lam.  
 Lamiaceae: *Lycopus europaeus* L., *Stachys palustris* L.  
 Rubiaceae: *Galium palustre* L.

- Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Л., Наука, 1981. 187 с.  
 Корчагин А. А. 1976. Стрoение растительных сообществ // Полевая геоботаника. Л. Т. 5. 1976. С. 7–313.  
 Маевский П. Ф. Флора средней полосы Европейской части СССР. Л., 1964. 880 с.  
 Понятовская В. М. Учёт обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах // Полевая геоботаника. М.-Л. Т. 3. 1964. С. 209–299.  
 Распопов И. М.. Высшая водная растительность больших озёр Северо-Запада СССР. Л., Наука, 1985. 199 с.  
 Цвелёв Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Издательство СПХФА, 2002. 781 с.  
 Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

**М. А. Макарова**

# **ПРИБРЕЖНО-ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОСТРОВОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА (СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ПРИЛАДОЖЬЕ)**

**M. A. Makarova**

# **RIPARIAN-AQUATIC VEGETATION OF THE ISLANDS OF LAKE LADOGA (NORTH- WESTERN LADOGA REGION)**

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, С.-Петербург, Россия

(Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia), MMakarova@binran.ru

Прибрежно-водные сообщества в Северо-Западном Приладожье занимают шхерные заливы островов и побережья Ладожского озера, а также заливы «внутренних» озёр, расположенных на материковой части ключевого участка. Шхерные заливы подвержены влиянию колебания уровня воды и штормовой деятельности Ладоги, чего не происходит на озёрах в материковой части.

Ранее растительность Ладожского озера исследовал И. М. Распопов (1961, 1968; Распопов, Рычкова, 1971). В Карельской части Ладоги им были выделено 56 ассоциаций, из которых 31 можно отнести к прибрежно-водным, а 25 – к водным сообществам (погруженных, полупогруженных и свободно-плавающих макрофитов). Водная и прибрежно-водная флора шхерного района Ладожского озера включает 137 видов высших растений, доля гидрофитов – 48%, гелофитов – 17%, нейстрофитов – 12%, гидатофитов – 23% (Распопов, 2009). Такое флористическое и фитоценотическое разнообразие обусловлено разнообразием ландшафтных условий шхерного района: литораль по степени волнения подразделяется на затишную (высота волны до 0,25 м) и прибойную (высота волны более 0,25 м), а по типу субстрата – на скалисто-глыбовую, каменистую, галечно-крупнопесчаную, песчано-илистую, илистую и глинистую (Распопов, 1968).

Исследования с целью картографирования растительности проводились на островах Белоярский, Ласточкин, Медвежий, Ягодный в Северо-Западной части Ладоги (61°09'N, 29°57'E) в пределах Ленинградской области. Степень зарастания заливов островов

оценивалась по В. Г. Папченкову (2001) и варьировала от умеренно (11–25%) до сплошь заросших (96–100%). Прибрежно-водные сообщества сменяют друг друга по градиенту глубины, а на суше – по степени увлажненности субстратов. Эти смены представлены как эколого-динамические ряды сообществ, которые не всегда возможно зафиксировать в полной мере, что связано с колебанием уровня вод Ладожского озера. Летом 2019 г. в шхерной части Ладоги он был ниже среднестатистического на 0,6–0,8 м.

Нам удалось выявить разнообразие прибрежно-водной растительности (5 групп ассоциаций, 14 асоциаций и 7 вариантов ассоциаций). Ниже приводится типология, построенная на основе эколого-фитоценотической классификации.

Гр. асс. *Phragmiteta australis*

Асс. *Phragmitetum australis purum*

Асс. *Phragmitetum australis–Equisetum fluviatilis*

Вар. *hydrocharietum morsus-ranae*

Вар. *caricetum vesicaria*

Асс. *Phragmitetum australis–Glycerietum maximae*

Вар. *caricetum acuta*

Асс. *Phragmitetum australis–Calamagrostidetum canescens*

Асс. *Phragmitetum australis–Caricetum acuta*

Асс. *Phragmitetum australis–Comaretum palustris*

Вар. *calamagrostidetum neglecta*

Гр. асс. *Equiseta fluviatilis*

Асс. *Equisetum fluviatilis purum*

Гр. асс. *Glycerieta maximae*

Асс. *Glycerietum maximae purum*

Асс. *Glycerietum maximae–Equisetetum fluviatilis*

Гр. асс. *Cariceta acutae*

Асс. *Caricetum acutae purum*

Асс. *Caricetum acutae–Glycerietum maximae*

Асс. *Caricetum acutae–Caricetum vesicariae*

Вар. *calamagrostidetum canescens*

Вар. *comaretum palustris*

Гр. асс. *Comareta palustris*

Асс. *Comaretum palustris–Caricetum cespitosa*

Вар. *Sphagnum flexuosum*

Асс. *Comaretum palustris–Caricetum lasiocarpa*

5 ассоциаций заливов островов Северо-Западного Приладожья (асс. *Phragmitetum australis–Glycerietum maximae*, асс. *Phragmitetum australis–Calamagrostidetum canescens*, асс. *Caricetum acutae–Glycerietum maximae*, асс. *Comaretum palustris–Caricetum cespitosa*, асс. *Comaretum palustris–Caricetum lasiocarpae*), описаны и в некоторых других регионах европейской части России (Сапегин, 1986; Теплякова, 2005; Кузнецов, 2006; Василевич, Смагин, 2007; Филиппов, 2008; Смагин, 2011; Панкова, 2014), но не приводились ранее для шхерного района Ладожского озера (Распопов, 1961, 1968; Распопов, Рычкова, 1971).

Работа выполнена по плановой теме Лаборатории географии и картографии растительности БИН РАН № АААА-А19-119030690002-5 «Пространственная организация, разнообразие и картографирование растительного покрова северной Евразии».

Василевич В. И., Смагин В. А. О границе между сырыми лугами и низинными болотами // Бот. журн. 2007. Т. 92. № 8. С. 1161–1174.

Кузнецов О. Л. Структура и динамика растительного покрова болотных экосистем Карелии: автореф. дис... д-ра биол. наук. Петрозаводск, 2006. 53 с.



- Панкова Н. Л. Структура и динамика растительного покрова водоёмов Окского заповедника // Тр. Окского гос. природн. биосф. заповедника. Рязань, 2014. Вып. 31. С. 1–166.
- Папченков В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль, 2001. 200 с.
- Распопов И. М. Высшая водная растительность шхерного района Ладожского озера // Комплексные исследования шхерной части Ладожского озера. М.-Л., 1961. С. 193–210.
- Распопов И. М. Высшая водная растительность Ладожского озера // Растительные ресурсы Ладожского озера. Л., 1968. Т. XXI. С. 16–72.
- Распопов И. М. Видовое разнообразие высших водных и прибрежно-водных растений в литоральной зоне Ладожского озера // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2009. № 7. С. 173–180.
- Распопов И. М., Рычкова М. А. Геоботаническая характеристика заливов западной части шхерного района Ладожского озера // Очерки по растительному покрову Карельской АССР. Петрозаводск, 1971. С. 60–72.
- Сапегин Л. М. Сообщества поймы нижнего течения р. Сож // Классификация растительности СССР (с использованием флористических критериев). М., 1986. С. 62–69.
- Смагин В. А. Болотная растительность // Природная среда Сестрорецкой низины. СПб., 2011. С. 91–116.
- Теплякова Т. Е. Прибрежно-водная и водная растительность // Юнтоловский региональный комплексный заказник. СПб., 2005. С. 89–92.
- Филиппов Д. А. Структура и динамика экосистем пойменных болот бассейна Онежского озера (Вологодская область): дис... канд. биол. наук. Вологда, 2008. 219 с.

**С. В. Малавенда<sup>1</sup>, С. С. Малавенда<sup>2</sup>, П. П. Стрелков<sup>3</sup>, Н. Е. Шунатова<sup>3</sup>**  
**МАКРОФИТОБЕНТОС МОРСКОГО МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА**  
**МОГИЛЬНОЕ, БАРЕНЦЕВО МОРЕ**

**S. V. Malavenda<sup>1</sup>, S. S. Malavenda<sup>2</sup>, P. P. Strelkov<sup>3</sup>, N. E. Shunatova<sup>3</sup>**  
**MACROPHYTOBENTOS OF SEA MEROMYKTIC LAKE MOGILNOE, BARENTS SEA**

<sup>1</sup> Мурманский морской биологический институт РАН, Мурманск, Россия (Murmansk Marine Biological Institute RAS, Murmansk, Russia)

<sup>2</sup> Мурманский государственный технический университет, Мурманск, Россия (Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia)

<sup>3</sup> С.-Петербургский государственный университет, С.-Петербург, Россия (St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia)

Озёра морского происхождения, солёные и в той или иной мере связанные с морем, встречаются в разных климатических зонах. Широко распространены морские озёра на Крымском полуострове, например там, где для них характерно преобладание нитчатых эвригалинных видов и бактериальных матов (Празукин и др., 2008). В теплых районах солёность часто повышается до гипергалинной, а единственное морское озеро арктических широт – солоновато-водное.

Озеро Могильное на острове Кильдин в Баренцевом море представляет собой небольшое морское меромиктическое озеро глубиной 16 м имеет акваторию площадью 17 га. Его отличительной чертой является сообщение с морем не на поверхности, а под землей, путём фильтрации морской воды. Озеро традиционно описывается как пресноводно-морской трехслойный бассейн: верхний слой характеризуется как «пресный» (хотя формально он олигогалинный, с минерализацией 1–5 ‰), средний слой с солёной морской водой (с минерализацией 5–30 ‰ и выраженным галоклином), насыщенный кислородом, и нижний слой солевой и сульфидный (Strelkov et al., 2014).

В настоящее время в озере ведется регулярное наблюдение за гидрологическими и биологическими показателями, которое показало уменьшение жизненного пространства морских видов на глубине, которое частично компенсируется повышением солёности на мелководье (Strelkov et al., 2014, 2019). В озере произошло совместное изменение солёности и глубины аноксии (сероводородный слой), что может указывать на общую причину. Мы предположили, что увеличение солёности будет способствовать развитию макрофитов на дне озера. Основной целью изучения фитобентоса стало составление более полной картины

растительности дна уникального озера, впервые пробы были отобраны непосредственно биологом под водой, получены ландшафтные фотографии.

Фитобентос озера Могильное первоначально был описан еще в начале XX века (Дерюгин, 1915). Повторное описание было выполнено спустя почти сто лет (Стрелков и др., 2014). В связи с описанными выше изменениями в структуре водной стратификации стало актуальным продолжить исследование сообществ донных водорослей озера.

Расположение гидробиологических разрезов приурочено к различным биотопам озера. Сбор материала выполнен водолазным способом 18–25 июля 2015 года, 2–8 августа 2016 года, 20–28 июля и 20–24 августа 2018 года, 16 августа 2020 года. Определяли видовой состав, биомассу и оценивали видовое разнообразие.

Флора озера Могильное насчитывает 37 видов водорослей отделов: Phaeophyceae (15), Rhodophyta (7) и Chlorophyta (12 видов). В сборах 2015–2016 годов выявлено 5 новых для флоры озера Могильное видов, в том числе 5 – Chlorophyta, 7 – Phaeophyceae, 1 – Rhodophyta.

Все найденные виды являются морскими, типичными для морских литоральных и сублиторальных фитоценозов Мурмана (Малавенда и др., 2017; Малавенда, 2018; Евсеева, 2018). Но видовая структура (соотношение видов по биомассе) сообщества озера Могильное уникальна. Сходство прослеживается скорее с другими морскими озёрами (Празукин и др., 2008).

Сравнительный анализ сходства видовых списков полученных по результатам сборов 1898–1921 и 2003–2007 гг. показал наличие существенной динамики видового состава макрофитобентоса озера Могильное. За весь период исследований стабильно выявлялись только три вида водорослей: *Polysiphonia stricta*, *Urospora penicilliformes*, *Coccotylus brodiei*. Оценка сходства видовых списков индексом Жаккара дала результаты 0,19 для 1898–1921 и 2003–2007 годов и 0,30 для 2003–2007–2015–2018 годов. Индекс Чекановского-Серенсена дает более высокие значения, 0,32 и 0,47 соответственно. Таким образом, в более близкие по времени периоды видовой состав ближе.

Фитобентос озера Могильное сформирован макроводорослями не на всех станциях отбора проб, в половине случаев наблюдался только микрофитобентос, сообщества цианобактерий. Водоросли распределены неравномерно, что отражается высокими значениями доверительного интервала к средним значениям биомассы на станции. Биомасса макрофитов и цианобактерий сопоставима, биомасса слоя бактерий в среднем 63 г/м<sup>2</sup>.

На литорали сообщества водорослей представлены в виде налета на гальке, основную часть которого составляют *Leathesia marina* и цианобактерии. На дне вдоль сильно опресненного слоя озера фитобентос не выявлен. В сублиторали на протяжении всего слоя морской воды сформированы сообщества нитчатых водорослей с биомассой не более 10 г/м<sup>2</sup>, среди которых преобладают *Sphacelaria radicans* (Phaeophyceae), *Percursaria percursa* и *Chaetomorpha tortuosa* (Chlorophyta). В тоже время цианобактерии достигают биомассы 100 г/м<sup>2</sup>. В сублиторали в восточной части перемычки на глубине 4–6 м также цианобактерии покрывают дно толстым слоем. Биомасса их на глубине 4 м 560 г/м<sup>2</sup>, а на 5,5 м – 171 г/м<sup>2</sup>. Но на глубине 5,5 м присутствует макрофитобентос, сформированный крупными трубчатыми талломами *Ulva intestinalis* (Chlorophyta), биомасса 10 г/м<sup>2</sup>. На глубине 2,5 м структура макрофитобентоса совсем иная, сообщество бидоминантное, преобладают виды с тонконитевидным слоевищем *Rhizoclonium pachydermum* (Chlorophyta) и *Pylaiella littoralis* (Phaeophyceae). В сублиторали остальной части озера во всем морском слое сформированы сообщества нитчатых водорослей с биомассой 37 г/м<sup>2</sup> в среднем. На глубине 2,5 м преобладают *S. radicans* и *P. percursa*. Глубже, на 4,5–5,5 м массово встречается также *C. tortuosa*. Только на этом участке дна были отмечены в единичных экземплярах и в виде карликовых форм обычные для побережья бурые *Fucus* sp. (не идентифицированы, стерильные, без воздушных пузырей), *Coccotylus truncatus* и *Polysiphonia stricta* (Rhodophyta). Цианобактерии также массово развиты, биомасса слоя бактерий в среднем 63 г/м<sup>2</sup>. Для сублиторали Мурмана были описаны группировки *Coccotylus truncatus* и *Polysiphonia stricta* в поясе красных водорослей, но не имеющие таких доминантов как в данном случае.

Предполагается, что озеро Могильное произошло в результате отделения части морского берега и его биота – результат длительного развития изолированных сообществ. Вероятно, крупные многолетние виды не смогли существовать в столь ограниченном пространстве и при сниженной солености воды. В структуре сообществ фитобентоса озера Могильное много специфических черт, делающих их уникальными.

Празукин А. В., Бобкова А. Н., Евстигнеева И. К., Танковская И. Н., Шадрин Н. В. Структура и сезонная динамика фитокомпоненты биокосной системы морского гиперсолёного озера на мысе Херсонес (Крым) // Морський екологічний журнал. 2008. Т. VII. № 1. С. 61–79.

Meyerhof M. S. et al. Microbial community diversity, structure and assembly across oxygen

Малавенда С. В., Шошина Е. В., Капков В. И Видовое разнообразие макроводорослей в различных районах Баренцева моря // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2017. Т. 20. № 2. С. 336–351.

Малавенда С. В. Флора водорослей макрофитов Кольского залива (Баренцево море) // Вестник МГТУ. 2018. Т. 21. № 2. С. 245–252.

Евсеева Н. В. Видовой состав морских водорослей прибрежной зоны Мурманского побережья и архипелага Новая Земля // Труды. 2018. Т. 171. С. 7–25.

Derjugin K. M. Fauna of the Kola Bay and Conditions of its Existence // Notes of the Imperial Academy of Science. Series 8. 1915. V. 34. P. 1–929 (in Russian)

Strelkov P. et al. Marine lake Mogilnoe (Kildin Island, the Barents Sea): one hundred years of solitude // Polar biology. 2014. V. 37. № 3. P. 297–310.

Strelkov P. et al. Rapid unpredicted changes in the stratification of marine lake Mogilnoe (Kildin Island, the Barents Sea) through the early 21<sup>st</sup> century // Polar Research. 2019. <http://dx.doi.org/10.33265/polar.v38.3394>

**В. И. Мартемьянов**

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ДИАПАЗОНЫ РЕГУЛЯЦИИ СОДЕРЖАНИЯ НАТРИЯ, КАЛИЯ И ВОДЫ В ОРГАНИЗМЕ *ELODEA CANADENSIS* MICHAUX В ИНТЕРВАЛЕ ПЕРЕНОСИМОЙ СОЛЕНОСТИ СРЕДЫ**

**V. I. Martemyanov**

**THE PATTERNS AND RANGES OF REGULATION OF SODIUM, POTASSIUM AND WATER IN THE BODY OF *ELODEA CANADENSIS* MICHAUX IN THE RANGE OF A TOLERANT SALINITY**

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, (Papanin Institute of Biology of Inland Waters, Borok, Russia), [martem@ibiw.yaroslavl.ru](mailto:martem@ibiw.yaroslavl.ru)

Элодея канадская в огромных количествах заселяет различные пресные водоёмы, из-за чего получила название «водная чума». Чтобы понять такую высокую приспособляемость растения и осуществить прогноз о возможностях дальнейшего расселения этого вида, необходимы сведения о предельных способностях элодеи адаптироваться к основным факторам среды.

Минеральный состав воды является важнейшим экологическим фактором, который существенно влияет на продуктивность, развитие, рост, устойчивость, физиологические и биохимические процессы гидробионтов. Ионы натрия, калия, кальция, магния являются необходимыми элементами для осуществления различных сторон жизнедеятельности растений.

Содержание различных ионов в организме водных растений существенно выше, чем в пресной воде (Мартемьянов, Маврин, 2012; Мартемьянов, 2014). Наличие ионных градиентов между растениями и средой обуславливает диффузию электролитов из организма в пресную воду. Гидробионты имеют специализированные структуры, которые поглощают электролиты из внешней среды, полностью компенсируя их потери. В результате содержание ионов в организме поддерживается на устойчивых уровнях. Показано, что *Spirogira sp.* (Мартемьянов, Маврин, 2012) и *Elodea canadensis* (Мартемьянов, 2014) способны поглощать ионы натрия, калия, кальция и магния из воды при очень низких концентрациях.

Соленость воды является одним из основных экологических факторов для гидробионтов. Способность поддерживать параметры водно-солевого гомеостаза в широком интервале солености среды исследуется главным образом у водных животных. Влияние солености на показатели водно-солевого гомеостаза водорослей не изучено.

Цель исследования – выявить закономерности регуляции параметров водно-солевого гомеостаза у элодеи в интервале солености, который данный вид может переносить.

Объектом исследования послужила *Elodea canadensis*, обитающая в пруду, расположенном около 50-го км шоссе Брейтово – Ярославль, GPS N 58°01'69,0", E 38°13'32,4". Растения осторожно выкопали 28.07.2016, слой грунта от корней удалили промыванием в воде, затем поместили в емкость с прудовой водой и доставили в лабораторию экспериментальной экологии ИБВВ РАН. Перед началом эксперимента по три растения помещали в 3-литровые банки (12 штук), заполненные прудовой водой. Емкости были выставлены на подоконник окна с южной стороны. В первой емкости растения в течение эксперимента находились в пресной воде (0,46 ммоль/л натрия; 0,03 г/л NaCl). В другие емкости 2 раза в сутки добавляли по 0,25 г/л NaCl до достижения конечных концентраций ионов натрия в воде: 5; 10; 15; 20; 40; 60; 80; 100; 120; 140; 160 ммоль/л (0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 2,4; 3,5; 4,7; 5,9; 7; 8,2; 9,4 г/л NaCl). После достижения заданных концентраций NaCl в воде, растения акклиматизировались к постоянным условиям не менее 3 недель.

Для определения концентрации катионов в растениях, верхние растущие части основных и боковых побегов длиной около 5 см отрезали от стебля, тщательно ополаскивали дистиллированной водой, промокали фильтровальной бумагой и быстро взвешивали на лабораторных весах ВЛР-200 с точностью до 0,05 мг. В каждой емкости от растений было взято по 10 проб. Дальнейшие процедуры обработки проб и методы анализа описаны ранее (Мартемьянов, 2014).

Показано, что отлов и транспортировка животных в лабораторию вызывают стресс в ходе которого показатели водно-солевого гомеостаза изменяются в течение определенного периода времени, а затем стабилизируются на исходных или новых уровнях. Нами было оценено влияние процедуры изъятия растений из пруда и последующей их транспортировки в лабораторию. Выявлено, что через 6 часов от начала воздействия содержание натрия снизилось от  $7,4 \pm 1,5$  до  $2,8 \pm 0,2$  ммоль/кг воды, калия увеличилось от  $43,3 \pm 1,7$  до  $53,1 \pm 1,4$  ммоль/кг воды, воды от  $79,3 \pm 1,5$  до  $83,8 \pm 1,3\%$ . В ходе акклимации растений к лабораторным условиям показатели водно-солевого гомеостаза достигли через 4 суток исходных значений. Таким образом, различные манипуляции, осуществляемые с водными растениями, вызывают у них стресс, который сопровождается в начальный период изменениями физиолого-биохимических показателей организма.

Минимальные концентрации натрия в воде, при которых возможно выживание элодеи, составляют 0,0014–0,0021 ммоль/л, в среднем 0,0017 ммоль/л (0,0001 г/л NaCl). В экспериментальных условиях элодея давала прирост в диапазоне солености до 100 ммоль/л (6 г/л NaCl). У растений, акклимированных к солености выше 100 ммоль/л (120, 140, 160 ммоль/л) прирост отсутствовал, а при попытке вынуть растение из воды происходил отрыв в зоне взятия пинцетом. Таким образом, интервал переносимой солёности в котором элодея может осуществлять жизнедеятельность и расти составляет 0,0017–100 ммоль/л (0,0001–6 г/л NaCl).

Элодея, акклимированная в интервале переносимой солености, регулировала содержание натрия в организме в диапазоне 5,9–69,6 ммоль/кг воды, калия 3,4–57,3 ммоль/кг воды и воды 77,8–88,3%.

В интервале солености 0,0001–2,5 г/л NaCl элодея поддерживает более высокую концентрацию натрия в организме по отношению к внешней среде. Это свидетельствует о наличии у элодеи механизма транспорта ионов натрия из воды в организм. При солености 3 г/л наблюдается равенство концентраций ионов натрия в организме и среде. В интервале солености выше 3 г/л вплоть до предельной 6 г/л, содержание натрия в организме элодеи поддерживалось на более низком уровне по отношению к внешней среде. Этот факт указывает

на наличие у элодеи механизма транспорта ионов натрия из организма во внешнюю среду. Таким образом, элодея обладает двумя типами натриевых насосов, один из которых в зоне солености 0,0001–2,5 г/л функционирует в режиме поглощения натрия из воды в организм, другой работает в зоне солености выше 3 г/л, изгоняя ионы натрия из организма в наружную среду. По этим признакам элодея является эвригалинным видом.

В интервале солености 0,0001–1,2 г/л, содержание калия в организме элодеи резко снижалось от  $55,6 \pm 1,7$  до  $8,2 \pm 0,5$  ммоль/кг воды и более медленно до  $3,7 \pm 0,3$  ммоль/кг воды при дальнейшем повышении солености до предельной 6 г/л.

При солености 0,3 г/л, содержание натрия и калия в организме элодеи равнялось между собой. При соленостях ниже 0,3 г/л, концентрация калия в организме элодеи преобладала над натрием. В интервале солености 0,3–6 г/л, соотношение концентрации натрия/калий в организме элодеи увеличивалось от 1 до 20 раз.

Мартемьянов В. И. Пороговые концентрации катионов во внешней среде, необходимые для поддержания ионного баланса между организмом вселенца *Eloдея canadensis* Michaux и пресной водой // Росс. ж. биол. инвазий. 2014. № 3. С. 59–72.

Мартемьянов В. И., Маврин А. С. Пороговые концентрации катионов во внешней среде, определяющие границы выживания нитчатой водоросли *Spirogira* sp. в пресных водоёмах // Сибирский экологический журнал. 2012. № 3. С. 345–350.

**К. Б. Михайлова**

## **СТРУКТУРА И ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ МАКРОФИТОВ ПСКОВСКОГО ОЗЕРА**

**К. В. Mikhailova**

### **STRUCTURE AND DYNAMICS OF MACROPHYTES COMMUNITIES IN PSKOV LAKE**

Псковский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Псков, Россия (Pskov branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, Pskov, Russia), kristina.pismo@yandex.ru

Псковское озеро – южная часть Чудско-Псковского озёрного комплекса, относящегося к бассейну Финского залива Балтийского моря и расположенного на границе двух государств – России и Эстонии. Псковское озеро (площадь 708 км<sup>2</sup>) почти полностью находится на территории Российской Федерации и характеризуется относительной мелководностью (средняя глубина 3,8 м, максимальная – 5,3 м), ежегодными колебаниями уровня режима, наличием большой площади литоральной зоны (около 15% от площади водного зеркала водоёма). По уровню трофности Псковское озеро считается гиперэвтрофным водоёмом (Кондратьев и др., 2010). Вышеперечисленные факторы создают благоприятные условия для развития макрофитов на водоёме.

Изучение флоры и растительности Псковского озера проводилось в 2007–2017 гг. (июль–август) с использованием общепринятых методов (Катанская, 1981, Белавская, 1994). Описание растительных сообществ, изучение закономерностей пространственного их распределения проводилось методом геоботанического профилирования на 10 модельных участках (трансектах), которые закладывались во всех типах экотопов (по Б. А. Юрцеву, 1994).

При классификации растительности нами использован эколого-ценотический принцип (Василевич, 2003; Папченков, 2003).

Всего за рассматриваемый период в составе флоры Псковского озера выявлено 147 видов макрофитов, относящихся к 6 отделам, 39 семействам и 79 родам. Список включает по одному виду зелёных и сине-зелёных водорослей, 4 вида харовых водорослей, 2 вида мхов, 3 вида хвощевидных и 136 видов покрытосеменных. Преобладают 2 экотипа: гигрофиты – наземные растения влажных, периодически затопляемых местообитаний (38,8%) и гидрофиты – настоящие водные растения (20,9%).

В результате анализа синтаксономической структуры растительных сообществ нами выявлено 64 ассоциации, относящихся к 27 формациям, 7 группам, 3 классам формаций и одному типу растительности.

В группе классов прибрежно-водная растительность (*Aquiherbosa vadosa*) выделяются формации высокотравных гелофитов, в которых отмечено наибольшее количество ассоциаций – 36% от общего числа ассоциаций. Основными ценозообразователями здесь являются *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. и *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla (по 13% ассоциаций).

В классе формаций гидрофитная растительность (*Aguiphytosa genuine*) преобладает группа формаций погружённых укореняющихся гидрофитов, в которой выявлено 22% ассоциаций. Наибольшее распространение получили формации *Stratioteta aloidis* и *Potamogeton perfoliatus*.

Класс формаций гигрогелофитная растительность (*Aquiherbosa hygrophelophyta*) включает 11% ассоциаций.

Ведущая роль в зарастании Псковского озера принадлежит трем видам: *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Potamogeton perfoliatus*.

В 70-е годы прошлого века в составе растительности Псковского озера было выявлено только 24 ассоциации, (Недоспасова, 1974). По занимаемой площади и роли в зарастании озера преобладали те же 3 вида: *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Potamogeton perfoliatus*.

Зарастаемость Псковского озера имеет явную тенденцию к увеличению: 70-е гг. – 5%, где гелофиты занимали 0,68% от площади озера (Недоспасова, 1974), 90-е гг. – 7% (Судницына, 1990), в настоящее время – 12% (Михайлова, 2011). По нашим данным за период с 1988 по 2017 гг., площадь занимаемая гелофитами составляет 4,14% (Михайлова и Михалап, 2019).

Выявлены определенные тенденции в изменении водной растительности озера: явно растет биомасса воздушно-водных растений (тростника и камыша) и уменьшается биомасса водных погруженных, особенно рдеста стеблеобъемлющего.

В целом, гидрологический режим Псковского озера, характеризующийся ежегодными колебаниями уровня воды, оказывает самое большое влияние на процессы зарастания озера. Наиболее благоприятными для развития растительного покрова оказываются маловодные годы, которые характеризуются повышением не только флористического, но и синтаксономического разнообразия.

Белавская А. П. Водные растения России и сопредельных государств. СПб., 1994. 64 с.

Василевич В. И. Эколого-фитоценоотическая или флористическая классификация растительности? // Гидробиотаника: методология, методы: Матер. Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г). Рыбинск. 2003. С. 118–125.

Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Л., 1981. 187 с.

Кондратьев С. А., Голосов С. Д., Зверев И. С., Рябченко В. А., Дворников А. Ю. Моделирование абиотических процессов в системе водосбор – водоём на примере Чудско-Псковского озера. СПб., 2010. 102 с.

Михайлова К. Б. Роль высшей водной растительности в мониторинге Псковского озера // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем: тез. докл. II межд. конф. 10–14 окт. 2011 г., Санкт-Петербург. СПб., 2011. С. 112.

Михайлова К. Б., Михалап С. Г. Многолетняя динамика площади зарастания гелофитной растительностью Псковского озера // Трансформация экосистем 2 (1). 2019. С. 86–93.

Недоспасова Г. В. Высшая водная растительность Псковско-Чудского водоёма // Известия ГосНИОРХа. 1974. Т. 83. С. 26–32.

Папченков В. Г. Доминантно-детерминантная классификация водной растительности // Гидробиотаника: методология, методы: Матер. Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г). Рыбинск, 2003. С. 118–125.

Юрцев Б. А. О некоторых дискуссионных вопросах сравнительной флористики // Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. СПб., 1994. С. 15–33.

**Е. А. Мовергоз**  
**БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЗИАТСКО-СЕВЕРОАМЕРИКАНСКОГО ГОМОФИЛЛЬНОГО ВОДЯНОГО ЛЮТИКА**  
***RANUNCULUS SUBRIGIDUS (BATRACHIUM, RANUNCULACEAE)***

**Е. А. Movergoz**  
**BIOMORPHOLOGICAL FEATURES OF ASIAN-NORTH AMERICAN HOMOPHYLLOUS WATER CROWFOOT *RANUNCULUS SUBRIGIDUS (BATRACHIUM, RANUNCULACEAE)***

Институт биологии внутренних вод им И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), movergoz@ibiw.ru

Уточнение видовой принадлежности сложной группы водяных лютиков (Бобров, Мовергоз, 2014; Мовергоз, 2014; Bobrov et al., 2017; Movergoz, Bobrov, 2019) является первоочередной задачей таксономии и филогенетики. В этом помогают сведения по описательной морфологии. По группе жёстколистных видов выполнены такие работы для европейского *Ranunculus circinatus* Sibth. (Мовергоз, 2012) и североамериканского *R. longirostris* Godr. (Movergoz, Bobrov, 2019).

Следующий представитель группы – азиатско-североамериканский *R. subrigidus* W. B. Drew, первоописание которого относится к 1936 г. (Drew, 1936). Несмотря на отчётливые признаки, вид долгое время не признавался в самостоятельном ранге, вероятно, по причине, что гомотипные жестколистные виды имеют сходную морфоструктуру. Если в генеративном состоянии можно положиться на достоверно видимые признаки лепестков и орешков, то в нецветущем состоянии трудности в диагностике возрастают многократно.

*Ranunculus subrigidus (Batrachium subrigidum* (W. B. Drew) Ritchie) – водяной лютик, или шелковник почти жёсткий. Распространён вдоль в Северной Америке на восточном побережье от Новой Англии в США до Онтарио и Ньюфаундленда в Канаде, в долине Миссисипи и районе Великих озёр, на западном побережье от Мексики до Аляски. Вид встречается по всей Азиатской России: от Западной Сибири до континентальных районов Дальнего Востока, в Монголии и Китае (Bobrov et al., 2017). Вид диплоидный ( $2n = 16$ ) (Andriyanova et al., 2018). Встречается в озёрах, прудах, ручьях с жёсткой водой и даже присутствует в солоноватых водах.

Жизненная форма *R. subrigidus* – симподиально нарастающий олиго- или поликарпик, длиннопобеговый, укореняющийся малолетник вегетативного происхождения с неспециализированной морфологической дезинтеграцией. Исходные побеги ортотропные или анизотропные в основном  $n$  порядка (редко  $n+1$ , ещё реже  $n+2$ ), хрупкие, тонкие до 1 мм. Соотношение длины листа и междоузлия зависит от глубины произрастания, в базальной и срединной части побега может достигать 1:3 или 1:2, в апикальной части побега постоянно – 1:1. Многочисленные придаточные корни только I порядка присутствуют по всему побегу, включая апикальную часть, соцветие и участок вторичного вегетативного нарастания. Опушение побега отсутствует, может быть представлено единичными волосками на прилистниках (особенно в апикальной части) и плодах. Листовая пластинка жёсткая, округлая или полукруглая,  $1,7 \pm 0,3$  см длины с равными средней и боковыми долями, вне воды не слипается, конечные сегменты лежат почти в одной плоскости. Прилистники по всему побегу с острым краем, выражены слабо. В апикальной части прослеживается структура с округлым краем. Листья сидячие или на коротком черешке 0,3–0,6 (редко 0,8) мм. На листьях верховой формации компактная структура из черешка и прилистников даёт ощущение стеблеобъемлющего листа. В генеративной сфере *R. subrigidus* имеются многочисленные сериальные почки, помимо этого встречаются нереализованные цветоносы как у *R. kauffmannii* Clerc (Мовергоз, Бобров, 2016). На начало цветения при благоприятных условиях в соцветии одновременно может быть 3–4 цветка, обычно 2. Помимо традиционного моноклазия-извилины, в структуре соцветия может быть «вилка» (не первая, а в структуре типичного соцветия) как у *R. schmalhauseni* Luferov (Мовергоз, 2014), трёхосная структура как у *R.*

*longirostris* Godr. (Movergoz, Bobrov, 2019). В обоих случаях оси в организации соцветия разновозрастные. Отличительной особенностью вида являются тонкие цветочные оси в генеративной части. Длина цветоножки зависит от положения в составе цветочной оси и в средней составляет  $3,5 \pm 1,5$  см, изредка встречаются цветоножки до 13 см, но это связано с большой глубиной произрастания. Цветки терминальные, зацветают базипетально. Обоеполые, актиноморфные с двойным околоцветником,  $1,3 \pm 0,5$  см в диаметре. Чашелистиков 5, 2 мм длины, продолговатые, расставленные, с осветлённой каймой по краю. Лепестков 5, широко-обратнояцевидные с ровным округлым краем, жилок на лепестке 5–7. Нектарная ямка грушевидная. Тычинок 11–13, пыльники обратнояцевидные. Цветоложе шаровидное. Плод апокарпный полимерный многоорешек, состоит из 19–32 голых или с единичными волосками плодиков-орешков. Плоды выпуклые, без крыла, обратнояцевидной формы, 1,0–1,2 мм длины с коротким (0,3 мм) сохраняющимся прямым носиком.

Таким образом, наиболее важные особенности *R. subrigidus*: очень тонкий, хрупкий побег (до 1 мм), ограниченный порядок ветвления побега в вегетативной части (до  $n+1$ ), равное значение соотношения длин листа и междоузлия в срединной части побега (1:1), порядок ветвления придаточных корней не больше I-го, конечные сегменты листовой пластинки не всегда лежат в одной плоскости и в связи с этим частично слипаются при вынимании из воды, прилистники сохраняются лишь на листьях верховой формации, различные варианты организации соцветия (монохазий-извилины, «вилка», трёхосная структура), крупные цветки (0,8–1,8 см в диаметре), грушевидная нектарная ямка в основании лепестков, короткий прямой носик орешка.

Работа выполнена в рамках государственного задания (тема № АААА-А18-118012690095-4) и поддержке РФФИ (грант № 16-04-01308-а).

Бобров А. А., Мовергоз Е. А. Экологические и фитоценологические особенности *Batrachium circinatum*, *B. trichophyllum* и *B. kauffmannii* (Ranunculaceae) // Бот. журн. 2014. Т. 99. № 3. С. 325–340.

Мовергоз Е. А. Биоморфология *Ranunculus circinatus* и *R. × glueckii* (Ranunculaceae) в Верхнем Поволжье: Дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар. 2012. 192 с.

Мовергоз Е. А. Биоморфологические особенности гетерофильного водяного лютика *Ranunculus schmalhauseni* (Ranunculaceae) // Бот. журн. 2014. № 99(2). С. 178–187.

Мовергоз Е. А., Бобров А. А. Сравнительная морфология и биология водяных лютиков *Ranunculus circinatus*, *R. trichophyllus* и *R. kauffmannii* (*Batrachium*, Ranunculaceae) в Средней России // Тр. ИБВВ РАН. 2016. Вып. 76(79). С. 93–118.

Andriyanova E. A., Mochalova O. A., Movergoz E. A., Kapustina N. V., Bobrov A. A. In: Marhold K., Kučera M. (eds.). IAPT/IOPB chromosome data 27 // Taxon. 2018. Vol. 67. N 5. P. 1041–1047.

Bobrov A. A., Maltseva S. Yu., Movergoz E. A., Wiegler G., Zalewska-Gałosz J. A revision of rigid-leaved water crowfoots of *Ranunculus circinatus* group (*Batrachium*, Ranunculaceae) // Systematics and evolutionary morphology of plants: Proc. of the conference, dedicated to the 85th anniversary of the birth of V. N. Tikhomirova. Moscow. 2017. P. 106–109.

Movergoz E. A., Bobrov A. A. Biomorphological features of North American homophyllous water crowfoot *Ranunculus longirostris* (*Batrachium*, Ranunculaceae) // Inland Water Biology. 2019. Vol. 12. N 2. P. 15–24.



Д. С. Мосеев<sup>1</sup>, А. Б. Крашенинников<sup>2</sup>  
ГИДРОФИТЫ ОЗЁР СИСТЕМЫ ВЫГОЗЕРА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА  
«ОНЕЖСКОЕ ПОМОРЬЕ»

D. S. Moseev<sup>1</sup>, A. B. Krashennnikov<sup>2</sup>  
HYDROPHYTES OF THE LAKES OF THE VYGOZERO SYSTEM OF THE  
ONEZHSCOYE POMORIE NATIONAL PARK

<sup>1</sup> Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва, Россия (Shirshov Institute of Oceanology of RAS, Moscow, Russia), viking029@yandex.ru

<sup>2</sup> Пермский государственный национальный университет, Пермь, Россия (Perm State National University, Perm, Russia)

Исследования водной флоры и растительности озёр Онежского п-ова Архангельской области начались сравнительно недавно с основанием Национального парка «Онежское Поморье». В работе О. В. Глушенкова (2015) впервые приведена классификация в рамках эколого-фитоценотического подхода для водной растительности озёр полуострова близких к морскому побережью.

Гидробиотические исследования проводились нами в начале июля 2017 г. в северной части Онежского п-ова Архангельской области на озёрах Большое и Малое Выгозеро на территории Национального парка «Онежское Поморье». Большое Выгозеро – крупный водоём площадью водного зеркала 660 га, Малое Выгозеро имеет площадь зеркала – 73 га. Озёра соединены небольшой протокой, с востока из Малого Выгозера вытекает речка Выговка, которая является притоком р. Золотица, это крупнейший водоток северной части полуострова, с площадью водосбора 1150 км<sup>2</sup>, впадающий в Белое море.

Средняя глубина в оз. Большое Выгозеро 3 м, максимальная 21,1 м.

Озёра характеризуются очень малой прозрачностью воды около 1 м. В прибрежье представлены песчаные и каменисто-песчаные грунты, глубже прибрежья накапливаются илистые грунты мощностью до 1 м (Науменко и др., 2017).

Средняя минерализация воды в оз. Большое Выгозеро составляет 36,3 мг/л, что характеризует воды озера как слабоминерализованные. Содержание растворенного кислорода в зоне литорали от 6,3 до 7,8 мг/л, величина pH – 5,7–6,5.

Ширина зоны литорали в обоих озёрах колеблется от 1 до 20 м.

По гидробиологическим показателям фито- и зоопланктона оз. Большое Выгозеро следует относить к типу мезотрофных водоёмов (Науменко и др., 2017).

Низкая прозрачность воды и повышенное количество органики, низкая величина pH, приводят к уменьшению видового разнообразия сосудистых растений зоны литорали. Так, в озере практически полностью отсутствуют виды погруженных в воду сосудистых растений, что существенно отличает их от других озёр севера Русской равнины (Вехов, 1994; Мосеев, Дровнина, 2017; Мосеев, Брагин, 2018). В литорали получают развитие в основном воздушно-водные растения, и в меньшей степени растения с плавающими листьями. По отношению к кислотности среды, это в основном виды группы ацидонейтрофилов, способные выдерживать низкую кислотность воды.

Ввиду близкого расположения водоёмов таксономический состав их макрофитов отличается слабо.

В пределах зоны литорали, отмечено всего 19 видов сосудистых растений, принадлежащих к 11 семействам и 15 родам.

В семействе *Cyperaceae* отмечено 4 вида: *Schoenoplectus lacustris*, *Carex acuta*, *C. aquatilis*, *C. rostrata*.

По 2 вида принадлежат к семействам: *Equisetaceae* – *Equisetum fluviatile*, *E. palustre*; *Sparganiaceae* – *Sparganium angustifolium*, *S. emersum*; *Poaceae* – *Phragmites australis*, *Phalaroides arundinaceus*; *Nymphaeaceae* – *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*; *Apiaceae* – *Cicuta virosa*, *Sium latifolium*. Из них *Nymphaea candida* внесен в Приложение Красной книги Архангельской области (1998).

По одному виду принадлежат к семействам *Polygonaceae* – *Persicaria amphibia*; *Callitrichaceae* – *Callitriche hermaphroditica*; *Menyanthaceae* – *Menyanthes trifoliata*; *Ranunculaceae* – *Caltha palustris*; *Rosaceae* – *Comarum palustre*.

В пределах зоны литорали озера часто встречаются гидрофильные мхи: *Fontinalis dalecarlica*, *F. antipyretica*, *F. hypnoides*, *Warnstorfia fluitans*, из них *Fontinalis dalecarlica* и *F. hypnoides* внесены в Красную книгу Архангельской области (1998).

На низких заболоченных берегах образует сплавины *Sphagnum riparium*, часто встречается *Polytrichum commune*.

В растительности озёр выражены 4 пояса, сообщества которых неравномерно распределяются по зоне литорали.

Пояс эвгигрофитов, представлен осоковыми сообществами из *Carex acuta*, *C. aquatilis*, *C. rostrata*, с примесью *Caltha palustris*, *Equisetum fluviatile*, *E. palustre*, *Phalaroides arundinaceus*, *Menyanthes trifoliata*, *Sium latifolium*, которые развиваются на илисто-песчаных и торфянистых грунтах до глубины 0,5 м.

Пояс гелофитов (воздушно-водных растений), представлен сообществами из *Equisetum fluviatile* и *Phragmites australis*, с примесью *Schoenoplectus lacustris*, *Carex aquatilis*, *C. rostrata* и водных мхов обрастателей камней *Fontinalis dalecarlica*, *F. antipyretica*. Они развиваются на песчаных и каменисто-песчаных грунтах до глубины 1,0 м.

Пояс плейстофитов, представлен сообществами из *Nuphar lutea* с участием *Persicaria amphibia*, обычных почти по всей протяженности зоны литорали озёр, но лучше развитых на мелководных заливах в восточной части оз. Малое Выгозеро. В небольших заливах защищенных от действия ветра, у восточного и западного берегов оз. Бол. Выгозеро, выделены сообщества с доминированием *Nymphaea candida*. На дне в поясе плейстофитов часты водные мхи *Fontinalis dalecarlica*, *F. antipyretica*, *Warnstorfia fluitans*. Сообщества пояса развиваются на илисто-песчаных и песчаных грунтах до глубины 1,5 м.

Пояс гидатофитов, представлен хорошо развитыми сообществами водных мхов с доминированием *Fontinalis dalecarlica* и участием *Fontinalis antipyretica* и *F. hypnoides*, составляющих основной фон погруженной в воду растительности, которая развивается на илисто-песчано-каменистых грунтах до глубины 2,0 м, по всей зоне литорали.

Таким образом, флористический состав растительности в зоне литорали озёр Большое и Малое Выгозеро отличается бедностью видов сосудистых растений устойчивых к низкой прозрачности воды. На литорали здесь не отмечены виды сосудистых растений группы гидатофитов, обычных для других таёжных озёр севера, такие как рдесты, что объясняется слабой прозрачностью и низкой кислотностью. Их экологическую нишу занимают устойчивые к этим факторам водные мхи, образующие основной фон погруженной растительности.

Вехов Н. В. 1994. Макрофиты озёр северной части национального парка «Кенозерский» и прилегающих территорий // География и природные ресурсы. №4. С. 95–103.

Глушенков О. В. Водная флора и синтаксономический состав водной растительности некоторых озёр Национального парка «Онежское Поморье» // Научные труды Государственного природного заповедника «Присурский». 2015. Т. 3. Вып. 1. С. 102–112.

Красная Книга Архангельской области. Архангельск: Изд-во «Правда Севера», 2008. 330 с.

Мосеев Д. С., Дровнина С. И. К водной флоре сосудистых растений озёр национального парка «Кенозерский» (Архангельская область) // Ботанический журнал. 2017. Т. 102. № 12. С. 1633–1649.

Мосеев Д. С., Брагин А. Б. Макрофиты зоны литорали озёр в карстовых ландшафтах Пинежского заповедника и их роль в жизни водоплавающих птиц // Труды Архангельского центра: Русского географического общества. Вып.6: сборник научных статей. Архангельск, 2017. С. 295–304.

Науменко М. А., Севастьянов Д. В., Дудакова Д. С., Дудаков М. О., Родионова Н. В., Протопопова Е. В. Озеро Большое Выгозеро: первые ландшафтно-лимнологические исследования на Онежском полуострове Белого моря // Географический вестник. Серия: Гидрология. 2017. Т. 41. № 2. С. 43–57.

Д. С. Мосеев  
**РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВЫСШИХ МАКРОФИТОВ АНТРОПОГЕННЫХ  
МЕСТООБИТАНИЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЁМАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ  
ОБЛАСТИ**

D. S. Moseev

**DISTRIBUTION OF HIGHER MACROPHYTES OF ANTHROPOGENIC HABITATS IN  
NATURAL WATER BODIES OF THE ARKHANGELSK REGION**

Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва, Россия (Shirshov Institute of  
Oceanology of RAS, Moscow, Russia), viking029@yandex.ru

Слабо изученным вопросом гидробиологии в настоящее время, является распространение сосудистых растений макрофитов, на севере тяготеющих к антропогенно освоенным местообитаниям.

Согласно Н. В. Вехову (2000) в водной флоре Архангельской области группа гидрофильных растений *Elodea canadensis*, *Stratiotes aloides*, *Spirodela polyrhiza*, *Typha latifolia*, тяготеют к очагам хозяйственного освоения и нетипичны для незатронутых хозяйственной деятельностью местообитаний.

В последнее время появились новые сведения об их местонахождениях в озёрах Архангельской области, где отсутствует существенная антропогенная нагрузка.

На основании многолетних исследований водной растительности и флоры, проведённых на озёрах области (Кенозерском национальном парке (КНП), Пинежском государственном заповеднике (ПГЗ), Национальном парке «Онежское поморье», в пределах агломерации г. Архангельска, заливе Сухое Море юго-востока Двинского залива), автором выделен ряд видов в той или иной степени склонных к антропогенным местообитаниям, но также расселяемых по водоёмам слабо освоенных хозяйственной деятельностью.

Важным показателем поведения вида во флоре является активность (Юрцев, Камелин, 1991), определенная по формуле Малышева-Патроченко  $A = \sqrt{F \times D}$ , где  $A$  – показатель активности,  $F$  – балл обилия (от 1 до 5),  $D$  – балл встречаемости (от 1 до 10). Показатель активности выражался в баллах: 1 – неактивные виды, 2 – низкоактивные, 3 – среднеактивные, 4 – высокоактивные, 5 – очень высокоактивные.

Из водных растений, тяготеющих к антропогенным местообитаниям Архангельской области, вне черты городов, высокую активность (4-5 баллов) проявляют эвритопные виды *Equisetum fluviatile*, *Phragmites australis*, *Carex acuta*, *Nuphar lutea*, выдерживающие загрязнение водоёмов и их эвтрофикацию. Эти виды образуют сообщества по берегам рек и в озёрах таёжной зоны, но часты в искусственных водоёмах и по берегам дельты р. Северной Двины урбанизированной экосистемы г. Архангельска. Наиболее эвритопный *Phragmites australis*, является ценозообразователем не только по берегам рек и озёр, но и на морских побережьях.

Среднеактивны (3 балла); инвазионный вид *Elodea canadensis* и *Sagittaria sagittifolia*. Низкую активность (2 балла) в естественной среде обитания озёр Архангельской области проявляют *Typha latifolia*, *Stratiotes aloides*, *Ceratophyllum demersum* и неактивны (1 балл) *Hydrocharis morsus-ranae*, *Spirodela polyrhiza*, *Lemna minor*, обычные для антропогенно нарушенных водоёмов, прудов и канав.

Обычный для рек и озёр области *Sagittaria sagittifolia*, образует сообщества в мелководных водоёмах и старицах черты г. Архангельска.

Инвазионный вид *Elodea canadensis*, часто встречается в озёрах южной части КНП в водах обогащенных кальцием. Куда по данным Н. В. Вехова он попал по р. Лекшма, соединенной с крупным оз. Лача на юге области. Наблюдается массовое разрастание элодеи на мелководьях оз. Саргозеро, где вид, образуя сообщества, активно вытесняет аборигенную флору (Мосеев, Дровнина, 2017). В 2018 г. элодея была впервые обнаружена в оз. Ераськино Пинежского заповедника, где вид получил развитие и образует сообщества.

Расселяемый по канавам и сточным каналам *Typha latifolia*, отмечен в нескольких местопроизрастаниях Кенозерского парка (озера Синее у д. Масельга, Большое), где не обилен. Но, интересно отметить его произрастание в солоноватых водах дельты р. Мудьюга и приустьевых участках мелководной лагуны Сухое Море на юго востоке Двинского залива, где рогоз образует сообщества. В антропогенных местообитаниях севера Русской равнины, вид является ценозообразователем в каналах очищенных сточных вод (Мосеев, 2013).

Тяготеющие к антропогенным местообитаниям *Stratiotes aloides*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *Ceratophyllum demersum* расселяются по озёрам Кенозерского парка (Вендозеро, Масельгское, Порженское, Большое, Долгое и Чёрное думинской группы, Кенозеро), что вероятно, является следствием эвтрофикации вод в северных озёрах, их обогащением биогенными соединениями.

