



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

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 см⁻¹ в спектре БПК, что, вероятно, связано с изменением количества свободных ОН-групп, разрывом целлюлозных цепей. Существенное отличие наблюдается в области 1500–1700 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 ценных сырьем для получения на их основе новой фармсустанции 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, 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 гидробиотических 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 км² для снимка 1989 г. и 1,447 км² для снимка 2019 г. Увеличение площади зарастания водоёма воздушно-водной растительностью достигает здесь +1,841 км² (+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 ²	S для о-вов Трясье, км ²	S для о-ва Святовской мох, км ²	S для залива Мшичинский, км ²	S для о-вов Мякса, км ²
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
 Acc. *Utricularietum vulgaris* Passarge 1964
 Класс *Potametea* Klika in Klika et Novák 1941
 Порядок *Potametalia* W. Koch 1926

