

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ

**56-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И СТУДЕНТОВ**

В ДВУХ ТОМАХ

ТОМ 1

Витебск
2023

УДК 67/68
ББК 37.2

Сборник содержит материалы докладов Международной научно-технической конференции по общественным, физико-математическим, химическим, экономическим наукам, технологии легкой промышленности, машиностроению, автоматизации, охране труда и промышленной экологии, состоявшейся в УО «Витебский государственный технологический университет» в апреле 2023 года.

Редакционная коллегия:

Ванкевич Е.В., д.э.н., проф., Абрамович Н.А., к.т.н., доц., Бодяло Н.Н., к.т.н., доц., Буркин А.Н., д.т.н., проф., Гришаев А.Н., Зайцева О.В., к.э.н., доц., Казаков В.Е., к.т.н., доц., Касаева Т.В., к.т.н., доц., Костырева С.С., к.филол.н., доц, Мусатов А.Г., Науменко А.М., к.т.н., доц., Никонова Т.В., к.ф.-м.н., доц., Ольшанский В.И., к.т.н., проф., Радюк А.Н., к.т.н., Рыклин Д.Б., д.т.н., проф., Савицкий В.В., к.т.н., доц., Сажин В.А., Советникова О.П., к.э.н., доц., Хаданенак В.М., к.и.н., Ясинская Н.Н., д.т.н., доц., Яшева Г.А., д.э.н., проф.

Тексты набраны с авторских оригиналов.

Редакционная коллегия приносит извинения за возможные неточности, возникшие в процессе компьютерной верстки издания.

УДК 67/68
ББК 37.2

© УО «ВГТУ», 2023

- ЖКХ и техносферной безопасности : материалы V Всеросс. Науч.-техн. конф., Волгоград, 23–28 апреля 2018 г. / редкол.: Н. Ю. Ермилова. – Волгоград.: Волгоградский государственный технический университет, 2018. – С. 85–87.
5. De-Bashan L.E. Immobilized microalgae for removing pollutants: review of practical aspects / L.E. De-Bashan, Y. Bashan. – Bioresour. Technol., 2010, Vol. 101, № 6, pp. 1611–1627.
6. Глухих, В. В. Получение, свойства и применение биоразлагаемых древесно-полимерных композитов (обзор) / В. В. Глухих, А. Е. Шкуро, Т. А. Гуда, О. В. Стоянов. – Вестник Казанского технологического университета, 2012. – Т. 15, № 9. – С. 75–82.

УДК 628.32:574.6

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ БАЛАНСА ПРЭСНОВОДНЫХ ВОДОЁМОВ С ПОМОЩЬЮ ХЛОРЕЛЛЫ (CHLORELLA VULGARIS IBCE C-19)

**Юницкий А.Э., кандидат философии транспорта, ген. конст.,
Артюшевский С.В., Зыль Н.С., Налётов И.В., Павлюченко А.М.**

*ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрена проблема смещения баланса пресноводных водоёмов и предложен способ решения данного вопроса. Описаны методы экологической оценки пресноводных объектов. Предложена методика биологической реабилитации водоёма с использованием суспензии микроводоросли хлореллы (*Chlorella vulgaris* IBCE C-19) полученной на экспериментальной установке для её культивирования.

Ключевые слова: трофический баланс, евтрофирование, *Chlorella vulgaris* IBCE C-19, установка для культивирования.

Природный водоём представляет собой сложную саморегулирующуюся живую систему. Обычно взаимная деятельность обитателей водоёма обеспечивает самоочищение водоёма и поддерживает биологическое равновесие в системе. Но порой, в силу специфического биологического разнообразия или из-за внешних факторов, способность к саморегуляции и самоочистке снижается.

Чаще всего началом для нарушения баланса в водоёме является повышение концентрации биогенных веществ в верхнем слое водоёма, вследствие чего начинается активное развитие микрофлоры (прежде всего, фитопланктона, а также водорослей-областителей) и питающегося фитопланктоном зоопланктона. Подобный рост снижает прозрачность воды, глубина проникновения солнечного света уменьшается, в результате нехватки кислорода начинается гибель придонных растений. Возникает дисбаланс между производством и потреблением кислорода в придонных горизонтах. Усугубившийся дефицит кислорода ведёт к гибели требовательной к нему донной и придонной фауны. Процесс отмирания донных водных растений влечёт за собой гибель прочих организмов, которым эти растения формируют местообитание или для которых они являются звеном в пищевой цепи. Обычно отмершие организмы оседают на дне водоёма и разлагаются бактериями. В донном грунте, лишённом кислорода, идёт анаэробный распад отмерших организмов с образованием фенолов, сероводорода и метана.