На основании полученных данных можно выделить две группы верности видов макрофитов к антропогенным местообитаниям.

В первую группу (I), объединены макрофиты склонные к произрастанию в загрязнённых водах городских агломераций севера: *Elodea canadensis*, *Stratiotes aloides*, *Spirodela polyrhiza*, *Typha latifolia*, *Lemna minor*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Ceratophyllum demersum*. Однако большинство из них, кроме элодеи, проявляют низкую активность в водоёмах, слабо освоенных хозяйственной деятельностью.

Эти макрофиты обычны в пригородных водоёмах и водотоках агломерации г. Архангельска. По-видимому, ранее на севере Русской равнины, они редко встречались в естественной среде обитания, образуя сообщества в изолированных местообитаниях, как, например, *Typha latifolia* в крупном оз. Лекшмозеро в Кенозерском парке (Вехов, 1994; 2000), и были тесно связаны только с местообитаниями антропогенно освоенных водоёмов и водотоков, но со временем с расширением их ареалов стали чаще встречаться в неосвоенных человеком озёрах.

Во вторую группу (II), объединены виды обычные для неосвоенных хозяйственной деятельностью водоёмов, но обильные и в антропогенных местообитаниях: *Equisetum fluviatile*, *Phragmites australis*, *Carex acuta*, *Nuphar lutea*, *Sagittaria sagittifolia*.

Работа выполнена при поддержке темы № 0149-2018-0016 государственного задания “Современные и древние донные осадки и взвесь Мирового океана – геологическая летопись изменений среды и климата: рассеянное осадочное вещество и донные осадки морей России, Атлантического, Тихого и Северного Ледовитого океанов – литологические, геохимические и микропалеонтологические исследования; изучение загрязнений, палеообстановок и процессов в маргинальных фильтрах рек”.

Вехов Н. В. Макрофиты озёр северной части национального парка «Кенозерский» и прилегающих территорий // География и природные ресурсы. 1994. № 4. С. 95–103.

Вехов Н. В. Расселение гидрофильных растений по естественным и искусственным водоёмам на территории Кенозерского национального парка (Архангельская область) // Бот. журн. 2000. Т. 85. № 4. С. 94–104.

Мосеев Д. С. Фитоценозы малых техногенных и естественных водотоков окрестностей г. Сыктывкара. // Экологические проблемы промышленных городов. Ч. 1. Саратов. 2013. С. 240–244.

Мосеев Д. С., Дровнина С. И. К водной флоре сосудистых растений озёр национального парка «Кенозерский» (Архангельская область) // Ботанический журнал. 2017. Т. 102. № 12. С. 1633–1649.

Юрцев Б. А., Камелин Р. В. Основные понятия и термины флористики. Пермь. 1991. 80 с.

О. А. Мочалова<sup>1</sup>, А. А. Бобров<sup>2</sup>

**СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ АЗИАТСКОЙ И АМЕРИКАНСКОЙ ЧАСТЕЙ БЕРИНГИИ**

О. А. Mochalova<sup>1</sup>, А. А. Bobrov<sup>2</sup>

**THE SIMILARITY AND DIFFERENCE OF AQUATIC VASCULAR PLANTS IN THE ASIAN AND AMERICAN PARTS OF BERINGIA**

<sup>1</sup> Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан, Россия (Institute of biological problems of the North FEB RAS, Magadan, Russia), mochalova@inbox.ru

<sup>2</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for biology of inland waters RAS, Borok, Russia), bobrov@ibiw.ru

Берингия – это биогеографическая область, связывавшая северо-восточную Азию и северо-западную Северную Америку, территория, где происходило становления автохтонной холодостойкой флоры и фауны, расселявшейся в Евразию и Северную Америку. К Берингии обычно относят континентальную и морскую область, простирающуюся от р. Лена в России до р. Маккензи в Канаде, от 72° с. ш. в Чукотском море до оконечности полуострова Камчатка на юге (Юрцев, 1974; Hultén, 1981). Б. А. Юрцев (1976, 2004) трактовал Берингию более узко, проводя границы по горному правобережью Колымы и горному левобережью Маккензи, ограничивая её той областью, в пределах которой наиболее чётко прослеживаются результаты флористического обмена через Берингийский мост. При этом острова Берингова моря и частично Камчатку он относил к отдельной биогеографической области Хультемии. Широкого понимания области Берингии придерживаемся и мы.

Разнообразие водных сосудистых растений Берингии не высокое, но отличается присутствием восточносибирско-североамериканский видов или пар близких видов, демонстрирующих существование Берингийского моста. По нашим данным на территории Берингии произрастает 178 таксонов водных сосудистых растений (159 видов и 19 гибридов). В азиатской части Берингии насчитывается 138 таксонов (122 вида и 16 гибридов), в американской части – 136 таксонов (131 вид и 5 гибридов). Состав водных сосудистых растений в азиатском и американском секторах Берингии довольно близок – общими являются 94 вида и 2 гибрида, свойственных только азиатской части – 30 видов и 14 гибридов, только американской – 37 видов и 2 гибрида. Характерные только для Берингийской области (амфиберингийские и распространенные только в одной из её частей) водные сосудистые растения ограничены 6 видами и 4 гибридами.

Около половины водных растений в Берингии (86 видов, 48%) – это широко распространенные плюризональные голарктические или плюрирегиональные виды (*Callitriche palustris*, *Hippuris vulgaris*, *Myriophyllum verticillatum*, *Potamogeton berchtoldii*, *P. gramineus*, *Sparganium angustifolium* и др.). Участие амфитихоокеанских (*Eleocharis kamtschatica*, *Myriophyllum ussuriense*, *Ruppia occidentalis*), амфиберингийских (*Isoetes maritima*, *Ranunculus codyanus*) и берингийских (*Callitriche subanceps*, *Hippuris montana*, *Isoetes occidentalis*, *Zannichellia komarovii*) видов низкое, их всего 9 видов и 4 гибрида. Преимущественно американское распространение с небольшим ареалом в северо-восточной Азии характерно для *Elatine americana*, *Ranunculus codyanus*, *Schoenoplectus acutus*, *Scirpus microcarpus*, обратная картина свойственна лишь для *Agrostis clavata*, *Ranunculus mongolicus*.

Кроме общих видов для азиатской и американской частей Берингии, здесь встречается 12 пар близких аллопатрических видов: *Alisma plantago-aquatica* – *A. triviale*, *Bolboschoenus planiculmis* – *B. paludosus*, *Callitriche subanceps* – *C. anceps*, *Halerpestes sarmentosa* – *H. cymbalaria*, *Isoetes asiatica* – *I. echinospora* (*muricata*), *Nymphaea tetragona* – *N. leibergii*, *Potamogeton compressus* – *P. zosteriformis*, *P. maackianus* – *P. robbinsii*, *P. perfoliatus* – *P. richardsonii*, *P. rutilus* – *P. strictifolius*, *Torreyochloa natans* – *T. pauciflora*, *Zannichellia komarovii* – *Z. intermedia*. Очевидно, что Берингийский мост имел важное значение в их формировании и дифференциации. Некоторые из этих пар видов могут представлять лишь географические варианты одного вида.

Очевидно, что большее число гибридов, особенно в родах *Potamogeton* и *Sparganium* связано с лучшей изученностью их разнообразия в азиатской части. Более тщательное исследование этих и других родов водных растений позволит обнаружить большее число гибридных форм и в американской части.

К недостаточно изученным видам как в систематическом, так и в географическом плане относятся в азиатской части *Isoëtes maritima*, *Ranunculus hyperboreus* (subsp. *tricrenatus*), *Zannichellia komarovii*, а в американской части *Callitriche stenoptera*, *Hippuris montata*, *Ranunculus gmelinii* (subsp. *purshii*). Так, название *Isoëtes maritima* предложено для американских популяций, к азиатским популяциям он применено относительно недавно, ранее они назывались *I. beringensis*. Справедливо ли такое решение – открытый вопрос. До сих пор не понятно имеет ли таксономическое значение экологическая и географическая дифференциация *Ranunculus gmelinii* и *R. hyperboreus*. Давний вопрос самостоятелен ли эндемик Камчатки *Zannichellia komarovii* и какового взаимоотношения этой расы с американским *Z. intermedia*. Весьма интересны эндемики Дальнего Запада Северной Америки – *Callitriche stenoptera*, *Hippuris montata* с точки зрения их филогенетического положения к близким и широко распространенным видам.

Кроме того, до сих пор дискуссионный комплекс видов и форм *Caltha palustris* s.l., представляющий собой группу полиплоидов, на территории Берингии, которые помимо *C. palustris*, относятся к 6 таксонам (*C. arctica*, *C. asarifolia*, *C. caespitosa*, *C. renifolia*, *C. sibirica*, *C. violacea*). *C. arctica* представляет арктическую расу, *C. caespitosa*, *C. renifolia*, *C. sibirica*, *C. violacea* сибирские и дальневосточные формы, а *C. asarifolia* – вид тихоокеанского побережья Северной Америки. Признаки большинства этих таксонов перекрываются и статус их неясен.

На уровне родов только в 4 наблюдаются заметные различия по числу видов на разных сторонах северной Пацифики. В роде *Callitriche* 3 вида в азиатской части и 5 в американской, причём 2 вида широко распространенных общих вида. В роде *Cicuta* 1 и 3 соответственно, среди них 1 общий голарктический. В *Glyceria* 2 вида встречаются в азиатской части, а 4 в американской, причём общих видов нет. Род *Phyllospadix* собственно в Берингийской области представлен только в американской части тихоокеанского побережья.

Большее сходство состава водных сосудистых растений между азиатской и американской частями Берингийской Голарктики наблюдается в арктической зоне, что было показано и для общих флор (Юрцев, 1976). Также более высокое сходство состава среди облигатно водных видов (гидрофитов, гигрогидрофитов и гидрогигрофитов).

Таким образом, состав водных сосудистых растений азиатской и американской частей Берингии довольно близок, благодаря относительно недавним миграционным процессам через Берингийский мост и развитию и становлению водной флоры сходными путями и в близких природно-климатических условиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 19-04-01090-а, 19-05-00133-а).

Юрцев Б. А. Проблемы ботанической географии Северо-Восточной Азии. Л.: Наука, 1974. 159 с.

Юрцев Б. А. Проблемы позднекайнозойской палеогеографии Берингии в свете ботанико-географических данных // Берингия в кайнозое: Матер. Всесоюз. симпоз. Владивосток, 1976. С. 101–120.

GBIF. Global Biodiversity Information Facility. 2020. <https://www.gbif.org/>

Hultén E. Flora of Alaska and neighboring territories. A manual of the vascular plants. 2nd ed. Stanford: Stanford Uni. Press, 1981. xxii + ii + 1008 p. + 8 p. col. ill.

Yurtsev B. A. Some problems in the botanical-geographic division of the north-eastern Asia // Бот. журн. 2004. Т. 89. № 6. С. 908–923.

**О. В. Мясникова**  
**ДИНАМИКА ФЛОРЫ ПРУДОВ Г. САМАРЫ ЗА ПЕРИОД 1995–2020 Г.**  
**O. V. Myasnikova**  
**DYNAMICS OF THE FLORA OF PONDS IN SAMARA FOR THE PERIOD 1995–2020**  
Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара, Россия;  
(Samara State University of Social Sciences and Education, Samara, Russia,  
olga-cte2009@yandex.ru)

Пруды г. Самара достаточно хорошо изучены в гидробиотическом отношении (Мельниченко, 1938; Соловьева, 1988; Соловьева, Матвеев, 1990; Соловьева, Дашутин, 1996; Соловьева, 2006, Соловьева и др., 2006). Целью настоящей работы было выявление динамических тенденций флоры двух городских водоёмов за последние годы и анализ причин изменения их видового состава растений.

В 2006 году впервые была изучена флора пруда, что на северной окраине г. Самары. Это водоём овражного происхождения, расположен между ул. Бронной и Долинной, около старого городского кладбища. Длина водоёма 450 м, наибольшая ширина 370 м. Пруд имеет почти прямоугольную форму. Берега пологие, заросшие древесно-кустарниковой и прибрежно-водной растительностью, степень зарастания 85%. Глубина воды в период паводка до 2 м, к концу лета пруд сильно мелеет и представляет собой экотонную систему, являясь ярким примером формирования растительности переходного типа. Ранее в пруду и на его побережье отмечалось 38 видов высших растений, из них 10 гидрофитов, в том числе *Potamogeton nodosus* Poir., редкое растение для искусственных водоёмов Самарской области. Не смотря на детальное изучение флоры, среди макрофитов не был отмечен *Trapa natans* L., на произрастание которого в этом водоёме указывают А. А. Семенов и А. М. Юлдашев (2006). Эти авторы в статье приводят фотографию растений и таблицу (Семенов, Юлдашев, 2006. С. 211), в которой глубина произрастания закрепленного в грунте гидрофита не отмечена.

Изучение водоёма на улице Бронной в 2020 году показало увеличение зарастания до 90%. Вода стоячая, прозрачная. Вдоль берега была построена насыпная дорога для проезда машин, тем самым произошло уменьшение береговой линии на ширину в 50 см. Очень близко к пруду расположен частный сектор. Антропогенная нагрузка высокая. Вдоль берега наблюдается скопление бытового мусора и множество кострищ.

На пруду зарегистрировано 17 видов растений. Из 10 ранее отмеченных гидрофитов впервые найдены *Lemna trisulca* L. и *Utricularia vulgaris* L. Последний вид редко встречается в искусственных водоёмах Самарской области. Не обнаружены произрастающие здесь ранее *Elodea canadensis* Michx., *Najas major* All., *Spirodela polyrrhisa* (L.) Schleid, *Trapa natans* L. s.l. Наличие в водоёме *Potamogeton nodosus* Poir. не получило новых подтверждений. Из гелофитов, произраставших ранее, не был отмечен только *Glyceria maxima* (Hartm) Holmb. Из гигрогелофитов не были обнаружены: *Epilobium hirsutum* L., *E. palustre* L., *Alopecurus aequalis* Sobol. На наличие видов растений повлияла высокая антропогенная нагрузка. На берегу из гигрогелофитов отмечены *Agrostis stolonifera* L., *Bidens cernua* L., а так же *Salix triandra* L. и *S. fragilis* L. Из гигромезофитов, обитавших ранее отмечены *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Ambrosia trifida* L., *Plantago intermedia* DC., *Urtica dioica* L. Упомянутые ранее *Inula britannica* L., *Polygonum lapathifolium* L. не были зарегистрированы.

Другим исследуемым водоёмом, был пруд, расположенный на улице Ново-Садовой, не далеко от 154 школы в Солнечном микрорайоне. Водоём овражного происхождения, ширина 30 метров, длина 80 метров. Пруд разбит на 2 водоёма бетонной дамбой, соединяющей северный и южный берег. Западный берег пологий, все остальные берега обрывистые. Береговая линия укреплена рабицей. Вода стоячая, не прозрачная. На берегу озера открыта детская площадка. Много отдыхающих людей с детьми, разбита новая зона отдыха с лавочками под ивами. На водоёме обитает утка-кряква. Здесь можно увидеть и отдыхающих с удочками. Вдоль береговой линии много поваленных деревьев находящихся в воде. Бытовой мусор засоряет водную гладь, на берегу так же находятся кострища.

Впервые флора этого пруда изучалась в 1995 году (Соловьева, Дашутин, 1996). Тогда в нем было отмечено 4 гидрофита, 4 гелофита, 3 гигрогелофита, 14 гигрофитов, 9 гигромезофитов и мезофитов. Всего обитало 34 вида водных и прибрежно-водных растений. В настоящее время на пруду зарегистрировано всего 13 видов растений. Из гидрофитов это – *Ceratophyllum demersum* L., *Lemna minor* L., *Persicaria amphibia* (L.) S. F. Gray и *Potamogeton natans* L. Последний вид ранее не был зарегистрирован, его появление связано с обитанием в водоёме утки-кряквы, поэтому это орнитохорное растение получило широкое распространение на водоёме. Не отмечены, произрастающие ранее *Salvinia natans* (L.) All. и *Pistia stratiotes* L. Первый вид, по-видимому, исчез в связи с резким обмелением водоёма, а второй, вероятнее всего, был занесен аквариумистами и не выдержал первой своей перезимовки в 2005 году, когда был впервые обнаружен. Среди гелофитов, из ранее произраставших, отмечен только *Typha angustifolia* L. Не зарегистрированы *Alisma gramineum* Lej., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha laxmanii* Lepech., которые исчезли в связи с берегоукреплением бетоном. Из гигрогелофитов не были отмечены *Lythrum salicaria* L. и *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., а произрастает только *Bolboschoenus laticarpus* Marchold et al. Среди гигрогелофитов не отмечены в этом году *Calistegia sepium* L., *Echinocistis lobata* (Michx.) Torr. et Grey L., *Lycopus europeus* L., *Lysimachia nummularia* L., *L. vulgaris* L., *Mentha arvensis* L., *Scutellaria galericulata* L., *Solanum dulcamara* L., *Stachys palustris* L. Отсутствие этих видов мы связываем с высокой антропогенной нагрузкой в прибрежной зоне, почти вся травянистая растительность вытоптана отдыхающими. Из гигрофитов на берегу отмечены только *Bidens frondosa* L., *B. tripartita* L. и деревья ивы *Salix alba* L., *S. triandra* L. и *S. fragilis* L. Среди гигромезофитов произрастает только *Elytrigia repens* (L.) Nevski. Обитающие здесь ранее *Inula britannica* L., *Medicago lupulina* L., *Polygonum lapathifolium* L., *Tussilago farfara* L. не встречаются в связи с созданием вдоль берега насыпи из щебня.

Таким образом, наши исследования показали, что усиление антропогенного воздействия на пруды в урбанизированных условиях привело к резкому сокращению биологического разнообразия флоры, что способствует снижению устойчивости экосистем.

Мельниченко З. А. К вопросу о составе микро- и макрофлоры непроточных водоёмов окрестностей г. Куйбышева // Ученые записки Куйбышевского пединститута. Вып. 1. 1938. С. 57–61.

Семенов А. А., Юлдашев А. М. Растительность искусственных водоёмов г. Самары // Методология и методы научных исследований в области естествознания: Матер. Всерос. научн.-практ. конф., посвящ. 100-летию д.б.н., проф. Л. В. Воржевой, 4-6 октября 2006 года. Самара: Изд-во СГПУ, 2006. С. 207–218.

Соловьева В. В. Флора и растительность прудов г. Куйбышева // II Всерос. конф. по высш. водн. и прибр.-водн. раст.: Тез. докл. Борок, 1988. С. 45–46.

Соловьева В. В. Мониторинг флоры прудов г. Самары с 1936 по 2004 гг. // Материалы VI Всероссийской конференции по водным макрофитам «Гидробиотаника-2005» (п. Борок, 11–16 октября 2005 г.) Рыбинск: ОАО «Рыбинский дом печати». 2006. С. 352–354.

Соловьева В. В., Дашутин А. П. Динамика флоры прудов г. Самары за последние 20 лет // Взаимодействие природы и человека на границе Европы и Азии.: Тез. докл. Самара, 1996. С. 101–103.

Соловьева В. В., Девяткина Л. Е., Мельникова С. К., Пуреськин М. А. Новые и редкие виды растений во флоре малых искусственных водоёмов Самарской области // Вестник. Исследования в области естественных наук и образования: Сборник научных трудов. Вып. 5. Самара: Изд-во СГПУ, 2006. С. 161–166.

Соловьева В. В., Матвеев В. И. Влияние антропогенного фактора на формирование флоры и растительности прудов города Куйбышева // Интродукция и акклиматизация, охрана и использование растений. Куйбышев: Изд-во КГУ, 1990. С. 114–133.



Д. М. Некрасова<sup>1</sup>, А. Е. Кравчук<sup>1</sup>, П. А. Волкова<sup>1,2</sup>, А. А. Бобров<sup>2</sup>  
**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАЛОИЗВЕСТНОЙ ПУЗЫРЧАТКИ**  
***UTRICULARIA OCHROLEUCA* (LENTIBULARIACEAE) В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ**  
D. M. Nekrasova<sup>1</sup>, A. E. Kravchuk<sup>1</sup>, P. A. Volkova<sup>1,2</sup>, A. A. Bobrov<sup>2</sup>  
**MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF THE POORLY KNOWN BLADDERWORT**  
***UTRICULARIA OCHROLEUCA* (LENTIBULARIACEAE) IN EUROPEAN RUSSIA**

<sup>1</sup> Московская школа на Юго-Западе № 1543, Москва, Россия (Moscow Grammar School in the South-West № 1543, Moscow, Russia), dasha.nekrasova.04@mail.ru, aneuro2012@yandex.ru

<sup>2</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), polina.an.volkova@gmail.com, lsd@ibiw.yaroslavl.ru

*Utricularia* – род водных плотоядных растений, которые ловят своих жертв небольшими ловушками в виде пузырьков. В Европейской России произрастает пять видов пузырчатки, один из которых – *U. ochroleuca* R. Hartm. – очень редок. На сегодняшний день известны лишь два надежных указания этого вида в регионе: одно на юго-западе Карелии, второе на северо-востоке Ленинградской области (Зубкова и др., 2019). *Utricularia ochroleuca* имеет два типа побегов (с зелёными и бесцветными листьями), снабженных ловчими пузырьками. Из *U. ochroleuca* выделяют *U. stygia* Thor, который наиболее надежно отличается формой цветков (Thor, 1988), но цветут эти виды редко, поэтому основной диагностический признак – форма четырёхраздельных железистых волосков в ловчих пузырьках (углы между долями волосков). Однако этот признак сильно варьирует в пределах одного вида, их значения для *U. stygia* и *U. ochroleuca* s.str. заметно перекрываются даже в оригинальном определительном ключе Thor (1988). Разные авторы приводят разные значения углов, что частично можно объяснить погрешностями при изготовлении микропрепаратов (Adamec, 2020). Нужно учитывать, что приведенные в литературе данные происходят из разных источников (гербарий из разных географических районов, культивируемые и собранные в поле растения), что также может внести искажение в результаты, поскольку показана зависимость диагностических признаков от условий обитания (Astuti, Peruzzi, 2018). Płachno и Adamec (2007) на массовом материале показали необходимость исследования большого числа железистых волосков с каждого растения: у *U. ochroleuca* максимальное значение угла между короткими долями волоска превышает 120° по крайней мере в 10% железистых волосков, для *U. stygia* максимальное значение угла не более 115°. Некоторые авторы для разграничения видов используют форму верхушки конечного сегмента листа и число щетинок на этих сегментах, но эти признаки менее надежны (Adamec, 2020).

Мы провели морфометрию десяти живых растений *U. ochroleuca* s.str. из Ленинградской области, чтобы выявить границы изменчивости вегетативных диагностических признаков. Видовая принадлежность растений надежно определена по форме цветка (края нижней губы сильно завернуты вниз, тупоконический шпорец втрое короче губы). Отбирали по четыре конечных сегмента из разных частей пяти листьев каждого растения, считали число зубчиков на каждом сегменте под микроскопом и фотографировали верхушку сегмента. С тех же десяти растений мы отбирали по десять ловчих пузырьков с зелёного и бесцветного побегов. Мы отрезали пузырьки от побега и измеряли их наибольшую длину. Затем разрезали пузырек на достаточно мелкие части и делали временные препараты, на которых мы фотографировали не менее десяти железистых волосков, находящихся на стенках ловчего пузырька. На полученных фотографиях измеряли углы, которые характеризуют форму железистых волосков и форму верхушки сегмента листа. Для анализа формы железистых волосков при помощи геометрической морфометрии мы поставили вручную пять меток: четыре на концах долей волоска и одну в точке их расхождения (по методике Astuti, Peruzzi, 2018). Таким образом проанализировали форму 150 наиболее удачно сфотографированных железистых волосков из более 1300 измеренных. Для проверки адекватности нашей методики мы провели

измерения по нашему алгоритму для одного растения *U. minor* L. и одного растения *U. intermedia* Hayne.

Углы между долями железистых волосков *U. ochroleuca* не коррелируют значимо с длиной ловчего пузырька (тест Спирмена,  $p > 0,05$ ) и не различаются значимо на зелёных и бесцветных побегах (тест Вилкоксона,  $p > 0,05$ ). Поэтому мы проанализировали форму железистых волосков всех ловчих пузырьков сразу, не разделяя их по типу побега или размерам. Железистые волоски разделяются на три группы по форме (данные геометрической морфометрии) согласно видовой принадлежности растений. Железистые волоски *U. ochroleuca* очень изменчивы по форме – от близких к *U. intermedia* до близких к *U. minor*. Доля железистых волосков с углом между короткими долями, превышающим  $120^\circ$ , составляет 63–91% у разных растений *U. ochroleuca*.

По числу зубчиков на конечном сегменте листа все три вида статистически значимо (тест Краскела-Уоллиса и попарный тест Вилкоксона:  $p < 0,05$ ) различаются между собой. У *U. minor* всегда один зубчик (на верхушке конечного сегмента), а у *U. intermedia* – 14–26, у *U. ochroleuca* обычно 4 (реже 3 или 5) зубчиков на конечном сегменте листа.

Угол верхушки конечного сегмента листа у *U. minor* статистически значимо не отличается от *U. ochroleuca* – у обоих видов обычно равен  $20\text{--}30^\circ$ . Угол верхушки конечного сегмента листа у *U. intermedia* обычно составляет  $40\text{--}50^\circ$  и значимо отличается от двух других видов (попарный тест Вилкоксона:  $p < 0,05$ ).

Мы обнаружили очень высокую внутривидовую изменчивость *U. ochroleuca* из Ленинградской области по всем диагностическим признакам, включая и форму железистых волосков (хотя по критерию Plachno и Adamec (2007) исследованные растения действительно относятся к *U. ochroleuca* s. str.). Все данные были получены из одной популяции на свежем материале по единой методике. Мы также убедились в том, что форма железистых волосков не зависит от размера ловушки и типа побега, и отобрали для анализа только те фотографии, где волоски не были деформированы при изготовлении микропрепаратов. Поэтому наблюдаемую изменчивость нельзя объяснить влиянием экологических факторов или разным качеством материала. Мы считаем выделение *U. stygia* из *U. ochroleuca* s. l. неоправданным, потому что значения признаков изученной нами *U. ochroleuca* s. str. перекрываются со значениями, указанными в литературе для *U. stygia*.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (19-04-01090-а).

Зубкова М. А., Волкова П. А., Абрамова Л. А. Новые находки редких видов сосудистых растений на Северо-Западе Европейской части России // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 2019. Т. 124. Вып. 6. С. 52–55.

Adamec L. Biological flora of Central Europe: *Utricularia intermedia* Hayne, *U. ochroleuca* R. W. Hartm., *U. stygia* Thor and *U. bremii* Heer ex Köllike // Persp. Plant Ecol. Evol. Syst. 2020. Vol. 44. 125520.

Astuti G., Peruzzi L. Are shoots of diagnostic value in Central European bladderworts (*Utricularia* L., Lentibulariaceae)? // Plant Biosyst. 2018. Vol. 152. P. 1214–1226.

Plachno B., Adamec L. Differentiation of *Utricularia ochroleuca* and *U. stygia* populations in Trebon Basin, Czech Republic, on the basis of quadrifid glands // Carnivorous Plants Newsletter. 2007. Vol. 36. P. 87–95.

Thor G. The genus *Utricularia* in the Nordic countries, with special emphasis on *U. stygia* and *U. ochroleuca* // Nord. J. Bot. 1988. Vol. 8. P. 213–225.

**В. Ю. Нешатаева<sup>1</sup>, В. Ю. Нешатаев<sup>2</sup>, В. В. Якубов<sup>3</sup>**  
**ВОДНАЯ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЗЕРА ТАЛОВСКОЕ И**  
**ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ (ПЕНЖИНСКИЙ РАЙОН КОРЯКСКОГО ОКРУГА)**  
**V. Yu. Neshataeva<sup>1</sup>, V. Yu. Neshatayev<sup>2</sup>, V. V. Yakubov<sup>3</sup>**  
**AQUATIC AND SHORE VEGETATION OF TALOVSKOYE LAKE AND ITS**  
**SURROUNDINGS (PENZHINSKY DISTRICT, KORYAK REGION)**

<sup>1</sup> Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, С.-Петербург, Россия (Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia), vneshataeva@yandex.ru

<sup>2</sup> С.-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, С.-Петербург, Россия (St. Petersburg State Forest-Technical University, St. Petersburg, Russia), vn1872@yandex.ru

<sup>3</sup> ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия (Federal Scientific Centre of Eastern Asia Biodiversity FEB RAS, Vladivostok, Russia), yakubov@biosoil.ru

Водная и прибрежно-водная растительность Корякского округа до изучена очень слабо. Озеро Таловское входит в состав крупнейшего водно-болотного угодья (ВБУ) мирового значения – Парапольский дол. Он представляет собой межгорную депрессию шириной 30–40 км, протянувшуюся на 425 км на северо-восток от Пенжинской губы Охотского моря. ВБУ замыкает миграционные потоки водоплавающих и околоводных птиц, следующих из Восточной Азии к местам гнездования в Северной Корее, Якутии, на Чукотке. Осенью и весной через Парапольский дол пролетают сотни тысяч птиц; многие из них гнездятся на территории ВБУ. Особого внимания заслуживает растительность озёр, занимающих около 45% площади ВБУ и являющихся основными станциями околоводных птиц. Значительная часть территории ВБУ, включая оз. Таловское, входит в кластер заповедника «Корякский».

Оз. Таловское – самое большое озеро Парапольского дала; длина озера 15 км, ширина – до 4,5 км, площадь 44 км<sup>2</sup>. Озеро является разливом р. Кукул. Согласно геоботаническому районированию (Нешатаева и др., 2020), территория ВБУ относится к Парапольскому тундрово-болотному округу Пенжинской горно-равнинной провинции Берингийской лесотундровой области. Зональная растительность представлена сообществами кедрового стланика в сочетании с лишайниково-кустарничковыми тундрами. Преобладающая растительность – осоково-пушицевые (*Eriophorum vaginatum*, *Carex lugens*) кочкарники на торфяно-криозёмах. Растительность озера изучена в 2011 и 2016 г. Вследствие крайне низкого количества осадков в 2015–2016 гг. и высокой температуры воздуха летом (выше нормы на 1–4°C), в 2016 г. наблюдалось аномальное снижение уровня озера. При этом обнажились отмели, ранее покрытые водой на 0,5–0,6 м. Это позволило изучить водную и прибрежно-водную растительность на осушке и мелководьях. В результате геоботанического обследования оз. Таловского и его окрестностей выявлено 4 типа растительности, 23 формации и 30 ассоциаций, выделенных на эколого-фитоценологических принципах (Нешатаев и др., 2017).

По низким берегам озера встречаются злаковые луга из *Arctophila fulva*, *Calamagrostis purpurea*, *Deschampsia komarovii*, *Glyceria lithuanica*, заросли кустарниковых ив (*Salix pulchra*, *S. krylovii*) и кочкарные осочники из *Carex appendiculata*, чередующиеся с топяными осочниками из *C. cryptocarpa*, *C. rostrata* с *Cicuta virosa*, с участием *Utricularia macrorhiza*, *Equisetum fluviatile* и *Hippuris vulgaris* по обводнённым понижениям и старичным озерам. На мелководьях и осушке отмечено массовое произрастание *Arctophila fulva*, *Batrachium trichophyllum*, *Callitriche palustris*, *Caltha palustris* subsp. *sibirica*, *C. natans*, *Eleocharis acicularis*, *Equisetum fluviatile*, *Hippuris vulgaris*, *Limosella aquatica*, *Myriophyllum verticillatum*, *Persicaria lapathifolia*, *Potamogeton gramineus*, *Ranunculus gmelinii*, *R. reptans*, *Sparganium angustifolium*, *S. emersum*, *S. hyperboreum*, *S. natans*, *Subularia aquatica*. На глинистых и супесчаных осушках и речных отложениях распространен *Senecio palustris*.

Характерной особенностью синтаксономического состава водной и прибрежно-водной растительности оз. Таловское и его окрестностей является отсутствие ряда классов формаций,

распространенных на п-ове Камчатка: нимфейной растительности (*Nupharetosa*), свободноплавающих наводных растений (*Lemnetosa minoris*), сообществ подводных укореняющихся споровых растений (*Isoëtosa*). Отмечается бедность сообществ класса погруженных прикрепленных гидрофитов: отсутствует ряд формаций рдестов (*Potamogetoneta pectinati*, *Potamogetoneta pusilli*, *Potamogetoneta praelongi*, *Potamogetoneta friesii*), встречающихся на п-ове Камчатка (Нешатаева, 2009) и широко распространенных в Европе и Азии (Распопов, 1985 и др.). Сравнение синтаксонов, установленных для оз. Таловское, с указанными для других регионов позволило выявить 2 новых синтаксона. Это сообщества с преобладанием щучки Комарова (*Deschampsia komarovii*) и манника литовского (*Glyceria lithuanica*). Формация *Deschampsia komarovii* эндемична для севера Дальнего Востока России (Нешатаев и др., 2017). Большинство формаций и ассоциаций, установленных для оз. Таловского и его окрестностей, имеет широкий ареал, что связано с географическим распространением образующих их доминантов и сходством местообитаний водных и прибрежно-водных сообществ различных регионов северной Евразии.

Сухое лето 2016 г. позволило нам описать сообщества травянистых однолетников (эфимеров), отнесенные к особому типу растительности *Limoselletion aquaticae*, ранее не выделявшемуся в системе эколого-фитоценотической классификации. Также был впервые описан класс формаций *Callitrichetosa palustris*, объединяющий сообщества с преобладанием многолетних укореняющихся растений-амфибий, приспособленных к периодическому осушению (Нешатаев и др., 2017). Вместе с сообществами однолетних гидрофитов он соответствует союзу *Eleocharition acicularis* Pietsch ex Dierßen 1975 эколого-флористической классификации (Dierßen, 1996; Šumberová et al., 2011). Близость многих синтаксонов обеих классификаций объясняется монодоминантностью и бедным видовым составом водных и прибрежно-водных сообществ, выделяемых на сходной методической основе, т.е. с учётом доминирующих видов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (16-05-00736-а, 19-05-00805-а).

Нешатаев В. Ю., Нешатаева В. Ю., Якубов В. В. Растительность акватории и побережий озера Таловское и его окрестностей (Корякский округ, Камчатский край) / Растительность России. СПб., 2017. № 31. С. 59–76. <https://doi.org/10.31111/vegus/2017.31.59>

Нешатаева В. Ю. Растительность полуострова Камчатка. М., КМК, 2009. 537 с.

Нешатаева В. Ю., Нешатаев В. Ю., Кириченко В. Е. Растительность Северной Корякии (Камчатский край) и её геоботаническое районирование / Вестник СПбУ. Науки о земле. 2020. Т. 65, вып. 2. С. 1–32. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2020.210>

Распопов И. М. Высшая водная растительность больших озёр Северо-Запада СССР. Л., Наука, 1985. 198 с. Dierßen K. 1996. Vegetation Nordeuropas. Stuttgart. 838 s.

Šumberová K., Navrátilová J., Čtvrtlíková M., Hájek M., Bauer P. 2011b. Vegetace oligotrofních vod (*Littorelletea uniflorae*) / Chytrý M. (ed.) Vegetace České republiky. Vol. 3. Vodní a mokřadní vegetace. Praha. S. 268–308.

**А. И. Никифоров**

## **МИРОВОЙ ОПЫТ ПИЩЕВОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРЕСНОВОДНЫХ МАКРОФИТОВ**

**A. I. Nikiforov**

## **WORLD EXPERIENCE IN FOOD AND TECHNICAL USE OF ECONOMICALLY USEFUL FRESH WATER MACROPHYTES**

Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД  
России, Москва, Россия ((Moscow State Institute of International Relations (MGIMO University),  
Moscow, Russia), [hosanianig@gmail.com](mailto:hosanianig@gmail.com)

Расширение пищевого и технического использования различных пресноводных макрофитов является в настоящее время одним из элементов рационального

природопользования. Успешный опыт подобного использования указанной группы растений насчитывает не одну тысячу лет, и для многих регионов мира является традиционным (Никифоров, Кузнецова, 2017).

Возможность наиболее полной эксплуатации имеющейся в распоряжении человечества ресурсной базы пресноводных водоёмов является одной из целей современных подходов к организации рационального природопользования. В современных условиях, данное направление хозяйственного использования различных макрофитов актуально прежде всего в свете необходимости решения целого ряда Целей Устойчивого Развития (ЦУР), в частности – ЦУР № 2 «Ликвидация голода». В этом аспекте потенциал пресноводных водоёмов представляется недостаточно освоенным (Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development).

Ценной особенностью ряда видов представителей различных групп пресноводных макрофитов является возможность их хозяйственной эксплуатации с различными целями (как непосредственно пищевого объекта, так и в качестве лекарственного либо технического сырья) (Никифоров, 2016).

В этой связи следует подчеркнуть, что лишь небольшое количество видов потенциально пригодных для массового культивирования пресноводных макрофитов на сегодняшний момент являются широко используемыми в повседневной сельскохозяйственной практике ряда стран мира – например, такие виды, как водяной орех чилим (*Trapa natans*), болотница клубненосная (*Eleocharis tuberosa*) или лотос орехоносный (*Nelumbo nucifera*). Как правило, указанные виды являются источником не только пищевой продукции, но и широко используются в качестве лекарственного и технического сырья. (Белая, Никифоров, 2019; Никифоров и др., 2019).

В то же время многие виды, которые издавна использовались в пищу аборигенным населением Европы, Азии или Америки, пока не стали объектами специализированного культивирования – хотя, безусловно, обладают немалым потенциалом в рамках рассматриваемого вопроса (например, сусак зонтичный (*Butomus umbellatus*) или белокрыльник болотный (*Calla palustris*) (Никифоров и др., 2019).

Относительно перспектив внедрения мирового опыта хозяйственного использования пресноводных макрофитов следует отметить, что направленное культивирование околотовных и водных растений позволяет не только максимально эффективно эксплуатировать первое (автотрофное) звено пищевых цепочек (непосредственно получая продукцию фотосинтеза), но и обеспечивает возможность в значительной степени избежать проблемы недостатка почвенной и атмосферной влаги – этих извечных «краеугольных камней» растениеводства (Nikiforov et al., 2019).

Также следует отметить, что, в рамках такого – всё более набирающего популярность – направления ресторанного бизнеса, как гастроботаника (подразумевающего широкое использование всевозможных дикорастущих съедобных растений), некоторые из видов съедобных гидрофитов оказываются всё более и более востребованными на мировом рынке – например, рогоз широколистный (*Typha* sp.), камыш озёрный (*Schoenoplectus lacustris*) и др. (Никифоров, 2018).

В приведённой ниже таблице консолидированы данные по десяти наиболее широко используемым в настоящее время в мировой практике пресноводным макрофитам.

### Использование некоторых съедобных гидрофитов мира.

Форма использования  Вид растения	Используемая в пищу часть растения			Лекарственное применение
	Побеги и листья	Запасающие органы (корневища, клубнелуковицы и др.)	Семена и плоды	
Лотос орехоносный ( <i>Nelumbo nucifera</i> )	+	+	+	+
Чилим ( <i>Trapa natans</i> )	–	–	+	+
Болотница клубненосная ( <i>Eleocharis tuberosa</i> )	–	+	–	–
Цицания водная ( <i>Zizania aquatica</i> )	–	–	+	
Эвриала устрашающая ( <i>Euryale ferox</i> )	–	–	+	
Рогоз ( <i>Typha</i> sp.)	+	+	+	+
Сусак зонтичный ( <i>Butomus umbellatus</i> )	–	+	–	+
Белокрыльник болотный ( <i>Calla palustris</i> )	–	+	–	
Камыш озёрный ( <i>Schoenoplectus lacustris</i> )	+	+	–	
Аир болотный ( <i>Acorus calamus</i> )	+	+	–	+

Белая В. А., Никифоров А. И. Водяной орех (*Trapa natans*) – реликтовый съедобный гидрофит // В сб. Пойменные и дельтовые биоценозы Голарктики: биологическое многообразие, экология и эволюция. Астрахань, 2019. С. 14–20

Никифоров А. И. Экологические основы рационального использования водоёмов комплексного назначения в агропромышленном производстве // Труды ВНИРО. Т. 161. 2016. С. 162–168.

Никифоров А. И., Кузнецова М. О. Получение растительной пищевой продукции в аквакультуре // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2017, № 7 (138). С. 32–38

Никифоров А. И., Эверскова Е. А., Белая В. А. Съедобные и лекарственные гидрофиты – стратегический ресурс человечества // Рыбоводство и рыбное хозяйство. № 12 (167). 2019. С. 41–49.

Никифоров А. И. Гастроботаника водных дикоросов как новое направление фтоимпортозамещения: ресурсный аспект – В сб. Рациональная эксплуатация биоресурсов: проблемы и возможности в контексте Целей Устойчивого Развития ООН. Москва, 2018. С. 304–310.

Эверскова Е. А., Никифоров А. И. Рогоз (*Typha*) – ценное пищевое и лекарственное растение // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2018. № 7. (150). С. 28–33.

Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.un.org/sustainable-development-goals/](http://www.un.org/sustainable-development-goals/).

Nikiforov A. I., Oleynikova E. M., Bagdasarian A. S., Mironova O. Yu., Mishurova O. I. Medical and social legal aspects of the use of hydrophyte plants for food // Prensa Medica Argentina. 2019 V. 9. P. 582–588.

**С. А. Николаенко, В. А. Глазунов**  
**ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТООБИТАНИЙ *ISOËTES***  
***LACUSTRIS* L. И *I. ECHINOSPORA* DURIU СЕВЕРА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ**  
**РАВНИНЫ**

**S. A. Nikolaenko, V. A. Glazunov**  
**ECOLOGICAL-PHYTOCENOTIC PECULIARITIES OF HABITATS OF *ISOËTES***  
***LACUSTRIS* L. AND *I. ECHINOSPORA* DURIU IN THE NORTH OF WEST SIBERIAN**  
**PLAIN**

Тюменский научный центр СО РАН, Институт проблем освоения Севера, Тюмень, Россия  
(Tyumen Scientific Centre SB RAS, Institute of the Problems of Northern Development, Tyumen,  
Russia), ns23@mail.ru

Род *Isoëtes* L. насчитывает до 200 видов, из них в Сибири встречается только 2 вида: *Isoëtes lacustris* L. (полушник озёрный, шильник) – циркумбореальный, преимущественно атлантический вид с дизъюнкциями ареала в Сибири и в континентальной части Северной Америки и *I. echinospora* Durieu [*I. setacea* auct. non Lam.] (п. колючеспоровый) – бореальный евросибирский вид (Malyshev, 2012; Brunton, Troia, 2018). Оба вида занесены в Красную книгу Российской Федерации (Красная ..., 2008): *I. lacustris* со статусом 3в – редкий вид, *I. echinospora* (под названием *I. setacea* Durieu – ш. щетинистый) со статусом 2а – вид, сокращающийся в численности. Виды характеризуются узкой экологической амплитудой. Для севера Западно-Сибирской равнины установлена связь *I. setacea* с высокопрозрачными кислыми ультрапресными очень мягкими водами, содержащие малые концентрации нефтепродуктов и растворимых форм тяжелых металлов (за исключением железа) (Свириденко и др., 2018).

В настоящее время в Тюменской области (включая автономные округа), для *I. echinospora* известно 10 местонахождений и 2 – для *I. lacustris*. *I. echinospora* встречается от границы средней и южной тайги (59,7° с.ш.) до северной тайги (64,9° с.ш.). *I. lacustris* отмечен к настоящему времени только в подзоне средней тайги (между 59 и 60° с.ш.) (Глазунов, 2018; Попова, Донецков, 2019; Глазунов, Николаенко, 2019).

Помимо экологических характеристик водной среды, озера, в которых обнаружены сообщества полушников, имеют ряд общих черт. Это всегда бессточные водоёмы, часто с широкими песчаными отмелями и заливами. В подзоне средней тайги озёрные котловины характерной вытянутой формы, расположены на озёрно-аллювиальной равнине с рельефом в виде песчаных вытянутых гряд, вероятно, ледникового происхождения (Атлас..., 2004). В подзоне северной тайги – это, как правило, термокарстовые озёра, с термоабразионными торфяными берегами, окруженные, преимущественно, сообществами верховых сфагновых и плоскобугристых болот в сочетании с сосново-лишайниковыми или смешанными темнохвойными кустарничково-травяно-зеленомошными лесами на высоких берегах. Это значительно отличает данные водоёмы от внутриболотных озёр и водоёмов низких участков пойм. Дно всегда песчаное, местами слабозаиленное. С увеличением толщины слоя ила и со стороны низких берегов, где активно идет сток воды с прилегающих болот наблюдалось снижение плотности произрастания *I. echinospora* до полного его исчезновения и активное развитие моnodоминантных сообществ *Nuphar pumila* (Timm.) DC. и *Sparganium angustifolium* Michx.

Сообщества *I. lacustris* достигают массового развития на глубинах свыше 0,7 м, что значительно затрудняет их обнаружение при обследовании. В периоды сильного обмеления водоёмов единичные экземпляры могут изредка встречаться среди разреженных группировок *I. echinospora*. Кроме того, на таких, хорошо прогреваемых отмелях часто активно развиваются *Utricularia vulgaris* L. и *U. intermedia* Наупе. В большинстве озёр, где были отмечены полушники, доминантами прибрежно-водных фитоценозов являлись *Carex aquatilis* Wahlenb., *C. rostrata* Stokes, *C. acuta* L., *Eleocharis palustris* L., *Eriophorum polystachion* L. Ассоциация *Phragmites australis* rugum в озёрах с полушником отмечена лишь однажды, в

подзоне средней тайги (Глазунов, Николаенко, 2019). Наши исследования также подтверждают ценотическую связь *I. echinospora* с водорослями рода *Batrachospermum*, ранее установленную Б. Ф. Свириденко с соавт. (2018) для водоёмов природного парка «Нумто» Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Атлас Ханты-Мансийского округа – Югры. Т. 2: Природа, экология. Ханты-Мансийск; М.: Талка-ТДВ, 2004. 152 с.

Глазунов В. А. Находки *Isoëtes lacustris* и *Isoëtes echinospora* (Isoëtaceae) в Западной Сибири // Бот. журн. 2018. Т. 103. № 2. С. 246–248.

Глазунов В. А., Николаенко С. А. Новые местонахождения видов *Isoëtes* L. (Isoëtaceae, Lycopodiophyta) в Западной Сибири // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2019. Т. 13. № 3. С. 290–294.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 885 с.

Малышев Л. И. Семейство Isoëtaceae Reichenb // Конспект флоры Азиатской России. Новосибирск, 2012. С. 12.

Попова К. Б., Донецков А. А. Находка *Isoëtes echinospora* Durieu (Isoëtaceae) в Ямало-Ненецком автономном округе // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 2019. Т. 124. № 6. С. 65–66.

Свириденко Б. Ф. Фитогеографические особенности водной макрофитной флоры природных парков Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Современное состояние и перспектива развития сети особо охраняемых природных территорий в промышленно развитых регионах: М-лы межрегиональной конф., посвященной 20-летию природного парка «Нумто»: сб. науч. статей. Екатеринбург, Нижневартовск, 2017. С. 71–79.

Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В., Мурашко Ю. А. Распространение, экология и ценотические связи полушника щетинистого *Isoëtes setacea* в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре // Вестник Нижневартовского государственного университета. Биологические науки, 2018. № 3. С. 18–26.

Brunton D. F., Troia A. Global review of recent taxonomic research into *Isoëtes* (Isoëtaceae), with implications for biogeography and conservation // Fern Gaz. 2018. 20(8). P. 309–333.

**А. А. Нотов<sup>1</sup>, В. А. Нотов<sup>1,2</sup>, Л. В. Зуева<sup>1</sup>, С. А. Иванова<sup>1</sup>, Е. А. Андреева<sup>1</sup>**  
**ИНВАЗИОННЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ НА ВОДОЁМАХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**A. A. Notov<sup>1</sup>, V. A. Notov<sup>1,2</sup>, L. V. Zueva<sup>1</sup>, S. A. Ivanova<sup>1</sup>, E. A. Andreeva<sup>1</sup>**  
**INVASIVE PLANT SPECIES ON WATERBODIES OF TVER REGION**

<sup>1</sup> Тверской государственный университет, Тверь, Россия  
(Tver State University, Tver, Russia), anotov@mail.ru

<sup>2</sup> СОШ № 3, пос. Редкино, Тверская область, Россия  
(Secondary School № 3, Redkino, Tver region, Russia), vnotov123@mail.ru

Тверская область является одним из самых крупных по площади регионов Центральной России и имеет сложную гидрологическую сеть (География..., 1992; Дорофеев, Хохлова, 2016). Анализ динамики распространения инвазионных видов стал важным компонентом комплексного биомониторинга экосистем Верхневолжья (Нотов и др., 2017а). Лесам и гидрологическим объектам – ключевым компонентам ландшафтов Каспийско-Балтийского водораздела, определяющим их специфику и уникальность, уделяется особое внимание (Нотов и др., 2017б, 2019; и др.). Активное расселение некоторых инвазионных видов по водохранилищам повышает актуальность специального изучения природных водоёмов разного типа и, прежде всего, рек и озёрных систем Валдайской возвышенности, а также водоёмов, созданных человеком.

На гидрологических объектах Тверской области отмечено более 60% видов инвазионных растений, которые включены в региональную Чёрную книгу (Виноградова и др., 2011; Нотов и др., 2017б). С учетом представителей флоры прилегающих к водоёмам территорий, уровень разнообразия инвазионной фракции еще выше. Наряду с известными ранее инвазионными растениями появляются новые виды. В их числе *Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) O. Kuntze, который недавно зарегистрирован в национальном парке «Завидово». Этот вид быстро распространяется по реке Ламе и Шошинскому плесу (Нотов А., Нотов В., 2020).



Организованы наблюдения, которые позволят оценить необходимость его включения в региональную Чёрную книгу.

В ходе мониторинга выявлены наиболее активные инвазионные растения. Особую опасность представляет *Bidens frondosa* L., которая стала обычным видом на водохранилищах и расселяется по разным типам водоёмов. Особое опасение вызывает её распространение на озёрах Валдайской возвышенности и на охраняемых природных территориях. Вид способен быстро внедряться в прилегающие к водоёмам фитоценозы. В последние годы в национальном парке «Завидово» он отмечен в приручьевых лесах и болотных фитоценозах, в которые проникает по ручьям и речкам из Шошинского плеса (Нотов и др., 2017б, 2019). Обнаружены гибриды с аборигенными видами рода *Bidens* L., прежде всего с *Bidens tripartita* L. По рекам быстро расселяются *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A. Gray и *Calystegia inflata* Sweet. На озёрах и других водоёмах активно распространяется *Hippophae rhamnoides* L.

