

УДК 579.843:614.4:628.162.5:656.612

СРАВНЕНИЕ ДЕКОНТАМИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ЭМ-ПРЕПАРАТОВ НА МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ БАЛЛАСТНЫХ ВОД

В. С. Наумов¹, С. М. Павлова², И. Б. Мясникова³

^{1,2,3}Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

¹ORCID: 0000-0002-0155-7324

²ORCID: 0000-0002-9110-7334

³ORCID: 0000-0002-2352-2659

Статья поступила 07.06.2024, принята к публикации 02.07.2024. Опубликовано онлайн.

Аннотация. В статье освещаются особенности работы эффективных микроорганизмов (ЭМ) для решения экологических проблем. Проведена оценка деконтаминационной активности ЭМ-препаратов на модельных системах балластных вод. Показано, что ряд ЭМ-препаратов эффективно работает в пресных модельных системах, а некоторые пре-

параты лучше работают в «морских» модельных системах. Определены временные интервалы эффективной работы ЭМ-препаратов.

Ключевые слова: деконтаминация, балластные воды, эффективные микроорганизмы, перманганатная окисляемость

COMPARISON OF THE DECONTAMINATION ABILITY OF EM PREPARATIONS ON MODEL BALLAST WATER SYSTEMS

Victor S. Naumov¹, Svetlana M. Pavlova², Irina B. Myasnikova³

^{1,2,3}Volga State University of Water Transport, Russia, Nizhny Novgorod

Abstract. Features of the work of effective microorganisms (EM) to solve environmental problems are highlighted. The decontamination activity of EM drugs on model ballast water systems was evaluated. It has been shown that a number of EM drugs work effectively in freshwater model systems, and some drugs work better in "marine" model systems. The time intervals of the effective operation of EM drugs have been determined.

Keywords: decontamination, ballast water, effective microorganisms, permanganate oxidation

этой проблемы разработано несколько тысяч методов деконтаминации балластных вод. Наиболее распространенными являются механические, физические, химические и комбинированные методы очистки вод [3; 4]. Однако биологические методы деконтаминации изучены недостаточно, так как требуют применения универсальных субстанций, способных дезактивировать инвазивные виды организмов [5].

В качестве одного из методов деконтаминации [6] мы предлагаем использовать эффективные микроорганизмы (ЭМ-препараты), которые достаточно широко используются для решения экологических проблем.

При балластировке судов может произойти внесение чужеродных организмов, что может привести к нарушению равновесия в экосистеме [1; 2]. Для решения

В частности, ЭМ-препараты применяются для очистки сточных вод, рекультивации нефтезагрязненных земель, переработки органических отходов и т. д. [7].

В состав ЭМ-препаратов входит более 80 штаммов анабиотических микроорганизмов, обитающих в почве [8]. Особенностью ЭМ-препаратов является то, что они включают устойчивую ассоциацию как аэробных, так и анаэробных микроорганизмов. Все они, несмотря на различие условий жизнедеятельности, сосуществуют в одной среде в режиме активного обмена источниками питания, когда продукты жизнедеятельности одной группы служат питанием для другой, и при этом происходит аккумуляция позитивных свойств объединенных микроорганизмов.

Авторами был поставлен эксперимент на модели с пресной водой из реки Волги и ЭМ-препаратами в концентрации

0,05 и 0,1%. Во второй системе авторы моделировали работу ЭМ-препарата в морской воде. Соленость составила 30 промилле.

О работе эффективных организмов авторы судили по изменению цветности, прозрачности, pH и перманганатной окисляемости. Данные показатели качества воды были выбраны потому, что изменение количества биологического загрязнения в первую очередь скажется на этих показателях. Анализ проводили в соответствии с ПНД Ф 14.1:2.4.154-99.

На рисунке 1 представлены результаты изменения цветности модельной системы. Ко второй неделе экспозиции на модели с пресной водой снижается цветность на 20° от первоначального значения для всех трех препаратов при концентрации 0,1%.

На модели с «морской» водой снижение цветности происходит на 10° (рис.2).

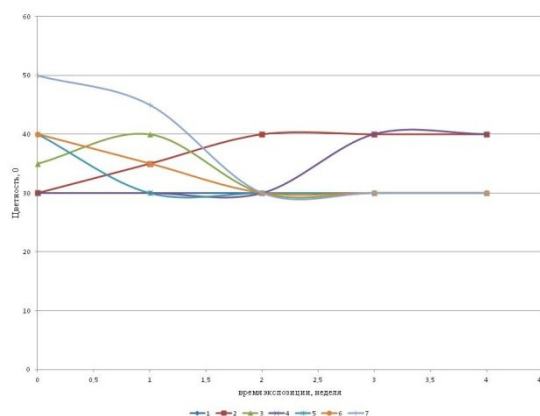


Рисунок 1. Изменение цветности воды на модели с пресной водой: 1 – без препарата, 2,4,6 – 0,05% препарата, 3,5,7 – 0,1% препарата, 2, 3 – Экобактер, 4,5 – ТаМирЭМ, 6,7 – Байкал ЭМ-1