Повышение продуктивности водных экосистем (евтрофирование) ухудшает качество воды и требует адекватной оценки экологического состояния и трофического статуса водного объекта. Возникает необходимость численного выражения статуса трофности водоёма. Один из самых популярных индексов, характеризующих трофическое состояние – индекс Карлсона [1]. Его расчёт проводится по трём гидроэкологическим показателям: концентрациям в воде хлорофилла (Chl) а, общего Р и прозрачности воды по диску Секки (SD). Р. Карлсоном были предложены формулы расчёта индекса по каждому из этих показателей, и каждый вариант расчёта индекса – фактически самостоятельный и служит численной мерой выражения трофического статуса водного объекта. В дальнейшем в [2] было предложено дополнение индекса оценкой трофности по содержанию в воде общего N. Предложенное уточнение следует применять в водоёмах, где основным лимитирующим

фактором служит N, а не P, что наиболее типично для водоёмов умеренной зоны.

При смещении естественного равновесия в экосистеме пресноводных объектов обычно применяют механические, химические и биологические методы очистки [3]. Механическая очистка предполагает непосредственное удаление нежелательных элементов и мусора при помощи фильтров. Данный способ наименее продуктивен и может применять лишь в качестве подготовительного этапа для комплексной реабилитации водоёма. Химические реагенты позволяют изменить кислотность воды до нужного уровня, насытить её кислородом, привести в норму содержание фосфора и азота. Однако данный метод требует полного понимания всех процессов и механизмов обмена веществ и энергии, происходящих в водоёме. Биологической очисткой называют внедрение в водоём микроорганизмов, растений и животных, жизнедеятельность которых повышает способность экосистемы к самоочищению и самовосстановлению [4].

Для очистки водоёмов от загрязнения, в первую очередь от активной жизнедеятельности сине-зелёных водорослей, успешно применяется хлорелла. После запуска суспензии хлорелла начинает активно размножаться и тем самым подавляет рост сине-зелёных водорослей, за счёт чего подавляется цветение воды, пропадает неприятный запах и предотвращается замор рыбы, вызванный нехваткой кислорода. Принцип такой очистки состоит в том, что хлорелла насыщает воду кислородом, за счёт потребления ею углекислого газа, к тому же, хлорелла является ценным элементом трофических цепей обитателей водоёма и может использоваться как источник ценных микроэлементов.

Суспензию *Chlorella vulgaris* получали следующим образом. Из водоёма, предназначенного для альголизации, отбирали 280–350 литров воды и на ней культивировали хлореллу до плотности в 10 млн клеток/мл. Данный процесс выполнялся с использованием экспериментальной установки для культивирования хлореллы (рисунок 1), разработанной ЗАО «Струнные технологии» [5].



Рисунок 1 – Внешний вид установки (1 – контейнер с ёмкостями для культивации, 2 – газовый баллон с углекислотой, 3 – блок управления, 4 и 5 – крышки)

Контейнер содержит 4 ёмкости для культивирования хлореллы (рисунок 2), номинальным объёмом 80 л каждая, систему освещения зоны культивации и систему подачи углекислого газа. Также установлена система перемешивания и слива готовой суспензии. Газовый баллон хранит запас углекислоты. Данная установка позволяет культивировать хлореллу в полуавтоматическом режиме и в любой момент корректировать значения периода,

длительности открытия газовых клапанов подачи CO₂, а также яркости светодиодных светильников соответствующими кнопками на блоке управления.



Рисунок 2 – Внутреннее пространство установки для культивирования

Первое внесение, полученной таким образом хлореллы, следует производить при достижении температуры воды в нижних слоях водоёма + 5–10 °С из расчёта 5 литров суспензии (10 млн клеток/мл) на гектар водной поверхности. Перед внесением в водоём суспензию следует охладить до температуры воды в нижних слоях водоёма. Внесение под лёд осуществляется через пробурённые лунки, равномерно распределённые по площади озера. Суспензия заливается в каждую лунку, количество которых зависит от площади и особенностей формы водоёма. При ледоставе необходимо очистить лёд от снега.

Второе внесение производится после завершения естественной стратификации водоёма в период апрель – май в количестве 10 литров суспензии (10 млн клеток/мл) на гектар. Третье – в период высоких температур воды, июнь – начало июля (9 литров суспензии (10 млн клеток/мл) на гектар водной поверхности). Внесение в тёплый период осуществляется с берега по срезу воды, если площадь водоёма небольшая (менее 10 гектар), или с плавсредства, если водоём больше. Выливание суспензии хлореллы осуществляется с таким расчётом чтобы распределить вносимый объём на как можно большую площадь зеркала воды. Так как суспензия хлореллы является отличным кормом для зоопланктона, не следует выливать всё в одном или двух местах, это многократно увеличивает риск того, что хлорелла будет съедена в ближайшее время.

В результате проведённых экспериментов, количество общего фосфора снизилось с 0,035 мг P/л до 0,029 мг P/л, а общего азота – уменьшилось с 1,454 мг N/л до 1,196 мг N/л. Нормы и способ добавления суспензии хлореллы получены экспериментальным путём для конкретных пресноводных объектов КФХ «Юницкого» и могут быть использованы для других водоёмов только после внесения корректировок. Например, при добавлении комбикорма в водоём, следует увеличить объём внесённой хлореллы на 5 % от массы комбикорма.