Оценить активность инвазионной фракции помогли исследования, проведённые на озёрах юго-западной части Валдайской возвышенности (Нотов и др., 2017а; б и др.). Изучена флора 25 модельных озёр, расположенных в трех физико-географических районах, которые характеризуются наиболее высокой степенью сохранности растительного покрова и лесоболотных ландшафтов. Среди них Охватский, Селигерский и Шейно-Бологовский (Дорофеев, Хохлова, 2016). В каждом из этих районов облесенность территории приближается к 65–70%, а сельскохозяйственная освоенность находится в интервале 12,7–19,2%. Однако антропогенное влияние четко выражено благодаря близкому расположению центров муниципальных районов и сельских поселений, транспортных магистралей, быстрому развитию туризма, увеличению объема промышленных рубок леса. Отмеченные выше факторы обусловили при незначительной хозяйственной освоенности модельной территории достаточно высокий уровень разнообразия инвазионной фракции. На её модельных озёрах в общей сложности зарегистрировано 53 вида, занесенных в Чёрную книгу Тверской области. Высокое богатство инвазионной фракции выявлено на озёрах Селигер (32 вида), Охват (16), Лучанское (15), Наговье (23) (Нотов и др., 2017б и др.). Как и в других районах области, осуществляется распространение *Bidens frondosa*, *Hippophae rhamnoides*, *Acer negundo*. Увеличение активности инвазионных видов на озёрах вызывает серьезные опасения.

Таким образом, несмотря на относительно невысокую, по сравнению с другими областями Центральной России, степень трансформированности растительного покрова роль инвазионной фракции во флоре водоёмов Тверской области существенна. Постепенно возрастает активных отдельных видов, появляются новые инвазионные растения. Актуальна реализация специальной программы, направленной на снижение степени воздействия их инвазий.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (16-44-690295).

Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Нотов А. А. Чёрная книга флоры Тверской области. М.: КМК, 2011. 292 с.

География Тверской области. Тверь: ТвГУ, 1992. 288 с.

Дорофеев А. А., Хохлова Е. Р. Ландшафты Тверской обл. Тверь, 2016. 120 с.

Нотов А. А., Мейсурова А. Ф., Зуева Л. В., Нотов В. А., Андреева Е. А., Иванова С. А. Некоторые итоги реализации модели комплексного биомониторинга экосистем Верхневолжья // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2017а. № 2. С. 244–269.

Нотов А. А., Нотов В. А. Новые данные о флоре Тверской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2020. Т. 125. Вып. 3. С. 38–41.

Нотов А. А., Нотов В. А., Зуева Л. В., Андреева Е. А. Инвазионные виды растений в лесных экосистемах Верхневолжья // Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути их решения. Киров: ВятГУ, 2019. С. 278–282.

Нотов А. А., Гарин Э. В., Беляков Е. А., Нотов В. А., Зуева Л. В., Андреева Е. А. Инвазионные виды растений на озёрах юго-западной части Валдайской возвышенности (Тверская область) // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2017б. № 1. С. 184–195.

**А. Э. Паршина<sup>1</sup>, К. Г. Боголицын<sup>1,2</sup>**  
**БЕЛКОВО-ПОЛИСАХАРИДНЫЙ КОМПЛЕКС БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ**  
**A. E. Parshina<sup>1</sup>, K. G. Bogolitsyn<sup>1,2</sup>**  
**PROTEIN-POLYSACCHARIDE COMPLEX OF BROWN ALGAE**

<sup>1</sup> Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова (Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov), a.parshina@narfu.ru

<sup>2</sup> Институт экологических проблем Севера ФИЦКИА УрО РАН (Institute of Ecological Problems of the North, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research), k.bogolitsyn@narfu.ru

Практическое использование бурых макрофитов, как правило, ограничивается альгинатами и фукоиданами. Тем не менее, в составе бурых водорослей стоит обратить внимание на белковую и целлюлозную составляющие как довольно перспективные, но малоизученные. Белок из массы бурых макрофитов выделить в чистом виде достаточно проблематично, что приводит к идее выделения белка в комплексе с носителем, которым в данном случае выступает целлюлоза, устойчивая ко всем экстракционным процедурам.

Таким образом, целью данной работы является выделение белково-полисахаридного комплекса (БПК) из биомассы бурых водорослей Белого и Жёлтого морей для оценки их потенциала применения как фармсубстанции двойного назначения, а также сорбентов (Bogolitsyn et al., 2017).

Образцы исследования – бурые водоросли шести видов: *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria digitata*, *Laminaria saccharina* были отобраны в акватории Соловецких островов летом 2015 года в ходе научно-исследовательской экспедиции «Арктический плавучий университет»; *Ecklonia cava* и *Undaria pinnatifida* отобраны осенью 2019 года в акватории о. Джеджу, Жёлтое море.

Выделение БПК проводили согласно схеме, представленной на рис. 1.

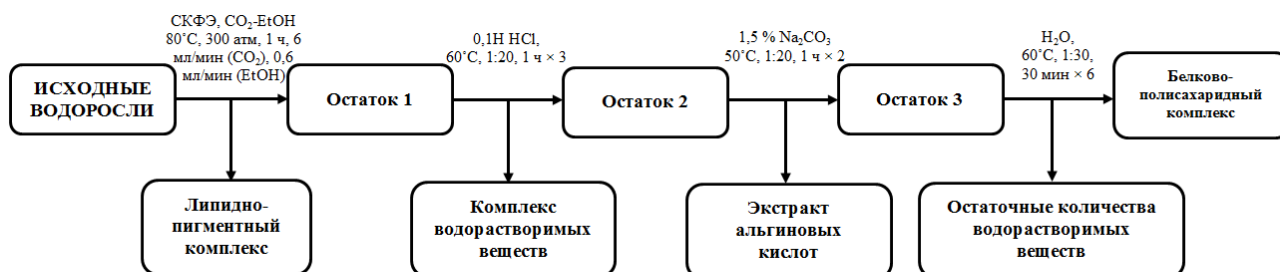


Рис. 1. Схема получения белково-полисахаридного комплекса.

Анализ химического состава макрофитов, а также БПК проводили согласно стандартным методикам: зола – гравиметрический метод (ГОСТ 24027.2-80), полифенолы – метод Folin-Ciocalteu (Wang et al., 2012), маннит – спектрофотометрический метод (ГОСТ 26185-84), альгиновые кислоты – титриметрический метод (ГОСТ 26185-84), полисахариды – титриметрически по методу Макэна и Шоорля (Оболенская, 1991), целлюлоза – методом Кюршнера (Оболенская, 1991), белок – путём пересчёта общего азота.

Снимки образцов получили при помощи метода сканирующей электронной микроскопии (SEM) на растровом микроскопе Zeiss SIGMA VP (Carl Zeiss, Германия); ИК спектры записывали на ИК спектрометре с Фурье преобразованием IR Prestige 21 (Shimadzu, Japan), разрешение 4 см<sup>-1</sup>, диапазон волновых чисел 4000–600 см<sup>-1</sup>, число сканирований 128.

**Результаты.** Выделенные нами согласно предложенной схеме образцы БПК содержат 58–84% целевых компонентов (белок+целлюлоза). Стоит отметить, что наиболее чистые образцы БПК получены из беломорских ламинариевых макрофитов (табл. 1).

Таблица 1. Состав БПК бурых водорослей, мг/г сухого белково-полисахаридного комплекса.

БПК	Маннит	ЛГП	Белок	Альг. к-ты	Целлюлоза	Зола
<i>F. vesiculosus</i>	16.3±0.8	16.3±0.8	228.0±11.2	219.8±11.3	455.9±22.9	57.0±3.1
<i>A. nodosum</i>	18.8±0.9	18.8±0.8	159.6±8.2	272.2±13.6	460.9±23.4	65.7±3.4
<i>L. digitata</i>	18.5±0.9	9.3±0.5	259.7±13.0	139.1±7.1	560.2±27.8	9.3±0.7
<i>L. saccharina</i>	17.2±0.8	8.6±0.4	326.7±16.7	120.4±5.7	513.3±25.9	8.6±0.4
<i>E. cava</i>	7.3±0.4	11.9±0.5	360.9±17.5	210.1±10.6	233.9±11.8	176.3±8.8
<i>U. pinnatifida</i>	8.0±0.4	12.2±0.6	362.1±18.4	228.1±11.6	220.6±11.2	167.0±8.7

На снимках SEM можно отметить, что продукт (в особенности арктические ламинарии, например, *L. digitata*, рис. 2) имеет развитую волокнистую структуру с большим количеством тонких микрофибрилл, а также пор и разрывов, что делает внутреннюю поверхность объекта открытой для взаимодействий.

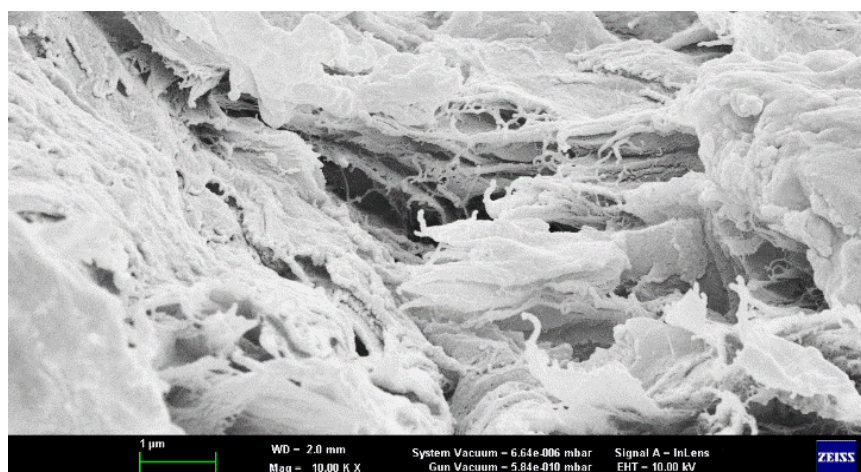


Рис. 2. SEM изображение БПК *L. digitata*.

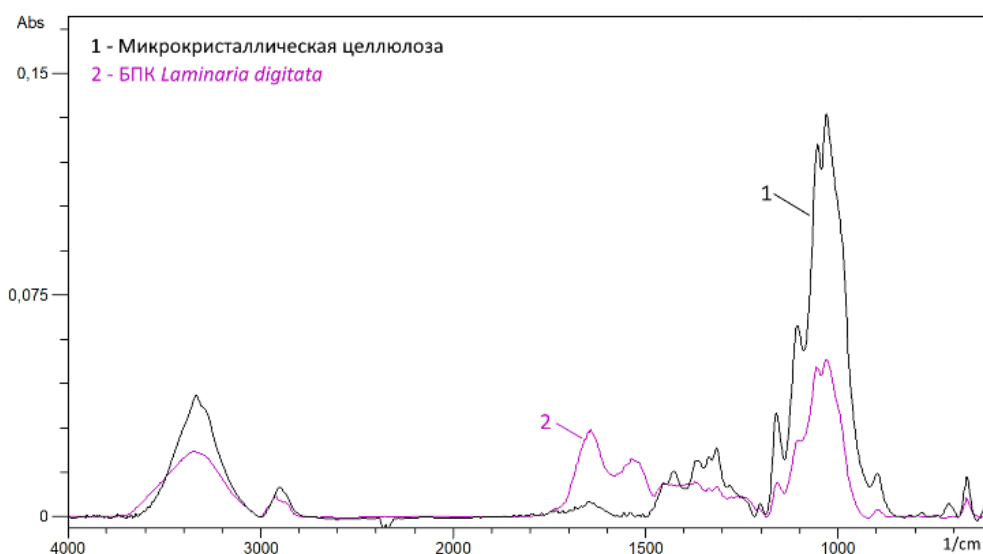


Рис. 3. ИК спектр БПК *L. digitata*.

Полученные образцы белково-полисахаридного комплекса обладают рядом отличий от микрокристаллической целлюлозы, что показано на типовом ИК-спектре (на примере *L. digitata*, рис. 3). Наблюдается уширение полосы в области  $3300\text{ см}^{-1}$  в спектре БПК, что, вероятно, связано с изменением количества свободных ОН-групп, разрывом целлюлозных цепей. Существенное отличие наблюдается в области  $1500\text{--}1700\text{ см}^{-1}$ . Данная область колебаний характерна для белковых молекул, что подтверждается их высоким содержанием в составе БПК бурых водорослей.

**Выводы.** Предложенная экстракционная сема позволяет получить из биомассы бурых водорослей комплекс белка с целлюлозой. Лучших результатов удалось достичь с использованием арктических ламинарий (*Laminaria digitata* и *Laminaria saccharina*), комплекс которых содержит наименьшее количество сопутствующих компонентов и имеет развитую волокнистую поверхность. Тем не менее, все полученные образцы БПК имеют перспективу стать ценным сырьем для получения на их основе новой фармсубстанции с энтеросорбционным и иммуномодулирующим действием, а также сорбентов на основе микро- и нанокристаллической целлюлозы.

Исследование выполнено в рамках государственного задания № 0793-2020-0005.

ГОСТ 24027.2-80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. Введ. 01.01.81. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. 10 с.

ГОСТ 26185-84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. Введ. 01.01.85. М.: Стандартинформ, 2010. 31 с.

Оболенская А. В., Ельницкая З. П., Леонович А. А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М.: Экология, 1991. 320 с.

Bogolitsyn K. G. et al. Enterosorption properties of Arctic brown algae fiber // Russ. J. Appl. Chem. 2017. Vol. 90. № 11. P. 1819–1825.

Wang T. et al. Antioxidant capacities of phlorotannins extracted from the brown algae *Fucus vesiculosus* // J. Agric. Food Chem. 2012. Vol. 60. N 23. P. 5874–5883.

**С. А. Поддубный, А. В. Кутузов, А. И. Цветков**  
**МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ЗАРАСТАНИЯ МЕЛКОВОДИЙ**  
**РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО**  
**ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И МНОГОЛЕТНИМ ГИДРОБОТАНИЧЕСКИМ**  
**ИССЛЕДОВАНИЯМ**

**S. A. Poddubnyi, A. V. Kutuzov, A. I. Tsvetkov**  
**METHODS FOR DETERMINING THE DEGREE OF OVERGROWING OF SHALLOW**  
**WATER IN THE RYBINSK RESERVOIR USING EARTH REMOTE SENSING DATA**  
**AND LONG-TERM HYDROBOTANIC STUDIES**

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute  
for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), [spod@ibiw.ru](mailto:spod@ibiw.ru), [kutuzov@ibiw.ru](mailto:kutuzov@ibiw.ru)

Мелководные территории – это зоны особого влияния на биологическую продуктивность крупных пресноводных и солоноводных водоёмов (Минеева, 2009). Проблема пространственного определения границ мелководных пространств не решена, как и нет общепринятого определения, какие территории однозначно относятся к мелководьям (Поддубный, 2013а, б). Основное внимание нашего исследования сосредоточено на защищённых мелководьях, так как там ярче всего проявляются процессы зарастания мелководий (Поддубный и др., 2017).

На выбранных участках Рыбинского водохранилища (о. Радовский и Мшичинский залив) площадь защищённых мелководий занимает около 90% всей мелководной части. Для выявления мелководий и крупномасштабного картографирования использовались

спутниковые материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) спутники Landsat-8 и Sentinel-2. Обработка пространственных данных и вычисление количественных характеристик (площади) проводилось в различных географических информационных системах ГИС. В ходе работ:

- проанализирован ряд многолетних данных гидроботанических исследований Рыбинского водохранилища (с 1947 по 2019 гг.);
- предложен и реализован метод построения цифровой модели рельефа побережья крупных водохранилищ, на основе анализа серии спутниковых снимков (ДЗЗ) для периодов разных уровней стояния вод Рыбинского водохранилища;
- вычислены морфометрические характеристики защищённых мелководий, при использовании ГИС для обработки и анализа пространственных данных.

На протяжении 52 лет, с 1947 г. наблюдалось постепенное зарастание мелководий Рыбинского водохранилища, отмечался пульсирующий характер зарастания в зависимости от уровня водохранилища (Папченков, 2013). По имеющимся данным восстановлена динамика зарастания для защищённого (заостровного) мелководья о. Радовский: с 1947 г. до 1989 г. площадь макрофитов увеличилась с 2,3% до 41,7%. В 2009 г. показано значительное снижение площади макрофитов до 29,3%, что может быть объяснено неблагоприятным воздействием повышенного уровня водохранилища на протяжении ряда лет и сопутствующими волновыми процессами.

Результаты определения площадей открытой воды о. Радовский по ДЗЗ и аэрофотоснимкам, по нашим данным: 3,288 км<sup>2</sup> для снимка 1989 г. и 1,447 км<sup>2</sup> для снимка 2019 г. Увеличение площади зарастания водоёма воздушно-водной растительностью достигает здесь +1,841 км<sup>2</sup> (+56%) при близких уровнях водохранилища 100,5 м и 100,2 м (1989 и 2019 гг., соответственно) в сезон активной вегетации. Этот период с 2009 по 2019 гг. был сравнительно маловодным, по результатам анализа многолетних данных уровня водохранилища.

На основе серии архивных данных спутниковой съёмки (ДЗЗ) района Рыбинского водохранилища получены контуры побережья для разных уровней сработки воды. Контуры водохранилища получены, как правило, автоматизированной обработкой сцен спутниковой съёмки среднего пространственного разрешения (до 10 м/пиксель) в ближнем инфракрасном оптическом диапазоне.

Для 5 участков мелководий дополнительно проведена экспертная обработка результатов автоматического оконтуривания с целью удаления артефактов векторизации. Из них выбраны 2 участка (о. Радовский и Мшичинский залив), где проведено детальное картографическое обследование, с привлечением дополнительных данных и снимков ДЗЗ высокого разрешения (до 0,6м/пиксель) (табл.).

Таблица. Площади затопления 5 контрастных участков прибрежной полосы: защищённых мелководий и заболоченных территорий, сопряженных с Рыбинским водохранилищем (по результатам ГИС обработки данных ДЗЗ за 2013–2018 гг.).

Интервал высот, м	S для о. Радовский, км <sup>2</sup>	S для о-вов Трясье, км <sup>2</sup>	S для о-ва Святовской мох, км <sup>2</sup>	S для залива Мшичинский, км <sup>2</sup>	S для о-вов Мякса, км <sup>2</sup>
Менее 99	0,423	0,189	1,227	0,358	9,008
101–102	6,598	5,357	16,938	6,656	60,578

Кутузов А. В., Транквилевский Д. В., Царенко В. А., Жуков В. И. Возможности использования данных дистанционного зондирования при геоэкологическом исследовании водных антропогенных комплексов и их побережий при обеспечении контроля за природно-очаговыми и паразитарными инфекциями // Дезинфекционное дело. 2013. №1. С. 37–41.

Минеева Н. М. Первичная продукция планктона в водохранилищах Волги / Н. М. Минеева. Отв. ред. А. И. Копылов. Ярославль: Принтхаус, 2009. 279 с.

- Папченков В. Г. Степень зарастания Рыбинского водохранилища и продуктивность его растительного покрова // Биология внутренних вод. 2013. № 1. С. 24–31.
- Поддубный С. А. Защищенные мелководья верхневолжских водохранилищ и их экологическое значение // Вода: химия и экология. 2013а. № 11 (65). С. 35–40.
- Поддубный С. А. Многолетние изменения площадей и объемов мелководной зоны верхневолжских водохранилищ в зависимости от колебаний уровня воды // Вода: химия и экология. 2013б. № 8 (62). С. 3–7.
- Поддубный С. А., Папченков В. Г., Чемерис Е. В., Бобров А. А. Зарастание защищённых мелководий верхневолжских водохранилищ в связи с их морфометрией // Биология внутренних вод. 2017. № 1. С. 65–73.
- Чемерис Е. В., Кутузов А. В., Ефимов Д. Ю., Гришуткин О. Г. Изменение растительного покрова оз. Плещеево (Ярославская обл.) с 1899 по 2017 гг. // Труды ИБВВ РАН. 2020. Вып. 90(93). С. 33–52.
- Kutuzov A. V. The use of modern and archive remote sensing data for GIS monitoring of riparian ecosystems // Ecosystem Transformation. 2018. N 1 (1). P. 24–28.

**А. В. Разумовская, О. В. Петрова**

## **ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ МАКРОФИТОВ ОЗЕРА ИМАНДРА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**A. V. Razumovskaya, O. V. Petrova**

## **MACROPHYTE FLORA AND VEGETATION OF IMANDRA LAKE (MURMANSK REGION)**

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Апатиты, Россия (Institute on the North Industrial Ecology Problems KSC RAS, Apatity, Russia), anna-lynx@mail.ru

Северотаёжное озеро Имандра – крупнейшее в Мурманской области – относится к водоёмам олиготрофного низкоминерализованного типа. Вода в фоновых условиях характеризуется высокой прозрачностью, кроме редких устьевых участков рек, несущих окрашенные торфяной органикой воды. Акватория открытых плесов с глубинами более 4–5 м свободна от макрофитной растительности, которая достигает наибольшего развития в прогреваемых и защищенных от ветро-волновой активности мелководных губах и заливах, преимущественно на песчаных и илистых грунтах. С середины XX века отдельные губы и заливы озера подвергаются антропогенному загрязнению и эвтрофированию, ведущими к значительным изменениям качества биотопов и состава ценофлор.

В составе флоры Имандры известно 60 видов сосудистых растений из 21 семейства (59 на момент публикации списка (Разумовская, Петрова, 2017) + *Batrachium eradatum* Fries., найденный в заливе Узкая Салма и губе Кислой в 2017 г.) и водный мох *Fontinales antypyretica* Hedw. Облик растительного покрова определяют рдесты: *Potamogeton gramineus*, *P. praelongus* и, в условиях эвтрофикации – *P. perfoliatus*, образуя монодоминантные, часто редкотравные сообщества на значительных пространствах, включая мелководные участки плесов; травостой *Phragmites australis* занимают обширные участки мелководий закрытых губ; *Ranunculus reptans* и *Subularia aquatica* часто формируют подводный ярус растительности на глубинах до 1,5–2 м, в том числе, под синузиями рдестов. Самым активным видом во флоре является *Potamogeton gramineus*, с высоким постоянством встречающийся в составе сообществ классов *Potametea* и *Littorelletea uniflorae*.

В результате классификации высшей водной растительности Имандры выделено 24 ассоциации и 2 сообщества из 10 союзов, 8 порядков, 4 классов и 2 безранговых сообщества.

Продромус растительности макрофитов озера Имандра:

Класс *Lemnetea* Tüxen 1953

Порядок *Utricularietalia* den Hartog et Segal 1964

Союз *Utricularion vulgaris* Passarge 1964

Акц. *Utricularietum vulgaris* Passarge 1964

Класс *Potametea* Klika in Klika et Novák 1941

Порядок *Potametalia* W. Koch 1926

- Союз *Nymphaeion albae* Oberdorfer 1957  
 Acc. *Nurpharetum spennerianae* Teteryuk et Solomesch 2003
- Союз *Potamion* Miljan 1933  
 Acc. *Potamogetonatum praelongi* (Sauer 1937) Hild 1959  
 Acc. *Potamogetonatum perfoliati* (W. Koch 1926) Pass. 1964  
 Acc. *Potametum filiformis* W. Koch ex Oberdorfer 1957  
 Acc. *Potametum graminei* (W. Koch 1926) Pass. 1964  
 Acc. *Potametum berchtoldii* Krasovskaja 1959  
 Acc. *Potamogeton friesii* Tomaszewicz ex Sumberova 2011
- Порядок *Callitricho-Batrachietalia* Passarge 1978  
 Союз *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964  
 Acc. *Ranunculetum peltari* Passarge (1957)  
 Acc. *Potamogeton praelongii-Batrachium peltatum* (Schrank) C. Presl  
 Acc. *Myriophyllo alterniflori-Potamogetonatum praelongi* (Pietsch 1984) Passarge 1992  
 Acc. *Myriophylletum alterniflori* Chouard 1924  
 Acc. *Myriophylletum alterniflori-Potamogetonatum graminei* Pietsch 1984
- Порядок *Fontinalietalia antipyreticae* von Hübschmannn 1957  
 Союз *Fontinalion antipyreticae* W. Koch 1936  
 Acc. *Fontinalietum antipyreticae* Greter 1936
- Класс *Littorelletea uniflorae* Br.-Bl. et Tüxen ex Westhoff et al. 1946  
 Порядок *Littorelletalia uniflorae* Koch ex Tüxen 1937  
 Союз *Littorellion uniflorae* Koch 1926  
 Acc. *Isoëtetum echinosporae* Koch ex Dierssen 1975  
 Acc. *Callitricho palustris-Subularietum aquaticae* de Molenaar ex Chepinoga 2014  
 Acc. *Subulario-Ranunculetum reptantis* Hadač 1971  
 Acc. *Callitricho palustris-Sparganietum angustifolii* Braun-Blanq. ex Oberd. 1957  
 Сообщество *Potamogetonatum graminei-Subularietum aquaticae*  
 Сообщество *Subulario-Potametum pusilli*
- Порядок *Utricularietalia intermedio-minoris* Pietsch 1965  
 Союз *Sphagno-Utricularion* Müller et Görs 1960  
 Acc. *Sparganietum minimi* Tx. Ex Oberdorfer 1957
- Класс *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941  
 Порядок *Phragmitetalia* W. Koch 1926  
 Союз *Phragmition communis* W. Koch 1926  
 Acc. *Phragmitetum australis* Savich 1926  
 Acc. *Equisetetum flviatilis* Steffen 1931
- Порядок *Magno-Caricetalia* Pignatti 1953  
 Союз *Magnocaricion elatae* Koch 1926  
 Acc. *Caricetum rostratae* Rübel 1912  
 Acc. *Caricetum aquatilis* Savich 1926  
 Союз *Cicution virosae* Hejný ex Segal in Westh. et Den Held 1969  
 Acc. *Comaretum palustris* Markov et al. 1955
- Класс?
- Сообщество *Myriophylletum alterniflori-Alopecuretum aequalis*  
 Сообщество *Caricetum acutae-Deschampsietum cespitosum*

Класс *Potametea* является ведущим в формировании ценоотического разнообразия Имандры, что характерно для водоёмов Северной Евразии в целом (Chepinoga et al., 2013). Флора макрофитов озера, на 2/3 состоящая из полизональных видов, подчеркивает азональный

характер водной растительности. Тем не менее, специфический «олиготрофный» набор ассоциаций классов *Potametea* и *Littorelletea uniflorae*, слабая представленность класса *Lemnetea*, характерная малообильность и низкая видовая насыщенность сообществ выделяют макрофитную растительность Имандры из фитоценологических рядов водоёмов и регионов умеренной зоны и сближают с растительностью альпийского пояса и севера Европы: Норвегии, Швеции, Шотландии и других субарктических регионов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (18-05-60125).

Разумовская А. В., Петрова О. В. Флора макрофитов озера Имандра // Бот. журн. 2017. Т. 102. № 1. С. 62–78.

Chepinoga V. V., Bergmeier E., Rosbakh S. A., Fleckenstein K. M. Classification of aquatic vegetation (Potametea) in Baikal Siberia, Russia, and its diversity in a northern Eurasian context // Phytocoenologia. 2013. Vol. 43, Is. 1–2. P. 127–167.

**М. М. Рассказова, А. А. Артамонова, Д. А. Балдов, Р. О. Шаталова, Б. И. Сынзыныс  
ВЫБОР ИНФОРМАТИВНЫХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАДИОАКТИВНОГО  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЁМОВ С ПОМОЩЬЮ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА LEMNACEAE  
(РЯСКОВЫЕ)**

**M. M. Rasskazova, A. A. Artamonova, D. A. Baldov, R. O. Shatalova, B. I. Synzynys  
DETERMINATION OF INFORMATIVE CRITERIA FOR ASSESSMENT OF  
RADIOACTIVE CONTAMINATION OF WATER BY MEANS OF SPECIES OF THE  
LEMNACEAE FAMILY**

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Обнинск, Россия (Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering, Obninsk, Russia), rassmarina@mail.ru

Изучение изменений на разных уровнях структурной организации и функционирования экосистемы при радиоактивном загрязнении окружающей среды позволяет оценить негативные последствия для биотической среды при повышенном фоне ионизирующих излучений, установить закономерности и выявить безопасный уровень техногенного влияния на составляющие биогеоценозов (Кутлахмедов и др., 1988). В отечественных публикациях продемонстрирована чувствительность *Lemna minor* L. к ионизирующему излучению (ГОСТ 32426-2013).

Целью настоящего исследования было сравнение радиочувствительности *Lemna minor* и *Spirodela polyrhiza* после гамма-облучения в диапазоне доз 10–50 Гр. Для исследования были выбраны 2 вида семейства рясковых – *Lemna minor* (OECD Guidelines..., 2006) и *Spirodela polyrhiza* (легко идентифицируемый вид, что является одним из критериев при биоиндикационных исследованиях).

Облучение проводилось на базе ФГБНУ ВНИИРАЭ на установке ГУР-120, мощность дозы – 62 Гр/час. Диапазон выбранных доз выбран на основе анализа публикаций о радиочувствительности рясковых (Шумаева, Рассказова, 2017).

Образцы были отобраны в естественных водоёмах, перед экспериментом в течение месяца проводилась инкубация. Материал выдерживали в климатостате при заданных условиях на модифицированной среде Штейнберга.

В ходе исследования у *Spirodela polyrhiza* были выявлены значимые отличия от контроля при облучении в дозе 30 Гр по показателю прироста общей поверхности фрондов. Дальнейшее увеличение дозы не вызывало снижения прироста площади. Показано, что этот критерий информативен для данного вида, однако требуются дальнейшие исследования для уточнения влияния более высоких доз на данный показатель. Для *Lemna minor* отмечено значимое снижение площади фотосинтетической поверхности при облучении в дозе 20 Гр.



На рис. 1. видно, что облучение в дозе 10 Гр вызывает увеличение удельной скорости роста относительно контроля, что согласуется с литературными сведениями о стимулирующем действии дозы 10 Гр (Бондарь и др., 2016). Однако показано, что облучение вызывает расхождение фрондов вследствие разрушения гиалиновой нити, связывающей между собой фронды, и увеличение числа особей происходит за счет расхождения фрондов. Показатель однофрондовых особей свидетельствует об угнетенном состоянии популяции рясковых, что нельзя рассматривать как положительный эффект. Дальнейшее увеличение дозы вызывает снижение удельной скорости роста. Значимое снижение удельной скорости роста *Lemna minor* отмечено при облучении в дозах 20, 40, 50 Гр. Для *Spirodela polyrhiza* не выявлено значимых различий в изученном диапазоне доз. Анализ доли хлорозов и некрозов не выявил дозовой зависимости у обоих видов.

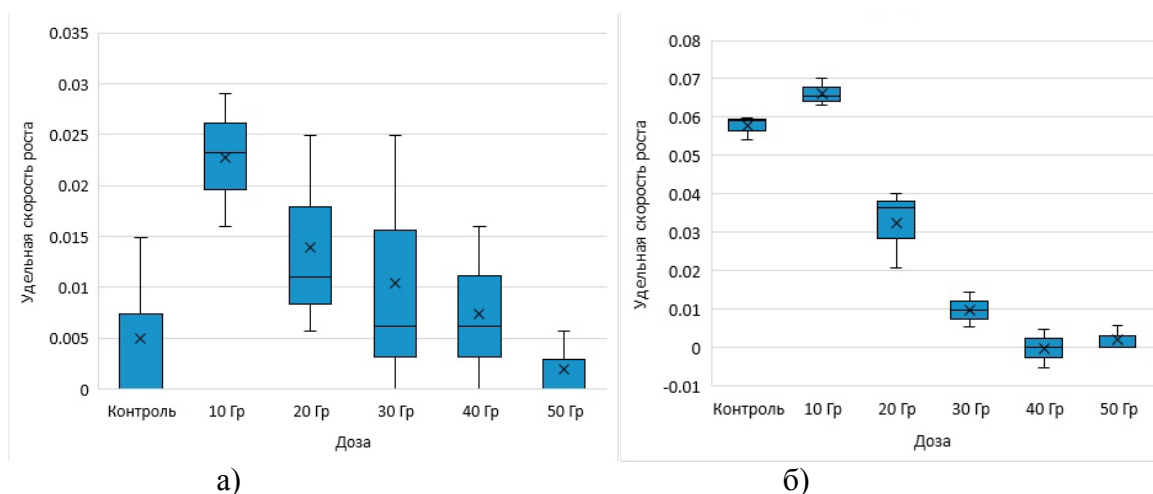


Рис. 1. Изменение площади поверхности фрондов *Spirodela polyrhiza* (а) и *Lemna minor* (б) в зависимости от дозы облучения.

Таким образом, полученные данные подтвердили чувствительность двух видов к острому гамма-облучению, однако для биотестирования следует использовать разные показатели: для *Lemna minor* – удельную скорость роста, для *Spirodela polyrhiza* – изменение общей поверхности фрондов.

OECD Guidelines for the testing chemicals. *Lemna* sp. Growth Inhibition Test. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris, 2006. 22 p.

ГОСТ 32426-2013. Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Испытание ряски на угнетение роста. 2013. С. 1–32.

Бондарь И. С., Юшкова Е. А., Зайнуллин В. Г. Влияние гамма-излучения на морфометрические характеристики ряски малой (*Lemna minor* L.) // Радиационная биология. Радиоэкология. 2016. Т. 56. № 6. С. 617–622.

Кутлахмедов Ю. А., Поликарпов Г. Г., Корогодин В. И. Принципы и методы оценки радиоемкости экологических систем // В Сб. научных трудов: Эвристичность радиобиологии / Ред. Д. М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1988. С. 109–115.

Шумаева Е. В., Рассказова М. М. Эффекты действия гамма-излучения на морфологические и биохимические показатели ряски малой *Lemna minor* // Техногенные системы и экологический риск: Тезисы докладов I Международной (XIV Региональной) научной конференции/ Под общ. ред. А. А. Удаловой. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2017. С. 288.

**М. В. Ремизова<sup>1</sup>, Ш. Р. Ядав<sup>2</sup>, А. Н. Чандор<sup>3</sup>, Д. Д. Соколов<sup>1</sup>**  
**ПАТТЕРНЫ СТРОЕНИЯ ЦВЕТКА У *ERIOCAULON* (ERIOCAULACEAE: POALES)**  
**M. V. Remizowa<sup>1</sup>, S. R. Yadav<sup>2</sup>, A. N. Chandore<sup>3</sup>, D. D. Sokoloff<sup>1</sup>**  
**PATTERNS OF FLOWER CONSTRUCTION IN *ERIOCAULON* (ERIOCAULACEAE: POALES)**

<sup>1</sup> Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия  
(Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia), margarita.remizowa@gmail.com,  
sokoloff-v@yandex.ru

<sup>2</sup> Университет Шиваджи, Колхатур, Индия (Shivaji University, Kolhapur, India),  
sryadavdu@rediffmail.com

<sup>3</sup> Колледж им. А. Марате, Раджапур, Индия (Abasaheb Marathe Arts and New Commerce,  
Science College, Rajapur, India), arunchandore@gmail.com

Для представителей Eriocaulaceae характерны микроскопических размеров цветки типичного для однодольных тримерного пентациклического плана строения. Считают, что в цветках Eriocaulaceae, в том числе и представителей рода *Eriocaulon*, околоцветник двойной. Цветки сидят в пазухах столь же мелких кроющих листьев и собраны в многоцветковые рацемозные компактные соцветия-головки, которые сами по себе редко превышают в диаметре 1 см. Уникальная особенность Eriocaulaceae – «перевернутое» положение цветка относительно оси соцветия, медианный чашелистик в цветках Eriocaulaceae занимает адаксиальное, а не абаксиальное положение, которое свойственно остальным однодольным со сходным строением соцветия (Eichler, 1875; Hieronymus, 1888; Ronte, 1891; Ruhland, 1903; Hamann, 1964; Stützel, 1984). Цветки у представителей Eriocaulaceae функционально однополые, этот признак отличает их от близкородственных Xyridaceae и Mayacaceae (Stützel, 1998; Watanabe et al., 2015).

Разнообразие строения цветка у Eriocaulaceae чаще всего связано с переходом к димерным цветкам, отсутствием наружного круга тычинок, наличием и длиной трубки венчика и степенью прирастания тычинок к лепесткам (Ruhland, 1903; Stützel, 1984; Stützel, 1998; Rosa, Scatena, 2003; Giulietti et al., 2012; Silva et al., 2016). Для некоторых видов *Eriocaulon* диагностическим признаком считается отсутствие венчика (Ruhland, 1903; Ansari, Balakrishnan, 2009). Отсутствие внутреннего круга околоцветника у однодольных – явление достаточно редкое и обычно сопряжено с переходом к анемо- или гидрофилии. Среди других Eriocaulaceae отсутствие венчика, как и наружного круга андроея, характерно для *Lachnocaulon*, в тримерных трициклических цветках этого североамериканского растения правило чередования кругов не нарушено (Stützel, Gansser, 1996).

Детально строение и развитие цветка у видов *Eriocaulon* с редуцированным околоцветником не изучали. Нами для исследования был выбран представитель широко распространенной в тропиках группы *Eriocaulon cinereum* R. Br. s.l. вид *E. redactum* Ruhland (Ruhland, 1903; Ma et al., 2000; Gaikwad, Yadav, 2002; Ansari, Balakrishnan, 2009). Околоцветник женских цветков этих видов состоит из тонких свободных элементов, число которых варьирует по разным сообщениям от 0 до 3. Мужские цветки принципиально иного устройства – они с заметным околоцветником, состоящим из трубчатой чашечки и хорошо заметного венчика. Гомологии органов околоцветника у представителей выбранных для исследования видов не очевидны, разные авторы пришли к прямо противоположным выводам относительно того, какие элементы околоцветника исчезли у женских цветков (Ghazanfar, 1982; Steinberg, 1935; Oliveira, Bove, 2015).

Нами было изучено развитие цветка *E. redactum* в сравнении *E. dalzellii* Koernicke and *E. xeranthemum* Martius – видами, для которых характерен несомненно двукруговой околоцветник. Развитие цветка у всех видов идет одинаково вплоть до заложения гинецея. Различить женские и мужские цветки на ранних стадиях развития не представляется возможным. У всех изученных нами видов последовательность заложения органов цветка одинакова – сначала закладываются боковые чашелистики, затем медианный чашелистик;

следом одновременно появляются общие примордии лепестков и внутренних тычинок и примордии наружных тычинок, последним закладывается гинецей. Таким образом у видов с редуцированным околоцветником и в женских, и в мужских цветках закладываются все органы. Чашелистики у женских цветков срастаются, но только при основании. Начиная со средних стадий развития, часть органов перестают или даже не начинают увеличиваться в размерах. У женских цветков *E. cinereum* R. Br. и *E. redactum* эти органы представлены лепестками и тычинками, у мужских – только гинецеем. Таким образом, цветки *Eriocaulon* тримерные пентациклические. Наличие всех органов хотя бы в молодых цветках отличает *Eriocaulon* от *Lachnocaulon*: у последнего не выявлены рудименты каких-либо органов, цветки с самого начала развиваются как трициклические. Способы редукции органов, следовательно, различаются у этих двух родов. Для цветков *Eriocaulon* характерна супрессия части органов, а для *Lachnocaulon* – полная редукция (делеция) с потерей позиционной информации от утеранных органов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект 19-14-00055)

- Ansari R., Balakrishnan N. P. The family Eriocaulaceae in India. Dehra Dun: Bishen Singh & Mahendra Pal Singh, 2009.
- Eichler A. W. Blüthendiagramme. Leipzig: Engelmann, 1875. 357 s.
- Gaikwad S. P., Yadav S. R. Eriocaulaceae in Maharashtra // Biodivers. India. 2002. V. 1. P. 256–341.
- Giulietti A. M. et al. Molecular phylogeny, morphology and their implications for the taxonomy of Eriocaulaceae // Rodriguésia. 2012. V. 63. P. 1–19.
- Hamann U. Commelinales // A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien (ed. 12). Bd. 2. Berlin: Bornträger, 1964. S. 549–561.
- Hieronymus G. Eriocaulaceae // Die natürlichen Pflanzenfamilien Teil II. Abt. 4. Leipzig: Engelmann, 1888. C. 21–27.
- Ma W. L., Zhang Z., Stützel T. Eriocaulaceae // Flora of China. Beijing: Science Press, 2000. P. 7–17.
- Oliveira A. L. R. de, Bove C. P. *Eriocaulon* L. from Brazil: An annotated checklist and taxonomic novelties // Acta Bot. Bras. 2015. V. 29. P. 175–189.
- Ronte H. Beiträge zur Kenntnise der Blüthengestaltung einiger Tropenpflanzen // Flora. 1891. Bd. 74. S. 492–529.
- Rosa M. M., Scatena V. L. Floral anatomy of *Eriocaulon elichrysoides* and *Syngonanthus caulescens* (Eriocaulaceae) // Flora. 2003. Bd. 198. S. 188–199.
- Ruhland W. Eriocaulaceae // Das Pflanzenreich, IV. 30 (Heft 13). Leipzig: Engelmann, 1903. S. 1–294.
- Silva A. de L., Trovó M., Coan A. I. Floral development and vascularization help to explain merism evolution in *Paepalanthus* (Eriocaulaceae, Poales) // PeerJ. 2016. V. 4. e2811.
- Stützel T. Blüten und Infloreszenzmorphologische Untersuchungen zur Systematik der Eriocaulaceen // Diss. Bot. 1984. Bd. 71. S. 1–108.
- Stützel T. Eriocaulaceae // The families and genera of vascular plants. Vol. IV. Flowering Plants. Monocotyledons. Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae). Berlin: Springer, 1998. P. 197–207.
- Stützel T., Gansser N. Floral morphology of North American Eriocaulaceae and its taxonomic implications // Feddes Repert. 1996. Bd. 106. S. 495–502.
- Watanabe M. T. C., Hensold N., Sano P. T. *Syngonanthus androgynus*, a striking new species from South America, its phylogenetic placement and implications for evolution of bisexuality in Eriocaulaceae // PLoS ONE. 2015. V. 10. e0141187.

**Н. П. Савиных, С. В. Шабалкина**  
**«УЗЛОВЫЕ» БИОМОРФЫ КАК ЭТАПЫ В ЭВОЛЮЦИИ ВТОРИЧНО-ВОДНЫХ**  
**ТРАВ**

**N. P. Savinykh, S. V. Shabalkina**  
**«KEY» BIOMORPHS AS STAGES IN THE EVOLUTION OF SECONDARY AQUATIC**  
**GRASSES**

Вятский государственный университет, Киров, Россия (Vyatka State University, Kirov, Russia),  
savva\_09@mail.ru

Т. И. Серебряковой (1979, 1981) показано, что побеговые системы травянистых многолетников формируются по четырем моделям побегообразования – симподиальным длиннопобеговой и полурозеточной, моноподиальным длиннопобеговой и розеточной. Мы предположили, что трансформация габитуса наземных трав при освоении местообитаний с переменным увлажнением / обводнением и при вторичном заселении водоёмов, вероятно, могла идти в соответствии с этими моделями.

На основе сравнительно-морфологического анализа строения большого числа жизненных форм предложено понятие «узловая» биоморфа – габитус растения, отражающий приспособленность к условиям конкретного местообитания (статический аспект, модель) и определенный этап в эволюционных изменениях биоморф (динамический / эволюционный аспект). Она обозначена по названию вида модельного растения на латинском языке.

В этом сообщении продемонстрирован сравнительно-морфологический ряд узловых биоморф в соответствии с моноподиальной розеточной моделью побегообразования в градиенте повышения устойчивости увлажнения в направлении пойменные луга – побережья, пляжи – урез воды – водоём.

Моноподиальная розеточная модель характеризуется наличием двух функционально-различных осей: одна из них –  $n$ -го порядка – вегетативная, многолетняя; по длине междоузлий она может быть длиннопобеговой (встречается редко и присуща, как правило, геофитам – *Paris quadrifolia* L.). Чаще распространен вариант с розеточным побегом, который в данном случае выполняет ассимилирующую и запасающую функции, а также сохранение резервных почек для воспроизведения и регулярного возобновления. Боковые побеги –  $n+1$ -го порядка возникают у ряда видов из почек, подобных почкам возобновления по периоду покоя, у других – подобны побегам обогащения. Их функция – репродуктивная.

В качестве узловых биоморф в этом ряду выбраны *Butomus umbellatus* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Limosella aquatica* L., *Polygonum bistorta* L., описание побегообразования которых соответствует этим видам.

*Butomus umbellatus* – поликарпик; малолетник вегетативного происхождения; вегетативно слабо-подвижное неявнополицентрическое травянистое растение с неспециализированной нормальной морфологической дезинтеграцией, в течение нескольких лет нарастающими моноподиально вегетативными розеточными осями  $n$ -го порядка и однолетними удлинёнными вегетативно-генеративными осями  $n+1$ -го порядка; универсальный модуль – олигоциклическая олигокарпическая моноподиально нарастающая ось; геллофит.

*Eleocharis palustris* – поликарпик; малолетник вегетативного происхождения; вегетативно-подвижное явнополицентрическое травянистое растение с ранней полной специализированной морфологической дезинтеграцией, моноподиально нарастающей осью  $n$ -го порядка и боковыми парциальными образованиями – специализированными боковыми структурами нескольких порядков ветвления, развивающимися на основе побегов из пазушных почек оси  $n$ -го порядка в результате их итеративного ветвления; модель побегообразования моноподиальная длиннопобеговая; универсальные модули: 1) моноподиально нарастающая ось; 2) полурозеточный вегетативно-генеративный побег; геллофит.

*Limosella aquatica* – монокарпик; однолетник; вегетативно-подвижное явнополицентрическое травянистое растение с розеточным побегом  $n$ -го порядка и верхнерозеточными побегами  $n+1$ -го и последующих порядков ветвления; универсальный модуль – система зрелого моноподиального побега нескольких порядков ветвления; терофит.

*Polygonum bistorta* – поликарпик; многолетник; вегетативно слабо подвижное неявнополицентрическое травянистое растение с неспециализированной нормальной частичной морфологической дезинтеграцией, многолетними вегетативными розеточными осями  $n$ -го порядка и однолетними удлиненными вегетативно-генеративными осями  $n+1$ -го порядка; универсальный модуль – олигоциклическая олигокарпическая моноподиально нарастающая ось; гемикриптофит.

Исходной узловой биоморфой считаем *Polygonum bistorta*, изменения которой могли происходить в зависимости от условий в трех направлениях.

1. На влажных и рыхлых субстратах междоузлия оси  $n$ -го порядка вытягиваются, обеспечивая расселение и вегетативное размножение растения, при этом она утрачивает ассимиляционную функцию – модель *Eleocharis palustris*. Эта утрата компенсируется формированием полурозеточных боковых побегов с чешуевидными листьями, у которых оси выполняют ассимиляционную функцию из-за развития хлоренхимы. Кроме того, на их основе развиваются побеги следующих порядков с образованием парциального образования, подобного парциальному кусту у наземных трав – это итеративное ветвление, чем обеспечивается необходимая для успешной репродукции площадь ассимилирующей поверхности. Боковые оси представлены как полурозеточными монокарпическими побегами, так и побегами с неполным циклом развития. Биоморфа модели *Eleocharis palustris*, как стратегия жизни, обеспечивает существование растений на рыхлых субстратах, особенно в полосе прибоа.

2. По второй линии модель побегообразования сохраняется полностью – модель *Butomus umbellatus*, изменяется только морфологическая дезинтеграция: становится ранней, возникает итеративное ветвление, которое компенсирует развитие осей из спящих почек, обеспечивает длительное существование растения на занятой территории, а при укоренении и закрепление рамет.

3. Особое место занимает биоморфа модели *Limosella aquatica*. Сходство с моделью *Polygonum bistorta* – розеточность на начальных этапах онтогенеза. В отличие от исходной узловой биоморфы в модели *Limosella aquatica* развиваются силлептические укореняющиеся верхнерозеточные побеги нескольких порядков ветвления (итеративное), редуцируются запасающая функция побега  $n$ -го порядка и боковой вегетативно-генеративный побег до одного цветка, реализуется акселерация в вегетативной и репродуктивной сферах. У этой биоморфы сочетаются признаки обеих групп одноплодных растений в местообитаниях переменного увлажнения / обводнения: типичных монокарпиков-терофитов и однолетников вегетативного происхождения. За счет этого за относительно короткий вегетационный сезон происходит одновременное и длительное образование плодов и семян, что повышает вероятность успешного семенного воспроизведения монокарпика-терофита в условиях позднего осушения пляжей.

У растений, развивающихся по всем направлениям, вслед за нарастанием происходит укоренение, что обеспечивает закрепление особи, а это особенно необходимо в условиях уреза воды.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (13-04-01-057, 16-04-01073).

Серебрякова Т. И. Модели побегообразования и некоторые пути эволюции в роде *Gentiana* L. // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1979. Т. 84. Вып. 6. С. 97–109.

Серебрякова Т. И. Жизненные формы и модели побегообразования наземно-ползучих многолетних трав // Жизненные формы, структура, спектры и эволюция. М.: Наука, 1981. С. 161–179.

**К. Л. Савицкая**  
**О РАСПРОСТРАНЕНИИ *BERULA ERECTA* (HUDS.) COVILLE В ПРЕДЕЛАХ**  
**ПУХОВИЧСКОЙ РАВНИНЫ (БЕЛОРУССИЯ)**

**К. L. Savitskaya**  
**DISTRIBUTION OF *BERULA ERECTA* (HUDS.) COVILLE WITHIN THE PUKHOVICH**  
**PLAIN (BELARUS)**

Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Белоруссии, Минск,  
Белоруссия (V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of  
Sciences of Belarus, Minsk, Belarus), karina\_savv@mail.ru

Берула прямая (*Berula erecta* (Huds.) Coville, семейство Apiaceae Lindl.) – европейский, субмеридиональный водно-болотный вид, занесенный в Африку, Северную Америку и Австралию (Красная книга..., 2015). В последние десятилетия ареал вида расширяется в северном направлении под влиянием глобального изменения климата (Федотов и др., 2019). В Белоруссии, начиная с 1993 г., *B. erecta* находится под охраной государства в статусе уязвимого вида (VU, III категория охраны). В последнем издании Красной книги для республики приводится около 40 достоверно известных местонахождений берулы прямой, ни одно из которых не приурочено к территории юго-восточной части Минской области или к юго-западным районам Могилевской области (Красная книга, 2015), расположенным в границах Пуховичской водно-ледниковой равнины. При этом ещё в 2010 г. появилось сообщение о находке *B. erecta* в окрестностях д. Клетное в Пуховичском районе Минской области, сделанной в 2005 г. (Дубовик, Скуратович, 2010). Плановые исследования флоры и растительности водных экосистем Минской области в период с 2010 по 2018 гг. позволили подтвердить данную находку и обнаружить ещё несколько местонахождений вида в данном регионе (Савицкая, Джус, 2018; 2019) (рисунок, квадраты 54, 57, 67–68, 74, внутри квадратов отмечена локализация ценопопуляций). Однако основная часть локалитетов берулы прямой (квадраты 32, 42, 73, 44, 55–56, 83–85, рисунок) выявлена в пределах Пуховичской равнины автором статьи в результате проведения полевых работ по методу сеточного картирования в 2019–2020 гг., т. е. после обследования водоёмов и водотоков в каждой из 100 прямоугольных ячеек (размером 7,8×8,1 км) регулярной сетки, созданной средствами программы QGIS 3.4. Краткое описание новых местонахождений *B. erecta*, подтвержденных гербарными сборами, приводится ниже.