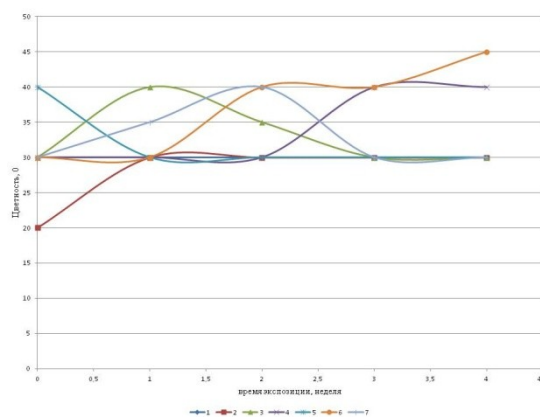


Рисунок 2. Изменение цветности воды на модели с «морской» водой: 1 – без препарата, 2,4,6 – 0,05% препарата, 3,5,7 – 0,1% препарата, 2, 3 – Экобактер, 4,5 – ТаМир ЭМ, 6,7 – Байкал ЭМ-1

Прозрачность воды на модели с пресной водой для Экобактера снижается на первой-второй неделе, а затем растет до исходных значений. Для двух других ЭМ-препаратов (ТаМирЭМ и Байкал ЭМ-1) происходит небольшое снижение прозрачности на 10-15 см (рис. 3).

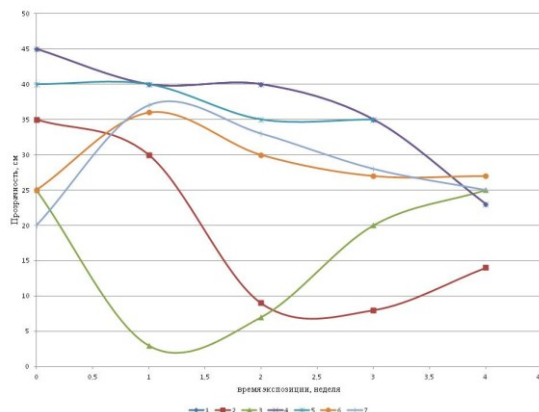


Рисунок 3. Изменение прозрачности воды на модели с пресной водой: 1 – без препарата, 2,4,6 – 0,05% препарата, 3,5,7 – 0,1% препарата, 2, 3 – Экобактер, 4,5 – ТаМирЭМ, 6,7 – Байкал ЭМ-1

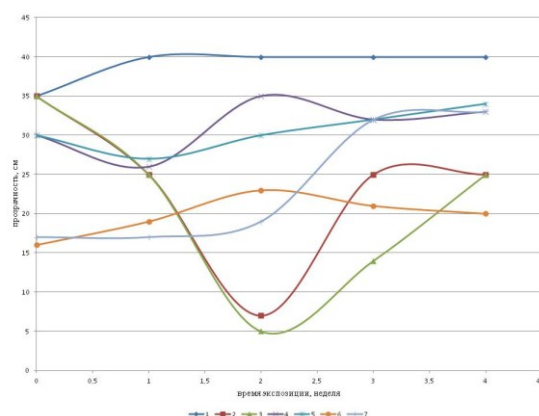


Рисунок 4. Изменение прозрачности воды на модели с «морской» водой: 1 – без препарата, 2,4,6 – 0,05% препарата, 3,5,7 – 0,1% препарата, 2,3 – Экобактер, 4,5 – ТаМирЭМ, 6,7 – Байкал ЭМ-1

Для обеих модельных систем рН воды стремится к нейтральным значениям (рис. 5, 6).

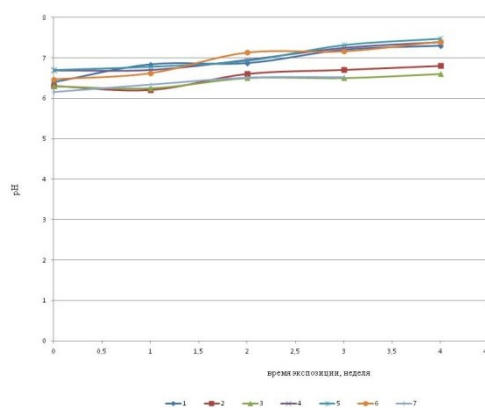


Рисунок 5. Изменение pH воды на модели с пресной водой: 1 – без препарата, 2,4,6 – 0,05% препарата, 3,5,7 – 0,1% препарата, 2,3 – Экобактер, 4,5 – ТаМирЭМ, 6,7 – Байкал ЭМ-1