Список использованных источников

1. Carlson, R. E. A trophic state index for lakes / R. E. Carlson // *Limnol. Oceanog.* – 1977. – V. 11. – P. 361–369.
2. Kratzer, C. R. A Carlson-type trophic state index for nitrogen in Florida Lakes / C. R. Kratzer, P. L. Brezonik // *Water Res. Bull.* – 1981. – V. 17. – P. 713–715.
3. Богданов, Н. И. Биологическая реабилитация водоёмов. 3-е изд., доп. и перераб. / Н. И. Богданов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2008. – 126 с.
4. Кузьмина, А. В. Анализ эффективности методов биологической очистки водоёмов / А. В. Кузьмина, Т. А. Бренник // *Идеи молодых учёных – агропромышленному ком.* – 2019. – С. 222.
5. Юницкий, А. Э. Транспортные системы «второго уровня»: современное состояние и перспективы развития / А. Э. Юницкий, С. В. Артюшевский, Д. И. Бочкарев // *Горная механика и машиностроение.* – 2022. – № 4. – С. 39–56.

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО ПОЛИМЕРНО-ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА
ДЛЯ БОРЬБЫ С ЭВТРОФИКАЦИЕЙ ВОДОЕМОВ 502**

*Шестакова А.А.^{1,2}, маг., Кирсанова Е.А.¹, д.т.н., проф., Горин К.В.², к.т.н., с.н.с.,
Бесшапошникова В.И.¹, д.т.н., проф.*

¹Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина, ²НИЦ «Курчатовский институт», ^{1,2}г. Москва, Российская Федерация

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ БАЛАНСА ПРЭСНОВОДНЫХ
ВОДОЁМОВ С ПОМОЩЬЮ ХЛОРЕЛЛЫ (CHLORELLA VULGARIS IBCE C-19)... 505**

*Юницкий А.Э., кандидат философии транспорта, ген. конст., Артюшевский С.В.,
Зыль Н.С., Налётов И.В., Павлюченко А.М.*

ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Республика Беларусь

3.3 Физическая культура и спорт

ФИЗИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ КАК ГЛАВНОЕ СРЕДСТВО ОТ ДЕПРЕССИИ 508

Касьянова Е.А., студ., Бандаревич Е.В., преп., Гордецкий А.А., ст.преп.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

**АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГИБКОСТИ СТУДЕНТОК ФАКУЛЬТЕТА ДИЗАЙНА НА
ПРИМЕРЕ НАКЛОНА ВПЕРЕД ИЗ ПОЛОЖЕНИЯ СИДЯ 509**

*Будич А.П., студ, Маслакова Н.В., студ., Бандаревич Е.В., преп., Трутнёв А.А., спец. по
СОП, Мусатов А.Г., зав. каф.*

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ
СКОЛЬЗЯЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛЫЖ СО СНЕГОМ..... 512**

Терех А.В., студ., Гордецкий А.А., ст.преп., Мусатов А.Г., зав. каф.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

**ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМИ
УПРАЖНЕНИЯМИ В ВОДНОЙ СРЕДЕ ПРИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ
ЗАБОЛЕВАНИЯХ 514**

Пашкевич Т.И., студ., Ребизова Е.А., ст. преп., Гусаков И.Г., ст. преп.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

**ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И ЗОЖ КАК СРЕДСТВА ВЛИЯЮЩИЕ НА УЛУЧШЕНИЕ
ДИНАМИКИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ И УРОВЕНЬ ЗДОРОВЬЯ... 515**

Павлова А.В., студ., Мусатов А.Г., зав.каф., Машков А.Ю., преп.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

**АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖЕЛ У СТУДЕНТОВ 1–3 КУРСОВ ОСНОВНОГО
ПОТОКА 517**

*Шакола П.В., студ., Ребизова Е.А., ст. преп., Бандаревич Е.В., преп.,
Гусаков И.Г., ст. преп.*

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

**РАЗВИТИЕ ИНТЕРЕСА К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ
У СТУДЕНТОВ ВУЗОВ 519**

Кудрявцев И.С., ст. преп.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ

56-й Международной научно-технической
конференции преподавателей и студентов

В двух томах

ТОМ 1

Ответственный за выпуск – *Карабань А.С.*

Оформление и вёрстка – *Погорельская С.И.*

Редактор – *Пухальская А.В.*

Подписано в печать 12.09.2023. Печать цифровая. Гарнитура «Arial».
Усл. печ. л. 67.4. Уч.-изд. л. 60.0. Формат 60x90 1/8. Тираж 3 экз. Заказ № 236.

Данные материалы можно найти по адресу: <http://nic.vstu.by/>

Выпущено редакционно-издательским отделом
Витебского государственного технологического университета.
210038, Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 72.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.