Минская область, Пуховичский район:

1) 0,7 км Ю-В деревни (д.) Дубовое; квадрат (кв.) 74; N 53,315299° E 28,003303°; река (р.) Птичь. 30.06.2019. Глубина (Гл.) 0,45 м. Мелкие куртины по краю сообщества тростника южного. Нередко на 200-метровом участке реки. 2) С окрестность (окр.) д. Выемка; кв. 74; N 53,320069° E 27,987289°; р. Птичь. 30.06.2019. Гл. 0,35 м. Редко на 150-метровом участке реки. 3) В окр. д. Поречье (вблизи моста); кв. 73; N 53,328689° E 27,934185°. 30.06.2019. Крупные парциальные кусты (п.к.) (более 50 побегов) вблизи моста.

Минская область, Узденский район:

1) 0,8 км и 1 км Ю-З д. Сымончицы; кв. 44; N 53,469873° E 27,241922° – 1-ый локус, N 53,46807° E 27,240052° – 2-ой локус; р. Уздынка. 09.06.2020. Гл. 1,3 м. Вдоль ценоза тростника южного. 1-ый локус – 23 парциальных побега (п.п.), 2-ой – 18. 2) Ю-З окр. д. Рачица; кв. 55; N 53,341928° E 27,148369°; р. Лоша. 09.06.2020. На мелководье у песчаного берега. 3) 4,2 км Ю-В д. Слобода; кв. 56; N 53,350095° E 27,354984°; р. Лоша. 27.06.2020. Гл. 0,5–1,1 м. Единичные побеги или небольшие куртины, часто на 300-метровом отрезке реки. 4) 0,7 км С-В агрогородка Могильно; кв. 42; N 53,417572° E 26,993239°; р. Неман. 27.06.2020. По берегу и на гл. 0,25–0,4 м. Нередко на 100-метровом участке. П.к. с 6–11 побегами. 5) В окр. д. Зеньковичи; кв. 32; N 53,500302° E 27,254966° (начальная точка) N 53,491687° E 27,25655° (конечная); р. Уздынка. 27.06.2020. Гл. 0,4–1,5 м. 6 равномерно рассредоточенных п.к. из 6, более 50, 30, 5, 10, 1 побегов.

Могилевская область, Осиповичский район:

1) 1 км С-В д. Житин; кв. 83; N 53,244696° E 28,191203°; р. Птичь. 25.06.2020. Несколько п. п. на мелководье у берега около моста, граничит с фитоценозом осоки острой. 2) С окр. д. Дричин; кв. 84; N 53,221932° E 28,227158°; р. Птичь. 25.06.2020. 9 п. п. на небольшом острове между деревянными сваями старого моста и на гл. 1,2 м. 3) 2,5 км С-З д. Крынка; кв. 85; N 53,229358° E 28,356417°; р. Птичь. 25.06.2020. Гл. 1,5 м. Нередко на 50-метровом отрезке реки, микрогруппировки (более 50 побегов) в сообществе осоки острой.

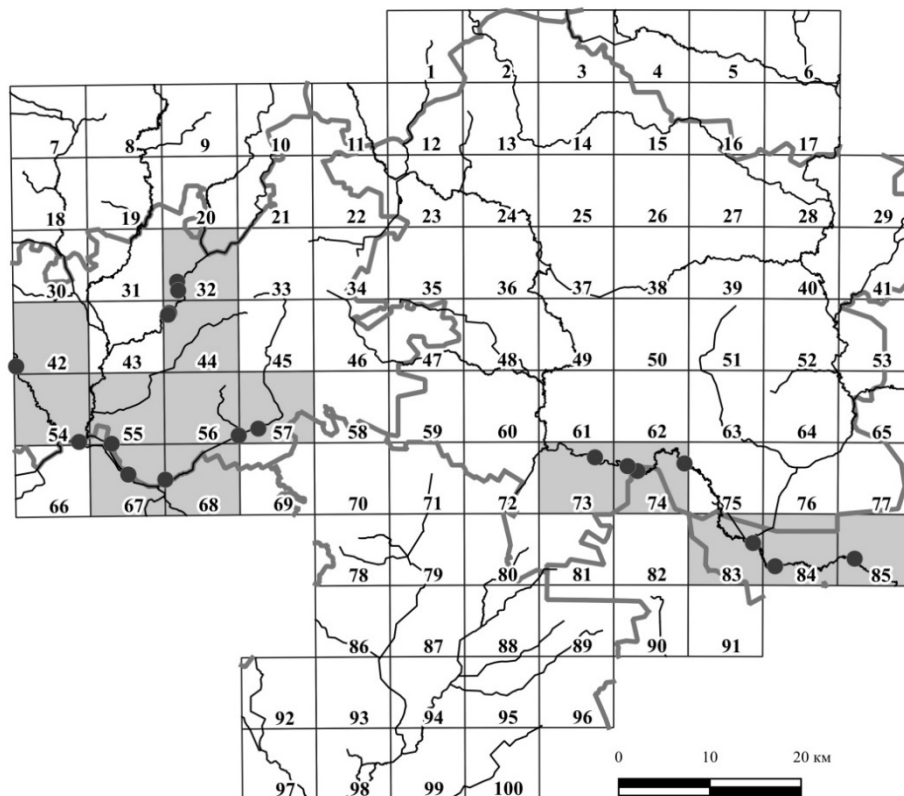


Рис. Местонахождения *Berula erecta* на территории Пуховичской равнины.

Таким образом, *B. erecta* встречается в западной и юго-восточной частях Пуховичской равнины (в 14 из 100 кв.) в среднем и нижнем течении рек Неман, Птичь, Уздянка, Лоша, занимая прибрежные биотопы канализированных и естественных участков русел этих водотоков. Воспроизводство ценопопуляций вида преимущественно вегетативное, развитие парциальных побегов – в пределах нормы, генеративные побеги образуются изредка (в кв. 73–74, 85). Новые сведения о местах произрастания берулы прямой могут быть полезны при организации охраны обнаруженных ценопопуляций и подготовке охранных паспортов.

Дубовик Д. В., Скуратович А. Н. О новых для флоры Беларуси местонахождениях редких видов сосудистых растений / Ботаника (исследования): Сб. науч. тр. Вып. 38 / Мн: Право и экономика. 2010. С. 391–404.

Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. Мн: Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. 448 с.

Савицкая К. Л., Джус М. А. Новые местонахождения редких и охраняемых видов растений водных экосистем Минской области и Национального парка «Беловежская пуща» // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. 2018. Т. 63. № 4. С. 437–446.

Савицкая К. Л., Джус М. А. О находках редких видов водных растений в Минской области // Веснік ВДУ. № 4 (105). 2019. С. 41–53.

Федотов В. И. и др. Отклик биоты ландшафтов на углубляющиеся изменения климата в центральном регионе Европейской России / Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: Матер. междунар. науч.-практ. конф. (г. Воронеж, 3–5 октября 2019 г.). Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. Т. 2. С. 205–208.

**К. Л. Савицкая**  
**РАСТИТЕЛЬНОСТЬ РЕКИ НАРЕВКА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «БЕЛОВЕЖСКАЯ**  
**ПУЩА», БЕЛОРУССИЯ)**

**K. L. Savitskaya**  
**VEGETATION OF NAREVKA RIVER (THE NATIONAL PARK «BELOVEZHSKAYA**  
**PUSHCHA», BELARUS)**

Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Белоруссии, Минск,  
Белоруссия (V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of  
Sciences of Belarus, Minsk, Belarus), karina\_savv@mail.ru

Изучение растительности малой спрямленной реки Наревка (длиной 61 км, с площадью водосбора 303 км<sup>2</sup>, уклоном 1,4 ‰ (Блакiтны скарб..., 2007)) проводилось в 2019 г. в рамках проекта по ревитализации этого трансграничного водотока Беловежской пущи, поддерживающего водный режим прилегающих лесных массивов и связанного с уникальным низинным болотом Дикий Никор. Обследован растительный покров более 6 км русла Наревки в Пружанском районе Брестской области, начиная от пункта её слияния с рекой Тисовка и до места впадения в нее левобережного притока вблизи пограничной зоны.

Зафиксированы последовательные (в направлении течения реки) изменения морфометрических характеристик русла и других параметров (приведены в таблице), которые коррелируют со степенью зарастания и разнообразием фитоценозов на различных отрезках водотока (Рисунок). При этом основным лимитирующим фактором, определяющим линейную дифференциацию растительного покрова реки, является градиент глубин (от 0,95 до 0,15 м).

Сообщества водной и прибрежно-водной растительности Наревки относятся к 13 ассоциациям, 8 союзам, 7 порядкам, 4 классам эколого-флористической системы Ж. Браун-Бланке. Низкий уровень фитоценотического разнообразия реки проявляется в немногочисленности ассоциаций, достаточно равномерно рассредоточенных по различным синтаксонам более высокого ранга. В структуре крупнейших фитоценозов по числу ассоциаций (асс.) заметно преобладают классы прибрежно-водной растительности – *Phragmito-Magnocaricetea Klika* in *Klika et Novák* 1941 (62%), *Bidentetea Tx. et al. ex von Rochow* 1951 (8%) (9 асс.) по сравнению с представленностью ассоциаций водных сообществ из классов *Lemnetea O. de Bolós et Masclans* 1955 (15%) и *Potamogetonetea Klika* in *Klika et Novák* 1941 (15%) (4 асс.). Примечательно, что данная пропорция является верной и для соотношения реальных площадей зарастания реки фитоценозами водной и прибрежно-водной растительности. Если все ассоциации гидрофитов (исключение – мелкоконтурные и фрагментарные ценозы асс. *Hydrocharitetum morsus-ranae* van *Langendonck* 1935) доминируют только на единичных отрезках водотока, то сообщества высокотравных и низкотравных гелофитов распространяются с большим постоянством вдоль берегов и, очень часто, внутри русла на всем исследованном участке реки. Береговая зона практически полностью занята попеременно встречающимися лентовидными по форме сообществами асс. *Phragmitetum australis* Savich 1926 и асс. *Phalaridetum arundinaceae* W. Koch ex Libb. 1931 (варианты *typica* и *Carex acuta*). Иные ассоциации прибрежно-водной растительности союза *Phragmition communis* Koch 1926, а также союзов *Magnocaricion gracilis* Géhu 1961 и *Bidention tripartitae* Nordhagen ex *Klika et Nadač* 1944 представлены единичными, занимающими малую площадь, сообществами. Степень зарастания реки оценена в 85% и соответствует баллу 7 по шкале В. Г. Папченкова – «очень сильно заросшие реки» (Папченков, 2003).

В настоящее время растительность Наревки находится на стадии элиминации сообществ гидрофитов и активного распространения фитоценозов высокотравных и низкотравных гелофитов. В случае отсутствия мер по восстановлению гидрологического режима реки (которое должно привести к повышению уровня воды), следует ожидать полного зарастания русла Наревки вначале прибрежно-водной, а затем лугово-болотной и луговой растительностью.



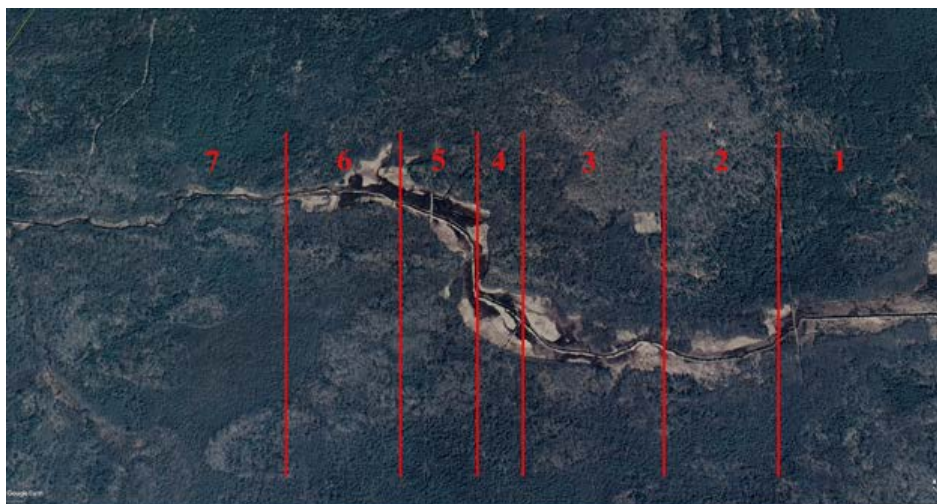


Рис. Карта-схема линейной дифференциации русла реки Наревка по особенностям растительного покрова (1–7 – номера участков).

Таблица. Фитоценотический состав растительности в границах разных участков Наревки.

Номер участка	Средняя глубина, м	Ширина русла, м	Меандрированность русла	Зоогенные преобразования водотока	Открытость поймы	GPS-координаты, (начальная точка), северная широта, восточная долгота	Ассоциации растительности (акватория; берег)
1	0,9	3–4	–	–	+	52,669508° 23,982499°	- Potamogetono-Nupharetum luteae Müller et Görs 1960 (субасс. P.-N. l. lemnetosum minoris); осенью (также на участках № 2, 5) Lemnetum minoris von Soó 1927, Hydrocharitetum morsus-ranae; - Phragmitetum australis, Phalaridetum arundinaceae
2	1,2	2–2,5	±	–	±	52,668320° 23,968193°	- отсутствуют; - Phragmitetum australis
3	0,25	2,5–3	±	+	+	52,668243° 23,957903°	- Sagittario sagittifoliae–Sparganietum emersi Tüxen 1953, Sparganietum erecti Roll 1938, Phragmitetum australis
4	0,05–0,1	4,5	–	–	+	52,669114° 23,947012°	- Lemnetum minoris, Schoenoplectetum lacustris Chouard 1924; - Phalaridetum arundinaceae
5	0,45	3–4,5	–	–	+	52,670546° 23,943222°	- Potamogetonetum natantis Hild 1959, Sagittario sagittifoliae–Sparganietum emersi; - Caricetum gracilis Savich 1926, Phalaridetum arundinaceae
6	0–0,1	3–4	+	+	+	52,675844° 23,936302°	- Sparganietum emersi Mirkin, Gogoleva et Kononov 1985; - Polygonetum hydropiperis Pass. 1965, Caricetum gracilis, Phalaridetum arundinaceae, Phragmitetum australis
7	0,1–0,2	3–4	+	+	–	52,676497° 23,925315°	- Sagittario sagittifoliae–Sparganietum emersi; - Phragmitetum australis, Caricetum gracilis, Phalaridetum arundinaceae

**С. Е. Садогурский, Т. В. Белич, С. А. Садогурская**  
**РЕВИЗИЯ ФЛОРЫ МОРСКИХ МАКРОФИТОВ В ЗАПОВЕДНИКАХ КРЫМА**  
**S. E. Sadogurskii, T. V. Belich, S. A. Sadogurskaya**  
**REVISION OF MARINE MACROPHYTES FLORA IN NATURE RESERVES OF**  
**CRIMEA**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, Ялта (Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center, Yalta), ssadogurskij@yandex.ru

Крым занимает почти островное положение, вдоль его морских берегов сосредоточены не только население и инфраструктура, но и большинство заповедных объектов. Последние эффективны, если функционируют как единые по площади и управлению территориально-аквальные комплексы (ТАК) (Садогурский и др., 2006, 2017). Природные заповедники (ПЗ), пять из которых – ТАК, являются основой природоохранной системы региона. Структурный и функциональный фундамент прибрежно-морских биотопов (включая лагуны) формирует макрофитобентос. Донная растительность крымских ПЗ охарактеризована в сводке (Фіторізноманіття..., 2012). Эти сведения актуальны, но информация о флоре устарела: регистрируются новые таксоны, произошли номенклатурно-таксономические изменения. По собственным и литературным данным выполнена ревизия флоры морских макрофитов ПЗ Крыма (Sadogurskiy et al., 2019). Номенклатура и таксономия макроводорослей отделов Chlorophyta, Ochrophyta, Rhodophyta и Charophyta дана по (Guiry, Guiry, 2020), представителей Tracheophyta – по (Catalogue..., 2020). Установлено, что морская макрофлора филиала Крымского ПЗ «Лебяжий острова» (по факту с 2018 г. самостоятельный ПЗ) включает 97 видов (здесь и далее учтены внутривидовые таксоны в ранге вида): Chlorophyta (Chl) – 30, Ochrophyta (Oh) – 11, Rhodophyta (Rh) – 47, Tracheophyta (Tr) – 7, Charophyta (Chr) – 2; таксономическая структура: 8 классов (К), 22 порядка (П), 31 семейство (С), 51 род (Р). Флора ПЗ «Мыс Мартыан» (по факту с 2015 г. в статусе природного парка) включает 154 вида: Chl – 37, Oh – 30, Rh – 82, Tr – 2; 7К, 29П, 47С, 80Р. Флора Карадагского ПЗ включает 191 вид: Chl – 46, Oh – 47, Rh – 98; 7К, 31П, 49С, 90Р. Флора Опукского ПЗ включает 84 вида: Chl – 21, Oh – 18, Rh – 44, Tr – 1; 7К, 22П, 33С, 50Р. Флора Казантипского ПЗ включает 73 вида: Chl – 33, Oh – 11, Rh – 25, Tr – 4; 7К, 19П, 28С, 37Р. Таким образом, в морских акваториях ПЗ Крыма зарегистрировано 240 видов: Chl – 61, Ph – 57, Rh – 113, Tr – 7, Chr – 2; 9К, 34П, 62С, 120Р. По современным представлениям (Black..., 2014) – это 53% всех макрофитов, встречающихся в Азово-Черноморском бассейне. Раритетная фракция флоры насчитывает 49 видов (максимально у Мартыана и Карадага – 39 и 37 видов соответственно). В их границах локализованы биотопы, подлежащие особой охране по Директиве ЕС о местообитаниях (Council Directive 92/43/EEC). Все пять объектов являются элементами экосети «Emerald», четыре – водно-болотными угодьями международного значения (Updated..., 2018; Ramsar..., 2020). Главной угрозой биоразнообразию морских акваторий ПЗ Крыма остаётся трансформация биотопов вследствие антропогенного воздействия со стороны прилегающих участков; наметилась проблема, связанная с изменением границ и статуса объектов. Но результаты ревизии свидетельствуют, что ПЗ Крыма остаются ключевым звеном в системе сохранения природного фиторазнообразия и поддержания экологического баланса в одном из наиболее густонаселённых районов Восточной Европы.

Садогурский С. Е., Садогурская С. А., Белич Т. В. О стратегии охраны территориально-аквальных комплексов // Междунар. науч. конф. «Проблемы биологической океанографии XXI века», посв. 135-летию ИнБЮМ (19–21.09.2006, Севастополь). Севастополь, 2006. С. 81.

- Садогурський С. Ю., Рифф Л. Е., Садогурська С. О., Беліч Т. В. До стратегії збереження природного фіторізноманіття берегової зони моря // Мат. 14 з'їзду УБТ (25–26.04.2017, Київ). Київ. 2017. С. 134.
- Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України. Ч. 1. Біосферні заповідники. Природні заповідники. / Ред. В. А. Онищенко і Т. Л. Андрієнко. Київ: Фітосоціоцентр, 2012. 406 с.
- Black Sea phytobenthos check-list // Black Sea Monitoring Guidelines. Macrophytobenthos. 2014. P. 25–89. [http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual\\_macrophytes\\_EMBLAS\\_ann.pdf](http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual_macrophytes_EMBLAS_ann.pdf). (accessed 10.04.2020).
- Catalogue of Life. 2019. <http://www.catalogueoflife.org>. (accessed 10.04.2020).
- Guiry M. D., Guiry G. M. AlgaeBase. World-wide electronic publication. Nat. Univ. Ireland, Galway. 2020. URL: <http://www.algaebase.org>. (accessed 10.04.2020).
- Ramsar List (The list of wetlands of international importance. Published 25 February 2020). 2020, 55 p. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/sitelist.pdf> (accessed 10.04.2020).
- Sadogurskiy S. Ye., Belich T. V., Sadogurskaya S. A. Macrophytes of the marine water areas of the nature reserves in the Crimean Peninsula (Black Sea and Azov Sea) // International Journal on Algae. 2019. Vol. 21. N 3. P. 253–270.
- Updated list of officially adopted emerald sites (November 2018). T-PVS/PA(2018)22. 2018. Strasbourg. 37 p. <https://rm.coe.int/updated-list-of-officially-adopted-emerald-sites-november-2018-/16808f184d> (accessed 10.04.2020).

**А. С. Скороходова, С. И. Сиделев**

**МАКРОФИТЫ ИНГИБИРУЮТ РОСТ ФИТОПЛАНКТОНА И МИКРОЦИСТИН-ПРОДУЦИРУЮЩИХ ЦИАНОБАКТЕРИЙ: ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА МЕЛКОВОДНОМ ЭВТРОФНОМ ОЗЕРЕ**

**A. S. Skorokhodova, S. I. Sidelev**

**MACROPHYTES CONTROL A PHYTOPLANKTON GROWTH AND MICROCYSTIN-PRODUCING CYANOBACTERIA: FIELD STUDY ON THE SHALLOW EUTROPHIC LAKE**

Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова, Региональный Центр экологической безопасности водных ресурсов, Ярославль, Россия (Yaroslavl State University, Regional Center for Ecological Safety of Water Resources, Yaroslavl, Russia),  
[skorokhodova97@bk.ru](mailto:skorokhodova97@bk.ru), [sidelev@mail.ru](mailto:sidelev@mail.ru)

Макрофиты и фитопланктон – основные продуценты в озёрах. Концепция альтернативных стабильных состояний считается базовой моделью, объясняющей функционирование мелководных озёр либо с преобладанием зарослей макрофитов (режим “прозрачной воды”), либо с доминированием фитопланктона (режим “мутной воды”). Антропогенная эвтрофикация и другие экологические факторы могут приводить к сокращению макрофитового покрова озера с резким катастрофическим переходом экосистемы к стабильному гидробиологическому режиму “мутной воды”. В фитопланктоне начинают преобладать цианобактерии, в том числе токсичные виды, способные продуцировать опасные для человека микроцистины. В отечественной гидробиологии борьба с зарастанием озёр рассматривается как важный инструмент улучшения их состояния. Напротив, зарубежный опыт реабилитации эвтрофированных мелководных озёр показал, что восстановление зарослей макрофитов – ключевой этап борьбы с цветением воды с целью перевода экосистемы обратно в гидробиологический режим “прозрачной воды”. Однако для успешного применения подобных биотехнологий необходимо изучение механизмов экологических отношений между водными растениями и токсичными цианобактериями. Цель работы – изучение влияния макрофитов на пространственное распределение фитопланктона и токсигенных цианобактерий в озере Неро по данным натурных наблюдений в августе 2018 года. Проверяемая гипотеза – в присутствии плотных зарослей макрофитов происходит подавление развития токсигенных цианобактерий путем их биогенного лимитирования. Озеро Неро (Ярославская область) является уникальным модельным водоёмом, поскольку функционирует одновременно в двух стабильных состояниях: площадь озера, сплошь заросшая макрофитами в южной части, составляет около 25 %, в остальной части озера доминирует фитопланктон. План исследования заключался в сравнении макрофитной (*Potamogeton natans* L.,

*Ceratophyllum demersum* L., *Myriophyllum verticillatum* L., *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Typha angustifolia* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) и безмакрофитной зон озера. Концентрации хлорофилла "а" в сестоне и численность микроцистин-продуцирующих видов рода *Microcystis* оказались статистически значимо ниже в макрофитной зоне озера Неро. На участках с плотными зарослями макрофитов вследствие подавления роста водорослей и цианобактерий значительно возрастала прозрачность воды. Возможным экологическим механизмом, объясняющим низкий уровень обилия водорослей и токсигенных цианобактерий в зоне произрастания макрофитов, являлась конкуренция за биогенные элементы, в частности фосфор. Данная гипотеза подтверждалась положительной корреляцией между пространственным распределением концентраций общего фосфора, хлорофилла "а" и численностью токсигенных цианобактерий.

**В. В. Соловьева<sup>1</sup>, С. В. Саксонов<sup>2</sup>, А. Г. Лапиров<sup>3</sup>**  
**СТРАНИЦЫ БИОГРАФИИ ВЛАДИМИРА ГАВРИЛОВИЧА ПАПЧЕНКОВА**  
**V. V. Soloveva<sup>1</sup>, S. V. Saksonov<sup>2</sup>, A. G. Lapirov<sup>3</sup>**  
**PAGES OF VLADIMIR GAVRILOVICH PAPCHENKOV'S BIOGRAPHY**

<sup>1</sup> Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара, Россия (Samara State University of Social Sciences and Education, Samara, Russia), solversam@mail.ru

<sup>2</sup> Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия (Institute of Ecology of the Volga basin RAS, Togliatti, Russia), saxonoff@yandex.ru

<sup>3</sup> Институт биологии внутренних вод РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), a\_lapir@ibiw.ru

Владимир Гаврилович родился 20 октября 1949 года в г. Нелидово Калининской (ныне Тверской) области. В 1966 году, после окончания 10-го класса школы № 3 г. Нелидова поступил на работу в зональную агрохимическую лабораторию, где проработал в должности лаборанта, затем техника-картографа-чертежника, и, наконец, агрохимика до сентября 1969 года. Параллельно, в 1967 году он поступил на заочное отделение факультета защиты растений Великолукского с/х института. В 1969 г., Владимир Гаврилович перевелся на дневное отделение биолого-почвенного факультета Казанского госуниверситета им. В. И. Ульянова-Ленина сразу на 2-ой курс. В начале 4-го курса Владимир Гаврилович был переведен на федеральный план обучения в связи с заявкой на подготовку специалиста-гидробиолога Казанского отдела гидрологии и водных ресурсов СевНИИГиМ, а в 1972 г. был зачислен в штат этого отдела. В 1973 г. В. Г. Папченков закончил Казанский госуниверситет по специальности биолог-ботаник. В этот же год в журнале "География в школе" выходит его первая научная публикация "Обращение ученых к учителям и школьникам (Проблема "чистой воды" и водные растения)" (в соавторстве с Р. Б. Петровой). По окончании КГУ Владимир Гаврилович продолжал работу в СевНИИГиМ, но уже в качестве младшего научного сотрудника. Весной 1977 г. Владимир Гаврилович был приглашен на работу в Волжско-Камское отделение Института охотничьего хозяйства и звероводства (ВНИИОЗ), где до начала 1990 гг. занимался изучением зарастания водоёмов и водотоков и влиянием этих процессов на численность охотничье-промысловых животных.

В декабре 1982 г. в Институте экологии растений и животных Уральского Научного центра АН СССР им была защищена кандидатская диссертация "Характеристика высшей водной растительности рек Среднего Поволжья" по специальности 03.00.16 – экология. Официальными оппонентами были д.б.н., профессор П. Л. Горчаковской и к.б.н., доцент В. И. Матвеев, ведущей организацией выступал Саратовский государственный университет.

Начало работы над докторской диссертацией совпало с периодом научной деятельности в ВОНИИОЗе в г. Казани. К 1990 г. эта докторская была практически завершена, уже

обсуждался вопрос о месте защиты. Но 13 февраля 1990 г. В. Г. Папченков по рекомендации В. Н. Тихомирова был приглашен на должность заведующего лабораторией высшей водной растительности в ИБВВ РАН. Руководство новым коллективом и работа по другим направлениям внесли коррективы в намеченные планы. К 1999 г. была написана другая докторская диссертация «Закономерности зарастания водотоков и водоёмов Среднего Поволжья», которая защищалась в Институте Озероведения РАН (г. С.-Петербург) по специальности 03.00.16 – экология. Официальными оппонентами были д.г.н., профессор К. М. Петров, д.б.н. И. М. Распопов и д.б.н. Н. Н. Цвелёв, ведущая организация – Самарский государственный педагогический университет. В феврале 2000 г. ВАК утвердила В. Г. Папченкова в ученой степени доктора биологических наук. В июле 2005 года ученому было присвоено звание профессора по специальности "экология".

В. Г. Папченков – яркий представитель практически всех направлений гидробиологии: флористического, геоботанического, продукционного, экологического, хозяйственного использования водных растений и проблем их охраны.

Первый период исследований (1972–1990 гг.) связан с Казанским отделом СевНИИГиМ и Волжско-Камским отделением ВОНИИОЗ. В результате изучения растительного покрова и ресурсной значимости водной растительности средних и малых рек Среднего Поволжья и мелководий водохранилищ Волжского каскада для охотничьих и промысловых животных, продуктивности и кормовой ценности растений для ондатры, бобра и водоплавающих птиц, опубликовано 30 работ, изданных в материалах научно-практических конференций по проблемам охотничьего хозяйства и звероводства и журнале "Растительные ресурсы" (1974, 1979).

В дальнейшем вся научная деятельность Владимира Гавриловича была связана с различными направлениями исследований лаборатории высшей водной растительности ИБВВ РАН, которой он успешно руководил в течение 23 лет.

Значительное число публикаций было посвящено изучению флоры. Флористическими исследованиями В. Г. Папченкова были охвачены разнообразные водные объекты: озёра водоразделов и террас, старицы рек, пруды и крупные водохранилища, реки и различные водотоки в бассейне Верхней и Средней Волги. Результаты исследований обобщены в определителях "Флора водоёмов Волжского бассейна" (Лисицына и др., 1993, 2009) и "Флора водоёмов России" (Лисицына, Папченков, 2000), в последнем издании "Флоры средней полосы европейской части России" (где обработано семейство *Potamogetonaceae* Dumort. (Папченков, Щербаков, 2006)), а также монографиях "Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья (2001) и "Гибриды и малоизвестные виды водных растений (2007). В. Г. Папченков был участником подготовки к изданию "Красной книги Татарстана" (1995; 2006) и "Красной книги Ярославской области" (2004), автором 76 очерков о редких и исчезающих растениях этих территорий.

Вопросы экологии, закономерности зарастания различных водоёмов и их картирование занимали значительное место в научной деятельности В. Г. Папченкова. Это направление отражено более чем в 40 печатных работах, из которых, кроме выше указанной, отметим также монографии: Экология ондатры в долинах рек с зарегулированным стоком (На примере Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ) (Горшков и др., 1992); Растительность островов и мелководий Куйбышевского водохранилища (Голубева и др., 1990); Растительный покров водоёмов и водотоков Кандалакшского государственного природного заповедника (Кандалакшский залив, Белое море) (Панарина, Папченков, 2005), Экосистема реки в изменяющихся условиях среды, (Крылов и др., 2007).

Изучению продукции водных растений, одному из наиболее сложных и трудоемких направлений гидробиологических исследований посвящено более 30 публикаций. В них изложены не только результаты учета надземной и подземной биомассы, продукции макрофитов, приводится оценка запасов макрофитов на водоёмах и водотоках, но и рассматриваются методические аспекты.

В. Г. Папченков – блестящий ученый и организатор науки. Всего им опубликовано более 350 научных трудов, в том числе более 11-ти монографий. Владимир Гаврилович активный участник многочисленных международных и российских симпозиумов, конференций и съездов, научный руководитель Грантов по Программам фундаментальных исследований Президиума РАН "Биоразнообразие", а с 2003 г. и Грантов по Программам фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН "Биоресурсы". Материалы исследований и работы В. Г. Папченкова опубликованы в ряде иностранных изданий, заслуги ученого получили международное признание, в 1996 г. по приглашению U.S. Geological Survey Columbia Environmental Research Center он был участником экспедиции в бассейне р. Миссури. В 2003 г. в качестве представителя от России принимал участие в работе комиссии ООН по сохранению биоразнообразия в Канаде. В 2005 г. был участником Юбилейной конференции, посвященной 35-летию Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции в Улан-Баторе.

Владимир Гаврилович Папченков был талантливым педагогом, УЧИТЕЛЕМ, воспитавшим 15 аспирантов, которые успешно защитили под его руководством кандидатские диссертации.

20 октября 2019 года Владимиру Гавриловичу Папченкову исполнилось бы 70 лет.

Для всех нас, работавших бок о бок, знавших и искренне уважавших Владимира Гавриловича Папченкова, он был Учителем, советчиком, другом и просто замечательным, светлым и искренним человеком, страстно влюбленным в свою профессию. Авторитетный ученый, В. Г. Папченков был скромным, легким в общении и доброжелательным человеком, всегда готовым прийти на помощь в трудную минуту. Обаяние личности Владимира Гавриловича навсегда останется в наших сердцах. Мы будем вечно хранить память о выдающемся ученом, интеллигентном, добром и талантливом человеке.

**В. В. Соловьева<sup>1</sup>, С. В. Саксонов<sup>2</sup>, С. А. Сенатор<sup>2</sup>**  
**ВОДНАЯ ФЛОРА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ**  
**V. V. Soloveva<sup>1</sup>, S. V. Saksonov<sup>2</sup>, S. A. Senator<sup>2</sup>**  
**WATER FLORA OF SAMARA OBLAST IN A COMPARATIVE ASPECT**

<sup>1</sup> Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара, Россия (Samara State University of Social Sciences and Education, Samara, Russia), solversam@mail.ru

<sup>2</sup> Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти, Россия (Institute of Ecology of the Volga river basin of the RAS – Branch of the Samara Federal research scientific center of RAS, Togliatti, Russia), sv saxonoff@yandex.ru; stsenator@yandex.ru)

Самарская область является одним из наиболее изученных в гидрботаническом отношении регионов России. В разные годы здесь проводили исследования Н. П. Жиликов, А. Булич, В. И. Смирнов, Д. М. Софинский, В. И. Матвеев, Т. И. Плаксина, Е. Г. Бирюкова, В. Г. Папченков, А. А. Семенов, Н. В. Конева и др. Однако работ обобщающего характера было немного, одна из последних: «Гидрофиты Самарского края» (Матвеев и др., 2002). В связи с этим целью настоящей работы является анализ водной флоры Самарской области в сравнении с водной флорой Среднего Поволжья и Волжского бассейна. В настоящее время на территории Самарской области выявлено 125 видов сосудистых растений из 33 семейств и 56 родов, из них 75 видов, 30 родов и 13 семейств относится к классу Liliopsida и 47 видов, 27 родов и 18 семейств – к классу Magnoliopsida. Эта флора составляет 88% от водной флоры Среднего Поволжья, 67% от водной флоры Волжского бассейна (табл. 1), 51% от водной флоры европейской части России и 36% от водной флоры России.

Таблица 1. Таксономическая структура водной флоры разных регионов.

Отделы	Классы	Самарская область			Бассейн Средней Волги (Папченков, 2001)			Волжский бассейн (Лисицына и др., 2009)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Lycopodiophyta	Isoëtopsida	-	-	-	1	1	1	1	1	2
Equisetophyta	Equisetopsida	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Polypodiophyta	Polypodiopsida	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Magnoliophyta	Magnoliopsida	18	27	47	22	27	52	22	36	52
	Liliopsida	13	30	75	9	31	86	13	36	155
Итого		34	60	125	35	62	142	39	76	212

Примечание: 1 – число семейств, 2 – число родов, 3 – число видов.

Наибольшими по числу видов являются семейства Cyperaceae и Potamogetonaceae, насчитывающие 20 и 18 видов соответственно. Семейства Poaceae и Ranunculaceae содержат по 11 и 10 видов, Nymphaeaceae – 6 видов, Ceratophyllaceae, Alismataceae, Typhaceae и Lemnaceae – по 4 вида, остальные виды содержат менее 4 видов. Эти же семейства лидируют в спектрах сравниваемых территорий, только в составе водной флоры Среднего Поволжья в числе ведущих оказались ещё Sparganiaceae (6 видов) и Lentibulariaceae (4), а в составе водной флоры Волжского бассейна – Callitrichaceae (7).

Флористическое разнообразие изучаемой флоры представлено в табл. 2, из которой видно, что сравниваемые регионы незначительно отличаются своими показателями.

Таблица 2. Флористическое разнообразие водной флоры разных регионов.

Показатели	Самарская область	Бассейн Средней Волги	Волжский бассейн
Число семейств	34	35	39
Число родов	60	62	76
Число видов	125	142	212
Видов на семейство	3,7	4,0	5,4
Видов на род	2,1	2,3	2,8
Родов на семейство	1,8	1,8	1,9
Число семейств, представленных одним видом	11	12	10
То же в %	32	34	23
Число родов, представленных одним видом	22	23	32
То же в %	37	37	42

Экологический состав водной флоры Самарской области представлен гидрофитами (60 видов), гелофитами (17) и гигрогелофитами (48). Несмотря на количественные различия состава каждой экологической группы, их процентное соотношение на сравниваемых территориях отличается незначительно (табл. 3).

Таблица 3. Экологический спектр водной флоры разных регионов  
(число видов / доля в %).

Экотипы	Самарская область	Бассейн Средней Волги	Россия (Распопов и др., 2011)
гидрофиты	60/48	66/46	178/52
гелофиты	17/14	25/18	49/14
гигрогелофиты	48/38	51/36	117/34
Всего	125/100	142/100	344/100

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (18-49-630004).

Лисицына Л. И., Папченков В. Г., Артёменко В. И. Флора водоёмов волжского бассейна. Определитель сосудистых растений. М., Т-во науч. изд. КМК, 2009. 219 с.

Матвеев В. И., Соловьёва В. В., Семёнов А. А. Гидрофиты Самарского края // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: Матер. II Международ. конф. Оренбург, 17–18 декабря 2002 г. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2002. С. 63–64.

Папченков В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья: Монография. Ярославль, ЦМП МУБиНТ, 2001. 200 с.

Распопов И. М., Папченков В. Г., Соловьёва В. В. Сравнительный анализ водной флоры России и мира // Изв. Самар. НЦ РАН, 2011. Т. 13. № 1. С. 16–27.

**А. С. Терентьев**

**ВЗМОРНИК МОРСКОЙ (*ZOSTERA MARINA* L., 1753) НА РАЗЛИЧНЫХ ГРУНТАХ  
ДЖАРЫЛГАЧСКОГО ЗАЛИВА ЧЁРНОГО МОРЯ**

**A. S. Terentiev**

**COMMON EELGRASS (*ZOSTERA MARINA* L., 1753) AT VARIOUS SUBSTRATES IN  
THE DZHARYLHACH BAY OF THE BLACK SEA**

Отдел "Керченский" Азово-Черноморского филиала ВНИРО (АзНИИРХ), Керчь, Россия  
(Kerch Department of the Azov-Black Sea Branch of VNIRO (AzNIIRKH), Kerch, Russia),  
iskander65@bk.ru

Взморник большой широко распространен в Чёрном море (Калугина-Гутник, 1975) и особенно продуктивен в замкнутых, опресненных акваториях (Садогурский, 1999). Встречаемость этого вида в Джарылгачском заливе оказалась довольно высокой – 29–42%. В среднем по всей его акватории её численность равнялась  $45,1 \pm 9,3$  экз./м<sup>2</sup>, а биомасса –  $283 \pm 83$  г/м<sup>2</sup>. Этот вид морских трав встречался на всех типах грунта (табл. 1).

При низком содержании доли песка в грунте встречаемость *Z. marina* небольшая. По мере увеличения доли песка растёт и встречаемость этого вида. Максимальная встречаемость наблюдалась при содержании песчаной фракции в грунте от 25 до 70 %.

Максимальная численность отмечалась, если доля песчаной фракции находилась в пределах от 45 до 75 %. Затем её численность быстро снижалась. Благоприятное влияние увеличения мелкозернистого песка, в частности увеличение количества побегов *Z. marina*, также отмечала Н. А. Мильчакова (1989).

Пик её биомассы наблюдался, когда содержание песчаной фракции в грунте достигало 45 %. При низком содержании ракушки в грунте её численность небольшая. Так если в грунте находится около 5% ракушки, то средняя численность *Z. marina* будет равняться  $40 \pm 29$  экз./м<sup>2</sup>, при биомассе –  $95 \pm 63$  г/м<sup>2</sup>. Пик численности и биомассы наблюдался тогда, когда доля ракушки



достигала 30%. В этом случае её численность в среднем равнялась  $74 \pm 43$  экз./м<sup>2</sup>, а биомасса –  $460 \pm 350$  г/м<sup>2</sup>.

Таблица 1. Численность, биомасса и встречаемость *Z. marina* на различных грунтах в Джарылгачском заливе.

Тип грунта	Численность, экз./м <sup>2</sup>		Биомасса, г/м <sup>2</sup>		Встречаемость, %
	среднее	max	среднее	max	
Песок	80,0±45,0	280,0	240,0±180,0	1148,0	30–70
Илистый песок	93,0±48,0	160,0	370,0±190,0	628,0	39–93
Песчанистый ил	93,0±44,0	240,0	1230,0±620,0	3584,0	30–70
Песчанистая ракуша	54,0±17,0	240,0	320,0±150,0	2776,0	33–54
Ракуша	27,0±19,0	280,0	31,0±28,0	424,8	10–30
Заиленная ракуша	6,7±4,5	40,0	10,4±8,4	100,0	6–27
Ил	48,0±29,0	120,0	390,0±280,0	1448,0	18–61

Также максимальная её численность наблюдалась, когда доля илистой фракции в грунте доходила до 65%. В этом случае её численность в среднем равнялась  $96 \pm 44$  экз./м<sup>2</sup>. Максимальная биомасса наблюдалась при 70% доли илистой фракции в грунте. Тогда она в среднем равнялась  $1700 \pm 1000$  г/м<sup>2</sup>. При дальнейшем увеличении илистой фракции в грунте её численность и биомассы быстро уменьшаются. Так, если доля ила в грунте доходит до 80% численность *Z. marina* падает до  $60 \pm 37$  экз./м<sup>2</sup> и не превышает 120 экз./м<sup>2</sup>, биомасса падает до  $260 \pm 160$  г/м<sup>2</sup> и не превышает 528 г/м<sup>2</sup>. Это подтверждается данными В. В. Александрова (2001). Он считал, что высокое содержание в грунте мелкого пелита отрицательно сказывается на состоянии корневища и вегетативном размножении. В целом наиболее высокая численность наблюдалась на песчаных грунтах. Наиболее высокая биомасса – на песчанистом иле. Менее подходящими грунтами были ил и ракуша. Но наименее подходящим субстратом была заиленная ракуша. Для успешного поселения *Z. marina* более подходят грунты смешанного типа. При очень низком или наоборот очень высоком содержании какой-либо фракции в грунте её встречаемость, равно как и численность и биомасса снижаются.

Таким образом, уровень её развития зависит от состава грунта. Как показывают расчёты, биомасса *Z. marina* теснее связана с содержанием илистой фракции в грунте (табл. 2).

Таблица 2. Влияние (в %) доли различных фракций в грунте на уровень развития *Z. marina* в Джарылгачском заливе.

Фракции	Численность	Биомасса	Встречаемость
Песчанистая	21–31	23–33	21–31
Ракушечная	22–33	21–32	26–37
Илистая	28–40	55–63	20–33

Также эта фракция оказывает сильное влияние на численность взморника, встречаемость которого в большей степени зависит от содержания ракушки в грунте. Следует отметить, что все фракции грунта оказывают довольно сильное влияние на уровень развития взморника большого.

Как показывают расчёты, проведённые методом линейного программирования, наиболее предпочтительный состав грунта для различных показателей уровня развития этого вида морских трав заметно различается (табл. 3).

Таблица 3. Оптимальный состав грунта для *Z. marina* в Джарылгачском заливе.

Вид	Показатель	Доля, в %			Тип грунта
		Ракуша	Песок	Ил	
<i>Z. marina</i>	Численность	20	40	40	Илистый песок
	Биомасса	10	45	45	Илистый песок
	Встречаемость	25	70	5	Песок
	Интегральный показатель	14–23	42–61	17–43	Илистый песок

Взморник большой чаще всего встречается на песке. Но наиболее высокая её численность и биомасса достигает на илистом песке. Наиболее крупные растения попадают на песчанистом иле. В целом можно считать, что наиболее подходящим для него грунтом является илистый песок. Поселения на песчанистом иле менее устойчивые.

Александров В. В. Взаимосвязь морфоструктуры Черноморской *Zostera marina* L. и гранулометрического состава донных осадков. // Экология моря. 2001. Вып. 58. С.45–49.

Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Чёрного моря. Киев: Наук. думка. 1975. 247 с.

Милякова Н. А. Статистический анализ влияния гранулометрического состава донных осадков на численность и размерную структуру популяций *Zostera marina* L. в Чёрном море // Экология моря. 1989. № 32. С. 59–63.

Садогурский С. Ю. Видовой склад макрофитобентосу Сари-Булатської лагуни (заповідник "Лебедині острови"). // Заповідна справа в Україні на межі тисячоліть. м. Канів, 11–14 жовтня 1999. Канів. 1999. С. 151–157.

**Н. П. Тихомиров<sup>1,2</sup>, П. А. Волкова<sup>1</sup>, Е. С. Глаголева<sup>2</sup>, Т. В. Неретина<sup>2,3</sup>, А. А. Бобров<sup>1</sup>**

**ПОТЕНЦИАЛ ЯДЕРНОГО ГЕНА РНУВ КАК ДНК-МАРКЕРА ДЛЯ РОДА  
*POTAMOGETON***

**N. P. Tikhomirov<sup>1,2</sup>, P. A. Volkova<sup>1</sup>, E. S. Glagoleva<sup>2</sup>, T. V. Neretina<sup>2,3</sup>, A. A. Bobrov<sup>1</sup>  
THE POTENTIAL OF A NUCLEAR GENE РНУВ AS A GENETIC MARKER IN GENUS  
*POTAMOGETON***

<sup>1</sup> Институт биологии внутренних вод РАН им. И. Д. Папанина, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), polina.an.volkova@gmail.com, bobrov@ibiw.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia), nikita-tikhomirov@yandex.ru, \_yuga@mail.ru

<sup>3</sup> Институт проблем передачи информации РАН им. А. А. Харкевича, Москва, Россия (Kharkevich Institute for Information Transmission Problems RAS, Moscow, Russia), nertata@wsbs-msu.ru

Ряд работ освещает преимущества малокопийных ядерных генов как молекулярно-генетических маркеров для растений (например, см. обзор Zimmer, Wen, 2012). Высокая изменчивость, наследование от обоих родителей и отсутствие внутригеномной гомогенизации последовательностей выгодно отличают эти гены от широко используемых в качестве маркеров ITS и участки пластидной ДНК.

В роде *Potamogeton* L. нередки случаи гибридизации и полиплоидизации (Kaplan et al., 2013). Эти события сложно выявить при помощи «классических» молекулярно-генетических маркеров. Для исследования разнообразия *Potamogeton* Yang et al. (2016, 2017) предложили малокопийный ядерный ген РНУВ как лучшую альтернативу ITS и пластидным участкам, продемонстрировав высокую изменчивость этого маркера на пробной выборке растений из Южного Китая. Однако в работе присутствовал методологический изъян: ядерный ген,

имеющий, вероятно, более одной копии в геномах тетраплоидных рдестов, авторы секвенировали прямо из ПЦР-продукта либо используя малое число клонированных последовательностей, почти не выявляя, таким образом, его внутригеномную изменчивость.

Мы провели более тщательный анализ изменчивости РНУВ (Tikhomirov et al., 2021) на трёх уровнях: межвидовом (включив в анализ большее число видов), внутривидовом (добавив расширенную выборку широкораспространённого *P. perfoliatus* L., охватывающую весь ареал вида) и внутригеномном (получив для некоторых образцов большое число клонированных последовательностей).

Разные виды рдестов различаются по РНУВ, однако последовательности близких видов *P. perfoliatus* и *P. richardsonii* (A. Benn.) Rydb. оказались схожими и даже совпали у одной пары образцов. Внутривидовая изменчивость РНУВ не упорядочена в пространстве в отличие от «классических» маркеров (сравни с Du, Wang, 2018). Мы выявили две группы несхожих последовательностей РНУВ в большинстве исследованных тетраплоидных видов *Potamogeton*. Это позволяет нам предположить наличие в их геномах двух копий этого гена, вероятно, унаследованных в результате аллотетраплоидизации. Гипотеза о гибридогенном происхождении тетраплоидных рдестов впоследствии получила подтверждение на основе данных NGS (Тихомиров и др., неопубл.).

Изменчивость РНУВ несущественно превышает изменчивость ITS и пластидных маркеров, также позволяющих выявлять внутривидовое разнообразие рдестов (например, Du, Wang, 2018) и в большинстве случаев гибридные организмы (например, Kaplan et al., 2011). Однако наличие дополнительных копий гена в отсутствие внутригеномной гомогенизации качественно усложняет анализ его последовательностей (Fortune et al., 2007). Кроме того, в данных, полученных методом клонирования ПЦР-продукта, велика доля ошибок полимеразы; для её снижения требуется тщательный подбор реактивов и условий ПЦР (Kobayashi et al., 1999; Cronn et al., 2002). Эти недостатки делают РНУВ неудобным и во многих случаях неподходящим маркером для исследования разнообразия рода *Potamogeton*.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (19-04-01090-а).

Cronn R., Cedroni M., Haselkorn T., Grover C., Wendel J. F. PCR-mediated recombination in amplification products derived from polyploid cotton // Theoretical and Applied Genetics. 2002. Vol. 104. P. 482–489.

Du Z.-Y., Wang Q.-F. Impacts of the Asian interior arid zone on phylogeographic patterns in the eastern Asian flora revealed by two *Potamogeton* species (Potamogetonaceae): east-west divergence within species and barriers to north-south dispersal // Botanical Journal of the Linnean Society. 2018. Vol. 188. P. 391–405.

Fortune P. M., Schierenbeck K. A., Ainouche A. K., Jacquemin J., Wendel J. F., Ainouche M. L. Evolutionary dynamics of *Waxy* and the origin of hexaploid *Spartina* species (Poaceae) // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2007. Vol. 43. N 3. P. 1040–1055.

Kaplan Z., Fehrer J. Erroneous identities of *Potamogeton* hybrids corrected by molecular analysis of plants from type clones // Taxon. 2011. Vol. 60. N 3. P. 758–766.

Kaplan Z., Jarolímová V., Fehrer J. Revision of chromosome numbers of Potamogetonaceae: a new basis for taxonomic and evolutionary implications // Preslia. 2013. Vol. 85. P. 421–482.

Kobayashi N., Tamura K., Aotsuka T. PCR error and molecular population genetics // Biochemical Genetics. 1999. Vol. 37. N 9–10. P. 317–321.

Tikhomirov N. P., Volkova P. A., Neretina T. V., Bobrov A. A. Variable yet vague: questioning the utility of PHYB for barcoding in *Potamogeton* // Aquatic Botany. 2021. Vol. 168. 103308.

Yang T., Zhang T. L., Guo Y. H., Liu X. Identification of hybrids in *Potamogeton*: incongruence between plastid and ITS regions solved by a novel barcoding marker *PHYB* // PLoS ONE. 2016. Vol. 11. N 11. e0166177.

Yang T., Zhang T. L., Guo Y. H., Liu X. Testing eight barcoding markers for *Potamogeton* species at intraspecific levels // Aquatic Botany. 2017. Vol. 137. P. 56–64.

Zimmer E. A., Wen J. Using nuclear gene data for plant phylogenetics: progress and prospects // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2012. Vol. 65. N 2. P. 774–785.

**О. А. Тихомиров**  
**РОЛЬ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В НАКОПЛЕНИИ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ**  
**ВЕЩЕСТВ В БИОГЕННО-АКУМУЛЯТИВНЫХ АКВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ**  
**ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ**

**О. А. Tikhomirov**  
**THE ROLE OF AQUATIC VEGETATION IN THE ACCUMULATION OF ORGANO-**  
**MINERAL SUBSTANCES IN THE BIOGENIC-ACCUMULATIVE AQUAL COMPLEXES**  
**OF THE UPPER VOLGA REGION**

Тверской государственный университет, Тверь, Россия (Tver State University, Tver, Russia),  
tikhomirovoa@mail.ru

В пределах литорали верхневолжских водохранилищ довольно ясно выделяются биогенно-аккумулятивные аквальные комплексы сплавин, сильного, умеренного и слабого зарастания. Полевые исследования (Тихомиров, 2008, 2018) позволили установить высокую степень зарастания защищенной литорали. Густые заросли макрофитов образовали особые фитофильные аквакомплексы, отличающиеся по свойствам природных компонентов и режиму от незарастающих участков и глубоководных пелофильных комплексов. Разнообразная водная растительность и зообентос способствовали формированию органических и органо-минеральных донных осадков разной степени разложения. В некоторых случаях в условиях относительно слабой гидродинамической активности затопленные почвы заливов сохранили морфологическое строение. В результате, макрофитные отложения нередко залегают на поверхности гумусового или нижележащих почвенных горизонтов.

Аквальные комплексы сильного зарастания воздушно-водной растительностью и сплавин располагаются на глубинах до 1,0–1,5 м от НПУ. Фитомасса в этих комплексах составляет 400–1200 г/м<sup>2</sup> в воздушно-сухом весе. К сплавинам и воздушно-водным растениям часто примыкает пояс сильного зарастания телорезом алоэвидным, затягивающим пространство воды на глубинах 0,4–1,3 м. Заросли телореза очень плотные, создают практически полное затенение грунта и имеют значительную фитомассу, обычно превышающую 500 г/м<sup>2</sup>. К аквакомплексам умеренного зарастания нами относятся участки заливов с фитомассой от 100 до 400 г/м<sup>2</sup>. Акватория с фитомассой менее 100 г/м<sup>2</sup> представляет собой комплексы слабого зарастания (Тихомиров, 2008).

Следует отметить важную роль макрофитов как источника грунтообразующего материала и в формировании химических свойств затопленных почв различных аквакомплексов водохранилищ. Активная седиментационная деятельность привела к накоплению на поверхности дна биогенно-аккумулятивных горизонтов, представленных отложениями макрофитов и илов. Эти отложения обогащены органическим веществом, гумусом, азотом, подвижными формами фосфора и калия. Наиболее богаты питательными элементами макрофитные отложения литоральных фитоаккумулятивных и илы пелоаккумулятивных профундальных комплексов.

Верхние части заливов, занятые сплавинами и комплексами сильного зарастания, характеризуются преобладанием процесса биогенной аккумуляции. За период существования водохранилищ на поверхности почвенных горизонтов накопился слой грубого макрофитного торфа, достигающий в отдельных случаях 10 см. В условиях литоральных комплексов умеренного и слабого зарастания перегнойный горизонт перекрыт слоем (1–5 см) темно-серого органо-минерального ила.

Содержание тяжелых металлов в золе водных растений аквальных комплексов различно, что связано как с условиями накопления (гидродинамической активностью, химическим составом донных отложений почв и сточных вод), так и с особенностями биологической аккумуляции химических элементов разными видами растений.

В периоды стабильного летнего стояния уровня воды и низкой гидродинамической активности водообмен в заливах замедляется, что создает условия к удерживанию тяжелых металлов водной растительностью и, в дальнейшем, их накоплению в донных отложениях и

воде, определяя миграцию этих элементов и создавая внутренний круговорот металлов и их сезонную динамику в защищенных аквальных комплексах.

Исследования показали, что по абсолютной величине накопления в водных растениях выделяются металлы: Mn, Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Cr, Cd. В биогенно-аккумулятивных аквакомплексах литоральной зоны по заливам и за островами концентрация металлов по большинству элементов выше, чем в среднем по водохранилищам и существенно больше по сравнению с эрозионными участками. При этом наиболее активно аккумулируются Mn и Zn, слабее Cu, Co, Ni, Cr, Pb, в ещё меньшей степени – Cd.

Проведённые анализы позволили получить ряды средних показателей содержания металлов в растениях и донных отложениях биогенно-аккумулятивных аквальных комплексов верхневолжских водохранилищ. Прослеживается закономерность в аккумуляции металлов в водной растительности, формирующейся в условиях различной степени защищенности, гидродинамической активности и положения на акватории. Водные растения открытых участков накапливают существенно меньше металлов, чем в защищенных урочищах. При этом в растениях открытых плесовых участков отмечается минимальное содержание металлов (в 1,5 раза меньше, чем в растениях открытых прибрежных комплексов).

Наиболее высокие показатели накопления тяжелых металлов в водной растительности аквальных комплексов защищенных участков наблюдаются в местах сброса промышленных и коммунальных сточных вод в районе населенных пунктов. В заливах Иваньковского водохранилища максимальные уровни содержания Mn достигали 42–84 мкг/г, Zn – 29–46 мкг/г, Ni – 4,8–7,9 мкг/г, Cr – 5,0–5,9 мкг/г (что в 1,5–2 раза выше средних концентраций по водохранилищу) и Pb – 4,5–5,2 мкг/г, Co – 3,9–5,2 мкг/г, Cd – 0,15–0,17 мкг/г (в 1,2–1,5 раза выше средних концентраций по водохранилищу). Условно экологически чистыми являются растения верхних частей водохранилищ в условиях речного ландшафта, а также участков озёрно-речного ландшафта, не находящихся под воздействием антропогенного фактора.

Тихомиров О. А. Динамика аквальных комплексов равнинных водохранилищ. Тверь, 2008. 308 с.

Тихомиров О. А. Теоретические и методические проблемы исследования формирования и экологического состояния аквальных комплексов равнинных водохранилищ // Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология. 2018. № 1. С. 5–19.

**А. В. Тихонов<sup>1</sup>, И. А. Столбун<sup>2</sup>**

**ФЛОРА НЕРЕСТИЛИЩ РЫБ УСТЬЯ РЕКИ ПАЧА И ПРИЛЕГАЮЩИХ УЧАСТКОВ  
ПРИБРЕЖНОГО МЕЛКОВОДЬЯ ШЕКСНИНСКОГО ПЛЁСА РЫБИНСКОГО  
ВОДОХРАНИЛИЩА (ПО ДАННЫМ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛИЗА)**

**A. V. Tikhonov<sup>1</sup>, I. A. Stolbunov<sup>2</sup>**

**FLORA OF SPAWNING GROUNDS AT THE MOUTH OF THE RIVER PACHA AND  
SURROUNDING AREAS IN THE SHEKSNA REACH OF THE RYBINSK RESERVOIR**

<sup>1</sup> Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства – филиал «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В. Р. Вильямса», Ярославль, Россия, (Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production – «Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology»), sandrokes@live.ru

<sup>2</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия, (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), sia\_borok@mail.ru

Высшая водная растительность – важный компонент водных экосистем, прямо и косвенно оказывающий влияние на жизнедеятельность гидробионтов. Погруженная прибрежно-водная растительность служит нерестовым субстратом для фитофильных рыб (Рыбы Рыбинского водохранилища..., 2015). В Рыбинском водохранилище площадь зарастания мелководной зоны макрофитами не постоянна и колеблется в диапазоне 3–4%

(Папченков, 2001). Нерестилища фитофильной группы рыб Рыбинского водохранилища, преимущественно, приурочены к мелководьям литоральной зоны водохранилища и устьевым областям его притоков (Захарова, 1955, 1958; Столбунов, 2015). Поэтому площадь проективного покрытия, состав и структура прибрежных фитоценозов имеют важное значение для воспроизводства фитофильных видов рыб в водоёме.

Исследование флоры и растительности проводили в июле 2019 г. Сбор материала осуществляли в открытом мелководье Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища, а также устьевой области р. Пача. Проведённые гидробиотанические исследования были направлены на косвенное выявление возможных нерестилищ рыб в весенний период (на основании ретроспективного анализа) и оценку их качества (Захарова, 1955, 1958; Поддубный и др., 1984). В задачи исследования входило определение флористического состава, доминирующих видов, площади растительных сообществ, а также состава банка семян.

Расположение основных растительных сообществ и распределение доминирующих видов картировали с воды и берега. В качестве картографической основы были использованы спутниковые снимки: «Google Earth Pro» (<https://www.google.com/earth/>) и «Яндекс Карты» (<https://yandex.ru/maps>). Береговую линию Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища в период весеннего массового нереста рыб (май, 2019 г.) определяли по данным ПАО «РусГидро» (<http://www.rushydro.ru/hydrology/informer/>) и спутниковым снимкам.

В результате проведённых исследований выявлено, что флора исследованного участка акватории Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища включала 49 видов макрофитов из 32 родов, 20 семейств и 12 порядков. Основу видового разнообразия составляли покрытосеменные растения. Преобладали типичные прибрежно-водные виды, широко распространенные в регионе исследования (Орлова, 1997; Лисицина и др., 2009; Маевский, 2014). Банк семян исследованного участка включал генеративные диаспоры 19 видов макрофитов. Помимо типичных видов были выявлены семена опасного вселенца – *Zizania latifolia* (Griseb.) Turcz. ex Stapf (Maltseva, Bobrov, 2017), ранее не отмечавшегося в данном регионе.

Вегетативное возобновление характерное для доминирующих во флоре видов позволяет экстраполировать полученные данные о площади и распределении растительных группировок и на весенний период. Исходя из полученных в летний период данных, можно предположить, что в период массового нереста рыб (май, 2019 г.) в речном прибрежье преобладали сообщества манника большого *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb. и осоки острой *Carex acuta* L. В открытой литорали Шекснинского плеса доминировали сообщества тростника южного *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud с примесью осоки острой.

Оценивая вклад отдельных видов в формирование зарослей открытой литорали водохранилища, следует выделить тростник южный, доминирующий на разных участках мелководной зоны. При этом его сообщества были достаточно рыхлыми – общее проективное покрытие составляло от 20 до 50%. В речном прибрежье высокий вклад в общий уровень зарастаемости вносили сообщества манника большого и осоки острой, формирующие плотные пояса вдоль уреза воды.

Таким образом, ретроспективный анализ гидробиотанических данных, полученных в летний период, позволяет предположить, что в весенний период массового нереста рыб в открытой литорали Шекснинского плеса встречаются участки пригодные для нереста рыб 1-3 класса качества. В прибрежье устьевой области р. Пача отмечены зоны воспроизводства – участки пригодные для нереста рыб 1–2 класса качества.

Maltseva S. Y., Bobrov A. A. Alien species of vascular plants in the Rybinsk Reservoir (Upper Volga, Russia) // Russian journal of biological invasions. 2017. Т. 8. №. 4. С. 321–326.

Захарова Л. К. Материалы по биологии размножения рыб Рыбинского водохранилища // Тр. биол. ст. “Борок” им. Н. А. Морозова. Вып. 2. М.-Л. Изд. АН СССР, 1955. С. 200–265.

Захарова Л. К. Распределение нерестилищ промысловых рыб в Рыбинском водохранилище // Тр. Биол. станции “Борок” АН СССР. Вып. 3. 1958. С. 304–320.

Лисицина Л. И., Папченков В. Г., Артёменко В. И. Флора водоёмов Волжского бассейна. СПб., 2009. 219 с.

- Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М., 2014. 635 с.
- Орлова Н. И. Определитель высших растений Вологодской области. Вологда, 1997. 264 с.
- Папченко В. Г. Картирование растительности водоёмов и водотоков // Гидробиотика: методология и методы: Материалы Школы по гидробиотике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск, 2003. С. 132–136.
- Папченко В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль, 2001. 200 с.
- Поддубный А. Г., Лапицкий И. И., Володин А. М., Конобеева В. К. Эффективность воспроизводства рыбных запасов в водохранилищах // Биологические ресурсы водохранилищ. М., 1984. С. 204–227.
- Рыбы Рыбинского водохранилища: популяционная динамика и экология. Ярославль, 2015. 418 с.
- Столбунов И. А. Прибрежные скопления молоди рыб // Гидроэкология устьевых областей притоков равнинного водохранилища. Ярославль, 2015. С. 323–347.

**И. О. Толченникова, И. С. Антонова**

# **К ВОПРОСУ О МОРФОЛОГИИ ГЕНЕРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ *MYRICA GALE* L.**

**I. O. Tolchennikova, I. S. Antonova**

## **TO THE QUESTION OF MORPHOLOGY OF *MYRICA GALE* L. GENERATIVE PLANTS**

С.-Петербургский государственный университет, С.-Петербург, Россия (St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia), [ulmaceae@mail.ru](mailto:ulmaceae@mail.ru)

Порядок Myricales, к которому принадлежит *Myrica gale*, содержит единственное монофилетическое семейство Myricaceae, включающее 4 рода и до 60 видов древесных и кустарниковых растений. Представители семейства произрастают преимущественно в регионах с более тёплым влажным субтропическим и тропическим климатом, лишь одному виду удалось распространиться до северного побережья Англии. Распространение *M. gale* в этих регионах находится под влиянием Гольфстрима и приурочено к регулярно затопляемым прибрежно-водным местообитаниям, характеризующимся более мягкими условиями среды по сравнению с плакорами. Исследованные нами популяции произрастают на побережье Финского залива в небольших межгрядовых понижениях. Ежегодно эти территории затопляются на 1,5–4 см более чем на 60 дней, а корневая система находится в обильно обводнённом субстрате в общей сложности до 260 дней в году. Подземная часть зрелого генеративного растения представлена корневищем и системой придаточных корней. Виду присуще образование эктомикоризы с азотфиксирующими бактериями, преимущественно, представителями рода *Frankia* (St-Laurent, Lalonde. 1987), для которых древние представители Myricaceae стали первыми симбионтами среди цветковых (Maggia, Bousquet, 1994). На степень развития корневой системы влияет активность нитрогеназы, обусловленная, в свою очередь, степенью развития клубеньковых везикул, чувствительных как к степени аэрации, так и к количеству почвенной воды (VandenBosch, Torrey, 1985). Обитание в более холодном климате привело к существенному уменьшению размеров и появлению листопадности у *M. gale* по сравнению с другими представителями семейства. Максимальная высота исследованных особей составила 139 см при возрасте 11 лет. Средняя высота ветвей варьирует: 1 г. –  $14 \pm 1$  см, 2 г. –  $33 \pm 1,5$  см, 4 г. –  $71 \pm 4$  см, 5 л. –  $73 \pm 13$  см, 6 л. –  $85 \pm 14$  см, 7 л. –  $76 \pm 20$  см, 8 л. –  $122 \pm 18$  см, 9 л. –  $136 \pm 17$  см. Диаметр материнского побега у ветви 11 лет составляет 9 мм, у ветви 2 лет – 4,5 мм. Диаметр клеточных элементов ствола очень мелкий.

Семейство Myricaceae принадлежит к древним семействам цветковых растений, что проявляется в строении цветков и древесины, большом количестве почечных чешуй. В серёжках имеются воздушные полости, а плоды благодаря выростам 2-х брактеол и наличию секретирующего воск экзокарпа приспособлены к распространению гидрохорией. *M. gale* является уязвимым видом сокращающимся в численности и включена в Красную книгу Российской Федерации (Камелин и др., 2008). Это связано со степенью антропогенной нагрузки на местообитания и особенностями размножения. В флоре Финского залива на современном этапе развития отмечается превалирующая роль вегетативного размножения при

практически полном отсутствии семенного (паспорт вида из реестра ООПТ под редакцией Г. Ю. Конечной).

Зрелые генеративные особи характеризуются симподиальным нарастанием побегов и акротонией. Расположение боковых побегов спиральное, что обуславливает многомерность ветви в пространстве. Размерные характеристики побегов варьируют, так, встречаются длинные ростовые побеги, средние и короткие. Короткие побеги имеют наименьшую продолжительность жизни и отмирают после 1 вегетационного сезона. Средние побеги живут около 3-х лет, в то время как длинные побеги, являясь структурообразующими элементами ветви, способны существовать в течение 8–11 лет.

У длинного побега развивается полная листовая серия, которая содержит более 35 листовых органов, наблюдается равноплечая кривая постепенного увеличения длины листовых органов до максимальной отметки в 55 мм с черешком 3 мм, а затем такой же плавный спад. Ассимилирующие листья характеризуются малой изменчивостью формы листовой пластинки. Листовая серия всех побегов начинается с почечных чешуй, из которых 4 – пергаментообразные неоппадающие полностью одревесневающие, 6 – плёнчатые вытягивающиеся при распускании с частично одревесневающими вершинами. Отличия чешуй от ассимилирующих листовых органов заключаются в частичном или полном одревеснении, отсутствии железистых волосков, черешка и выраженной центральной жилки. В пазухах более длинных плёнчатых чешуй могут закладываться мелкие почки, в то время как в пазухах неоппадающих коротких чешуй этого не происходит.

Междоузлия укорочены у основания побега, достигают максимума в срединной зоне, а затем снова сближаются по мере уменьшения площади листовых органов. Наиболее крупные почки располагаются в верхней трети побега и закладываются в пазухах тех листьев, у которых отчётливо проявляется динамика уменьшения площади листовой пластинки. В количественном отношении на длинном генеративном побеге формируется до 5 генеративных почек (17% от общ. кол-ва), 5–7 крупных почек (17–21% от общ. кол-ва), 11–18 мелких почек (>60% от общ. кол-ва), большинство из которых является длительно спящими и не трогается в рост в течение следующего вегетационного сезона. На среднем побеге закладываются 1–2 генеративные почки (5–10%), 4–6 крупных почек (20–25%) и до 14 мелких почек (около 70%). На коротких побегах генеративные почки не закладываются, крупных почек 3–4 (20–30%), мелких до 10 (70–80%). Закономерное самообновление ветви происходит за счёт разворачивания спящих почек побегов младших порядков, тогда как при более серьёзных повреждениях могут быть задействованы длительно спящие почки побегов старших порядков, в том числе, материнской оси. Отмечена способность почек текущего года заложения трогаться в рост для обеспечения формирования дополнительных придаточных корней.

Листовая серия среднего побега состоит из 25–28 листовых органов, достигающих в длину 40 мм с черешком в 3 мм. Кривая распределения длин неполная, представлена сначала постепенным увеличением длины листовых органов, затем следует плато максимумов, а за ним наблюдается резкий спад. Листовая серия короткого побега представлена 6–8 ассимилирующими листьями, достигающими в длину 13–15 мм с черешком в 1 мм и 10 чешуями. В кривой распределения длин отсутствуют плечи, она отражает сначала резкий подъём до короткого плато максимумов, а затем – такой же резкий спад. Таким образом, листовые серии коротких и средних побегов характеризуются значительной асимметрией по сравнению с листовыми сериями длинных побегов. Большое количество зачатков листовых органов обуславливает медленное заложение почек, а несовершенство строения чешуй отражает слабую защитную способность данных органов. Оба признака свидетельствуют о глубокой древности вида и сложности в адаптации к условиям среды.

Зрелые генеративные ветви *M. gale* по габитусу подобны маленьким деревцам: от материнской оси, стволика, отходят побеги, образующие кружевную структуру – крону. Из-за особенностей онтогенеза отдельных побегов и различной продолжительности их жизни происходит постоянное отмирание побегов и самообновление ветви за счёт спящих почек, при этом структурное и функциональное единство системы сохраняется.



Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: КМК, 2008. 855 с.

Maggia L., Bousquet J. Molecular phylogeny of the actinorhizal Hamamelidae and relationships with host promiscuity towards Frankia // Mol. Ecol. 1994. Vol. 3. P. 459–467.

St-Laurent L., Lalonde M. Isolation and characterization of Frankia strains isolated from Myrica gale // Can. J. Bot. 1987. Vol. 65. P. 1356–1363.

Vandenbosch K., Torrey J. The development of endophytic sporangia in field and laboratory-grown nodules of Comptonia peregrina and Myrica gale // Am. J. Bot. 1985. Vol. 72. P. 99–108.

**Е. Н. Филипенко, С. И. Филипенко**

**ФЛОРА МАКРОФИТОВ КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ  
МОЛДАВСКОЙ ГРЭС И РОЛЬ ОТДЕЛЬНЫХ ЕЁ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ В  
НАКОПЛЕНИИ МЕТАЛЛОВ**

**E. N. Philipenko, S. I. Philipenko**

**MACROPHYTES FLORA OF THE KUCHURGAN RESERVOIR-COOLER OF THE  
MOLDAVIAN CENTRAL STEAM POWER PLANT AND THE ROLE OF ITS  
INDIVIDUAL REPRESENTATIVES IN THE ACCUMULATION OF METALS**

Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко, Тирасполь, Молдова,  
Приднестровье (Pridnestrovian State University named after T. G. Shevchenko, Tiraspol,  
Moldova, Pridnestrovian Moldavian Republic), zoologia\_pgu@mail.ru

Кучурганское водохранилище представляет собой водоём-охладитель Молдавской ГРЭС озёрного типа с оборотной системой охлаждения. Водообмен принудительный – водами р. Днестр через протоку Турунчук объёмом около 24 млн. м<sup>3</sup> в год. Длина водохранилища около 17 км, максимальная ширина 3 км, площадь 2700 га, средняя глубина 3,5 м. Водохранилище характеризуется умеренной степенью термофикации и повышенной минерализацией – около 2500 мг/л.

В настоящее время флору водоёма-охладителя формируют 16 видов из 12 семейств: Lemnaceae (ряска малая *Lemna minor*, ряска тройчатая *L. trisulca*), Potamogetonaceae (рдест курчавый *Potamogeton crispus*, рдест пронзеннолистный *P. perfoliatus*, рдест гребенчатый *P. pectinatus*), Haloragaceae (уруть колосистая *Myriophyllum spicatum*), Hydrocharitaceae (водокрас лягушачий *Hydrocharis morsus-ranae*, валлиснерия спиральная *Vallisneria spiralis*), Ceratophyllaceae (роголистник погруженный *Ceratophyllum demersum*), Butomaceae (сусак зонтичный *Butomus umbellatus*), Najadaceae (наяда морская *Najas marina*), Iridaceae (ирис ложноаировый *Iris pseudacorus*), Poaceae (тростник южный *Phragmites australis*), Typhaceae (рогоз широколистный *Typha latifolia*), а также включенные в Красную книгу Приднестровья – Salviniaceae (сальвиния плавающая *Salvinia natans*), Thelypteridaceae (телиптерис болотный *Thelypteris palustris*) (Philipenko, 2016; Филипенко и др., 2019).

Наиболее массовыми видами являются *Potamogeton crispus* и *Ceratophyllum demersum* из погруженных макрофитов, а из жесткой надводной растительности *Phragmites australis*, степень зарастания которым составляет около 19% акватории водоёма-охладителя.

Макрофиты водохранилища активно накапливают в органах и тканях металлы (табл. 1), способствуя, с одной стороны процессам самоочищения водоёма в вегетационный период, с другой – вторичному загрязнению аккумулированными веществами в осенне-зимний период.

Среди макрофитов водохранилища высокой накопительной способностью к большинству металлов обладают в основном погруженные и плавающие растения – рдест гребенчатый, уруть колосистая, ряска малая и водокрас лягушачий, а из гелофитов – тростник южный, у которого в корневой системе содержание микроэлементов оказалось в 2–3 раза выше, чем в его подводной части и в 5–6 раз выше, чем в надводной части.

Наибольшая накопительная способность к металлам выявлена для: свинца и алюминия – у рдеста гребенчатого, марганца и титана – у ряски, молибдена и ванадия – у водокраса лягушачьего, никеля и цинка – у урути колосистой, меди – у наяды морской.

Основную роль в процессах валовой аккумуляции и миграции металлов в Кучурганском водохранилище играют массовые виды макрофитов – рдесты, роголистник и тростник южный.

Таблица 1. Максимальные концентрации металлов в высших водных растениях Кучурганского водохранилища (µg/g абсолютной сухой массы) (по Филипенко и др., 2019).

Металлы	Рдест гребенчатый <i>Potamogeton pectinatus</i>	Рдест пронзеннолистный <i>Potamogeton perfoliatus</i>	Рдест курчавый <i>Potamogeton crispus</i>	Роголистник погруженный <i>Ceratophyllum demersum</i>	Уруть колосистая <i>Myriophyllum spicatum</i>	Ряска малая <i>Lemna minor</i>	Водокрас лягушачий <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Наяда морская <i>Najada marina</i>	Тростник южный <i>Phragmites australis</i>	Рогоз широколистный <i>Typha latifolia</i>
Mn	402	382	438	565	421	588	434	497	580	420
Pb	18,7	14,8	14,8	17,2	9,9	13,2	14,2	13,7	15,8	17,2
Mo	21,8	17,8	17,8	14,9	12,2	18,5	23,7	8,9	12,7	9,9
Ni	39,4	26,7	26,7	37,9	86,7	68,3	59,6	34,9	27,2	25,7
V	18,7	14,9	14,9	15,7	9,5	11,3	39,9	10,3	17,9	16,7
Al	321	203	203	234	99,9	43,7	86,9	47,9	288	299
Ti	26,9	25,2	25,2	21,6	41,3	41,4	26,2	21,9	23,2	23,4
Cu	38,1	38,9	36,7	38,3	66,7	62,5	54,6	124	28,1	34,1
Zn	163	141	134	109	315	193	178	173	87,6	78,9

Способность макрофитов к накоплению металлов позволяет рассмотреть вопрос о возможности фиторемедиации Кучурганского водохранилища. Наши расчёты показали, что выкашивание 1 тонны тростника извлечет из водохранилища следующее количество металлов: марганца – 151,5 г; алюминия – 81,8 г; цинка – 68,7 г; никеля – 50,0 г; молибдена – 45,3 г; меди – 25,0 г; ванадия – 22,5 г; титана – 18,7 г и свинца – 3,4 г.

Изъятие 1 тонны погружённой водной растительности позволит извлечь из водоёма-охладителя: марганца – 49,1 г; алюминия – 40,4 г; цинка – 25,5 г; никеля – 24,4 г; меди – 13,7 г; молибдена – 12,8 г; ванадия – 12,2 г; титана – 8,8 г и свинца – 0,2 г.

Филипенко Е. Н., Филипенко С. И. Тихоненкова Л. А. Высшая водная растительность Кучурганского водохранилища и её роль в зарастании водоёма-охладителя Молдавской ГРЭС // Матер. XXI Междунар. науч. конф. «Биологическое разнообразие Кавказа и юга России» (г. Магас, 15–18 ноября 2019 г.). Магас, КЕП, 2019. С. 230–232.

Филипенко Е. Н., Тихоненкова Л. А., Филипенко С. И. Способность макрофитов Кучурганского водохранилища к накоплению металлов в водоёме-охладителе Молдавской ГРЭС // Вестник Приднестровского университета. Сер.: Медико-биологические и химические науки. 2019. № 2(62). С. 73–81.

Philipenko E. The present day state of the higher water vegetation of the Kuchurgan reservoir and its role in the accumulation and migration of the metals in the cooling pond of the Moldavian power station // Buletinul Academiei de ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii, 2016. № 2 (239). P. 112–118.

Д. А. Филиппов<sup>1,2</sup>

**ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ МАКРОФИТОВ  
ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ ВЕРХОВОГО БОЛОТА**

D. A. Philippov<sup>1,2</sup>

**CHANGES IN THE COMPOSITION AND STRUCTURE OF MACROPHYTE  
COMMUNITIES IN THE HYDROGRAPHIC NETWORK OF A RAISED BOG**

<sup>1</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), mire@ibiw.ru

<sup>2</sup> Институт лесоведения РАН, Москва, Россия (Institute of Forest Science RAS, Moscow, Russia), philippov\_d@mail.ru

Настоящая работа посвящена выявлению тенденций в динамике фитоценозов разных типов водных объектов болота, каждый из которых отражает определённый этап становления или развития водно-болотного угодья. Исследования проводили в 2001–2020 г. на модельном объекте – бол. Шиченгское (Сямженский р-н, Вологодская обл.). При работе использовался комплекс методов и методик, описанных нами отдельно (Филиппов и др., 2017). Гербарные материалы хранятся в Гербарии Болотной исследовательской группы ИБВВ РАН (MIRE).

Всего в объектах гидрографической сети Шиченгского болота зафиксировано 148 видов макрофитов (42,3% флоры высших растений болота): 104 – сосудистые растения, 28 – мхи, 14 – печёночники, 2 – макроводоросли.

В каждом типе водных объектов болота формируется своеобразный состав макрофитов. Наиболее богаты в видовом отношении болотные озёра – 89 видов (64 – сосудистые, 14 – мхи, 9 – печёночники, 2 – макроводоросли): оз. Шиченгское – 76 (54, 12, 9, 1), оз. Полянок – 46 (39, 6, 0, 1). Это легко объяснимо значительными размерами объектов (от 0,03–0,04 км<sup>2</sup> до >10 км<sup>2</sup>), наличием широкого спектра водных, прибрежно-водных и водно-болотных местообитаний, относительно благоприятными физико-химическими условиями (нейтральные или почти нейтральные значения pH, слабая минерализация). Болотные водотоки содержат от 46 (реки: 44 – сосудистые, 2 – мхи) до 64 (ручьи: 47 – сосудистые, 13 – мхи, 4 – печёночники) видов. В значительной степени их состав обусловлен наличием проточности, протяжённостью, характером прилегающих участков. Вторичные объекты болота содержат (по сравнению с первичными) меньше видов: 35 – проточные топи (25 – сосудистые, 9 – мхи, 1 – печёночники) и 18 – сфагновые мочажины (9, 7, 2). Бедность флоры последних следует связывать с их происхождением, а также мезо- и/или олиготрофными условиями, в которых они формируются, развиваются и существуют.

Количество видов болотного флороценотического ядра (на основании степени верности болотным биотопам) водных объектов болота составляет 54,7% и увеличивается в ряду реки (45,7%) → ручьи (50,0%) → оз. Шиченгское (55,3%) и Полянок (56,5%) → сплавины (71,1%) → топи (97,1%) → мочажины (100%). По мере формирования поверхностной гидрографической сети происходит увеличение степени участия типично болотных видов и уменьшения числа случайных и индифферентных.

Флора макрофитов водных объектов в целом представлена различными эколого-ценотическими группами, среди которых наиболее представлены: болотная (21,6%), прибрежно-болотная (20,3%), лесо-болотная (14,2%), водно-болотная (12,8%), водная и лугово-болотная (по 10,1%). Это связано с особенностями их расположения в пределах болота, а также стадией развития последнего. Каждый отдельный тип водных объектов формирует свою эколого-ценотическую структуру. В водотоках велика роль прибрежно-болотных (31,3% – ручьи, 43,5% – реки), водно-болотных (15,6% и 10,9%), лугово-болотных (12,5% и 15,2%) и водных (по 10,9%). При этом незначительно участие болотных видов (4,7–8,7%). В ручьях обнаружены и лесо-болотные виды (14,1%), что связано с их небольшими размерами, экотонным положением и облесённостью прилегающих биотопов. В остаточных водоёмах увеличивается значение болотных видов (21,1% – оз. Шиченгское, 17,4% – оз. Полянок), что отражает их внутриболотное положение. Роль остальных групп сходна с таковой у водотоков:

прибрежно-болотные (30,3% – оз. Шиченгское, 26,1% – оз. Полянок), водно-болотные (10,5% и 10,9%), лугово-болотные (11,8% и 8,7%), лесо-болотные (11,8% и 13,1%) и водные (5,3% и 17,4%). Большее количество последних в оз. Полянок (8 против 4 в оз. Шиченгское) можно объяснить наличием диапазона глубин, а также небольшими размерами краевых озёр, что уменьшает волновые явления. Вторичные водоёмы отличаются значительным преобладанием болотных (62,4% – топи, 77,8% – мочажины), отчасти водно-болотных (17,1% и 11,1%) и лесо-болотных (5,7% и 11,1%) и в то же самое время отсутствием водных и лесных видов. Во многом это объясняется мелководностью данных водоёмов и их небольшими размерами, а также значительным влиянием прилегающих болотных участков. Наличие прибрежно-болотных видов (11,4%) в проточных топях отражает их промежуточный характер между типичными водоёмами и водотоками болот.

Во флоре преобладают гигрофильные (гидрогигро- и гигрофиты; 60,1%) и гидрофильные (гигрогидро- и гидрофиты; 25,7%) макрофиты. Доля данных экологических групп в разных типах водных объектов в целом схожа, однако, во вторичных водоёмах несколько выше доля гигрофильных растений (68,6% – топи, 72,2% – мочажины).

Роль макрофитов в фитоценозах также не постоянна: в первичных водных объектах болота значительная часть видов имеет малое обилие (82,6% – оз. Полянок; 89,5% – оз. Шиченгское; 87,0% – реки; 90,6% – ручьи; 42,9% – топи; 22,2% – мочажины), тогда как во вторичных объектах, имеющих менее богатую флору, увеличивается число средне обильных и очень обильных видов (13,0 и 4,3% – оз. Полянок; 6,6 и 3,9% – оз. Шиченгское; 13,0 и 0% – реки; 6,3 и 3,1% – ручьи; 42,9% и 14,3% – топи; 44,4% и 33,3% – мочажины).

Кластерный анализ 7 флористических выборок макрофитов с использованием количественных признаков и индекса Жаккара ( $K_j$ ) показал невысокое сходство флор разных типов водных объектов болота Шиченгское, следовательно, их неповторимость и индивидуальность. Наибольшее сходство было зафиксировано между оз. Шиченгское и сплавидами ( $K_j=0,46$ ), что вполне объяснимо генетическим сходством данных образований. К ним примыкают болотные реки ( $K_j=0,38$ ) и оз. Полянок ( $K_j=0,36$ ), что во многом связано с их относительно крупными размерами и близкими абиотическими условиями (грунты и гидрохимические параметры вод). Несколько в стороне находятся болотные ручьи ( $K_j=0,27$ ). Флора последних носит в целом евтрофный, но всё же, экотонный характер (ручьи, как правило, протекают по окрайкам болота). В отдельную группу ( $K_j=0,36$ ) выделились специфические объекты – сфагновые мочажины и проточные топи. Они содержат относительно мало видов (18–35), часть из которых (например, очеретник, шейхцерия, ряд мезо- и олиготрофных сфагновых мхов) отмечаются только в них.

Изменения биоморфологической структуры флор разных типов объектов гидрографической сети верхового болота описаны нами отдельно (Бобров и др., 2017). К существенным биоморфологическим особенностям флоры водных объектов болота относятся: 1) преобладание травянистых форм над древесными на большинстве участков, а внутри групп – доминирование столонных биоморф среди травянистых растений и многоствольных форм среди древесных; 2) слабая представленность корнеотпрысковых и стержнекорневых травянистых жизненных форм в противовес формам, построенным на побеговой основе; 3) низкая доля монокарпических трав; 4) доминирование вегетативно подвижных форм в большинстве экотопов; 5) высокая скорость вегетативного размножения, проявляющаяся даже у вегетативно слабо или неподвижных биоморф.

В целом, в объектах гидрографической сети верхового болота сосредоточено чуть более 40% общего их разнообразия в пределах водно-болотного угодья. По растительному покрову наиболее близки между собой остаточные озёра, а также вторичные водоёмы. В каждом типе водных объектов создаются условия для обитания именно определённого набора растений, которые характеризуются соответствующей экологической и биологической адаптацией к среде. Так наиболее благоприятны для макрофитов озёра (89 видов), что объясняется их значительными размерами, диапазоном глубин и нейтральными водами. Наименьшее видовое богатство зафиксировано во вторичных водоёмах (мочажины – 18, топи – 35), что связано с их

происхождением и мезо- или олиготрофными условиями, в которых они формируются и развиваются, а также физико-химическим составом вод (Philippov, Yurchenko, 2020). По мере формирования поверхностной гидрографической сети болота происходит увеличение степени участия типично болотных видов и уменьшения количества случайных и индифферентных, при общем уменьшении числа видов, усиливается фитоценотическая роль макрофитов, уменьшается количество малообильных видов в ценозах. Во вторичных водоёмах болота именно растения – сфагновые мхи – в значительной степени определяют гидрохимический состав вод, следовательно, влияют на среду обитания всех других групп гидробионтов.

Работа выполнена в рамках госзадания ИБВВ РАН (№ АААА-А18-118012690099-2) и календарного плана обучения в докторантуре ИЛАН РАН.

Бобров Ю. А., Поздеева Л. М., Филиппов Д. А. Изменение биоморфологической структуры флоры болота в ходе преобразования его поверхностной гидрографической сети // Труды ИБВВ РАН. 2017. Вып. 79(82). Гидробиологические исследования болот. С. 23–29. DOI: 10.24411/0320-3557-2017-10026

Филиппов Д. А., Прокин А. А., Пржиборо А. А. Методы и методики гидробиологического исследования болот: учеб. пособие. Тюмень: Изд-во Тюменского гос. ун-та, 2017. 207 с.

Philippov D. A., Yurchenko V. V. Data on chemical characteristics of waters in two boreal Sphagnum mires (North-Western Russia) // Data in Brief. 2020. Vol. 28. Art. 104928. DOI: 10.1016/j.dib.2019.104928

**Д. А. Филиппов, А. С. Сажнев, В. В. Юрченко, А. С. Комарова**  
**СФАГНОВЫЕ МОЧАЖИНЫ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ:**  
**БОЛОТНЫЕ ВОДЫ, МАКРОФИТЫ, ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ**  
**D. A. Philippov, A. S. Sazhnev, V. V. Yurchenko, A. S. Komarova**  
**SPHAGNUM HOLLOWES OF RAISED BOGS OF THE VOLOGDA REGION, RUSSIA:**  
**WATERS, MACROPHYTES, COLEOPTERA**

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), philippov\_d@mail.ru, sazh@list.ru, victoria.yurchenko@rambler.ru, komarova.as90@yandex.ru

Мочажины – замкнутые между положительными формами микрорельефа (грядами, кочками) обводнённые понижения на болотах – являются неотъемлемым компонентом верховых болот и входят в состав кочковато-мочажинных, грядово-мочажинных и грядово-мочажинно-озерковых комплексов. Мочажины сфагновых болот вторичны по своему происхождению. Они могут иметь различные размеры, конфигурацию, особенности растительного покрова, уровень болотно-грунтовых вод и, как правило, не имеют значительных участков открытой воды. Сфагновые мочажины являются одними из наиболее излюбленных объектов изучения болотоведов, однако, это касается лишь автотрофного блока, тогда как сведения о гидробиоценозах данных водоёмов скудны (Филиппов, 2017).

В работе использованы материалы, собранные авторами в основном в 2017–2020 гг. Полевые работы выполнялись согласно описанным ранее методическим рекомендациям (Филиппов и др., 2017). Всего было обследовано более 100 болот, из которых сборы насекомых выполнены в мочажинах 12 верховых болот (бол. Алексеевское-1, Ветошное, Гусинское, Доровское, Егорьевское, Лишкино, Озерецкое, Пиявочное, Шиченгское и несколько безымянных приозёрных болот в бассейне оз. Воже). Для изучения жесткокрылых использовался ручной сбор, сбор водным сачком, вытаптывание, а также была апробирована методика использования термофотоэлектронной (комбинированного действия) установки. В качестве фиксатора применяли 96%-й раствор этилового спирта с добавлением глицерина. Время экспозиции проб в эклекторе составляло 14 суток. Материал хранится в коллекции беспозвоночных Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН (IBIW) и Гербарии Болотной исследовательской группы ИБВВ РАН (MIRE).

Болотные воды. Сфагновые мочажины на верховых болотах (в сравнении с другими типами водных объектов) значительно лучше прогреваются, характеризуются низкими значениям цветности, кислотности, общей минерализации, содержания карбонатов, марганца, общего железа, фосфатов (Philippov, Yurchenko, 2020). Колебания большинства гидрохимических показателей в течение вегетационного сезона и ряда лет наблюдений в мочажинах несколько меньше таковых в других болотных водоёмах, что связано со спецификой мочажин как водных объектов: прежде всего, их небольшими размерами и уровнем стояния болотных вод, активным влиянием ценозообразователей – сфагновых мхов.

Макрофиты. Флора сфагновых мочажин Вологодской обл. крайне бедна и в целом типична для болот верхового типа Европейского Севера. В её состав входят 23 вида макрофитов. Среди сосудистых растений наиболее обычны кустарнички (*Oxycoccus palustris* Pers., *Andromeda polifolia* L., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench) и травянистые растения (*Scheuchzeria palustris* L., *Carex limosa* L., *Rhynchospora alba* (L.) Vahl, *Eriophorum vaginatum* L., *Drosera anglica* Huds., *D. × obovata* Mert. et Koch, крайне редко и малообильно отмечается *D. rotundifolia* L., на северо-западе и севере региона иногда встречается *Trichophorum cespitosum* (L.) Hartm.). Ценозообразующую роль в мочажинах играют сфагновые мхи (проективное покрытие до 95%). Наиболее обильны *Sphagnum balticum* (Russow) C.E.O. Jensen, *S. majus* (Russow) C.E.O. Jensen, *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm., *S. lindbergii* Schimp., *S. pulchrum* (Lindb. ex Braithw.) Warnst., *S. jensenii* H. Lindb., *S. fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr. и отчасти (по краям и в менее обводнённых участках) – *S. angustifolium* (C.E.O. Jensen ex Russow) C.E.O. Jensen и *S. medium* Limpr. Бриевые мхи и печёночники представлены *Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske, *Cladopodiella fluitans* (Nees) H. Buch, *Mylia anomala* (Hook.) Gray.

Перечисленные выше виды формируют шейхцериово-сфагновые, осоково-сфагновые, очеретниково-сфагновые, шейхцериово-осоково-сфагновые, очеретниково-осоково-сфагновые и шейхцериово-очеретниково-сфагновые ценозы, преобладающие в растительном покрове мочажин верховых болот области. В сообществах доминирование того или иного вида сфагнового мха, в основном, определяется гидрологическими условиями мочажины (постоянством в течение вегетационного сезона и степенью обводнённости). Так, в слабо обводнённых мочажинах весьма обычны *Sphagnum angustifolium*, *S. fallax*, местами пятна *S. medium*, в среднеобводнённых повышается роль мочажинных сфагнов – *S. balticum*, *S. majus*, *S. jensenii*, *S. lindbergii*, в сильнообводнённых мочажинах – *S. cuspidatum* (формирует водные формы). Стоит отметить, что сфагновые мхи далеко не всегда образуют чистые куртины и чаще встречаются в виде смеси нескольких видов. Сфагновые мочажины относятся к очень сильно зарастающим водоёмам (обычно около 95–98%).

Сфагновые мочажины служат основным биотопом для нескольких редких в Вологодской обл. макрофитов: *Sphagnum lindbergii* (2/VU), *Drosera anglica* и *Rhynchospora alba* (3/NT), *Sphagnum pulchrum* (4/DD), *S. jensenii* (биоконтроль) (Постановление ..., 2015).

Жесткокрылые. В сфагновых мочажинах было зафиксировано 7 видов жесткокрылых из 3 семейств. Так, в пробах, заложенных в эклаторную установку (n=15), за 2019–2020 г. отмечены для *S. cuspidatum* (n=9) – *Bidessus unistriatus* (Goeze, 1777), *Hydroporus obscurus* Sturm, 1835, *H. tristis* (Paykull, 1798) (Dytiscidae) и *Enochrus affinis* (Thunberg, 1794) (Hydrophilidae); для *S. balticum* (n=2) отмечен 1 вид – *Hydroporus tristis*; для *S. majus* (n=2) – *Bidessus unistriatus*, *Hydroporus obscurus*, *H. scalesianus* Stephens, 1828, *H. tristis*, *Hydrobius* s.l. *fuscipes* (Linnaeus, 1758) (Hydrophilidae) и *Aphthona erichsoni* (Zetterstedt, 1838) (Chrysomelidae). В пробах *S. lindbergii* (n=1) и *S. pulchrum* (n=1) жуков выявлено не было. В пересчёте на одну пробу наиболее богатым по видовому составу жесткокрылых оказался *S. majus* (3.0 вида).

Общая доля водных видов жесткокрылых, специфичных или преферентных к болотным сообществам, составила 42,8% фауны. К ним были отнесены 1) полустробионты (*Hydroporus obscurus*, *H. scalesianus*, *H. tristis*); 2) лимнофилы и политопные виды (*Bidessus unistriatus*, *Enochrus affinis* и *Hydrobius* s.l. *fuscipes*), и один вид (*Aphthona erichsoni*), не имеющий прямого отношения к водным объектам, однако, развиваясь на осоках и очеретнике, которые

произрастают и в мочажинах, консортивно связанный с последними. В трофической структуре сообществ жесткокрылых выделено 3 группы: 1) *зоофаги* – облигатные и факультативные хищники (Dytiscidae); 2) *фитофаги* (*Aphthona erichsoni*); 3) *фитодетритофаги* – совмещают питание растениями (водорослями, мхами) и разлагающимися органическими остатками (Hydrophilidae).

В заключении необходимо отметить, что сфагновые мочажины представляют собой специфические водные объекты, сформировавшиеся на последних этапах развития верховых болот в результате дифференциации болотного участка на положительные и отрицательные формы микрорельефа. При наличии замкнутых контуров в мочажинах создаются особые условия как места обитания: относительно небольшие размеры, застойность, мелководность, высокая степень зарастания, активное влияние гидрофильных сфагновых мхов, характерный физико-химический состав болотных вод. Именно эти экологические условия в значительной степени определяют видовой состав, структуру и динамику водных сообществ мочажин.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (18-04-00988).

Постановление Правительства Вологодской области № 125 от 24.02.2015 «Об утверждении перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутривидовых таксонов) растений и грибов, занесённых в Красную книгу Вологодской области».

Филиппов Д. А. Особенности структурной организации гидробиоценозов разнотипных болотных водоёмов и водотоков // Труды ИБВВ РАН. 2017. Вып. 79(82). Гидробиологические исследования болот. С. 251–277. DOI: 10.24411/0320-3557-2017-10063

Филиппов Д. А., Прокин А. А., Пржиборо А. А. Методы и методики гидробиологического исследования болот: учеб. пособие. Тюмень: Изд-во Тюменского гос. ун-та, 2017. 207 с.

Philippov D. A., Yurchenko V. V. Data on chemical characteristics of waters in two boreal *Sphagnum* mires (North-Western Russia) // Data in Brief. 2020. Vol. 28. Art. 104928. DOI: 10.1016/j.dib.2019.104928

**И. А. Харева, Н. А. Пакляшова**

## **ВЛИЯНИЕ АЦЕТАТА МЕДИ НА НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ ОНТОГЕНЕЗА ЩАВЕЛЯ ВОДНОГО (*RUMEX MARITIMUS* L.)**

**I. A. Khareva, N. A. Pakliashova**

## **INFLUENCE OF COPPER ACETATE ON THE INITIAL STAGES OF ONTOGENESIS OF *RUMEX MARITIMUS* L.**

Череповецкий государственный университет, Череповец, Россия (Cherepovets State University, Cherepovets, Russia), khareva1997@mail.ru

Повышенное содержание тяжёлых металлов (ТМ) в водной экосистеме – это одна из важных экологических проблем современности. Даже при низких концентрациях ТМ отличаются биологической активностью, обладают мутагенными и патогенными свойствами. Приспособление толерантных видов растений к загрязнению окружающей среды, происходит на основе изменения их морфологических и физиологических признаков. Растения обладают сильно выраженной внутривидовой дифференциацией по устойчивости к действию ТМ, и наиболее чувствительные к загрязнению погибают, уступая место более устойчивым видам местной флоры (Титов и др, 2011; Зарипова, 2008).

Медь – один из элементов минерального питания, который необходим для нормальной жизнедеятельности растений. Однако, в концентрациях, превышающих физиологические потребности растений, он проявляет свои токсичные свойства и занимает одно из первых мест по токсичности среди ТМ (Алобайди и др., 2011).

Таким образом, изучение влияния различных концентраций ацетата меди на начальные этапы онтогенеза проростков щавеля водного, и выяснение механизмов адаптации растений к экстремальным условиям является актуальной темой исследования.

Цель исследования. Изучение влияния различных концентраций ацетата меди на начальные этапы онтогенеза щавеля водного *Rumex aquaticus* L.

Для успешного достижения цели, были поставлены следующие задачи:

Определить показатели прорастания (лаг-время, энергия прорастания, период прорастания, лабораторная всхожесть) семян щавеля водного под влиянием различных концентраций ацетата меди

Сравнить характер влияния различных концентраций ацетата меди (1, 10, 25, 50, 100, 250, 500 мг/л.) на морфологические показатели вегетативной части проростков.

Определить количество пигментов (хлорофилл «а», хлорофилл «b», каротиноиды) содержащихся в проростках под влиянием различных концентраций ацетата меди.

Определить содержание количества меди в проростках щавеля водного под влиянием различных концентраций ацетата меди.

Эксперимент проводили в лаборатории физиологии растений, биохимии и микроорганизмов кафедры биологии Череповецкого государственного университета.

Для эксперимента тестовым объектом был выбран щавель водный *Rumex aquaticus* L. Сбор семян проводили в начале сентября 2018 г. на берегу р. Шексны в окрестностях г. Череповца (Вологодская область). До начала эксперимента семена в течение 3 месяцев подвергли влажной холодной стратификации. Затем по 50 семян было помещено в каждую чашку Петри (диаметр 90 мм) на фильтровальную бумагу, смоченную раствором ацетата меди ( $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , в объёме 15 мл) в разных концентрациях (1, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 250, 500 мг иона металла/л (далее мг/л)).

Семена проращивали в люминостате при температуре 20–25°C. Освещенность – 3200 лк, фотопериод 9/15 (день/ночь). Длительность эксперимента составила 14 суток.

На 14 сутки у 10 проростков из каждого варианта опыта измеряли морфологические показатели. Достоверность различий величин оценивали по критерию Стьюдента, причем достоверными считались только данные с уровнем значимости  $\geq 0,05$ . Для определения корреляции использовали коэффициент корреляции Пирсона (Лапиров, Микрякова, 2002; Зверев, Зефирев, 2013).

Определение содержания фотосинтетических пигментов (хлорофилла «а», «b» и каротиноидов) в проростках осуществляли спектрофотометрическим методом. Для измерения содержания меди в проростках использовали атомно-абсорбционный анализ.

Результаты эксперимента свидетельствуют о нормальном дозревании семян и способности их к прорастанию под влиянием ацетата меди. Однако высокий процент всхожести (90%) не показатель высокой выживаемости проростков. Высокие концентрации ацетата меди тормозят начальный этап прорастания семян.

Морфологические показатели проростков показывают, что подземные органы более чувствительны к действию ацетата меди, чем надземные. У проростков увеличивается число боковых корней, появляются придаточные корни уже в контроле. Чем больше всасывающая поверхность корневой системы проростка, тем меньше ТМ поступает в его надземные органы. Следовательно, у семян изначально имеются адаптивные особенности, помогающие выживать в зоне повышенного содержания ТМ.

Высокие концентрации ионов меди в окружающей среде влияют на фотосинтетический аппарат проростков, что проявляется в уменьшении количества фотосинтетических пигментов. Содержание хлорофилла «а», «b» и каротиноидов в проростках связано с концентрацией ТМ сильной обратной зависимостью – чем выше концентрация ацетата меди, тем меньше содержание пигментов в проростках ( $r = -0,90$ ). Возможно, это механизм защиты проростков, что ведет к их большей устойчивости при действии ТМ. Возможно, малое количество пигментов связано с высоким содержанием меди в проростках.

Содержание меди в проростках увеличивается с возрастанием концентрации ацетата меди. Концентрация токсиканта – 1 мг/л обладает стимулирующим эффектом меди, как одного из основных элементов минерального питания растений. В контрольных проростках содержание меди – 12,06 мг/кг является критическим числом, норма содержания меди в растениях 10–20 мг/кг (Битюцкий, 2011).



Таким образом, наличие антропогенной нагрузки существенно влияет на устойчивость к ТМ и способствует образованию адаптивных изменений для существования растений.

Алобайди Х. Х., Башмакова Е. Б., Холодова В. П. Сравнительный анализ устойчивости растений рода *Brassica* на начальные этапы онтогенеза к избытку меди // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2011.

Битюцкий Н. П. Микроэлементы высших растений. СПб.: Изд-во С.- Петерб. ун-та, 2011.

Заринова Н. Р. Действие избыточных концентраций тяжелых металлов на экспрессию хлоропластных генов растений ячменя: Автореферат диссертации. М., 2008.

Зверев А. А., Зефилов Т. Л. Статистические методы в биологии: учебно-методическое пособие. Казань, КФУ, 2013.

Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М. Физиологические основы устойчивости растений к тяжёлым металлам: Учебное пособие. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011.

Лапинов А. Г., Микрякова Т. Ф. Влияние меди на формирование проростков частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.) // Современные проблемы водной токсикологии: Тезисы докладов (ИБВВ РАН, Борок). Борок, 2002.

**А. И. Цветков, И. П. Малина, Е. В. Чемерис**

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАЛЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (МБЛА) ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ**

**A. I. Tsvetkov, I. P. Malina, E. V. Chemeris**

## **THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR MONITORING OF HIGHER AQUATIC VEGETATION**

Институт биологии внутренних вод РАН им. И. Д. Папанина, Борок, Россия (Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia), cai@ibiw.ru, inga@ ibiw.ru, lechem@ibiw.ru

При исследовании растительного покрова озёр среднего и крупного размера одна из самых трудоёмких методик – детальное картирование водной и прибрежно-водной растительности (Катанская, 1981; Распопов, 1992; Папченко, 2001). Эти данные в дальнейшем используются для расчётов продукции высшей водной растительности (ВВР), площадей зарастания и прогнозирования его динамики. Известна эффективность метода дистанционного зондирования в виде аэрофотосъёмки (Распопов, 1978), но применяется он крайне редко по причине высокой стоимости. Малые БЛА во многом способны решить эту проблему, что подтверждается публикациями последних лет, в которых описаны подходы, применяемые для изучения наземной растительности (Скуднева, 2014; Исаев, Черненко, 2015; Денисов и др., 2016, Романкевич и др., 2017), речных экосистем (Woodget et al., 2017 и др.). В 2018–2019 гг. при помощи малого БЛА была проведена аэрофотосъёмка растительного покрова оз. Плещеево – одного из наиболее изученных озёр Ярославской обл. (Экосистема..., 1989, Чемерис и др., 2020). Для удобства и возможности сопоставления опубликованных данных с материалами аэрофотосъёмки литораль озера была разделена на 8 участков рис.

Фотосъёмки производили с малого БЛА «DJI Phantom 4 Professional». Горизонтальная скорость БЛА составляла 8–12 м/с, высота полета – 150–500 м, фотографирование производилось автоматически с интервалом 2, 5 или 7 с, фотокамера направлена строго вниз. Были получены серии изображений с достаточной степенью перекрытия для построения единого ортофотоплана местности. Взлёт и приземление БЛА проводили в ручном режиме, пилотировали вдоль береговой линии по видеосигналу и данным телеметрии, общая протяженность маршрута составляла около 25 км. Были опробованы два подхода к организации съёмки. В 2018 г. было проведено 6 аэрофотосъёмок: 18 мая (794 снимка), 10 июня (917 снимка), 7 июля (752 снимка), 10 августа (886 снимка), 27 октября (555 снимка), 5 ноября (981 снимок). В 2019 г. проведены 4 съёмки: 6 июня (748 снимков), 21 июля (509 снимков), 18 августа (229 снимков), 25 августа (302 снимка). Снимки обрабатывали в

программном обеспечении AgiSoft PhotoScan. Обработка включала в себя стандартные шаги получения ортофотоплана: выравнивание полученных фотоснимков, поиск общих точек, построение облака точек, построение трехмерной модели местности, построение матрицы высот. В результате обработки для каждой из съёмок получали ортофотоплан, дальнейшую работу с которым проводили в геоинформационной системе Quantum GIS (QGIS).

Снимки, выполненные в конце вегетационного сезона (в августе), более точно отражают особенности растительного покрова. Что хорошо соотносится с рекомендованными сроками исследования высшей водной растительности и её продукции (Катанская, 1981; Папченков, 2001; Шарапов и др, 2013). На снимках хорошо просматриваются пятна и пояса растительных сообществ, которые в случае явного доминирования одного вида хорошо идентифицируются. Затруднительно распознавание в случае полидоминантных и переходных ценозов обсыхающих прибрежных и мелководных зон. Перспективным способом решения этой трудности представляется закладка трансект через такие участки.

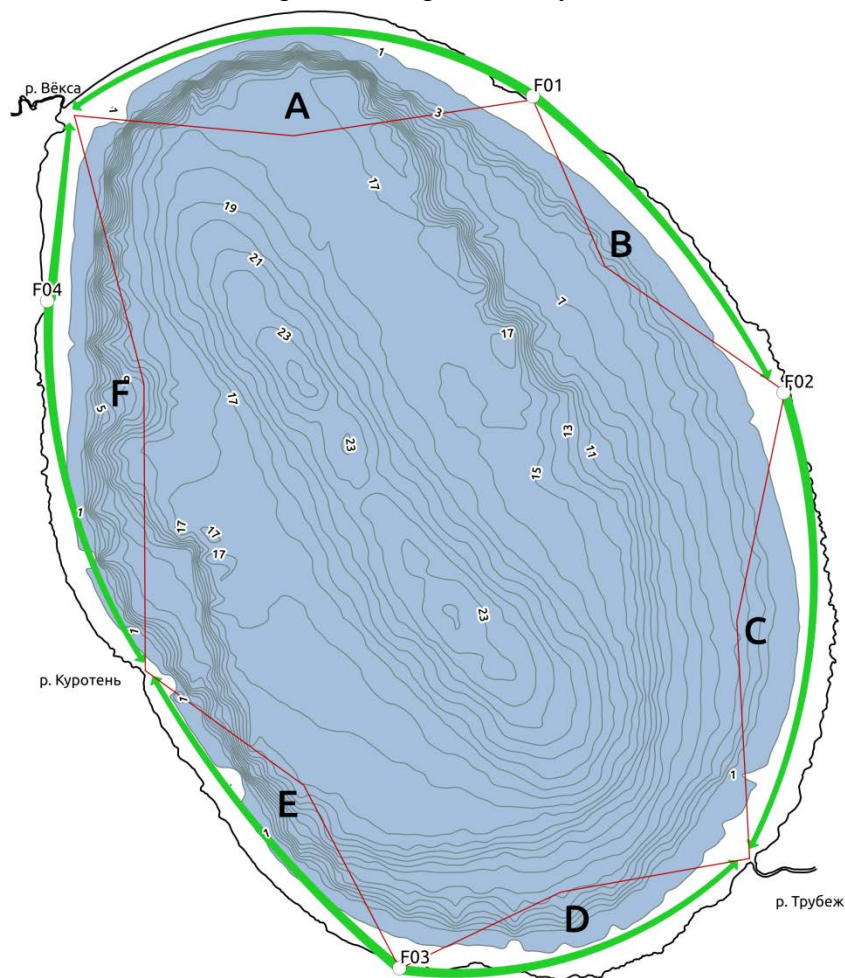


Рис. Карта-схема деления литорали оз. Плещеево на участки и маршрут проведения аэрофотосъёмки. Латинскими буквами обозначены участки литорали. Зелёные стрелки – маршрут полета БПЛА.

Рекомендации по изучению растительного покрова озёр с помощью БПЛА:

- 1) Аэрофотосъёмку проводить в пик развития водных растений в июле–августе.
- 2) Для общей рекогносцировки проводить облёт на больших высотах (150–500 м).
- 3) Проводить закладку трансект через типичные участки, с выполнением геоботанических описаний и геопривязкой опорных точек (площадок).
- 4) Для точной идентификации растительных сообществ проводить облёт по намеченным трансектам на малой высоте (до 50 м).

5) Наилучший результат получен в результате проведения съёмки с максимальной возможной высоты (500 м), интервал между снимками составлял 7 с.

Работа выполнена в рамках программ государственного задания (темы АААА-А18-118012690095-4; АААА-А18-118012690102-9; АААА-А18-118012690104-3) при финансовой поддержке Национального парка «Плещеево озеро» (тема НИР «Ретроспективный анализ изменений вертикального распределения погруженной водной растительности оз. Плещеево»).

Денисов С. А., Домрачев А. А., Елсуков А. С. Опыт применения квадрокоптера для мониторинга леса // Вест. ПГТУ. 2016. № 4(32). С. 34–46.

Исаев А. С., Черненко Т. В. Уникальность современного этапа дистанционного зондирования лесов России // Сибирский лесной журнал. 2015. № 5. С. 26–41.

Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.

Папченков В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 213 с.

Распопов И. М. Высшая водная растительность озёр Воже и Лача // Гидробиология озёр Воже и Лача. Л.: Наука, 1978. С. 12–27.

Распопов И. М. Мониторинг высшей водной растительности // Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. С. 173–244.

Романкевич А. П., Качановская Д., Черняков Г. Применение беспилотных летательных аппаратов с целью картографирования и создания цифровой основы для мониторинга растительности // Земля Беларуси. 2017. № 3. С. 46–48.

Скуднева О. В. Беспилотные летательные аппараты в системе лесного хозяйства России // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2014. № 6 (342). С. 150–154.

Чемерис Е. В., Кутузов А. В., Ефимов Д. Ю., Гришуткин О. Г. Изменение растительного покрова оз. Плещеево (Ярославская обл.) с 1899 по 2017 гг. // Труды ИБВВ РАН. 2020. Вып. 90(93). С. 33–52. DOI: 10.24411/0320-3557-2020-10011

Шарапов А. В., Чемерис Е. В., Бобров А. А. Запасы надземной фитомассы речных макрофитов Верхнего Поволжья и её сезонная динамика // Раст. ресурсы. 2013. Т. 49. Вып. 1. С. 48–56.

Экосистема озера Плещеево. Л.: Наука, 1989. 264 с.

Woodget A. S., Austrums R., Maddock I. P., Habit E. Drones and digital photogrammetry: from classifications to continuums for monitoring river habitat and hydromorphology // WIREs Water 2017. Vol. 4. P. 1–20. DOI: 10.1002/wat2.1222

**Д. Ю. Цыренова, Н. И. Уртякова**

**МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕДКОГО ВИДА БРАЗЕНИИ  
ШРЕБЕРА ВОДНОЙ ФЛОРЫ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ**

**D. Yu. Tsyrenova, N. I. Urtyakova**

**MICROMORPHOLOGICAL FEATURES OF *BRASENIA SCHREBERI*, A RARE SPECIES  
OF AQUATIC FLORA OF THE LOWER AMUR REGION**

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия (Pacific National University, Khabarovsk, Russia), tzyrenova58@mail.ru

Объект нашего исследования – бразения Шребера *Brasenia schreberi* J. F. Gmel., сем. Cabombaceae редкий реликтовый представитель флоры Дальнего Востока России. Вид имеет обширный ареал, охватывающий Южную и Восточную Азию, Северную Америку, Африку и Австралию (Цвелёв, 1987; Flora of China, 2001). В России встречается в Восточной Сибири и на юге Дальнего Востока России (Цвелёв, 1987; Чепинога, 1999; Малышев, 2012). Охраняется как вид, находящийся под угрозой исчезновения на северной границе ареала, реликт мелового периода (Красная книга РФ, 2008; Красная книга Хабаровского края, 2008). Введено в культуру (Пшенникова, 2005). Анализ литературных сведений показывает, что микроструктурные адаптации вида к условиям существования на северной границе ареала не

рассматривались. Между тем, известно, что для оценки адаптивного потенциала вида можно использовать анатомические признаки.

Целью наших исследований явилось выявление микроструктурных признаков вегетативных органов, обеспечивающих устойчивость и сохранение этому тропическому реликтовому виду в современных экосистемах умеренной зоны.

Материал отобран в августе 2018 г. в оз. Ледяное в окр. пос. Волочаевка-2 Смидовичского р-на Еврейской автономной области. Исследование проведено по стандартной методике (Фурст, 1979).

Результаты исследования. Лист бразении имеет типичное для азрогидатофитов – водных растений с плавающими листьями – дорзивентральное строение. На поперечном сечении листа мезофилл ясно дифференцирован на столбчатый и губчатый. Столбчатый мезофилл относительно компактный и многослойный с продольно вытянутыми узкими клетками, губчатый – рыхлый с крупными воздухоносными полостями. Клетки губчатого мезофилла округлые, почти бесцветные, стенки их заметно утолщенные, крахмалоносные и кутинизированные. Соотношение толщины столбчатого мезофилла к толщине губчатого (индекс палисадности) равно 1:1. Наблюдается также свойственная водным растениям редукция проводящих и механических тканей. В проводящих пучках на месте ксилемы формируется ксилемная полость. Вокруг пучков имеется склеренхимная обкладка, её тяж более мощный со стороны флоэмы. Верхняя и нижняя эпидерма резко различаются. Верхняя эпидерма содержит устьица с широко открытыми щелями и крупными подустьичными воздухоносными полостями. Сверху эпидерма покрыта толстой кутикулой. Клетки имеют целлюлозные утолщения и содержат хлоропласты. Устьичный аппарат аномоцитного типа. Напротив, нижняя эпидерма без устьиц и на поверхности несут многочисленные слизевыделительные железки. Железка состоит ножки из двух мелких клеток, и более крупной и округлой окрашенной головки. Из-за чего нижняя сторона листа фиолетового цвета и покрыта толстым слоем секретируемой железками слизи. При микроскопировании в толще слизи хорошо заметны одноклеточные и нитчатые водоросли.

Осевые органы (черешок и стебель) характеризуются микроструктурой погруженных гидрофитов. Прежде всего, в первичной коре, занимающей большую часть органов, развита аэренхима. Она представлена крупными воздухоносными полостями, располагающимися в один или несколько кругов и отделяющимися друг от друга однослойными перегородками. Паренхима, окружающая воздухоносные полости, колленхиматозная. Включает много крахмальных зерен. Кроме того, стенки клеток, обращенные к воздухоносной полости, кутинизированные. Стела имеет небольшие размеры, сдвинута к центру органов. Сердцевина отсутствует. Вокруг стелы выражена эндодерма с крахмальными зернами. Проводящие пучки центроксилемного (амфикрибрального) типа сближены в центре органов. Они располагаются по 2, по обе стороны от узкого воздухоносного хода в центре органов. Стенки сосудов склерифицированы. Камбий отсутствует. Черешок и стебель различаются между собой по количеству пучков. На поверхности органов находятся множество слизевыделительных железок.

Обсуждение результатов. Виду присущи особенности, общие для всех водных растений, как присутствие аэренхимы, редукция проводящих и механической тканей. Видоспецифическими особенностями являются, как мы считаем, наличие слизевыделительных железок, образующих студенистую слизь на всех органах растений; кутинизация воздухоносных полостей; колленхиматизация первичной коры и развитие крахмалоносной паренхимы; наличие концентрических пучков. Считают, что именно эта слизь обладает воздухоносными свойствами и обеспечивает плавучесть листьям бразении (Пшенникова, 2005). Плавучесть растений бразении также обусловлена воздухоносной паренхимой (аэренхимой), как показывают наши исследования, пронизывающей все органы растения. В ходе исследования нами обнаружено присутствие внутренней кутикулы, выстилающей изнутри воздухоносные полости. Такое относится к редким явлениям, тогда, как у большинства растений образуются только поверхностные кутикулярные слои (Эсау,

1969). Она также считает присутствие амфикрибральных пучков у покрытосеменных растений редкий и как более специализированный признак. По-видимому, и повышенное накопление эргастических полисахаридов (целлюлозы и крахмала) можно отнести к структурно-функциональным особенностям бразении. Все названные особенности тканевой организации бразении имеют важное адаптивное значение, обеспечивая максимальную защищенность растений от выщелачивания и обезвоживания в водной среде (Барыкина, Чубатова, 2005). Таким образом, вид сохранился до наших дней благодаря своим биологическим особенностям на разных уровнях, в том числе, на анатомическом уровне. Нами обнаружены у бразении Шребера микропризнаки пациентной стратегии, т. е. приобретения выносливости к перенесению неблагоприятных условий внешней среды. В современную эпоху угрозу для вида на северной границе ареала представляют климатогенные и антропогенные изменения природной среды (зарастание и заиливание водоёмов, строительство дамб и плотин, зарегулирование стока рек, акклиматизация ондатры и др.).

Барыкина Р. П., Чубатова Н. В. Экологическая анатомия цветковых растений: учебно-методическое пособие. М.: КМК, 2005. 75 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: КМК, 2008. 855 с.

Красная книга Хабаровского края. Хабаровск: Приамурские ведомости, 2008. 632 с.

Малышев Л. И. Cabombaceae Rich. ex A. Rich. // Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения / Под ред. К. С. Байкова. Новосибирск, 2012. С. 28.

Пшенникова Л. М. Водные растения российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2005. 106 с.

Фурст Г. Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. М.: Наука, 1979. 159 с.

Цвелёв Н. Н. Сем. Кабомбовые – Cabombaceae // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб.: Наука, 1987. Т. 2. С. 21–23.

Чепинога В. В. *Brasenia schreberi* (Cabombaceae) – новый вид для флоры Сибири // Бот. журн. 1999. Т. 84. № 6. С. 144–147.

Эсау К. Анатомия растений. М.: Мир, 1969. 564 с.

Flora of China [сайт]. *Brasenia*. URL: <http://www.efloras.org/> (дата обращения: 12.06.2020).

**Е. А. Чекмарева, И. Л. Григорьева**

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И СТЕПЕНЬ ЗАРАСТАНИЯ ВОДОЁМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Е. А. Chekmareva, I. L. Grigoryeva**

## **TYPES OF HIGHER AQUATIC VEGETATION AND THE LEVEL OF OVERGROWTH IN COOLING RESERVOIRS TVER REGION**

Институт водных проблем РАН (Иваньковская научно-исследовательская станция),  
Конаково, Россия (Water Problems Institute RAS (Ivankovskaya Research Station), Konakovo,  
Russia), [irina\\_grigorieva@list.ru](mailto:irina_grigorieva@list.ru)

Высшие водные растения (макрофиты) выполняют экосистемные функции в водной экосистеме водоёма. Известно, что макрофиты поглощают из водной среды соединения азота и фосфора, что является жизненно важной функцией растения. Помимо прямого поглощения питательных веществ макрофиты косвенно влияют на круговорот питательных веществ, особенно на цикл азота, воздействуя на денитрифицирующие бактериальные функциональные группы (Hallin et al., 2015). В местах обитания макрофитов увеличивается разнообразие видов и численность рыб и беспозвоночных (Thomaz et al., 2007).

Изменение внешних условий, например поступление подогретых вод от тепловых и атомных электростанций, оказывает существенное влияние на степень зарастания водоёмов и видовой состав высшей водной растительности. Температура воды водоёмов-охладителей за счет отвода подогретых вод может подниматься на 9–18<sup>0</sup>С в сравнении с температурой воды природных водоёмов (Grigorieva et al., 2019).

Целью наших исследований явилось изучение влияния двух крупных объектов теплоэнергетики Тверской области (Конаковской ГРЭС и Калининской АЭС) на изменение экологического состояния (в частности на состояние высшей водной растительности) водоёмов-охладителей.

Исследования были проведены авторами в 2017–2018 гг.

Водохранилище Калининской АЭС представляет собой природно-технический объект, состоящий из двух озёр ледникового происхождения оз. Удомля ( $S=10,1 \text{ км}^2$ ) и оз. Песьво ( $S=6,3 \text{ км}^2$ ), соединённых протокой. Из оз. Удомля насосные станции закачивают воду для АЭС, после использования подогретая вода по системе каналов поступает в озеро Песьво, далее вода движется по протоке в оз. Удомля, образуя циркуляционное течение (по часовой стрелке).

Водоснабжение Конаковской ГРЭС осуществляется из Иваньковского водохранилища, после использования подогретые воды отводятся по каналу (длина 5 км, ширина до 55 м) в Мошковичский залив ( $S=0,7 \text{ км}^2$ , длина – 9 км), в который впадает малая р. Малиновка, и происходит сброс с очистных сооружений г. Конаково.

Площади, покрытые воздушно-водной растительностью в обоих водоёмах оценивались нами по спутниковым снимкам (спутник Ландстат 8, Didgital Globe, 2017 г.).

Видовой состав высшей водной растительности изучали путём проведения маршрутных съёмок прибрежной зоны. Количественный учет проводили методом «квадрат», для оценки урожайности измеряли вес растения на площади в один кв. м во влажном, воздушно-сухом и сухом состоянии.

В озёрах Удомля и Песьво воздушно-водную растительность можно наблюдать вдоль берегов, она образует бордюрное зарастание на локальных участках. Зачастую это виды, способные существовать в околководных условиях, частично на суше (*Phragmites* и *Carex*), что связано с частыми изменениями уровня воды в озёрах. За период исследования в водохранилище КАЭС отмечены виды высшей водной растительности: *Phragmites australis*, *Nuphar lutea*, *Sagittaria sagittifolia*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, нитчатые водоросли и другие виды, в том числе адвентивные: *Acorus calamus*, *Juncus tenuis*, *Phragmites australis*, *Elodea canadensis*. Высокая плотность зарастания наблюдается на мелководьях, в устье р. Сьюча и истоке р. Съежа, в местах сбросов стоков от населённых пунктов. Площадь зарастания акватории водоёмов охладителей составила  $0,74 \text{ км}^2$  (4.5% от площади акватории). Площадь зарастания водохранилища КАЭС уменьшилась более чем на 5% в сравнении с данными 90-х годов (География..., 1999), что, по нашим предположениям, связано с проведением расчистки, берегоукрепления и формированием системы направленных течений.

В Мошковичском заливе Тверской области в период исследования зафиксированы следующие виды воздушно-водной растительности: *Trapa natans*, *Persicaria amphibia*, *Scirpus lacustris*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*, *Glyceria maxima*, *Spirodela polyrrhiza*, *Najas marina*, *Carex acuta*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Lemna minor*, *Sagittaria sagittifolia*, *Butomus umbellatus*, *Stratiotes aloides*, *Phragmites australis*, *Myriophyllum spicatum*, *Equisetum fluviatile*. Зарастание преимущественно бордюрного типа, вдоль побережья залива. В последние года мы отмечали большие площади распространения *Trapa natans*, также встречалась *Najas marina*.

Адвентивные теплолюбивые виды, произрастающие на акватории водоёмов-охладителей могут вытеснять местные виды из зон их обитания. Оценки урожайности фитомассы *Phragmites australis* и *Typha angustifolia*+*latifolia* в Мошковичском заливе в сравнении с природным фоновым участком на Иваньковском водохранилище показали, что урожайность в заливе выше в 1,5–3 раза (Григорьева и др., 2019). Это связано с высокими температурами воды в заливе и более высокой температурой воздуха около него (микроклиматические особенности вблизи залива), также наличием питательной среды для растений (сброс коммунально-бытовых стоков).

Наиболее заросшим высшей высшей водной растительностью является правый берег Мошковичского залива ( $0,064 \text{ км}^2$ ), что связано с отсутствием застройки на его берегу.

Акватория Мошковичского залива покрыта высшей водной растительностью на 13,7%. Участок р. Малиновки, который находится в подпоре от Иваньковского водохранилища, покрыт высшей водной растительностью на 70 %, что связано со сбросом сточных вод, насыщенных азотом и фосфором и накоплением иловых отложений в месте сброса с очистных сооружений.

Умеренное зарастание высшей водной растительностью водоёма приводит к активизации процессов самоочищения (потреблении растениями соединений азота и фосфора, накоплении тяжелых металлов в растениях), изменении условий теплопередачи на мелководьях, формировании затененных участков, при этом растет уровень эвтрофирования водоёма, возникает дефицит кислорода на локальных участках, возникает угроза вторичного загрязнения водоёма при разложении биомассы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Тверской области в рамках Проекта № 17-45-690600.

География Удомельского района // Тверь: РИУ Тверского университета. 1999. 356 с.

Григорьева И. Л., Федорова Л. П., Чекмарева Е. А. Современное гидроэкологическое состояние Иваньковского водохранилища в районе отвода подогретых вод от Конаковской ГРЭС // Вестник ТвГУ. Серия География и Геоэкология. 2019. № 1 (25). С. 23–38.

Grigorieva I. L., Komissarov A. B., Kuzovlev V. V., Chekmareva E. A. Influence of thermal pollution on the ecological conditions in cooling reservoirs // Water Resources. 2019. T. 46. № S1. P. 101–109.

Hallin S., Hellman M., Choudhury M. I., Ecke F. Relative importance of plant uptake and plant associated denitrification for removal of nitrogen from mine drainage in sub-arctic wetlands // Water Research. 2015. N 85. P. 377–383.

Thomaz S. M.; Dibble E. D., Evangelista L. R., Higuera J., Bini L. M. Influence of aquatic macrophyte habitat complexity on invertebrate abundance and richness in tropical lagoons" // Freshwater Biology. 2008. Vol. 53. P. 358–367.

**М. Н. Шаклеина, Н. П. Савиных**

**СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОБЕГОВЫХ СИСТЕМ *LIMOSELLA AQUATICA* L.**

**M. N. Shakleina, N. P. Savinykh**

**STRUCTURAL ORGANIZATION OF SHOOT SYSTEMS OF *LIMOSELLA AQUATICA* L.**

Вятский государственный университет, Киров, Россия (Vyatka State University, Kirov, Russia), mariyashakleina@mail.ru

При изучении растений из условий переменного обводнения меньшее внимание уделяется малолетникам – одно- и двулетникам (Кондакова, 2010; Савиных, 2015; Коновалова и др., 2018). Одним из них является незимующий однолетник (Марков, 1992) *Limosella aquatica* L. (сем. Scrophulariaceae), отличающийся способностью к столонообразованию и укоренению рамет (Марков, Вознова, 2001). Некоторые особенности её популяционной биологии и архитектуры отражены в работах, как зарубежных, так и отечественных ученых (Solisbury, 1967; Марков, 2007, 2010, 2019). В то же время особенности структурной организации вида с позиций современной биоморфологии не установлены. Поэтому целью нашей работы стало описание структуры *L. aquatica* с применением биоморфологических подходов.

Для этого в вегетационные сезоны 2019–2020 гг. из сообществ, расположенных на песчаном пляже правого берега р. Вятки в окрестностях г. Кирова, извлекали целостные побеговые системы. Детализировали их строение с использованием стереоскопического микроскопа МСП–1 вариант 22. Жизненную форму *L. aquatica* описывали, опираясь на представления И. Г. Серебрякова (1962, 1964) с учетом исследований М. В. Маркова (1992); модель побегообразования – по Т. И. Серебряковой (1981).

*L. aquatica* – однолетнее травянистое растение высотой 5–7 см с вторично-гоморизной корневой системой. По И. Г. Серебрякову (1964) *L. aquatica* – однолетний длительно

вегетирующий травянистый монокарпик с ассимилирующими побегами несуккулентного типа, не нуждающийся в опоре. М. В. Марков в одной из последних работ (2019) характеризует вид как гетеромодульное с ритмичным чередованием серий коротких междоузлий (розеток) и длинных междоузлий (столонов) гоморизное земноводное малолетнее растение. С позиций модели побегообразования – это моноподиально нарастающий розеточный монокарпик с боковыми столонно-верхнерозеточными побегами и их системами (до 14) до четырех порядков ветвления.

Первичный розеточный побег состоит в среднем из  $16 \pm 5$  метамеров с листьями срединной формации. Листья немного мясистые, с чешуевидными полупрозрачными прилистниками, длинночерешковые (средняя длина черешка  $2,6 \pm 1,0$  см), простые. Листовая пластинка длиной  $0,8 \pm 0,3$  см, шириной  $0,2 \pm 0,08$  см эллиптическая с округлой верхушкой и суженным основанием, цельнокрайняя. В пазухах листьев располагаются коллатеральные почки и их производные: бутоны, цветки, плоды, боковые столонно-розеточные побеги и их системы. Столонно-розеточные побеги различаются по числу метамеров (1 или 2) базального участка с длинными междоузлиями. Пазушные комплексы розеточных участков (в том числе и на верхушках боковых столонно-розеточных побегов) представлены в следующих комбинациях: бутон/цветок и почка; цветок/плод и боковой столонно-розеточный побег; два боковых столонно-розеточных побега; плод и система из боковых столонно-розеточных побегов последовательных (до 4) порядков ветвления. Формируются побеговые системы непрерывно, поэтому в основании исходного розеточного побега пазушные побеговые системы более разветвлены. Так обеспечивается итеративное ветвление (беспрерывное образование за вегетационный период нескольких, следующих друг за другом побегов ветвления, формирующих ось растения), типичное для трав в условиях повышенного увлажнения, особенно гигро- и гидрофитов. Формирование пазушных комплексов повышает площадь ассимилирующей поверхности, энергию семенной репродукции особей, разновременное и длительное плодоношение, активное расселение.

При укоренении столонно-розеточных побегов и формировании явнополицентрической онтобиоморфы междоузлия не перегнивают, связь с побегом n-ого порядка сохраняется вплоть до отмирания целостной особи. В результате повышается площадь почвенного питания целостного растения, что необычайно важно при повышенной сухости после схода воды в условиях прибрежий.

Таким образом, согласно синтетической множественной классификации *L. aquatica* можно охарактеризовать как однолетник монокарпик, развивающийся по моноподиальной модели побегообразования со сменой биоморф в онтогенезе (с моноцентрической на явнополицентрическую), с поздней неспециализированной полной морфологической дезинтеграцией; терофит.

Кондакова М. Ю. Популяционная структура псаммофитных однолетников Нижегородской флоры: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ростов-на-Дону. 2010. 21 с.

Коновалова И. А., Шаклеина М. Н., Лелекова Е. В., Полубоярцева А. Н. Об однолетниках песчаных пляжей // Систематические и флористические исследования Северной Евразии: матер. II Междунар. конф. (к 90-летию со дня рождения проф. А. Г. Еленевского). Т. 2. М.: МПГУ, 2018. С. 38–41.

Марков М. В. Структура и популяционная биология малолетних растений центра Русской равнины: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. Москва. 1992. 34 с.

Марков М. В. Онтогенез лужницы водной (*Limosella aquatica* L.) // Онтогенетический атлас растений: научное издание. Йошкар-Ола: МарГУ, 2007. Т. 5. С. 80–83.

Марков М. В. Особенности онтогенеза лужницы *Limosella aquatica* L.: зацветающие проростки // Матер. I(VII) Междунар. конф. по водным макрофитам «Гидробиотаника 2010». Ярославль, 2010. С. 210–212.

Марков М. В. ещё раз о популяционной биологии малолетних растений // Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Йошкар-Ола, 2019. С. 79–81.

Марков М. В., Вознова Г. В. О некоторых особенностях популяционной биологии столонообразующего однолетника *Limosella aquatica* L. (Scrophulariaceae) // Онтогенез и популяция: Сборник Материалов III Всерос. популяционного семинара. Йошкар-Ола, 2001. С. 130–132.

Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. 1964. Т. 3. С. 148–208.



Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений (жизненные формы покрытосеменных и хвойных). М.: Высш. школа, 1962. 577 с.

Серебрякова Т. И. Жизненные формы и модели побегообразования наземно-ползучих многолетних трав // Жизненные формы, структура, спектры, эволюция. М.: Наука, 1981. С. 161–179.

Salisbury E. J. The reproduction and germination of *Limosella aquatica* L. // Ann. Bot. 1967. V. 31. № 121. P. 147–162.

**Р. Б. Шанмак<sup>1</sup>, Д. Н. Шауло<sup>2</sup>**

**ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫЕ РАСТЕНИЯ ФЛОРЫ ГОРОДА КЫЗЫЛА (РЕСПУБЛИКА ТУВА)**

**R. B. Shanmak<sup>1</sup>, D. N. Shaulo<sup>2</sup>**

**SEMI-AQUATIC PLANTS IN THE FLORA OF KYZYL CITY (REPUBLIC OF TUVA)**

<sup>1</sup> Тувинский научный центр, Кызыл, Россия (Tuvan Scientific Center, Kyzyl, Russia),  
rshanmak@mail.ru

<sup>2</sup> Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия (Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia), dshaulo@yandex.ru

Высшие водные растения как составная часть водного биогеоценоза не существуют изолированно, а находятся в тесной связи со средой обитания, факторами среды и окружающими организмами, вступая с ними в сложные отношения (Кокин, 1982).

Во флоре города Кызыла отмечены местообитания 7 экологических групп растений по отношению к влаге (Шенников, 1964; Юрцев, Камелин, 1987). В целом, спектр экологических групп флоры г. Кызыла сдвинут в сторону усиления позиций ксерофильного элемента, что отражено в преобладании ксерофитов и мезоксерофитов, что связано с нахождением территории Кызыла на большей части опустыненно-степной Улуг-Хемской котловине. Увеличивается позиция мезофитов, которые представлены 182 видами (32,7 %), что характерно для флор умеренного климата (см. табл.). Преобладание мезофитов в урбановлоре отмечено и в других городах России. Гигрофиты насчитывают 37 видов (8 %), гидрофиты – 9 видов (2 %) и вместе они составляют около 10 % местного компонента урбановлоры – 46 видов. Полученный экологический спектр свидетельствует о разнообразии местообитаний, занимаемых прибрежно-водными растениями местной флоры в городе Кызыле.

Таблица. Экологическая структура флоры г. Кызыла по фактору увлажнения.

Название экологической группы	Флора		Аборигенный компонент (АФ)		Адвентивный компонент (АДФ)	
	Число видов	в % от всей флоры	Число видов	в % от АФ	Число видов	в % от АДФ
Ксерофиты	151	27,2	145	31,4	6	7,4
Мезоксерофиты	98	17,6	75	16,2	23	28,4
Мезофиты	182	32,7	130	28,1	52	64,1
Гидромезофиты	34	6,1	32	6,9	2	2,7
Гигрофиты	40	7,2	37	8	3	3,7
Мезогигрофиты	27	4,9	26	5,6	1	1,2
Гидрофиты	9	1,6	9	2	0	0

Гигрофильный компонент в адвентивной флоре города выражен значительно слабее, чем в местной флоре (см. табл.). Мезогигрофиты представлены 1 видом – *Humulus lupulus* (1,1 %), который активно внедряется в флору лугов бассейна рек Енисей, Донмас-Суг, парковой зоны. Гигрофиты составляют всего 3,4 % (3 вида) от общего числа адвентивных видов. Гигрофитами являются редкие заносные виды – *Mentha canadensis*, *Lotus krylovii*.

Во флоре города Кызыла представлены гидрофиты всех групп: гидатофиты, аэрогидатофиты, собственно гидрофиты. Гидатофиты – полностью погруженные растения, взвешенные в толще воды, например, широко распространенные в реках и прудах большинства городов. К этой группе относятся и полностью погруженные укореняющиеся растения, например, *Myriophyllum sibiricum*, *Ceratophyllum demersum*, *Hippuris vulgaris* обитающие в рр. Донмас-Суг, Малый Енисей, в искусственно созданных водоёмах и старицах парка. К укореняющимся аэрогидатофитам относится, например, *Potamogeton crispus* *Potamogeton perfoliatus*. По мелководью различных водоёмов и канавам обитают обнаруженные на территории города гидрофиты – *Sagittaria natans* и *Typha latifolia*. Гидрофиты составляют прибрежно-водные ценозы, заболоченные берега рек, в городах также произрастают в местах постоянного избыточного переувлажнения – канавам, различным понижениям в рельефе, а также в сохранившихся лесах, парках, по оврагам. По берегам водоёмов обитают – *Equisetum fluviatile*, *E. palustre*, *Beckmania syzigachne*, *Deschampsia cespitosa*, *Hordeum roshevitzii*, *Phalaroides arundinacea*, *Poa tibetica*, *Juncus articulatus*, *J. compressus* и др. По берегам водоёмов, оврагам, паркам – *Salix kochiana*, *S. ledebouriana* и др. В сырых лесах по руслу р. Серебрянки произрастает – *Aconitum baicalense*, *Ranunculus repens*, *R. sceleratus*. По берегам рек Енисей, Малый Енисей отмечен *Galium wirtgenii*. *Phragmites australis* формирует крупные заросли на берегу водоёмов бассейна р. Донмас-Суг, по городским свалкам в центральной части города Кызыла, где идет активное строительство. Участки естественной флоры на грани исчезновения. На болотах в районе больничного городка в жилой центральной зоне образует сплошные монодоминантные сообщества. На данном местообитании тростник поселился самостоятельно, поскольку поблизости есть крупные заросли, при этом в литературе описаны случаи применения этого вида в фитомелиорации для закрепления пылящих поверхностей водохранилищ (Мазур и др., 1989).

Мезогидрофитов насчитывается всего 26 видов (5,6 %). К ним относятся виды, встреченные на сырых тенистых участках лесов, парков, например, *Picea abies* и др. Мезогидрофиты произрастают по берегам рек Енисей, Донмас-Суг и водоёмов, к ним относятся – *Agrostis gigantea*, *A. vinealis*, *Alopecurus arundinaceus*, *Halerpestes salsuginosa*, *H. sarmentosa*. Мезогидрофитом являются также *Filipendula ulmaria*, *Oxytropis glabra*, *Lathyrus palustris*, встречаемые на сыроватых лугах, обочинах дорог, свалках, автомобильных путях в городе Кызыле. К мезогидрофитам также относится *Calamagrostis purpurea*, обитающий по берегам Енисея. Из древесных растений мезогидрофитами являются *Populus tremula*, обнаруженный во флоре города Кызыла по берегам водоёмов в парке, но встречающийся также по обочинам дорог. В сходных местообитаниях отмечается и *Ribes nigrum*. Мезогидрофиты обитают в тех же экотопах, что и гигромезофиты, но более требовательны к условиям увлажнения. Гигромезофиты обнаруживаются и по сырым участкам травянистых сообществ. В некоторых случаях местами обитания гигромезофитов являются щели в старых кирпичных кладках, щели между гаражами. К ним относятся и некоторые раннецветущие эфемероиды. Например, *Anemone sylvestris* по сохранившимся участкам лесов, в парках, на кладбищах. Например, по сыроватым лугам, склонам берегов рек, полутенистым местам в парках, на территориях очистных сооружений, на улицах большинства городов изредка встречается *Potentilla anserina*, по тенистым участкам в парках, по берегам рек, канавам, оврагам, кладбищам, встречаются и другие мезофиты.

В ряду от мезофитов к влаголюбивым растениям наиболее обширна группа гидромезофитов – 32 вида (6,9 %), к которой относятся многие представители влажных и сырых лугов: *Alopecurus pratense*, *Phalaroides arundinacea*, *Poa palustris*, *Ranunculus repens*. В следующей по степени увлажнения группе мезогидрофитов центральное место занимают виды, образующие водные и водно-болотные и водные сообщества: тростник, прибрежные осоки (они практически не встречаются на лугах).

Высокий суммарный процент гидрофитов и гидрофитов говорит о достаточно развитой в городе Кызыле гидрологической сети. Из соотношений основных экологических групп

можно заключить, что местный компонент урбанофлоры сохраняет свои зонально обусловленные черты.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (13-04-10138-к, 13-04-10113-к).

Кокин К. А. Экология высших водных растений. М.: МГУ, 1982. 160 с.

Мазур А. Е., Кучеровский В. В., Доценко А. Н. Закрепление пылящих поверхностей действующих хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов Кривбасса тростником южным // Интродукция и акклиматизация растений. 1989. № 12. С. 47–51.

Шенников А. П. Введение в геоботанику. Л.: ЛГУ, 1964. 447 с.

Юрцев Б. А., Камелин Р. В. Основные понятия и термины флористики. Перм. ун-т. Пермь, 1991. 81 с.

**А. В. Щербаков**  
**ЕЩЁ РАЗ О «ВОДНОМ ЯДРЕ» ФЛОРЫ**  
**A. V. Shcherbakov**

**ONCE AGAIN ABOUT "AQUATIC CORE" OF FLORA**

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия  
(Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia), shch\_a\_w@mail.ru

Термин «водное ядро флоры» был введён, чтобы отделить облигатно водные растения (истинно-водные и земноводные), с одной стороны, от факультативно водных (прибрежно-водных) и заходящих в водные местообитания (заходящих в воду растений и растений уреза воды), с другой стороны. Проанализировав большое число различных флористических гидроботанических работ, мы пришли к выводу, что растения «водного ядра флоры» попадают во флористические списки всегда, прибрежно-водные растения – почти всегда, а вот относительно растений, заходящих в воду, и растений уреза воды наблюдается очень большой разброс (их доля в списках колеблется от 4 до 90 %).

С другой стороны, сравнивая количественно три таксономических спектра одной и той же территории («водное ядро флоры»; «водное ядро флоры» + прибрежно-водные растения; «водное ядро флоры» + прибрежно-водные растения + заходящие в воду растения + растения уреза воды), мы получили разные данные, причем при сравнении групп 1 и 3 коэффициент показывал скорее различие сравниваемых флор, чем их сходство.

К сожалению, во многих работах мы имеем лишь те или иные спектры флор (таксономический, ботанико-географический, эколого-биоморфологический и т.п.) при отсутствии доступного списка. Поскольку объемы групп истинно-водных и земноводных растений относительно однозначно трактуются разными исследователями, сведения из так называемых «аналитических» (правильнее сказать – параметрических) работ, в принципе, пригодны для сравнительного анализа даже при отсутствии доступного первичного флористического списка. В определении границы между прибрежно-водными растениями и растениями, заходящими в воду, сходного единодушия между исследователями нет.

Термин «водное ядро флоры» выглядит красиво и представительно, из-за чего гидроботаники пользуются им, однако, к сожалению, далеко не всегда корректно, придумывая свое видение объема данной группы (чаще всего, включая в нее прибрежно-водные растения из родов *Typha*, *Sparganium*, *Alisma*, *Phragmites* и др.). К сожалению, такой подход ведет к возникновению путаницы в терминологии, а также к несопоставимости данных, опубликованных подобными исследователями, со сведениями, имеющимися у их коллег.

15 лет назад на VI Всероссийской школе-конференции по водным макрофитам «Гидроботаника 2005» были приняты рекомендуемые для использования общие понятия гидроботаники (опубликованы в материалах школы-конференции и в Бюллетене МОИП, отдел биологических, вып. 2 за 2007 г.). В число этих понятий вошло и «водное ядро флоры». На той же школе-конференции я делал доклад о правилах корректного использования этого термина, который также имеется в опубликованных материалах.

Очень жаль, что некоторые коллеги не утруждают себя знакомством с точными дефинициями тех или иных терминов и понятий, вкладывают в них свой смысл, нередко отличающийся от авторского, тем самым внося путаницу в терминологию и затрудняя корректный обмен научной информацией.

**А. В. Щербаков, Н. В. Любезнова**

**МЕХАНИЗМЫ ВЫБОРА СОСУДИСТЫХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ  
РЕГИОНАЛЬНЫХ КРАСНЫХ КНИГ**

**A. V. Shcherbakov, N. V. Lyubeznova**

**MECHANISMS OF SELECTION OF VASCULAR AQUATIC PLANTS FOR REGIONAL  
RED BOOKS**

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия  
(Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia), shch\_a\_w@mail.ru

Поскольку подавляющее большинство наших водных сосудистых растений не имеет утилитарной ценности, основным путём сохранения угрожаемых видов является взятие их под территориальную охрану. Однако неправильным является мнение, что, чем больше видов будет занесено в региональные Красные книги, тем лучше будет сохранено биоразнообразие. Большое число охраняемых видов и территорий вызывают «распыление» сил и средств природоохранного назначения, принижает их значение в глазах администрации и населения.

Мы проанализировали списки водных растений, занесенных в региональные Красные книги Европейской России и Северного Кавказа, и выявили ряд закономерностей попадания в них таксонов, которые в такой охране не нуждаются или для которых организация таким путем действенной охраны невозможна.

1. Создание региональных Красных книг должно следовать после более или менее детального изучения биоты региона, а не предшествовать ему и не подменять его. В противном случае в этот документ попадают виды, которые в охране не нуждаются, так как их отбор и характеристики уязвимости нередко опираются на мнения, а не на знания.

2. Нежелание природоохранных органов включать в Красные книги таксоны категории **0** (видимо, исчезнувшие виды). С природоохранной точки зрения наличие в Красной книге категории **0** у какого-либо таксона при последующем обнаружении его природной популяции в регионе (а мы с этим сталкивались неоднократно) дает правовые основания немедленного взятия его под охрану. Отсутствие же такого вида в Красной книге отложит принятие мер до времени переиздания Красной книги.

3. Часто источником ошибок является слабое знание авторами Красных книг работ по систематике, географии, биологии и экологии отдельных таксонов. В результате в Красные попадают адвентивные растения, один и тот же вид под разными синонимами, малозаметные или трудно диагностируемые в поле растения, реальные оценки численности или встречаемости которых весьма затруднены.

4. Бессмысленно включать в Красные книги виды, характерные для кратковременных стадий экологических сукцессий, так как обеспечить их территориальную охрану практически невозможно.

5. Едва ли может быть обеспечена на региональном уровне охрана видов, обитающих исключительно в реках. В этом случае потребуются те или иные ограничения хозяйственной деятельности на всей расположенной выше части водосборного бассейна, в том числе и вне пределов региона, что нереально с экономической точки зрения или невозможно по административному регламенту.

6. Нередко приходится наблюдать смешение понятий «редкий вид» и «эксплуатируемый вид», основывающееся на мнении: «если собирают, значит уничтожают».

7. Нецелесообразно включать в Красные книги виды, управляемые исключительно климатом или иными факторами, не имеющими антропогенного происхождения. Если тенденции изменения этих факторов будут для таксона положительными, он и так будет прогрессировать, если они сменятся на негативные, едва ли его удастся сохранить в природе, несмотря на все принятые меры.

**Е. С. Эль, М. В. Ремизова, Д. Д. Соколов**  
**КАК ЖИВЁТ КУБЫШКА: МОРФОГЕНЕЗ ЦВЕТКА И ПОБЕГА *NUPHAR***  
**(NYMPHAEALES)**  
**E. S. El, M. V. Remizowa, D. D. Sokoloff**  
**DEVELOPMENTAL FLOWER AND RHIZOME MORPHOLOGY IN *NUPHAR***  
**(NYMPHAEALES)**

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия  
(Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia), [interossi@gmail.com](mailto:interossi@gmail.com),  
[margarita.remizowa@gmail.com](mailto:margarita.remizowa@gmail.com), [sokoloff-v@yandex.ru](mailto:sokoloff-v@yandex.ru)

Европейские виды *Nuphar* – одни из наиболее доступных для исследования представителей базальных покрытосеменных. Строение вегетативных и репродуктивных органов Nymphaeaceae неоднократно изучали, тем не менее недостаточно ясными остаются особенности расположения органов цветка и природа закономерностей размещения цветков на корневище. Нами изучен морфогенез корневищ и цветков у видов *N. lutea* и *N. pumila* с измерением углов между последовательно заложившимися органами. Исследование показало, что некоторые аспекты развития крайне стабильны, в других же обнаруживаются вариации. Среди стабильных признаков – направление генетической спирали на главном корневище и боковых его ветвях, позиции заложения боковых ветвей и цветков, цикличность цветков, строение чашечки и порядок заложения чашелистиков. Варьирующие признаки – число междоузлий между соседними цветками, число чешуевидных филломов при основании цветка, ориентация чашечки относительно корневища и чешуек при основании цветка, число лепестков, тычинок и плодолистиков.

Дорзивентральные корневища кубышки нарастают моноподиально, филлотаксис спиральный с углами дивергенции  $137^\circ$ . В позициях, размеченных согласно закономерностям спирального филлотаксиса по Фибоначчи могут находиться листья (в пазухах некоторых закладываются боковые почки) и цветки без кроющих листьев на длинных цветоножках. Направление онтогенетической спирали определяется при прорастании семени и не меняется в течение жизни растения. Виды *Nuphar*, как и другие представители семейства, склонны закладывать цветки или цветок и боковую ветвь парами в позициях N и N+2. Эта особенность известна с 19 века, но механизм регуляции этого явления неизвестен. Цветки закладываются круглогодично. Боковые ветви закладываются только по бокам корневища и всегда имеют кроющий лист. Цветоножки отходят как со спинной, так и с боковых и вентральной сторон корневища. При основании цветоножки расположен один или редко два чешуевидных филлома, которые лучше видны в развитии. Эта чешуйка (или чешуйки) расположена не на корневище, а на редуцированной боковой оси. Филлотаксис в цветках циклический. Чашечка всегда состоит из 5 чашелистиков, расположенных в двух неизомерных кругах – три наружных и два внутренних чашелистика. Выдвинутые ранее в литературе предположения о спиральной чашечке для исследованных видов не подтвердились. Лепестки (13–15) располагаются в один круг, группами напротив чашелистиков. Тычинки закладываются чередующимися кругами, число кругов андрцея 9–10. Тычинки первого круга чередуются с лепестками, иногда места между лепестками недостаточно для размещения примордия тычинки или, наоборот, оно достаточно большое, чтобы разместить два примордия. Идеальное круговое расположение тычинок может сбиваться также из-за сужения флоральной меристемы кверху. Плодолистики

чередуются с самыми верхними тычинками. При неравномерном расстоянии между тычинками, плодолистики также оказываются неравномерно распределены в пространстве. У *N. pumila* обнаружены цветки с двумя кругами гинецея (второй круг стерильный).

Работа завершена при поддержке гранта РФФИ 18-04-00797.

**Е. Я. Явид<sup>1,4</sup>, В. В. Ходонович<sup>1</sup>, Е. М. Фисак<sup>1</sup>, Ю. В. Крылова<sup>1</sup>, Е. А. Курашов<sup>2</sup>, А. Э. Бакулина<sup>3</sup>**

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ МЕТАБОЛОМА ВОДНЫХ МАКРОФИТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ, С ПРЕДМЕТНЫМ РАССМОТРЕНИЕМ СОСТАВА ФИТОПЛАНКТОНА**

**E. Ya. Yavid<sup>1,4</sup>, V. V. Khodonovich<sup>1</sup>, E. M. Fisak<sup>1</sup>, Yu. V. Krylova<sup>1</sup>, E. A. Kurashov<sup>1,2</sup>, A. E. Bakulina<sup>3</sup>**

**VARIABILITY OF THE AQUATIC MACROPHYTES METABOLOME DEPENDING ON THE HABITAT, WITH A SUBSTANTIVE REVIEW OF THE PHYTOPLANKTON COMPOSITION**

<sup>1</sup> С.-Петербургский филиал ВНИРО (ГосНИОРХ им. Л. С. Берга), С.-Петербург, Россия (St. Petersburg branch of the VNIRO (GosNIORH named after L. S. Berg), St. Petersburg, Russia), eyavid@mail.ru, vapity94@mail.ru, black-and-white16@yandex.ru, juliakrylova@mail.ru

<sup>2</sup> Институт озераведения РАН, обособленное подразделение СПб ФИЦ РАН, С.-Петербург, Россия (Institute of Limnology RAS, the branch of St. Petersburg Federal Research Center RAS, St. Petersburg, Russia), evgeny\_kurashov@mail.ru

<sup>3</sup> Метрологическая служба лаборатории ООО «НОРД», С.-Петербург, Россия (Metrological service of the laboratory of LLC «NORD», St. Petersburg, Russia), bakulinaalina@gmail.com

<sup>4</sup> С.-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, С.-Петербург, Россия (St. Petersburg Institute of Informatics and Automation RAS, St. Petersburg, Russia)

Водные и прибрежные макрофиты играют важную роль в формировании химического состава органических веществ в рыбохозяйственных водоёмах. Установлено, что метаболиты водных растений чувствительны к внешним и внутренним факторам окружающей среды, что открывает возможность использования низкомолекулярных органических соединений (НОС) водных растений для исследования, оценки и управления экологическим состоянием водных экосистем. Многие соединения, которые входят в состав метаболитов водных растений, являются биологически активными и способны даже при малых концентрациях оказывать значимое влияние на протекание физиологических процессов у гидробионтов. Данное обстоятельство объясняет повышенный интерес к этим веществам с точки зрения функционирования и управления водных экосистем.

Одним из ярких примеров служит возможность использования НОС макрофитов для угнетения роста водорослей и цианобактерий в водных объектах при развитии такого нежелательного последствия эвтрофирования как «цветение» водоёмов (Курашов, Крылова, 2018). Увеличение частоты и продолжительности цианобактериальных «цветений» по всему миру – феномен, которому необходимо уделить особое внимание, поскольку подобные «цветения» несут целый ряд серьезных угроз, включая воздействие цианотоксинов – причины отравления диких и домашних животных, а также людей. Массовое развитие различных видов цианобактерий, приводящее к «цветению» водоёма, может быть предотвращено или подавлено внесением в водоём определенных природных веществ-аллелохимиков водных макрофитов или их синтетических аналогов, которое естественным образом будут ингибировать развитие нежелательных видов, вызывающих «цветение», по принципу аллелопатического воздействия (Курашов, Крылова, 2013).

На примере исследования ряда макрофитов (*Myriophyllum spicatum* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Persicaria amphibia* (L.) Gray и *Potamogeton natans* L.), произрастающих в

разнотипных водоёмах различных географических зон показано, что формирование низкомолекулярного метаболома (НМ) водных растений характеризуется значительной изменчивостью, определяемой активным взаимодействием растений с окружающей средой. При этом важно влияние как биотических, так и абиотических факторов, в том числе антропогенных. Выявлены определенные закономерности, связанные с физиологической реакцией водных макрофитов на антропогенные нарушения водной среды. Выделены индикационные признаки НМ у ряда видов пресноводных макрофитов, позволяющие детектировать антропогенную нарушенность биотопа.

Выявленные закономерности изменчивости НМ водных макрофитов открывают интересные перспективы использования компонентного состава НОС макрофитов в качестве интегрального показателя стабильности экосистем внутренних водоёмов. Выявлены определенные закономерности, связанные с подавлением развития фитопланктона в тех экосистемах, где активно развиваются макрофиты.

В озёрах Карельского перешейка Ленинградской области при помощи газовой хромато-масс-спектрометрии проведено сравнительное хромато-масс-спектрометрическое исследование НМ ряда макрофитов – кубышки жёлтой (*Nuphar lutea* (L.) Smith), кувшинки чисто-белой (*Nymphaea candida* J. Presl), рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus*), рдеста плавающего (*Potamogeton natans*), хвоща приречного (*Equisetum fluviatile* L.) и ежеголовника узколистного (*Sparganium angustifolium* Michx). Также изучен фитопланктон ассоциаций данных растений – определены виды-доминанты фитопланктонных сообществ, общие биомасса и численность, биомасса и численность отделов водорослей и доминирующих видов.

Показано, что экзометаболиты *Nuphar lutea* и *Nymphaea candida* стимулировали развитие микроводорослей. В ассоциациях *Potamogeton natans* и *Sparganium angustifolium* наблюдались минимальные значения численности и биомассы фитопланктона, что может являться результатом ингибирующего воздействия экзометаболитов макрофитов.

Отмеченные факты стимулирования высшей водной растительностью развития фитопланктона, по-видимому, возможны только для малопродуктивных водоёмов, где фитопланктон не является значимым конкурентом для макрофитов за жизненно необходимые ресурсы среды.

Аллелохимические взаимодействия высшей водной растительности и микроводорослей в пресноводных водоёмах требуют более глубокого изучения и анализа в рамках формирования теории функционирования экосистем внутренних водоёмов.

Курашов Е. А., Крылова Ю. В. Низкомолекулярные вторичные метаболиты высших водных растений и перспективы управления автотрофным звеном в водных экосистемах // Материалы XV Школы-конференции молодых ученых "Биология внутренних вод", 2013. С. 29–60.

Курашов Е. А., Крылова Ю. В., Егорова А. А., Сущенко А. С., Ходонович В. В., Явид Е. Я. Перспективы использования низкомолекулярного метаболома водных макрофитов для индикации экологического состояния водных экосистем // Вода: химия и экология. 2018. № 1–3. С. 68–79.

**J. Butkuvienė<sup>1,2</sup>, D. Naugžemys<sup>2</sup>, Z. Sinkevičienė<sup>3</sup>, J. Patamsytė<sup>1,2</sup>**

**RIVERINE RANUNCULUS SECTION BATRACHIUM COMMUNITIES IN LITHUANIA**

<sup>1</sup> Vilnius University, Life Sciences Center, Vilnius, Lithuania, jurgita.makaviciute@gmail.com

<sup>2</sup> Vilnius University, Botanical Garden of Vilnius University, Vilnius, Lithuania, genetikas@gmail.com

<sup>3</sup> Nature Research Centre, Institute of Botany, Vilnius, Lithuania, zofijasin@gmail.com

Now increasing discuss about plant communities, about the role of specific plant species in them. The loss of one species can lead the changes not only in the community, but also in whole ecosystem. "River rapids with *Batrachium* communities" (habitat code 3260) (Council of the

European Communities, 1991) are one of the most important and significant water plant communities not only in Lithuania, but also and in the whole Europe. These communities are important because *Ranunculus* sect. *Batrachium* forms the river typology, changing the flow rate, nutrient movement and distribution. The invertebrates and salmon take refuge in *Ranunculus* sect. *Batrachium* communities. The *Ranunculus* sect. *Batrachium* species as a key component of these communities are in risk by reason of increasing temperature, human activities, environmental pollution and recreation. In reason for this, it is very important to study these communities, because *Ranunculus* sect. *Batrachium* species as a habitat-forming species can have important ecological consequences at the population, community, and ecosystem levels. So, the aim of this study was to assess the diversity of communities formed by riverine *Ranunculus* sect. *Batrachium* species.

The study was performed in 20 rivers in Lithuania. A total 240 phytosociological relevés with riverine *Ranunculus* were made at 20 rivers in sampling plots not smaller than 4 m<sup>2</sup>, after phytosociological Braun-Blanquet approach.

The riverine *Batrachium* rich communities were attributed to *Batrachion fluitantis* Neuhausl 1959 alliance, order *Callitricho hamulatae-Ranunculetales aquatilis* Passarge ex Theurillat et al. 2015 in class *Potamogetonetea* Klika in Klika et Novak 1941. The largest number of phytosociological records was assigned to association *Ranunculetum fluitantis* (Allorge 1922) Koch 1926. The hierarchical cluster analysis revealed several main clusters of *Ranunculetum fluitantis* that can be treated as variations of this associations.

The study also revealed the most common species of other macrophytes grown together with *Ranunculus* sect. *Batrachium* species. The frequency and abundance of the invasive plant species *Elodea canadensis* in the studied communities were also assessed.

This research was funded by a grant (No. S-SIT-20-1) from the Research Council of Lithuania research.

Council of the European Communities. European Union. Directive 91/271/EEC 21 May 1991. Urban Wastewater Directive.

**E. V. Chemeris<sup>1</sup>, A. A. Bobrov<sup>1</sup>, O. A. Mochalova<sup>2</sup>, R. V. Lansdown<sup>3,4</sup>**  
**THE ISSUES OF CONSERVATION OF AQUATIC VASCULAR PLANTS IN ASIAN RUSSIA**

**Е. В. Чемерис<sup>1</sup>, А. А. Бобров<sup>1</sup>, О. А. Мочалова<sup>2</sup>, Р. В. Лансдаун<sup>3,4</sup>**  
**ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

<sup>1</sup> Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia (Институт биологии внутренних вод РАН им. И. Д. Папанина, Борок, Россия), lechem@ibiw.ru, bobrov@ibiw.ru

<sup>2</sup> Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan, Russia (Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан, Россия), mochalova.om@gmail.com

<sup>3</sup> Ardeola Environmental Services, Stroud, Great Britain (Экологическая служба Ardeola, Страуд, Великобритания), rvlansdown@gmail.com

<sup>4</sup> Honorary Research Associate, Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Great Britain (Королевские ботанические сады Кью, Ричмонд, Великобритания)

The Russian Red Lists includes 16 aquatic vascular plant species in the federal List (Red Data Book, 2008) and 1–25 to the regional Lists (ООПТ России, 2020). But the diversity of aquatic vascular plants in Russia is still not exactly known, especially in Asian Russia which cover 13 million km<sup>2</sup> and occupy 3/4 of the territory of Russia. Information on protected species composition, the status of populations of protected species, trends in their abundance and major threats was obtained from lists of species of aquatic vascular plants included in the regional Red Data Books, including the latest changes published in the decrees of the regional governments (ООПТ России, 2020), as well as floras, manuals concerning the area, papers and some unpublished own data, especially significantly



contributed to current editions of the regional Red Data Books. We revised the diversity, distribution and ecology of aquatic vascular plants and verified available information on rare and protected species during field work as well as during revision of herbarium collections (Chemeris et al., 2019).

Of a total of 246 species, 96 aquatic vascular plant species of 48 genera and 33 families are protected in the regions of the Asian part of Russia. Of these hydrophytes (obligate aquatic plants, 60 species) represent the most abundant ecological group, with smaller numbers of helophytes (semiaquatic or amphibious plants, 17 species), and hygrophelophytes (littoral and riparian species, 19 species). The largest number of protected species is listed in the Far East (59 species), which also supports the greatest diversity of aquatic plants (188 species). In West Siberia, there is a large number of protected plants, 46 species, from a total of 165 species. East Siberia supports the lowest number of protected aquatic species, 28, from 163 species in total. The number of aquatic plants which are protected in the different regions varies from 3 to 20. Only 3 species are protected in the Yamal-Nenets Autonomous Area, 4 in the Republics of Altai, Khakassia, Tuva and the Sakhalin Region and 5 in the Khanty-Mansi Autonomous Area – Yugra and Sverdlovsk Region. The highest numbers of protected species are in the Irkutsk Region and Khabarovsk Territory (20 species each), Primorskii Territory (19 species) and Amur Region (17 species). In the other regions the number of protected species varies from 6 to 14 species.

Populations of aquatic plant species which are on the limits of their range are often less resilient than those in the centre of their range. The large extent of Asian Russia both from west to east and from north to south represents the limits of the distribution of many species of aquatic plants. Thus, some species of predominantly European distribution (such as *Marsilea strigosa*, *Isoëtes lacustris*, *Elatine alsinastrum*, *Potamogeton rutilus*, *P. sarmaticus* and *Ranunculus polyphyllus*) sporadically occur in water bodies of the Trans-Urals and West Siberia; amphi-Pacific or mainly North American plants (such as *Isoëtes maritima*, *Myriophyllum ussuriense* and *Schoenoplectus acutus*) occur in the eastern edge of their range in the Russian Far East; subarctic plants (such as *Callitriche subanceps*) penetrate far to the north; and tropical Asian species (such as *Brasenia schreberi*, *Euryale ferox*, *Nymphoides coreana* and *Trapella sinensis*) occur in the extreme southeast of their range predominantly in Amur and Primorie areas. *Brasenia schreberi*, *Euryale ferox* and *Nelumbo komarovii* may be considered to be relics. The fact that species are at the limits of their global range is the most frequent reason for their inclusion in the regional Red Data Books of Asian Russia and the 61 species represent 63.5 % of the list.

The second group of aquatic plants included in the regional Red Lists involves species which either occur at naturally low population levels or in populations which are scattered across their entire range, mostly due to narrow ecological specialization (30 species). Species which have a wide distribution but are rare throughout their range includes quite common but sensitive to disturbance Nymphaeaceae species and some others, and species characteristic for clear, unpolluted oligotrophic lakes (*Isoëtes* spp., *Najas flexilis*, *N. tenuissima*, *Potamogeton rutilus*, *Sparganium angustifolium* and *Subularia aquatica*), littoral habitats (*Coleanthus subtilis*, *Elatine* spp. and *Ranunculus reptans*), springs (*Crassula aquatica* and *Montia fontana*) and species which occur in brackish water (*Althenia orientalis*, *Bolboschoenus planiculmis*, *Eleocharis parvula*, *Najas marina* group, *Ruppia* spp. and *Zannichellia palustris*).

In Asian Russia only 5 species can be recognized as local endemics, all occur in the Far East. *Eleocharis starczenkoae*, *Nelumbo komarovii*, *Trapa maximowiczii*, *Zannichellia komarovii* are taxa which conform to a narrow taxonomic concept, and *Potamogeton juzepczukii* is a little known species with specific ecological preferences.

The conservation status assigned within the regions of Asian Russia is vary greatly. It is typically higher than those in the IUCN Red List (IUCN, 2020) but sometimes lower relative to the Red Data Book of Russia (2008). The IUCN categories EN and NT include only 2 species and the remainder are classed as LC. In the Red Data Book of Russia (2008) 8 species protected in Asian Russia are classed as category 1 Endangered (50% of the total number), 3 species as category 2 Declining and 5 species as category 3 Rare.

The proportion of species which are declining is highest in West Siberia and Far East (37%), while in East Siberia the 25 % are declining respectively. The proportion of species with stable populations is lowest in West Siberia (32%) and higher in the Far East (37% each) and East Siberia (54). The proportion of species with an unknown population trend is between 21 and 31%. No species are considered to be increasing. Based on the result of this study, we have proposed revisions to the regional Red Lists.

We suggest to complete the regional Red Lists of 12 regions for 1 to 11 rare species. On the other hand, we propose to exclude in 6 regions 7 species not actually rare (*Potamogeton perfoliatus*, *Sparganium angustifolium*, *Trapa natans*), possibly of hybrid origin (e.g. *Alisma bjoerkqvistii*) or alien (*Schoenoplectiella lateriflora*) or wrongly identified (*Calliriche subanceps*, *Nuphar japonica*). We recommend to change the conservation status for 5 species in 5 regions. There are almost no additions to the Red List of regions with well-studied aquatic floras. There is not enough information to date for revision of the Lists of 3 regions (Republics of Altai, Tuva, Yamal-Nenets Autonomous Area). Our recommendations have already been considered in the new editions of Red Data Books of Republic of Sakha (Yakutia) (2017), Kamchatka Territory (2018) and Magadan Region (2019).

Data from the regional Red Data Books suggest that the main conservation actions needed for aquatic plants are monitoring of known populations and protection of the species through habitat and site protection in protected areas of different levels.

The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (grants no. 19-04-01090-a, 19-05-00133-a) and performed in the framework of the state assignment of Russia (theme no. AAAA-A18-118012690095-4).

Chemeris E. V., Bobrov A. A., Lansdown R. V., Mochalova O. A. The conservation of aquatic vascular plants in Asian Russia // Aquatic Botany. 2019. Vol. 157. P. 42–54.

IUCN, 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2: <http://www.iucnredlist.org> [Accessed 10 September 2020].

OOPT Rossii, 2018. Red Data Books. <http://oopt.aari.ru/rbdata> [Accessed 10 September 2020]

Red Data Book of Kamchatka. Volume 2. Plants. 2nd edition. Petropavlovsk-Kamchatskii: Kamchatpress, 2018. 387 pp.

Red Data Book of Magadan Region. Rare and endangered species of plants and fungi. 2nd edition, 2019. Magadan: Okhotnik, 2019. 356 pp.

Red Data Book of Republic of Sakha (Yakutia). Volume 1: Rare and endangered species of plants and fungi. Moscow: Reart, 2017. 410 pp.

Red Data Book of Russian Federation (plants and fungi). Moscow: KMK, 2008. 855 pp.

**M. Jopek, J. Zalewska-Galosz**

**PHYLOGENETIC RELATIONS OF SELECTED TAXA OF *RANUNCULUS* SECT. *BATRACHIUM***

Institute of Botany, Faculty of Biology, Jagiellonian University, Kraków, Poland,  
[magdalena.anna.jopek@gmail.com](mailto:magdalena.anna.jopek@gmail.com)

Species of *Ranunculus* sect. *Batrachium* (Ranunculaceae) are a group of aquatic plants found in standing and flowing waters in Eurasia, North and South America, Africa and Australia. They are a valuable element of aquatic biocoenoses and play an important role in ecosystems. However, like most aquatic plants, they are characterized by high phenotypic plasticity, in addition to often hybridization events and polyploidization. This makes morphological as well as molecular identification troublesome. Difficulties in identifying individual taxa have a negative influence on the state of the art about the number of hybrids, their distribution and phylogenetic relationships within the group. The aim of the study was the molecular identification of *Batrachium* species occurring in Mediterranean region in the wider context of taxa occurring in West and Central Europe.

The use of the nuclear marker (sequence of ITS region) together with markers obtained from the cpDNA sequence (two intergenic spaces: *rpl32-trnL* and *psbE-petL*) allowed an identification of

species: *R. baudotii*, *R. circinatus*, *R. fluitans*, *R. hederaceus*, *R. omiophyllus*, *R. peltatus*, *R. rionii*, *R. trichophyllus* and *R. tripartitus*.

Applied markers also allowed to analyze phylogenetic relationships between the identified species. The oldest evolutionary group of this section consists of the species *R. hederaceus*, *R. omiophyllus* and *R. tripartitus*. The similarity of sequences of *R. fluitans*, *R. baudotii* and *R. saniculifolius* clearly suggests their mutual kinship. The analysis of sequences also reveals a close relationship between *R. circinatus* and *R. rionii*. *R. trichophyllus* is a species of polyphyletic origin.

It was described two geographically distinct chromosome races of *R. baudotii*. One – a tetraploid ( $2n = 32$ ) from northern Europe (described as *R. marinus*) and second – a diploid form ( $2n = 16$ ) occurring around the Mediterranean Sea (Wiegler et al., 2017). Within both forms strong genetic differentiation was found at a small spatial scale (Coppi et al., 2015; Lambertini et al., 2017). Also these results obtained from ITS and cpDNA markers confirm genetic diversification within *R. baudotii*. There are distinguishable genotypes of *R. baudotii*, namely “northern” and “Mediterranean”. Additionally, two genotypes (correlated with geographical distribution: Crete and Croatia) can be defined within the second one. All these genotypes show close phylogenetic relationship with *R. fluitans* (cf. Zalewska-Gałosz et al., 2015; Bobrov et al., 2015).

Based on morphological features Dahlgren (1995) assumed that *R. saniculifolius* may be a hybridogenous species which arose from crossings between *R. baudotii* and *R. peltatus*. Our study did not confirm this hypothesis. Instead, hybrids between *R. baudotii* and *R. trichophyllus* were evidenced. The most samples morphologically identified as *R. saniculifolius*, genetically are hybrids arose from crossing between *R. fluitans* and *R. baudotii* (such hybrid also has been found in Polish river Radew) or between different genotypes of *R. baudotii*. Morphologically some forms of *R. saniculifolius* are not distinguishable from *R. baudotii* (Wiegler et al., 2017) which makes identification hardly possible.

*R. trichophyllus* as a morphological species has the widest range and wide ecological scale, it is also karyologically diverse (Wiegler et al., 2017; Prančl et al., 2018). The genetic diversity of ITS and chloroplast sequence of the studied *R. trichophyllus* samples is not directly and clearly reflected in morphological features. It can therefore be argued that analyzed taxon are *in fact* a group of cryptic species.

Most taxa from the studied section form hybrids under breeding conditions as well as in natural environment. This indicates that there are no or insufficiently strong isolation barriers developed. The obtained results confirm that interspecific hybridization frequently occurs in the *Batrachium*. Molecular markers also proved the hybrid origin of taxa: *R. aquatilis*, *R. penicillatus* and *R. pseudofluitans*.

In addition, interspecific hybrids were found: *R. aquatilis* × *R. peltatus*, *R. fluitans* × *R. circinatus*, *R. baudotii* × *R. trichophyllus* and *R. peltatus* × *R. trichophyllus*.

Not all terrestrial plant species can be identified by unified molecular barcoding, especially since some species may be evolutionary too young to have cumulative mutations in regions selected for plant barcoding. This also applies to *Batrachium*. Hybridization and introgression processes are the forces which make the nature of phylogenetic relationships reticular. Despite the great success in the identification of *Batrachium* species not all doubts have been resolved by the applied analysis of individual polymorphisms. Intraspecific genetic diversity and inconsistencies with morphological identification make it difficult to draw final conclusions.

The study was supported by the National Center of Science (2016/21/N/NZ8/00925).

Bobrov A. A., Zalewska-Gałosz J., Jopek M., Movergoz E. A. *Ranunculus schmalhauseni* (section *Batrachium*, Ranunculaceae), a neglected water crowfoot endemic to Fennoscandia—a case of rapid hybrid speciation in postglacial environment of North Europe. *Phytotaxa*. 2015. 233: 101–138.

Coppi A., Lastrucci L., Carta A., Foggi B. Analysis of genetic structure of *Ranunculus baudotii* in a Mediterranean wetland. Implications for selection of seeds and seedlings for conservation. *Aquat. Bot.* 2015. 126: 25–31.

Dahlgren G. Differentiation patterns in *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (Ranunculaceae). In: Jensen U., Kadereit J. W. (eds) *Systematics and Evolution of the Ranunculiflorae*. Plant Systematics and Evolution Supplement 9. 1995: 305–317.

Lambertini C., Gustafsson M. H. G., Baattrup-Pedersen A., Riis T. Genetic structure of the submersed *Ranunculus baudotii* (sect. *Batrachium*) population in a lowland stream in Denmark. *Aquat. Bot.* 2017. 136: 186–196.

Prančl J., Koutecky P., Travníček P., Jarolimova V., Lučanová M., Koutecka E., Kaplan Z. Cytotype variation, cryptic diversity and hybridization in *Ranunculus* sect. *Batrachium* revealed by flow cytometry and chromosome numbers. *Preslia*. 2018. 90: 195–223.

Wiegleb G., Bobrov A. A., Zalewska-Gałosz J. A taxonomic account of *Ranunculus* section *Batrachium* (Ranunculaceae). 2017. 319: 1–55.

Zalewska-Gałosz J., Jopek M., Ilnicki T. 2015. Hybridization in *Batrachium* group: Controversial delimitation between heterophyllous *Ranunculus penicillatus* and the hybrid *Ranunculus fluitans* × *R. peltatus*. *Aquat. Bot.* 120: 160–168.

**A. Mesterházy<sup>1</sup>, G. Somogyi<sup>2</sup>, A. Efremov<sup>3</sup>, F. Verloove<sup>4</sup>**

**IDENTITY OF “GIANT” VALLISNERIA SPECIES IN EUROPE**

<sup>1</sup> Directorate of Hortobágy National Park, Debrecen, Hungary, amesterhazy@gmail.com

<sup>2</sup> Szent-István University Faculty of Horticultural Science, Budapest, Hungary

<sup>3</sup> Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russia Federation

<sup>4</sup> Botanical Garden Meise, Nieuwelaan, Belgium

*Vallisneria* is a genus of annual or perennial, submersed, dioecious, brackish and freshwater herbs. It has an essentially cosmopolitan distribution, but the highest number of species is reported in Australia (Les, et al. 2008). Extensive morphological variability has caused considerable taxonomic disarray in the genus, and systematic relationships are poorly understood. Species delimitation is still controversial within the genus.

According to the most recent review of the genus there are 15 extant species (Les, et al. 2008). Based on this work the phylogenetic relationship between species was resolved, but a key for species determination was missing.

*Vallisneria* species are highly valued commercially as ornamental aquarium plants. These sometimes escape from cultivation or (more often) are released/dumped in drainage water from aquariums. In some cases they can establish, mainly in warm waters, even at the northern limit of distribution (Wasowicz, et al. 2014). *V. spiralis* is a well-known species in Europe and many population are known especially in South-Europe. While the taxonomic status of *V. spiralis* is straightforward, there are wider leaved “giant” species in some European countries. These were named as *V. neotropicalis*, *V. nana*, *V. americana* or *V. gigantea*. Naturalized populations of these „giant” species are known from different countries of Europe as Belgium, Germany, Hungary, Italy and Russia. As most of these populations do not produce generative parts, determination is very difficult and, as a result, their identification required critical reassessment, using modern techniques.

The purpose of our study is to correctly identify the species currently occurring in Europe. Therefore, we collected silicagel samples from each known population in Europe.

Total genomic DNA was extracted by using the modified CTAB method of Xu et al. (2004). The nuclear ribosomal Internal Transcribed Spacer (ITS) region was amplified using the primers ITS-A (Blattner, 1999) and ITS-4 (White et al., 1990). This sequence is appropriate to distinguish also the newly described *Vallisneria* species from each other (Les et al., 2008). We newly sequenced 5 individuals whose taxonomic affiliation was questionable and resembled them with those published previously by Les et al. (2008). Pregap4 and Gap4 softwares of Staden Package 2.0 (Staden et al. 2000) were used to assemble complementary strands and verify software base-calling. The sequence alignment was carried out by the ClustalX program. Maximum parsimony (MP) analyses were performed using MEGAX (Kumar et al. 2018).

Based on our molecular research populations from Belgium, Germany, Hungary and Italy are identified as *V. australis*, which is a recently described species (see Les et al., 2008). A population from Russia (near Moscow) turned out to be *V. neotropicalis*. Both species are used by aquarists and *V. australis* became an invasive species in some cases. *V. australis* has been known in Europe since the late 1800’s (Lukács et al., 2016), while *V. neotropicalis* was discovered in Russia in 2010

(Mayorov et al., 2012). According to our study vegetative characters such as type of mature leaf apex, teeth dense and leaf width are only useful for the determination of some species. Generative parts are useful for an accurate determination but most populations in Europe do not produce inflorescences. We attempted to provide a key to distinguish the species found in Europe (*V. neotropicalis* and *V. gigantea*) from similar species that might appear as an alien in the future.

Blattner F. R. Direct amplification of the entire ITS region from poorly preserved plant material using recombinant PCR. *BioTechniques*. 1999. 27: 1180–1186.

Kumar S., Stecher G., Li M., Knyaz C., Tamura K. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*. 2018. 35:1547–1549.

Les D. H., Jacobs S. W. L., Tippery N. P., Chen L., Moody M. L., Wilstermann-Hildebrand M. Systematics of *Vallisneria* (Hydrocharitaceae). *Syst. Bot.* 2008. 33(1): 49–65.

Lukács B. A., Mesterházy A., Vidéki R., Király G. Alien aquatic vascular plants in Hungary (Pannonian ecoregion): historical aspects, data set and trends. *Plant Biosystems* 2016. 150: 388–395.

Mayorov S. R., Bochkin V. D., Nasimovich Yu. A., Scherbakov A. V. Adventive flora of Moscow and the Moscow region. Moscow: KMK, 2012. 412 + 120 p. [in Russian].

Staden R., Beal K. F., Bonfield J. K. The Staden package. *Methods in Molecular Biology*. 2000. 132: 115–130.

White T. J., Bruns T., Lee S., Taylor J. W. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications* (eds. Innis M. A., Gelfand D., Sninsky J. J., White T. J.), New York: Academic Press, Inc., 1990. P. 315–322.

Wasowicz P., Przedpelska-Wasowicz E. M., Guðmundsdóttir L., Tamayo M. *Vallisneria spiralis* and *Egeria densa* (Hydrocharitaceae) in Arctic and subarctic Iceland. *New Journal of Botany*. 2014. 4(2): 85–89.

Xu Q., Wen X., Deng X. A simple protocol for isolating genomic DNA from chestnut rose (*Rosa roxburgii* Tratt) for RFLP and PCR analyses. *Plant Molecular Biology Reporter*. 2004. 22(3): 301a–301g.

**A. B. Можарова, S. Morey, M. Yasuda, R. Kesseli**  
**ENVIRONMENTAL DNA FOR IDENTIFICATION OF AQUATIC FLORA**  
**COMPOSITION IN NORTHEASTERN UNITED STATES**

University of Massachusetts Boston, Boston, United States of America, mozharova.a@gmail.com,  
stuarthmorey@gmail.com, Michie.Yasuda@umb.edu, rick.kesseli@umb.edu

In traditional biological surveys, even minor false negative rates introduce significant bias to downstream statistical analyses (Tyre *et al.*, 2003; Ruiz-Gutierrez *et al.*, 2016). This is particularly true for the aquatic environment, whose surveys are challenging: plants are often tangled in a mixed mat, are overall less visible, animals tend to be more elusive at low abundances. Some of the methods to overcome this type of bias include both changes to a survey design (Tyre *et al.*, 2003) and correction for false-negative errors within the framework of Bayesian hierarchical modelling (Ruiz-Gutierrez *et al.*, 2016).

An alternative to traditional surveys is the environmental DNA method for biomonitoring, species presence-absence and relative abundance survey (Ficetola and Miaud, 2008; Deiner *et al.*, 2017). The idea behind this method is simple: since organisms leave different kinds of traces bearing genetic information in their environment (feces, cellular debris, mucus, etc.), those traces may be collected from the environment and used for molecular species identification. This is particularly useful for elusive or low abundance taxa. For instance, water from natural streams, ponds or wetlands may be filtered, DNA can be extracted from these filters, target sequences amplified by PCR, and sequencing can identify the presence of a particular species or may be used for community metabarcoding (Deiner *et al.*, 2017). Even though false-negative and false-positive errors are still a major problem for interpreting data obtained with this survey method, with proper care taken it may be successfully applied and used for obtaining biologically relevant results.

The aim of the current project is to modify and test the applicability of the eDNA method for identifying plant community composition of particular lakes.

The following questions are addressed:

1) What is the plant species composition of New England lakes, as identified with the eDNA method? Does this composition roughly correspond to the actual relative abundances of plant species in the lakes?

2) Are plants at low abundances identified with the method? What are the conditions at which the method allows such species identification in the most consistent way (the volume of water to be filtered, the DNA extract dilution to be used in PCRs)?

65 one-gallon water samples were collected from 18 lakes located in Massachusetts, Vermont and Connecticut. The water was filtered in the lab for the purpose of DNA extraction, PCR to amplify the ITS1 nuclear region and DNA library preparation followed by an Illumina MiSeq sequencing run. The resulting fastq files were processed in R using 'dada-2' package (Callahan *et al.*, 2016).

Preliminary data analysis suggests that the method is efficient not only in identifying major aquatic plant species, but also abundant terrestrial plant species: for instance, a lot of invasive terrestrial plants were identified in these water samples. Also, major plant food staples were detected. This was expected, since the areas around the sampled lakes are either densely populated or frequently visited. However, accidental contamination of DNA extraction or PCR reagents with edible plant DNA may not be ruled out in this case. Also, some of the PCR negative controls and DNA extraction controls contained DNA of multiple plant species. Consequently, these data should be interpreted with caution, since the method is based on amplifying low copy number DNA and is particularly sensitive to contamination and error, which may be introduced at any stage of the workflow, from sample collection to taxonomic identification.

The project was performed with the support from the New England Botanical Club and UMASS Boston's Doctoral Dissertation Grant.

Callahan, B. J. *et al.* (2016) 'DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data', *Nature Methods*, 13(7), pp. 581–583. doi: 10.1038/nmeth.3869.

Deiner, K. *et al.* (2017) 'Environmental DNA metabarcoding: Transforming how we survey animal and plant communities', *Molecular Ecology*, 26(21), pp. 5872–5895. doi: 10.1111/mec.14350.

Ficetola, G. F. and Miaud, C. (2008) 'Species detection using environmental DNA from water samples', (April), pp. 423–425. doi: 10.1098/rsbl.2008.0118.

Ruiz-Gutierrez, V., Hooten, M. B. and Campbell Grant, E. H. (2016) 'Uncertainty in biological monitoring: a framework for data collection and analysis to account for multiple sources of sampling bias', *Methods in Ecology and Evolution*, 7(8), pp. 900–909. doi: 10.1111/2041-210X.12542.

Tyre, A. J. *et al.* (2003) 'Improving precision and reducing bias in biological surveys: Estimating false-negative error rates', *Ecological Applications*, 13(6), pp. 1790–1801. doi: 10.1890/02-5078.

**D. Naugžemys<sup>1</sup>, J. Butkuvienė<sup>2</sup>, S. Pavliukovič<sup>2</sup>**

**LOBELIA DORTMANNA L. IN LITHUANIA: POPULATION STRUCTURE AND GENETIC DIVERSITY**

<sup>1</sup> Vilnius University, Botanical Garden of Vilnius University, Vilnius, Lithuania,  
genetikas@gmail.com

<sup>2</sup> Vilnius University, Life Sciences Center, Vilnius, Lithuania, jurgita.makaviciute@gmail.com

*Lobelia dortmanna* L. (1753) is perennial evergreen water plant species with thick leaves that form basal rosettes and have a relatively large roots biomass (Sand-Jensen, Sondergaard, 1979). Isoetid plants mostly prevail in weakly buffered and oligotrophic water lakes (Murphy, 2002). *L. dortmanna* individuals occupy shallow littoral zones with nutrient poor mineral substrates. In some lakes, due to eutrophication, these zones are covered with a layer of mud (Arts, 2002). Some studies show, that this layer of mud and the slope of the littoral affects *L. dortmanna* individual morphology and population structure (Szmeja, 1987b; Szankowski, Klosowski, 1996).

In Lithuania *L. dortmanna* is found in the north-east part. About 1972 the species has become extinct in Lake Girutiškis and Lake Kerotis and is currently found in only three lakes of the country (Makavičiūtė, Sinkevičienė, 2010). Since 1964, *L. dortmanna* has been included in the lists of

protected plants and has been included in the Lithuanian Red Data Book, which assigns it to category 1 (E) (Makavičiūtė, Sinkevičienė, 2010). At this moment we have three populations of *L. dortmanna* in Lithuania in Salinis, Salaičiai and Ešerinis lakes. Although individuals of this species are protected and rapidly endangered, and its morphology, biochemistry, distribution and habitats have been studied, but the molecular DNA studies are almost absent. Therefore we performed not only studies of *L. dortmanna* populations structure, but also and molecular studies. We used ISSR-PCR method and sequencing (rDNA region *ITS1-ITS4* and cpDNA *trnH-psbA*) to determine the level genetic polymorphism in three different *L. dortmanna* populations.

The study indicated that population structure highly depends on the depth of growth site. The number of juvenile and mature individuals of *L. dortmanna* decrease, increasing depth of littoral of two studied lakes. We suppose, that there was no significant effect of littoral depth and number of juvenile and mature *L. dortmanna* individuals in Lake Salinis, because this lake has short and sharply deepening littoral zone. The reason for this lowest density of individuals was estimated in lake Salinis, and the highest in lake Ešerinis.

ISSR analysis revealed that the *L. dortmanna* populations are monomorphic in lakes Ešerinis, Salinis and Salaičiai. The sequencing results of the two regions allowed to confirm the ISSR results and to compare the sequences with other *Lobelia* species in the NCBI gene bank.

Arts H. P. G. Deterioration of atlantic soft water macrophyte communities by acidification, eutrophication and alkalisation // Aquatic Botany. 2002. Vol. 73. P. 373–393.

Makavičiūtė J., Sinkevičienė Z. Initial data on populations of water lobelia (*Lobelia dortmanna* L.) in Lithuania // Botanica Lithuanica. 2010. Vol. 16. P. 13–20.

Murphy K. J. Plant communities and plant diversities in soft – water lakes of northern Europe // Aquatic Botany. 2002. Vol. 73. P. 325–350.

Sand-Jensen K., Sondergaard M. Distribution and quantitative development of aquatic macrophytes in relation to sediment characteristics in oligotrophic Lake Kalgaard, Denmark // Freshwater Biology. 1979. Vol. 9. P. 1–11.

Szankowski M., Klosowski S. Habitat variability of the phytocoenoses of Isoeto-Lobelietum in Poland // Fragmenta Floristica et Geobotanica. 1996. Vol. 41. P. 255–267.

Szmeja J. The structure of a population of *Lobelia dortmanna* L. along gradient of increasing depth in an oligotrophic lake // Aquatic Botany. 1987b. Vol. 28. P. 1–13.

**R. E. Romanov**

## **CHAROPHYTES (CHARALES, CHAROPHYCEAE) FROM CENTRAL ASIA: CURRENT STATE OF KNOWLEDGE**

Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia, romanov\_r\_e@ngs.ru  
Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

At the moment charophyte floras of particular regions of Eurasia are unevenly known. The separate issue of “The identification manual of freshwater algae of the USSR” (Hollerbach, Krassavina, 1983) is the key manual for charophytes from extensive areas of Russia and Central Asian states. The list of their localities known up to the first third of the twentieth century was compiled by M. M. Hollerbach (1950). The stages for further knowledge of charophytes from the region studied include comprehensive compilations for Uzbekistan, species and locality lists for Central Asia, Kazakhstan, Northern Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, and Turkmenistan (Taubaev, 1970; Kogan, 1973; Shoyakubov, 1979; Sviridenko, 2000; Zhamangara, 2002; Nurashev, 2003; Romanov, 2009; Romanov et al., 2010; Karimova, Turganov, 2012; Romanov, Boboev, 2016; Sviridenko, Sviridenko, 2008, 2016). The lists of species from Central Asia in borders of the states listed included 35 species (Taubaev, 1969, 1970), 37 species (Shoyakubov, 1979; Hollerbach, 1974) and 47 species (Romanov, Boboev, 2016). The aims of this work are detailed study of morphology, distribution and ecology of charophytes from Central Asia for taxonomy clarification and identification of regional flora features and differentiation of the region studied from charophyte floras perspective.

Specimens from herbaria ABGI, ALTB, B, BCN, BILAS, BRSU, COI, H, IBIW, IRKU, KEM, KLGU, KPBG, L, LE, LISU, MA, NNSU, NS, PAL, PSK, SARAT, SASY, SYKO, TELA, TMN, UUDE, W, as well as collections by numerous colleagues and the author, digitized specimens from NY ([www.macroalgae.org](http://www.macroalgae.org)) and some other collections were studied. It allowed critical assessing of existing dataset and using of data mainly confirmed with vouchers.

The 49 species of charophytes (excl. synonyms), i.e. ~10% of the world flora are known from Central Asia (Afghanistan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan, Uzbekistan). Excluding the misidentifications 45 species (incl. 39 according to the voucher checked) from all extant genera were found in the region studied. Up to date 7 species are known from Afghanistan (incl. 6 according to the vouchers checked), 42 (29) – from Kazakhstan, 20 (15) – from Kyrgyzstan, 10 (7) – from Tajikistan, 16 (12) – from Turkmenistan, 26 (23) – from Uzbekistan. *Chara benthamii* A. Braun, *C. zeylanica* Willd. s.l. and *Tolypella glomerata* (Desv.) Leonh. have been found for the first time in Central Asia.

The fourteen species were described from the territory of study: *Chara abnormiformis* Vilh., *C. arcuatofoia* Vilh., *C. canescentiformis* Hollerb., *C. condensata* Rupr., *C. dioica* Griffith, *C. dominii* Vilh., *C. eremosperma* Rupr., *C. fischeri* Mig., *C. interrupta* Rupr., *C. karelinii* Lessing, *C. locuples* Hollerb., *C. longifurca* Rupr., *C. sphagnoides* Griffith, *C. uzbekistanica* Hollerb., but only three species, *C. arcuatofoia*, *C. canescentiformis* and *C. uzbekistanica*, have been accepted as a species. *Chara gilliana* R.D. Wood nom. nud. and *Tolypella aralica* Golenkin nom. nud. have been lacking description till now.

Species of *Chara* L. are the most frequently encountered in the region studied. *Chara vulgaris* L. is the most common species in semiarid and arid regions. It seems to be a generalist in majority of temperate regions of Eurasia, benefiting from disturbance of vegetation cover and appearing of new water bodies as a result of human activity. Low species richness, very rare occurrence, no typical species of *Nitella* C. Agardh are remarkable features of semiarid and arid regions of Central Asia. It seems to be the same as in Western Asia (Romanov, Barinova, 2016), being in prominent contrast with Southern and Eastern Asia, one of the centers of *Nitella* species richness (Zaneveld, 1940; Imahori, 1954; Wood, Imahori, 1965; Khan, Sarma, 1984; Han et al., 1994; Sakayama, 2008).

Three groups of species differing in their distribution range define distinctiveness of charophyte flora of Central Asia: 1. a single endemic of Central Asia, *C. canescentiformis*, to date known from two localities only in Kazakhstan and Kyrgyzstan; 2. species with most or large part of their distribution range situated in Central Asia (*C. altaica*, *C. globata* Mig., *C. kirghisorum*); 3. species with mainly tropical distribution range (*C. benthamii*, *C. gymnopitys* A. Braun, *C. hydropitys* Reich., *C. zeylanica*, *N. globulifera* Pal), known from single or few localities in the region studied.

The charophyte protection issues are still in an initial stage in the region studied. Nonetheless, some important charophyte areas can be suggested. They are water bodies in deltas of Ili, Amu Darya and Syr Darya, Lake Balkhash, Lake Issyk Kul. High species richness and significant phytocoenotic role of charophytes are known for these areas.

The uneven regional knowledge of charophytes and no representative collections from particular regions constitute one of the main obstacles for this work. But continuous and future cooperation will definitely reduce amount of blank spots. The presence of some species in selected regions or in the whole area of study needs to be confirmed. The clarification of taxonomy for species like *C. arcuatofoia*, *C. canescentiformis*, *C. dominii*, *C. fischeri* is required. The efforts for outlining of regional taxonomic differentiation, species protection will be obviously successful on the base of more comprehensive dataset. This is pointing towards continuing of the work presented.

The author is very grateful to the curators of the herbaria listed for their encouragement and guidance, many colleagues for long-term fruitful cooperation. Some field and herbarium studies were supported by Russian Foundation for Basic Research, projects No. 16-04-00931, 20-04-00280, some herbarium studies – by the state assignment of Komarov Botanical Institute RAS, no. AAAA-A18-118030790036-0 and the state assignment of Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, scientific program 134.1.



**K. Šumberová, M. Fránková**  
**VASCULAR PLANTS AND ALGAE OF WETLANDS ON ARABLE LAND IN SOUTHERN MORAVIA (CZECH REPUBLIC)**

Institute of Botany of the Czech Academy of Sciences, Brno, Czech Republic,  
katerina.sumberova@ibot.cas.cz, marketa.frankova@ ibot.cas.cz

Wetlands on arable land are usually shallow periodic water bodies with size ranging from several square metres to several hectares. They usually appear on places where former wetland habitats such as wet meadows, marshes, fishponds or oxbow lakes have been meliorated and converted into arable fields (Fig.). During humid periods ground in such area is usually shallowly flooded for several weeks up to several months yearly or in several years interval. In drier periods these sites are ploughed and used for cultivation of various crops, mainly maize, sunflower or cereals. The reason of insufficient knowledge of flora and vegetation of these wetlands is that they appear only temporarily, their occurrence is poorly predictable and difficult to access. Therefore, wetlands on arable land have been only scarcely studied in the Czech Republic and for some groups of organisms such as algae no data are available so far. Existing data have shown that wetlands on arable land in southern Moravia (SE part of the Czech Republic) are valuable wetland habitat type due to the occurrence of high amount of threatened vascular plant species; some of them almost do not occur in other habitats (Němec et al. 2014). Moreover, southern Moravia as one of the warmest and driest region of the Czech Republic suffers by lack of water and thus even periodic wetlands are important source of water for different groups of biota in agricultural landscape.

Fig. Example of a large wetland on arable land in a maize culture – former oxbow lake.



In this study we want to present preliminary results of our research of altogether 18 sites with wetlands on arable land. This research, conducted from the end of July to the end of September 2020,

was focused on flora and vegetation of vascular plants, charophytes and other macroalgae. Moreover, microalgae in water column (phytoplankton), on surface of muddy substrate (epipelon) and on surface of macrophytes (epiphyton), both, vascular and non-vascular, have been studied. Three types of wetlands were represented among the study sites according to their position in the landscape and according to their origin: (1) former oxbows in large river alluvia, (2) wetlands in large river alluvia outside the oxbows (mainly wet meadows in the past), (3) wetlands outside the large river alluvia (some of them were fishponds in the past – 19<sup>th</sup> century or earlier). There was a high variability among the sites in number of vascular plant species, algal species and plant communities, and in overall species composition. Vascular plants were represented by several ecological groups in all the types of wetlands: perennial wetland plants, annual wetland plants, aquatic plants (only several species, mainly lemniids) and arable or ruderal weeds tolerant or preferring high soil moisture. Both types of wetlands in large river alluvia were richer in species than the wetlands outside of alluvia. The difference was due to occurrence of species with high demands on substrate moisture such as *Butomus umbellatus*, *Limosella aquatica* or *Oenanthe aquatica* in alluvial wetlands. *Bolboschoenus planiculmis*, *Lythrum hyssopifolia*, *Persicaria amphibia*, *P. lapathifolia*, *Echinochloa crus-galli* and *Plantago uliginosa* were the most frequent species, occurring in all the types of wetlands. Red-list species (according to Grulich 2012) such as *Veronica anagalloides*, *V. catenata*, *Rumex stenophyllus* or *Pulicaria vulgaris* occurred with lower frequency. Vegetation was classified within five phytosociological classes, including four classes of vascular plants – *Phragmito-Magnocaricetea*, *Bidentetea tripartitae*, *Isoëto-Nanojuncetea* and *Lemnetea* – and one class of macroalgae, *Charateea*.

Macroalgae were mainly represented by filamentous green algae of the genera *Cladophora*, *Spirogyra* and *Oedogonium*, less by filamentous cyanobacteria (*Nostoc* spp.) and yellow-green algae (*Vaucheria* spp.). Some of these algae, particularly *Cladophora* spp., hosted rich epiphytic microalgal communities. Within charophytes, the group occupying sites with prolonged period of flooding, *Chara vulgaris* was the species which occurred on more than one site. The most abundant and species rich microalgae were diatoms (genera *Achnanthes*, *Amphora*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Surirella*, *Tryblionella*) followed by euglenophytes (*Colacium*, *Euglena*, *Trachelomonas*), green algae (*Desmodesmus*) and cyanobacteria (*Homoeothrix*, *Phormidium*). Two other groups, cryptophytes and desmids, occurred only at some sites. Ecologically important were euglenophytes indicating organic pollution of waters, and some diatoms indicating elevated minerals/salinity (e.g. *Surirella ovalis*). Species richness and richness of the taxonomic groups of microalgae was high in some sites in river floodplains, however, in some other floodplain sites, very rich in species of vascular plants, were poor in microalgae species. On the other hand, the site with a long and deep flooding, extremely poor in vascular plant species, has shown high species richness of microalgae. Although our analyses of microalgae are not complete yet (e.g. epiphyton was studied only on living filamentous algae and more detailed study will be done in permanent slides), it is obvious, that that species richness and biomass of vascular plants and microalgae is sometimes positively, sometimes rather negatively correlated; the latter may be caused by e.g. shading of water surface by dense vegetation of tall vascular plants and/or filtering of nutrients occurring in water by vascular plants and their lower availability for algae (particularly green algae and cyanobacteria).

The research was financed by the Czech Academy of Sciences within the institutional support nr. RVO 67985939.

Grulich V. Red List of vascular plants of the Czech Republic. 3rd edition // Preslia. 2012. Vol. 84. P. 631–645.

Němec R., Dřevojan P., Šumberová K. Polní mokřady Znojemska jako refugium významných a vzácných druhů cévnatých rostlin. // Thayensia. 2014. Vol. 11. S. 3–76.

**AN UNIFIED SPECIES CONCEPT FOR *RANUNCULUS* SECT. *BATRACHIUM*  
(*RANUNCULACEAE*)**

Department of Ecology, Faculty of Environment and Natural Sciences, Brandenburg University of Technology, Cottbus, Germany, wiegleb@b-tu.de

Throughout history *Batrachium* taxonomy oscillated between lumping recognizable entities into larger aggregates (Linnaeus, 1753; Hiern, 1871; Whittemore, 1997), or splitting them into many species, subspecies, varieties and forms (e.g. Glück, 1936), or recently, ‘cryptospecies’ (Prančl et al., 2018). A ‘golden middle’ way was proposed by Krechetovich (1937), Cook (1966) and Wiegleb et al. (2017). Any appropriate treatment should guarantee both diagnosability (as description of relevant characters) and identifiability (as dichotomous or tabular keys).

Sect. *Batrachium* is regarded as taxonomically difficult. Aquatic plants are more difficult than terrestrial ones due to their reduced morphology. In *Batrachium*, phenotypic plasticity in combination with hybridization, polyploidization and possibly, epigenetic effects lead to an enormous diversity of forms. Seemingly, *Batrachium* taxonomists were unable to develop a consistent species concept. Not even an agreement about the status of *Batrachium* (genus, subgenus, or section) could be reached, even though at this taxonomic level the solution is obvious.

Besides the real biological problems also the human factor had some influence, e.g. the lack of information and communication and to a certain extent, the lack of scientific rigor. Only few researchers studied *Batrachium* since 1950, often in isolation, resulting in divergent concepts. Types are partly missing or have been interpreted differently. Questionable lectotypifications introduced additional problems. Lists of synonyms are ever changing. Herbarium specimens were only stored, but rarely critically revised. The literature of the 19<sup>th</sup> and early 20<sup>th</sup> century was insufficiently appreciated. This led to unreliable descriptions in modern floras as well as unreliable keys and distribution maps. Still, the old literature and specimens remain insufficiently related to recent karyological and genetic studies. The following topics will be addressed in what follows.

Aggregates vs. microspecies. It is inappropriate to maintain any ‘*R. aquatilis* s.l.’, well knowing that the members of the aggregate belong to different clades. It is inappropriate to maintain ‘*R. penicillatus* agg.’ when it is already confirmed that different hybrid swarms are combined. Separate lineages should bear different names. ‘Separation’ is however relative. Is it admissible to combine *R. fluitans* hybrids with both *R. peltatus* and *R. saniculifolius* in ‘*R. penicillatus*’? Or to combine *R. fluitans* hybrids with both *R. aquatilis* and *R. trichophyllus* under ‘*R. calcareus*’?

Paraphyletic complexes vs. regional species. *R. trichophyllus* is an unresolved complex species. We do not know whether *R. trichophyllus* morphotypes are ancestrally different or have acquired their differences by recent introgression of *R. peltatus* and *R. circinatus*, respectively. It may be inconsistent to treat some regional morphotypes related to *R. trichophyllus* (e.g. *R. aquatilis*, *R. confervoides*, *R. kauffmannii*, *R. mongolicus*) as separate species, while leaving behind a complex paraphyletic rest.

Hybrids vs. hybrid species. The distinction between ‘sterile’ ‘hybrids’ and ‘fertile’ ‘hybrid species’ assumes homoploid hybridization leading to sterile hybrids with subsequent chromosome duplication to reach fertility. This was not yet observed in *Batrachium*. As a rule, both homoploid and unbalanced polyploid hybrids are fertile. Primary hybrids, F2 and higher generation as well as backcrosses with the parents belong to the same lineage and should be treated as one taxon. F2 crossings can however produce new forms (hopeful monsters) which may survive somehow.

Ploidy levels. Treatment of ploidy levels or cytodesmes of basic species should be consistent. As to basic species, in *R. fluitans* diploid, triploid and tetraploids are treated as one species, as they are morphologically similar. Diploid and tetraploid *R. baudotii* are also treated as one species even though they look quite different. Diploid *R. saniculifolius* and tetraploid *R. peltatus* are regarded as two species despite morphological overlap. Moreover, in some areas, diploid forms of the three last named species occur which are morphologically indistinguishable. As to hybrid complexes

containing unbalanced polyploids the ploidy levels contain different proportions of parental genome. They may look considerably different, e.g. in case of tetraploid and hexaploid *R. penicillatus*.

Practical note. A complex population may contain *R. penicillatus*, backcrosses with *R. peltatus*, outcrosses with *R. aquatilis* and forms of *R. peltatus* with unusually long capillary leaves. One can say in the field that both *R. peltatus* and *R. penicillatus* occur, but one cannot say how much of each. Likewise, many individuals are only identifiable at the cf-level. For practical purpose in water management and nature conservation this is admissible, but not in the inclusion into floras and distribution maps.

Species concepts. In *Batrachium* we find seven distinct clades which may be treated as 'aggregates'. Hybridization and differentiation are not restricted to these lineages, but largely so. At the level of Linnaean species, species concepts based on reproductive isolation, recently separated lineages or stabilized ecological niches cannot be applied to *Batrachium*. The underlying species concepts only provide contingent supplementary information (de Queiroz, 2005). Within an enlightened Phenetic Species Concept morphological (phenetic clusters), karyological and genetic level (genotypic clusters) need to be considered in a balanced way. Rules must be defined from which degree of difference onwards recognizable entities are treated as separate species. One should be generous, as some lineages are of recent origin and may not survive the next round of anthropogenic changes in surface waters. Deviating morphotypes without continuous range may be preliminarily listed as 'varieties', as the requirements at the level of the variety are quite relaxed.

Cook C. D. K. A monographic study of *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (DC.) A. Gray. Mitt. Bot. Staatssamml. München. 1966. 6: 46–237.

de Queiroz K. Ernst Mayr and the modern concept of species. PNAS. 2005. 102, suppl. 1: 6600–6607.

Glück H. *Ranunculus*, sectio *Batrachium*. In: Pascher, A. (Ed.) Die Süßwasserflora Europas. Hft. 15. Pteridophyten und Phanerogamen. Jena: Gustav Fischer, 1936. P. 180–213.

Hiern W. P. On the forms and distribution over the world of the *Batrachium* section of *Ranunculus*. Journal of Botany. 1871. 9: 43–49, 65–69, 97–107.

Kreczetovicz V. I. *Batrachium* S. F. Gray. In: Komarov, V. (Ed.) Flora of the USSR. Vol. 7. Ranales and Rhoeadales. Jerusalem: Keter Press, 1970. P. 335–370.

Linnaeus C. *Ranunculus aquatilis*. In: Species plantarum. Vol. 1. Stockholm: Laurentius Salvius, 1753. P. 556.

Prančl J., Koutecký P., Trávníček P., Jarolímová V., Lučanová M., Koutecká E., Kaplan Z. Cytotype, variation, cryptic diversity and hybridization in *Ranunculus* sect. *Batrachium* revealed by flow cytometry and chromosome number. Preslia. 2018. 90: 195–223.

Wiegand G., Bobrov A. A., Zalewska-Gałosz J. A taxonomic account of *Ranunculus* section *Batrachium* (Ranunculaceae). Phytotaxa. 2017. 319: 1–55.

Whittemore A. T. 2e. *Ranunculus* Subg. *Batrachium* (de Candolle) Seringe. In: Flora of North America. Vol. 3. New York, Oxford: Oxford University Press, 1997. P. 130.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
INTRODUCTION .....	5
В. В. Александров, Н. А. Мильчакова, В. Г. Рябогина. МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ <i>PHYLLOPHORA CRISPA</i> (HUDSON) P. S. DIXON В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЁРНОЕ МОРЕ).....	7
V. V. Alexandrov, N. A. Milchakova, V. G. Ryabogina. LONG-TERM CHANGES IN COENOPOPULATIONS OF <i>PHYLLOPHORA CRISPA</i> (HUDSON) P. S. DIXON AT THE COASTAL ZONE OF SEVASTOPOL (BLACK SEA).....	7
Е. А. Андриянова, О. А. Мочалова. КАРИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ БЕРИНГИИ.....	8
E. A. Andriyanova, O. A. Mochalova. CARYOLOGICAL STUDY OF AQUATIC VASCULAR PLANTS OF BERINGIA.....	8
Д. Ф. Афанасьев, Ш. Р. Абдуллин. СИНТАКСОНОМИЯ МОРСКОЙ ДОННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЕВРОПЕЙСКИХ МОРЕЙ РОССИИ.....	10
D. F. Afanasyev, Sh. R. Abdullin. SYNTACONOMY OF MARINE BOTTOM VEGETATION OF THE EUROPEAN SEAS OF RUSSIA .....	10
Н. Ш. Ахметзянова, И. Д. Голубева. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ПРИМЕРЕ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ОЗЕРОВИДНОГО ПЛЁСА.....	11
N. Sh. Akhmetzyanova, I. D. Golubeva. VEGETATION OF THE KUIBYSHEVSKY RESERVOIR ON THE EXAMPLE OF THE VOLGA-KAMA LAKE FOREST .....	11
Б. Б. Базарова. СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОЗЕРА АРАХЛЕЙ В ПЕРИОД СМЕНЫ ВОДНОСТИ .....	13
B. B. Bazarova. VEGETATION STATE OF LAKE ARAKHLEY DURING WATER CHANGE	13
А. Ю. Барановская, Н. В. Барановская. РЕГИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИФИКА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА РЯСКОВЫЕ ( <i>LEMNACEAE</i> ) НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ .....	15
A. Yu. Baranovskaya, N. V. Baranovskaya. REGIONAL SPECIFICITY OF THE DUCKWEED ELEMENTAL COMPOSITION IN THE TOMSK REGION.....	15
Е. А. Беляков, А. Г. Лапиров, О. А. Лебедева. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО- ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОБЕГОВОЙ СИСТЕМЫ ГИДРОФИТОВ, ГЕЛОФИТОВ И ГИГРОГЕЛОФИТОВ.....	17
E. A. Belyakov, A. G. Lapirov, O. A. Lebedeva. FEATURES OF THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ORGANIZATION OF THE SHOOTING SYSTEMS HYDROPHITES, HELOPHITES AND HYGROGELOFITES.....	17
А. А. Бобров, Е. В. Чемерис, П. А. Волкова, О. А. Мочалова, Ю. О. Копылов-Гуськов, Е. А. Мовергоз, М. Ю. Григорьян, Н. П. Тихомиров, М. О. Иванова. РАЗНООБРАЗИЕ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ РОССИИ, РОЛЬ ГИБРИДИЗАЦИИ В ЕГО ФОРМИРОВАНИИ .....	20
A. A. Bobrov, E. V. Chemeris, P. A. Volkova, O. A. Mochalova, Yu. O. Kopylov-Guskov, E. A. Movergoz, M. Yu. Grigoryan, N. P. Tikhomirov, M. O. Ivanova. DIVERSITY OF AQUATIC VASCULAR PLANTS IN RUSSIA, THE ROLE OF HYBRIDIZATION IN ITS FORMATION .....	20

Ю. А. Бобров, А. М. Чернова, Д. А. Филиппов. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АРЕАЛ <i>HOTTONIA PALUSTRIS</i> L. (PRIMULACEAE) В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ .....	22
Yu. A. Bobroff, A. M. Chernova, D. A. Philippov. ECOLOGICAL RANGE OF <i>HOTTONIA PALUSTRIS</i> L. (PRIMULACEAE) IN THE TVER REGION, RUSSIA.....	22
Л. В. Бондарева, Л. П. Вахрушева, Д. А. Павшенко. ПОПУЛЯЦИЯ <i>IRIS PSEUDACORUS</i> L. В УСТЬЕ Р. ЧЁРНАЯ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ).....	24
L. V. Bondareva, L. P. Vakhrusheva, D. A. Pavshenko. POPULATION OF <i>IRIS PSEUDACORUS</i> L. AT THE MOUTH OF THE RIVER CHORNAYA (SOUTH-WESTERN CRIMEA).....	24
М. А. Борисова, Н. К. Казанова, О. А. Маракаев. ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ РЕКИ ВЁКСЫ В ГРАНИЦАХ ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ .....	26
M. A. Borisova, N. K. Kazanova, O. A. Marakaev. PHYTODIVERSITY OF THE VEKSA RIVER WITHIN PROTECTED NATURAL AREA .....	26
А. А. Буркин, Г. П. Кононенко, А. А. Георгиев, М. Л. Георгиева. ПЕРВЫЙ ОПЫТ СКРИНИНГ-АНАЛИЗА МИКОТОКСИНОВ В МОРСКИХ БУРЫХ ВОДОРОСЛЯХ..	28
A. A. Burkin, G. P. Kononenko, A. A. Georgiev, M. L. Georgieva. FIRST SCREENING ANALYSIS OF MYCOTOXINS IN BROWN SEAWEEDS .....	28
Б. Б. Буэнаño, Н. В. Зуева. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЁР ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАКРОФИТОВ.....	30
B. B. Buenaño, N. V. Zueva. ECOLOGICAL STATE ASSESSMENT OF VALAAM ARCHIPELAGO LAKES USING MACROPHYTES .....	30
Ю. С. Виноградова, Н. К. Конотоп, Е. А. Борисова, А. А. Бобров. БИОСИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПОНИМАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СПЕЦИФИКИ ПОПУЛЯЦИЙ И ВЫЯВЛЕНИЯ ГИБРИДОВ.....	32
Yu. S. Vinogradova, N. K. Konotop, E. A. Borisova, A. A. Bobrov. BIOSYSTEMATIC STUDY OF AQUATIC VASCULAR PLANTS OF THE IVANOV REGION FOR UNDERSTANDING THE REGIONAL SPECIFICITY OF POPULATIONS AND IDENTIFICATION OF HYBRIDS.....	32
В. С. Вишняков. РОД <i>VAUCHERIA</i> В РОССИИ (VAUCHERIACEAE, XANTHOPHYCEAE) В РОССИИ.....	34
V. S. Vishnyakov. THE GENUS <i>VAUCHERIA</i> (VAUCHERIACEAE, XANTHOPHYCEAE) IN RUSSIA .....	34
П. А. Волкова, М. О. Иванова, И. А. Шанцер, Е. В. Чемерис, А. А. Бобров. ФИЛОГЕОГРАФИЯ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ: РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИИ РАССЕЛЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ.....	35
P. A. Volkova, M. O. Ivanova, I. A. Schanzer, E. V. Chemeris, A. A. Bobrov. PHYLOGEOGRAPHY OF AQUATIC VASCULAR PLANTS: DISPERSAL HISTORY DEDUCED FROM GENETIC VARIABILITY .....	35
Э. В. Гарин. ФЛОРА ТОРФОКАРЬЕРОВ ПОС. ТИХМЕНЕВО (ЯРОСЛАВСКАЯ ОБЛ.) .....	38
E. V. Garin. THE FLORA OF PEAT QUARRIES OF TIKHMENEVO (YAROSLAVL REGION) .....	38

В. А. Глазунов, С. А. Николаенко. РОД <i>BOLBOSCHOENUS</i> (ASCH.) PALLA (CYPERACEAE) В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	39
V. A. Glazunov, S. A. Nikolaenko. GENUS <i>BOLBOSCHOENUS</i> (ASCH.) PALLA (CYPERACEAE) IN WESTERN SIBERIA.....	39
В. А. Горенко, С. Б. Фролов, М. О. Березина, А. Л. Левицкий. ЗНАЧЕНИЕ ЗОСТЕРЫ МОРСКОЙ ( <i>ZOSTERA MARINA</i> L.) КАК СУБСТРАТА ДЛЯ НЕРЕСТА БЕЛОМОРСКОЙ СЕЛЬДИ .....	40
V. A. Gorenko, S. B. Frolov, M. O. Berezina, A. L. Levitsky. THE VALUE OF <i>ZOSTERA MARINA</i> L. AS A SUBSTRATE FOR SPAWNING OF THE WHITE SEA HERRING .....	40
О. В. Градов. БЕЗЛИНЗОВАЯ МИКРОСКОПИЯ В ГИДРОБОТАНИКЕ.....	42
O. V. Gradov. VIDEO-ENHANCED MICROSCOPY FOR HYDROBOTANY .....	42
Т. С. Григорова, Н. В. Зуева. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УСТЬЕВОГО УЧАСТКА РЕКИ КОТОРОСЛЬ ПО БОТАНИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ .....	44
T. S. Grigorova, N. V. Zueva. ECOLOGICAL STATE ASSESSMENT OF THE KOTOROSL RIVER MOUTH BY BOTANICAL INDICATORS.....	44
М. Ю. Григорьян, А. А. Бобров, П. А. Волкова, Т. В. Неретина, М. Д. Логачёва. ГЕНЕТИЧЕСКОЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБАЗИЕ <i>ISOËTES</i> (ISOËTACEAE) СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ .....	46
M. Yu. Grigoryan, A. A. Bobrov, P. A. Volkova, T. V. Neretina, M. D. Logacheva. GENETICAL AND MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF <i>ISOËTES</i> (ISOËTACEAE) FROM NORTH-EAST ASIA.....	46
В. С. Гришина, А. Н. Ефремов. СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ ЭПИДЕРМЫ ЛИСТА ВИДОВ РОДА <i>HYDROCHARIS</i> L. (HYDROCHARITACEAE JUSS.) .....	47
V. S. Grishina, A. N. Efremov. COMPARATIVE MORPHOLOGY OF LEAF EPIDERM OF THE GENUS <i>HYDROCHARIS</i> L. (HYDROCHARITACEAE JUSS.) .....	47
О. Г. Гришуткин. ВОДНЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ НА БОЛОТАХ ЛЕСОСТЕПИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ .....	50
O. G. Grishutkin. AQUATIC VASCULAR PLANTS IN THE FOREST-STEPPE SWAMPS OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA.....	50
Н. Ю. Груданов, Е. Ю. Петрова, А. С. Третьякова. ГИДРОФИЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ УРБАНОФЛОР КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ (СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН) .....	52
N. Yu. Grudanov, Ye. Yu. Petrova, A. S. Tretyakova. THE HYDROPHILIC COMPONENT OF URBANIZED FLORA IN KOSTANAY REGION (NORTH KAZAKHSTAN).....	52
Т. Дьяченко, Л. Гулейкова, А. Гупало, Т. Дворецкий, А. Морозова. ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИИ ВОДЯНОГО ОРЕХА ( <i>TRAPA NATANS</i> L. s. l.) ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ВЛИЯНИЕ ЕГО ЗАРОСЛЕЙ НА РАЗВИТИЕ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ.....	53
T. Diachenko, L. Guleikova, A. Gupalo, T. Dvoretiskij, A. Morozova. THE WATER NUT ( <i>TRAPA NATANS</i> L. s. l.) POPULATION DYNAMICS ON THE UPPER PART OF THE KIEV RESERVOIR AND THE INFLUENCE OF IT'S GROWS ON THE DEVELOPMENT OF THE FISH POPULATION.....	53



Н. В. Евсеева. ДИНАМИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКРОФИТОБЕНТОСА В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЮЖНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ .....	55
N. V. Evseeva. DYNAMICS OF MACROPHYTOBENTOS DISTRIBUTION IN ASSOCIATION WITH WATER TEMPERATURE OF THE SOUTH KURIL COASTAL ZONE.....	55
Д. Ю. Ефимов, Л. А. Ефимова. МАКРОФИТЫ ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ВОДОЁМОВ НА ЮГО-ЗАПАДЕ ТАЙМЫРА.....	56
D. Yu. Efimov, L. A. Efimova. MACROPHYTES OF TRANSFORMED WATER BODIES IN THE SOUTHWEST OF TAIMYR .....	56
В. В. Зайцев, В. В. Соловьева. РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ КУТУЛУКСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	58
V. V. Zaitsev, V. V. Soloveva. VEGETATION COVER OF THE KUTULUK RESERVOIR .....	58
Н. Р. Зарипова. О РАСПРОСТРАНЕНИИ И РАЗВИТИИ НАДЗЕМНЫХ ОРГАНОВ <i>PHRAGMITES ALTISSIMUS</i> В Г. КАЗАНИ.....	60
N. R. Zaripova. ABOUT THE DISTRIBUTION AND DEVELOPMENT OF THE ABOVE THE GROUND ORGANS OF <i>PHRAGMITES ALTISSIMUM</i> IN THE CITY OF KAZAN.....	60
Е. Ю. Зарубина, М. И. Соколова. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА РАЗНОТИПНЫХ ОЗЁР ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ .....	62
E. Yu. Zarubina, M. I. Sokolova. ZONAL FEATURES OF FORMATION OF VEGETATION COVER OF VARIOUS TYPE LAKES IN WEST SIBERIA .....	62
Н. В. Зуева, О. Г. Гришуткин, Ю. А. Зуев, Д. Ю. Ефимов, А. А. Бобров. ИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННОГО ТРАНСГРАНИЧНОГО ВОДОТОКА КОЛЬСКОГО СЕВЕРА ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА .....	64
N. V. Zuyeva, O. G. Grishutkin, Yu. A. Zuyev, D. Yu. Efimov, A. A. Bobrov. INDICATION OF THE KOLA NORTH ANTHROPOGENIC-TRANSFORMED TRANSBOUNDARY WATERCOURSE STATE BY VEGETATION cover CHARACTERISTICS .....	64
М. О. Иванова, П. А. Волкова, И. А. Шанцер, А. А. Бобров. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА В ПОЛЬЗУ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ЭНДЕМИЧНЫХ ДЛЯ НИЖНЕЙ ВОЛГИ И СЕВЕРА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ВИДОВ <i>CALLITRICHE</i> (PLANTAGINACEAE) .....	66
M. O. Ivanova, P. A. Volkova, I. A. Schanzer, A. A. Bobrov. MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR-GENETICS EVIDENCES OF EXISTENSE OF ENDEMIC SPECIES OF <i>CALLITRICHE</i> (PLANTAGINACEAE) FROM LOWER VOLGA AND NORTHERN FAR EAST .....	66
Т. Г. Ивченко, М. А. Макарова. ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГЕЛОФИТНО-ТРАВЯНЫХ СООБЩЕСТВ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ (ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ РЕГИОН).....	68
T. G. Ivchenko, M. A. Makarova. PHYTOCENOTIC DIVERSITY OF HELOPHYTIC HERBAL COMMUNITIES ON THE PEAT SOILS IN CHELYABINSK REGION (SOUTHERN URALS).....	68



О. А. Капитонова, Г. Р. Платунова, Е. А. Беляков. К МОРФОЛОГИИ <i>PHRAGMITES ALTISSIMUS</i> (BENTH.) MABILLE (POACEAE).....	70
O. A. Kapitonova, G. R. Platunova, E. A. Belyakov. TO MORPHOLOGY OF <i>PHRAGMITES ALTISSIMUS</i> (BENTH.) MABILLE (POACEAE).....	70
Л. М. Киприянова. СИНТАКСОНОМИЯ И ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ВОДНОЙ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	71
L. M. Kipriyanova. SYNTAXONOMY AND BASIC ECOLOGICAL-GEOGRAPHIC FACTORS OF DIFFERENTIATION OF AQUATIC AND SEMI-AQUATIC VEGETATION IN SOUTH-EAST OF WEST SIBERIA .....	71
Е. В. Клепец. ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТОЯНИЯ УРБОГИДРОЭКОСИСТЕМ ПО СТРУКТУРНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ МАКРОФИТОВ.....	74
Ye. V. Klepets. OPTIMIZATION OF THE STATE OF URBANIZED HYDROECOSYSTEMS BY STRUCTURAL INDICES OF MACROPHYTES.....	74
Е. В. Князева, Б. Ю. Тетерюк. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТИВНОСТИ МАКРОФИТОВ МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ БАСЕЙНА РЕКИ ВЫЧЕГДЫ .....	76
E. V. Knyazeva, B. Y. Teteryk. COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF MACROPHYTE PRODUCTIVITY IN SMALL RESERVOIRS IN THE VYCHEGDA RIVER BASIN .....	76
И. А. Козарь, М. М. Рассказова. ВЫБОР РЕФЕРЕНТНЫХ ВИДОВ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ.....	78
I. A. Kozar, M. M. Rasskazova. SELECTION OF REFERENCE SPECIES OF AQUATIC VASCULAR PLANTS FOR ASSESSMENT OF RADIATION SAFETY OF WATER ECOSYSTEMS .....	78
И. А. Коновалова, М. Н. Шаклеина. ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ <i>NYMPHOIDES PELTATA</i> (S. G. GMEL.) O. KUNTZE.....	80
I. A. Konovalova, M. N. Shakleina. THE INTERNAL STRUCTURE OF VEGETATIVE ORGANS OF <i>NYMPHOIDES PELTATA</i> (S. G. GMEL.) O. KUNTZE.....	80
А. Н. Краснова, Т. Н. Польшина, А. Н. Ефремов. УБЕЖИЩА САРМАТСКИХ ВИДОВ РОДА <i>ТЫРНА</i> L. (ТЫРНАСЕАЕ) НА КРАЙНЕМ ЮГЕ РОССИИ.....	82
A. N. Krasnova, T. N. Polshina, A. N. Efremov. REFUGES OF THE SARMATICUS THE SPECIES OF GENUS <i>ТЫРНА</i> L. (ТЫРНАСЕАЕ) ON EXTREME SOUTH RUSSIA.....	82
Е. Г. Крылова. ВЛИЯНИЕ АНИОНОВ СОЛЕЙ НИКЕЛЯ НА ИХ ТОКСИЧНОСТЬ ДЛЯ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН <i>ALISMA PLANTAGO-AQUATICA</i> L. ....	84
E. G. Krylova. INFLUENCE OF NICKEL SALTS ANIONS ON THEIR TOXICITY FOR SEED GROWTH OF <i>ALISMA PLANTAGO-AQUATICA</i> L. ....	84
Е. Г. Крылова. ТОКСИЧНОСТЬ СУЛЬФАТА НИКЕЛЯ ДЛЯ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП.....	86
E. G. Krylova. TOXICITY OF NICKEL SULFATE FOR GROWTH OF SEEDS OF AQUATIC PLANTS OF DIFFERENT ECOLOGICAL GROUPS .....	86

Е. А. Курашов, Ю. В. Крылова. МЕТАБОЛОМИКА ПРЕСНОВОДНЫХ МАКРОФИТОВ: УСПЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ .....	88
E. A. Kurashov, Yu. V. Krylova. METABOLOMICS OF FRESHWATER MACROPHYTES: SUCCESSIONS AND PROSPECTS .....	88
А. А. Курганов. РОД <i>ISOËTES</i> В ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	90
A. A. Kurganov. GENUS <i>ISOËTES</i> IN THE IVANOV REGION .....	90
С. Э. Латышев, А. В. Розуменко. МАКРОФИТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЗЕРА ЯНОВИЧСКОЕ .....	92
S. E. Latyshev, A. V. Rozumenko. MACROPHYTIC VEGETATION OF THE YANOVICHSKOE LAKE.....	92
О. А. Лебедева, Е. А. Беляков. ВЛИЯНИЕ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ВОДНЫХ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СУХОГО ХРАНЕНИЯ.....	94
O. A. Lebedeva, E. A. Belyakov. INFLUENCE ON SEED GERMINATION OF SOME SPECIES AQUATIC AND COASTAL PLANTS OF VARIOUS DRY STORAGE CONDITIONS....	94
Н. В. Литвинова. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ <i>NELUMBO CASPICA</i> (DC.) FISCH. В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ.....	98
N. V. Litvinova. CURRENT STATE OF <i>NELUMBO CASPICA</i> (DC.) FISCH. POPULATION AT THE VOLGA RIVER DELTA .....	98
Т. М. Лысенко, О. А. Капитонова. СООБЩЕСТВА С ДОМИНИРОВАНИЕМ <i>PHRAGMITES</i> <i>ALTISSIMUS</i> (BENTH.) MABILLE (POACEAE).....	100
T. M. Lysenko, O. A. Kapitonova. COMMUNITIES WITH DOMINATION OF THE <i>PHRAGMITES ALTISSIMUS</i> (BENTH.) MABILLE (POACEAE) .....	100
Д. С. Любарский, Р. П. Токинова. ФЛОРА РЕКИ КАЗАНКА В НИЖНЕМ И СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН).....	102
D. S. Lyubarskiy, R. P. Tokinova. KAZANKA RIVER'S FLORA IN LOWER AND MIDDLE PART (REPUBLIC OF TATARSTAN) .....	102
О. С. Любина, Л. Г. Гречухина. СТРУКТУРА И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФИТОПЛАНКТОНА В МЕШИНСКОМ ЗАЛИВЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА .....	103
O. S. Lyubina, L. G. Grechukhina. PHYTOPLANKTON STRUCTURE AND SEASONAL DYNAMICS IN THE MESHA BAY OF THE VOLGA-KAMA AREA OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR .....	103
Г. Ф. Ляшенко. ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ РЕКИ МЕРТВИЦА СО СПЕЦИФИЧЕСКИМ ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ .....	105
G. F. Lyashenko. AQUATIC VEGETATION OF MERTVITZA RIVER WITH UNUSUAL HYDROLOGICAL REGIME .....	105
М. А. Макарова. ПРИБРЕЖНО-ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОСТРОВОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА (СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ПРИЛАДОЖЬЕ) .....	107
M. A. Makarova. RIPARIAN-AQUATIC VEGETATION OF THE ISLANDS OF LAKE LADOGA (NORTH-WESTERN LADOGA REGION).....	107

С. В. Малавенда, С. С. Малавенда, П. П. Стрелков, Н. Е. Шунатова. МАКРОФИТОБЕНТОС МОРСКОГО МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА МОГИЛЬНОЕ, БАРЕНЦЕВО МОРЕ	109
S. V. Malavenda, S. S. Malavenda, P. P. Strelkov, N. E. Shunatova. MACROPHYTOBENTOS OF SEA MEROMYKTIC LAKE MOGILNOE, BARENTS SEA.....	109
В. И. Мартемьянов. ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ДИАПАЗОНЫ РЕГУЛЯЦИИ СОДЕРЖАНИЯ НАТРИЯ, КАЛИЯ И ВОДЫ В ОРГАНИЗМЕ <i>ELODEA CANADENSIS</i> MICHAUX В ИНТЕРВАЛЕ ПЕРЕНОСИМОЙ СОЛЕНОСТИ СРЕДЫ.....	111
V. I. Martemyanov. THE PATTERNS AND RANGES OF REGULATION OF SODIUM, POTASSIUM AND WATER IN THE BODY OF <i>ELODEA CANADENSIS</i> MICHAUX IN THE RANGE OF A TOLERANT SALINITY .....	111
К. Б. Михайлова. СТРУКТУРА И ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ МАКРОФИТОВ ПСКОВСКОГО ОЗЕРА .....	113
K. B. Mikhailova. STRUCTURE AND DYNAMICS OF MACROPHYTES COMMUNITIES IN PSKOV LAKE .....	113
Е. А. Мовергоз. БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЗИАТСКО-СЕВЕРОАМЕРИКАНСКОГО ГОМОФИЛЛЬНОГО ВОДЯНОГО ЛЮТИКА <i>RANUNCULUS SUBRIGIDUS</i> ( <i>BATRACHIUM</i> , <i>RANUNCULACEAE</i> ) .....	115
E. A. Movergoz. BIOMORPHOLOGICAL FEATURES OF ASIAN-NORTH AMERICAN HOMOPHYLLOUS WATER CROWFOOT <i>RANUNCULUS SUBRIGIDUS</i> ( <i>BATRACHIUM</i> , <i>RANUNCULACEAE</i> ) .....	115
Д. С. Мосеев, А. Б. Крашенинников. ГИДРОФИТЫ ОЗЁР СИСТЕМЫ ВЫГОЗЕРА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ОНЕЖСКОЕ ПОМОРЬЕ».....	117
D. S. Moseev, A. B. Krasheninnikov. HYDROPHYTES OF THE LAKES OF THE VYGOZERO SYSTEM OF THE ONEZHSKOYE POMORIE NATIONAL PARK .....	117
Д. С. Мосеев. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВЫСШИХ МАКРОФИТОВ АНТРОПОГЕННЫХ МЕСТООБИТАНИЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЁМАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ .....	119
D. S. Moseev. DISTRIBUTION OF HIGHER MACROPHYTES OF ANTHROPOGENIC HABITATS IN NATURAL WATER BODIES OF THE ARKHANGELSK REGION .....	119
О. А. Мочалова, А. А. Бобров. СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ АЗИАТСКОЙ И АМЕРИКАНСКОЙ ЧАСТЕЙ БЕРИНГИИ .....	121
O. A. Mochalova, A. A. Bobrov. THE SIMILARITY AND DIFFERENCE OF AQUATIC VASCULAR PLANTS IN THE ASIAN AND AMERICAN PARTS OF BERINGIA.....	121
О. В. Мясникова. ДИНАМИКА ФЛОРЫ ПРУДОВ Г. САМАРЫ ЗА ПЕРИОД 1995–2020 Г. ....	123
O. V. Myasnikova. DYNAMICS OF THE FLORA OF PONDS IN SAMARA FOR THE PERIOD 1995–2020 .....	123
Д. М. Некрасова, А. Е. Кравчук, П. А. Волкова, А. А. Бобров. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАЛОИЗВЕСТНОЙ ПУЗЫРЧАТКИ <i>UTRICULARIA OCHROLEUCA</i> ( <i>LENTIBULARIACEAE</i> ) В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ .....	125
D. M. Nekrasova, A. E. Kravchuk, P. A. Volkova, A. A. Bobrov. MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF THE POORLY KNOWN BLADDERWORT <i>UTRICULARIA OCHROLEUCA</i> ( <i>LENTIBULARIACEAE</i> ) IN EUROPEAN RUSSIA.....	125

В. Ю. Нешатаева, В. Ю. Нешатаев, В. В. Якубов. ВОДНАЯ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЗЕРА ТАЛОВСКОЕ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ (ПЕНЖИНСКИЙ РАЙОН КОРЯКСКОГО ОКРУГА).....	127
V. Yu. Neshataeva, V. Yu. Neshatayev, V. V. Yakubov. AQUATIC AND SHORE VEGETATION OF TALOVSKOYE LAKE AND ITS SURROUNDINGS (PENZHINSKY DISTRICT, KORYAK REGION).....	127
А. И. Никифоров. МИРОВОЙ ОПЫТ ПИЩЕВОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРЕСНОВОДНЫХ МАКРОФИТОВ.....	128
A. I. Nikiforov. WORLD EXPERIENCE IN FOOD AND TECHNICAL USE OF ECONOMICALLY USEFUL FRESH WATER MACROPHYTES.....	128
С. А. Николаенко, В. А. Глазунов. ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТООБИТАНИЙ <i>ISOËTES LACUSTRIS</i> L. И <i>I. ECHINOSPORA</i> DURIEU СЕВЕРА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ.....	131
S. A. Nikolaenko, V. A. Glazunov. ECOLOGICAL-PHYTOCENOTIC PECULIARITIES OF HABITATS OF <i>ISOËTES LACUSTRIS</i> L. AND <i>I. ECHINOSPORA</i> DURIEU IN THE NORTH OF WEST SIBERIAN PLAIN.....	131
А. А. Нотов, В. А. Нотов, Л. В. Зуева, С. А. Иванова, Е. А. Андреева. ИНВАЗИОННЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ НА ВОДОЁМАХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	132
A. A. Notov, V. A. Notov, L. V. Zueva, S. A. Ivanova, E. A. Andreeva. INVASIVE PLANT SPECIES ON WATERBODIES OF TVER REGION.....	132
А. Э. Паршина, К. Г. Боголицын. БЕЛКОВО-ПОЛИСАХАРИДНЫЙ КОМПЛЕКС БУРЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ.....	134
A. E. Parshina, K. G. Bogolitsyn. PROTEIN-POLYSACCHARIDE COMPLEX OF BROWN ALGAE.....	134
С. А. Поддубный, А. В. Кутузов, А. И. Цветков. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ЗАРАСТАНИЯ МЕЛКОВОДИЙ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И МНОГОЛЕТНИМ ГИДРОБОТАНИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ.....	136
S. A. Poddubnyi, A. V. Kutuzov, A. I. Tsvetkov. METHODS FOR DETERMINING THE DEGREE OF OVERGROWING OF SHALLOW WATER IN THE RYBINSK RESERVOIR USING EARTH REMOTE SENSING DATA AND LONG-TERM HYDROBOTANIC STUDIES.....	136
А. В. Разумовская, О. В. Петрова. ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ МАКРОФИТОВ ОЗЕРА ИМАНДРА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	138
A. V. Razumovskaya, O. V. Petrova. MACROPHYTE FLORA AND VEGETATION OF IMANDRA LAKE (MURMANSK REGION).....	138
М. М. Рассказова, А. А. Артамонова, Д. А. Балдов, Р. О. Шаталова, Б. И. Сынзыныс. ВЫБОР ИНФОРМАТИВНЫХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЁМОВ С ПОМОЩЬЮ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА LEMNACEAE (РЯСКОВЫЕ).....	140
M. M. Rasskazova, A. A. Artamonova, D. A. Baldov, R. O. Shatalova, B. I. Synzynys. DETERMINATION OF INFORMATIVE CRITERIA FOR ASSESSMENT OF RADIOACTIVE CONTAMINATION OF WATER BY MEANS OF SPECIES OF THE LEMNACEAE FAMILY.....	140

М. В. Ремизова, Ш. Р. Ядав, А. Н. Чандор, Д. Д. Соколов. ПАТТЕРНЫ СТРОЕНИЯ ЦВЕТКА У <i>ERIOCAULON</i> (ERIOCAULACEAE: POALES) .....	142
M. V. Remizowa, S. R. Yadav, A. N. Chandore, D. D. Sokoloff. PATTERNS OF FLOWER CONSTRUCTION IN <i>ERIOCAULON</i> (ERIOCAULACEAE: POALES).....	142
Н. П. Савиных, С. В. Шабалкина. «УЗЛОВЫЕ» БИОМОРФЫ КАК ЭТАПЫ В ЭВОЛЮЦИИ ВТОРИЧНО-ВОДНЫХ ТРАВ.....	144
N. P. Savinykh, S. V. Shabalkina. «KEY» BIOMORPHS AS STAGES IN THE EVOLUTION OF SECONDARY AQUATIC GRASSES .....	144
К. Л. Савицкая. О РАСПРОСТРАНЕНИИ <i>BERULA ERECTA</i> (HUDS.) COVILLE В ПРЕДЕЛАХ ПУХОВИЧСКОЙ РАВНИНЫ (БЕЛОРУССИЯ) .....	146
K. L. Savitskaya. DISTRIBUTION OF <i>BERULA ERECTA</i> (HUDS.) COVILLE WITHIN THE PUKHOVICH I PLAIN (BELARUS).....	146
К. Л. Савицкая. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ РЕКИ НАРЕВКА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА», БЕЛОРУССИЯ) .....	148
K. L. Savitskaya. VEGETATION OF NAREVKA RIVER (THE NATIONAL PARK «BELOVEZHSKAYA PUSHCHA», BELARUS) .....	148
С. Е. Садогурский, Т. В. Белич, С. А. Садогурская. РЕВИЗИЯ ФЛОРЫ МОРСКИХ МАКРОФИТОВ В ЗАПОВЕДНИКАХ КРЫМА.....	150
S. E. Sadogurskii, T. V. Belich, S. A. Sadogurskaya. REVISION OF MARINE MACROPHYTES FLORA IN NATURE RESERVES OF CRIMEA .....	150
А. С. Скороходова, С. И. Сиделев. МАКРОФИТЫ ИНГИБИРУЮТ РОСТ ФИТОПЛАНКТОНА И МИКРОЦИСТИН-ПРОДУЦИРУЮЩИХ ЦИАНОБАКТЕРИЙ: ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА МЕЛКОВОДНОМ ЭВТРОФНОМ ОЗЕРЕ .....	151
A. S. Skorokhodova, S. I. Sidelev. MACROPHYTES CONTROL A PHYTOPLANKTON GROWTH AND MICROCYSTIN-PRODUCING CYANOBACTERIA: FIELD STUDY ON THE SHALLOW EUTROPHIC LAKE.....	151
В. В. Соловьева, С. В. Саксонов, А. Г. Лапиров. СТРАНИЦЫ БИОГРАФИИ ВЛАДИМИРА ГАВРИЛОВИЧА ПАПЧЕНКОВА .....	152
V. V. Soloveva, S. V. Saksonov, A. G. Lapirov. PAGES OF VLADIMIR GAVRILOVICH PAPCHENKOV'S BIOGRAPHY .....	152
В. В. Соловьева, С. В. Саксонов, С. А. Сенатор. ВОДНАЯ ФЛОРА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ.....	154
V. V. Soloveva, S. V. Saksonov, S. A. Senator. WATER FLORA OF SAMARA OBLAST IN A COMPARATIVE ASPECT .....	154
А. С. Терентьев. ВЗМОРНИК МОРСКОЙ ( <i>ZOSTERA MARINA</i> L., 1753) НА РАЗЛИЧНЫХ ГРУНТАХ ДЖАРЫЛГАЧСКОГО ЗАЛИВА ЧЁРНОГО МОРЯ .....	156
A. S. Terentiev. COMMON EELGRASS ( <i>ZOSTERA MARINA</i> L., 1753) AT VARIOUS SUBSTRATES IN THE DZHARYLHACH BAY OF THE BLACK SEA .....	156
Н. П. Тихомиров, П. А. Волкова, Е. С. Глаголева, Т. В. Неретина, А. А. Бобров. ПОТЕНЦИАЛ ЯДЕРНОГО ГЕНА РНУВ КАК ДНК-МАРКЕРА ДЛЯ РОДА <i>POTAMOGETON</i> .....	158
N. P. Tikhomirov, P. A. Volkova, E. S. Glagoleva, T. V. Neretina, A. A. Bobrov. THE POTENTIAL OF A NUCLEAR GENE PHYB AS A GENETIC MARKER IN GENUS <i>POTAMOGETON</i> .....	158

О. А. Тихомиров. РОЛЬ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В НАКОПЛЕНИИ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В БИОГЕННО-АКУМУЛЯТИВНЫХ АКВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ.....	160
O. A. Tikhomirov. THE ROLE OF AQUATIC VEGETATION IN THE ACCUMULATION OF ORGANO-MINERAL SUBSTANCES IN THE BIOGENIC-ACCUMULATIVE AQUAL COMPLEXES OF THE UPPER VOLGA REGION .....	160
А. В. Тихонов, И. А. Столбунов. ФЛОРА НЕРЕСТИЛИЩ РЫБ УСТЬЯ РЕКИ ПАЧА И ПРИЛЕГАЮЩИХ УЧАСТКОВ ПРИБРЕЖНОГО МЕЛКОВОДЬЯ ШЕКСНИНСКОГО ПЛЁСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (ПО ДАННЫМ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛИЗА).....	161
A. V. Tikhonov, I. A. Stolbunov. FLORA OF SPAWNING GROUNDS AT THE MOUTH OF THE RIVER PACHA AND SURROUNDING AREAS IN THE SHEKSNA REACH OF THE RYBINSK RESERVOIR.....	161
И. О. Толченникова, И. С. Антонова. К ВОПРОСУ О МОРФОЛОГИИ ГЕНЕРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ <i>MYRICA GALE</i> L. ....	163
I. O. Tolchennikova, I. S. Antonova. TO THE QUESTION OF MORPHOLOGY OF <i>MYRICA GALE</i> L. GENERATIVE PLANTS .....	163
Е. Н. Филипенко, С. И. Филипенко. ФЛОРА МАКРОФИТОВ КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ МОЛДАВСКОЙ ГРЭС И РОЛЬ ОТДЕЛЬНЫХ ЕЁ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ В НАКОПЛЕНИИ МЕТАЛЛОВ.....	165
E. N. Philipenko, S. I. Philipenko. MACROPHYTES FLORA OF THE KUCHURGAN RESERVOIR-COOLER OF THE MOLDAVIAN CENTRAL STEAM POWER PLANT AND THE ROLE OF ITS INDIVIDUAL REPRESENTATIVES IN THE ACCUMULATION OF METALS.....	165
Д. А. Филиппов. ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ МАКРОФИТОВ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ ВЕРХОВОГО БОЛОТА .....	167
D. A. Philippov. CHANGES IN THE COMPOSITION AND STRUCTURE OF MACROPHYTE COMMUNITIES IN THE HYDROGRAPHIC NETWORK OF A RAISED BOG .....	167
Д. А. Филиппов, А. С. Сажнев, В. В. Юрченко, А. С. Комарова. СФАГНОВЫЕ МОЧАЖИНЫ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ: БОЛОТНЫЕ ВОДЫ, МАКРОФИТЫ, ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ .....	169
D. A. Philippov, A. S. Sazhnev, V. V. Yurchenko, A. S. Komarova. <i>SPHAGNUM</i> HOLLOWES OF RAISED BOGS OF THE VOLOGDA REGION, RUSSIA: WATERS, MACROPHYTES, COLEOPTERA .....	169
И. А. Харева, Н. А. Пакляшова. ВЛИЯНИЕ АЦЕТАТА МЕДИ НА НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ ОНТОГЕНЕЗА ЩАВЕЛЯ ВОДНОГО ( <i>RUMEX MARITIMUS</i> L.) .....	171
I. A. Khareva, N. A. Pakliashova. INFLUENCE OF COPPER ACETATE ON THE INITIAL STAGES OF ONTOGENESIS OF <i>RUMEX MARITIMUS</i> L. ....	171
А. И. Цветков, И. П. Малина, Е. В. Чемерис. ПРИМЕНЕНИЕ МАЛЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (МБПЛА) ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ .....	173
A. I. Tsvetkov, I. P. Malina, E. V. Chemeris. THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR MONITORING OF HIGHER AQUATIC VEGETATION .....	173

Д. Ю. Цыренова, Н. И. Уртякова. МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕДКОГО ВИДА БРАЗЕНИИ ШРЕБЕРА ВОДНОЙ ФЛОРЫ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ.....	175
D. Yu. Tsyrenova, N. I. Urtyakova. MICROMORPHOLOGICAL FEATURES OF <i>BRASENIA SCHREBERI</i> , A RARE SPECIES OF AQUATIC FLORA OF THE LOWER AMUR REGION .....	175
Е. А. Чекмарева, И. Л. Григорьева. ВИДОВОЙ СОСТАВ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И СТЕПЕНЬ ЗАРАСТАНИЯ ВОДОЁМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	177
E. A. Chekmareva, I. L. Grigoryeva. TYPES OF HIGHER AQUATIC VEGETATION AND THE LEVEL OF OVERGROWTH IN COOLING RESERVOIRS TVER REGION.....	177
М. Н. Шаклеина, Н. П. Савиных. СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОБЕГОВЫХ СИСТЕМ <i>LIMOSELLA AQUATICA</i> L. ....	179
M. N. Shakleina, N. P. Savinykh. STRUCTURAL ORGANIZATION OF SHOOT SYSTEMS OF <i>LIMOSELLA AQUATICA</i> L. ....	179
Р. Б. Шанмак, Д. Н. Шауло. ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫЕ РАСТЕНИЯ ФЛОРЫ ГОРОДА КЫЗЫЛА (РЕСПУБЛИКА ТУВА).....	181
R. B. Shanmak, D. N. Shaulo. SEMIAQUATIC PLANTS IN THE FLORA OF KYZYL CITY (REPUBLIC OF TUVA).....	181
А. В. Щербаков. ЕЩЁ РАЗ О «ВОДНОМ ЯДРЕ» ФЛОРЫ.....	183
A. V. Shcherbakov. ONCE AGAIN ABOUT "AQUATIC CORE" OF FLORA .....	183
А. В. Щербаков, Н. В. Любезнова. МЕХАНИЗМЫ ВЫБОРА СОСУДИСТЫХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ КРАСНЫХ КНИГ .....	184
A. V. Shcherbakov, N. V. Lyubeznova. MECHANISMS OF SELECTION OF VASCULAR AQUATIC PLANTS FOR REGIONAL RED BOOKS .....	184
Е. С. Эль, М. В. Ремизова, Д. Д. Соколов. КАК ЖИВЁТ КУБЫШКА: МОРФОГЕНЕЗ ЦВЕТКА И ПОБЕГА <i>NUPHAR</i> (NYMPHAEALES) .....	185
E. S. El, M. V. Remizowa, D. D. Sokoloff. DEVELOPMENTAL FLOWER AND RHIZOME MORPHOLOGY IN <i>NUPHAR</i> (NYMPHAEALES).....	185
Е. Я. Явид, В. В. Ходонович, Е. М. Фисак, Ю. В. Крылова, Е. А. Курашов, А. Э. Бакулина. ИЗМЕНЧИВОСТЬ МЕТАБОЛОМА ВОДНЫХ МАКРОФИТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ, С ПРЕДМЕТНЫМ РАССМОТРЕНИЕМ СОСТАВА ФИТОПЛАНКТОНА.....	186
E. Ya. Yavid, V. V. Khodonovich, E. M. Fisak, Yu. V. Krylova, E. A. Kurashov, A. E. Bakulina. VARIABILITY OF THE AQUATIC MACROPHYTES METABOLOME DEPENDING ON THE HABITAT, WITH A SUBSTANTIVE REVIEW OF THE PHYTOPLANKTON COMPOSITION .....	186
J. Butkuvienė, D. Naugžemys, Z. Sinkevičienė, J. Patamsytė. RIVERINE <i>RANUNCULUS</i> SECTION <i>BATRACHIUM</i> COMMUNITIES IN LITHUANIA.....	187
Е. В. Чемерис, А. А. Бобров, О. А. Мочалова, Р. В. Лансдаун. THE ISSUES OF CONSERVATION OF AQUATIC VASCULAR PLANTS IN ASIAN RUSSIA.....	188
Е. В. Чемерис, А. А. Бобров, О. А. Мочалова, Р. В. Лансдаун. ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ.....	188

M. Jopek, J. Zalewska-Gałosz. PHYLOGENETIC RELATIONS OF SELECTED TAXA OF <i>RANUNCULUS</i> SECT. <i>BATRACHIUM</i> .....	190
A. Mesterházy, G. Somogyi, A. Efremov, F. Verloove. IDENTITY OF “GIANT” <i>VALLISNERIA</i> SPECIES IN EUROPE.....	192
A. B. Можарова, S. Morey, M. Yasuda, R. Kesseli. ENVIRONMENTAL DNA FOR IDENTIFICATION OF AQUATIC FLORA COMPOSITION IN NORTHEASTERN UNITED STATES.....	193
D. Naugžemys, J. Butkuvienė, S. Pavliukovič. <i>LOBELIA DORTMANNA</i> L. IN LITHUANIA: POPULATION STRUCTURE AND GENETIC DIVERSITY .....	194
R. E. Romanov. CHAROPHYTES (CHARALES, CHAROPHYCEAE) FROM CENTRAL ASIA: CURRENT STATE OF KNOWLEDGE .....	195
K. Šumberová, M. Fránková. VASCULAR PLANTS AND ALGAE OF WETLANDS ON ARABLE LAND IN SOUTHERN MORAVIA (CZECH REPUBLIC) .....	197
G. Wiegand. AN UNIFIED SPECIES CONCEPT FOR <i>RANUNCULUS</i> SECT. <i>BATRACHIUM</i> ( <i>RANUNCULACEAE</i> ).....	199



Научное издание

**Материалы IX Международной научной конференции по водным макрофитам  
ГИДРОБОТАНИКА 2020**

Борок, Россия, 17—21 октября 2020 г.

**Proceedings of IX International scientific conference on aquatic macrophytes  
HYDROBOTANY 2020**

Borok, Russia, 17—21 October, 2020

Материалы конференции печатаются в авторской редакции  
Proceedings of the conference are published in author's edition

Оригинал-макет Э. В. Гарин, А. А. Бобров  
Book design E. V. Garin, A. A. Bobrov

---

Подписано в печать 13.10.2020. Формат 60 × 90 1/8.  
Гарнитура Times New Roman.  
Бумага офсетная. Тираж 200 экз. Заказ № 20138. Усл. печ. л. 26,25.  
Отпечатано с готового оригинал-макета ООО «Филигрань»,  
150049, Россия, г. Ярославль, ул. Свободы, 91,  
e-mail: pechataet@bk.ru

---