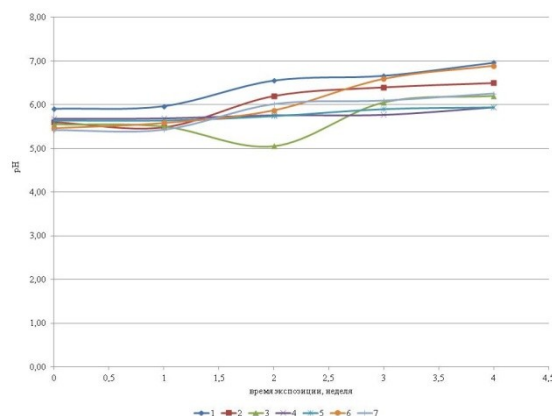


Рисунок 6. Изменение рН воды на модели с «морской» водой: 1 – без препарата, 2,4,6 – 0,05% препарата, 3,5,7 – 0,1% препарата, 2,3 – Экобактер, 4,5 – ТаМирЭМ, 6,7 – Байкал ЭМ-1

При исследовании перманганатной окисляемости на модели с пресной водой наиболее яркие изменения происходят с участием препарата Экобактер (рис. 7), а на модели с «морской» водой (рис. 8) лучше всего себя проявляет Байкал ЭМ-1.

К второй-третьей неделе экспозиции окисляемость возвращается к исходному состоянию, а окисляемость холостой пробы и в той и в другой модели растет на 5 и 20 мг/л соответственно.

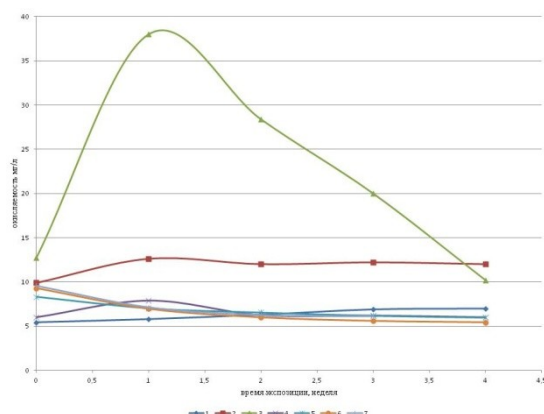


Рисунок 7. Изменение окисляемости воды на модели с пресной водой: 1 – без препарата, 2,4,6 – 0,05% препарата, 3,5,7 – 0,1% препарата, 2,3 – Экобактер, 4,5 – ТаМирЭМ, 6,7 – Байкал ЭМ-1

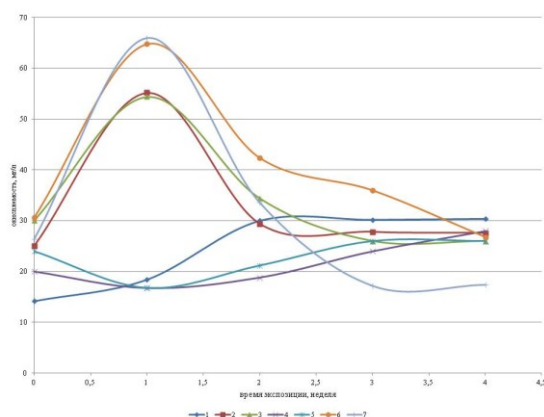


Рисунок 8. Изменение окисляемости воды на модели с «морской» водой: 1 – без препарата, 2,4,6 – 0,05% препарата, 3,5,7 – 0,1% препарата, 2,3 – Экобактер, 4,5 – ТаМирЭМ, 6,7 – Байкал ЭМ-1

ЭМ-препараты не наносят ущерба окружающей среде, микроорганизмы, входящие в их состав, встречаются во всех экосистемах, поэтому их попадание в акваторию не оказывает негативного влияния на среду [10].

По экспериментальным данным видно, что в морской воде в течение первых двух недель наблюдается резкий рост количества органического вещества в присутствии препарата Байкал ЭМ-1. В системе с пресными водами подобная ситуация наблюдается при применении препарата Экобактер.

Поэтому на данном этапе авторы могут рекомендовать указанные препараты для использования при балластировке в акваториях, требующих особого отношения к экосистеме.

Список литературы

1. Леонов В.Е., Ермоленко Я.В. Балластные воды в судоходстве: глобальная экологическая проблема. *Sciences of Europe*. 2016;1-1. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/ballastnye-vody-v-sudohodstve-globalnaya-ekologicheskaya-problema> (дата обращения: 05.06.2024).
2. Хорошев В., Дроздов В., Погодин Н., Гатин Р. Предотвращение загрязнения морских экосистем судовыми балластными водами. *Экология и промышленность России*. 2016;20(1). – С. 42-47. – DOI 10.18412/1816-0395-2016-1-42-47
3. Решняк В.И., Каляуш А.И., Решняк К.В. Разработка технологии очистки и обеззараживания балластных вод. *Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова*. 2022(3). URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-ochistki-i-obezrazhivaniya-ballastnyh-vod> (дата обращения: 06.06.2024).
4. Хрунков, С. Н. Анализ рынка установок обработки балластных вод и поиск эффективных методов дезинфекции / С. Н. Хрунков, К. О. Нижегородов // *Транспортные системы*. – 2020. – № 4(18). – С. 32-40. – DOI 10.46960/62045_2020_4_32 – EDN IFDTXC.
5. Захарова В.В., Бурмистров Е.Г. Анализ современных и перспективных типов балластных систем судов внутреннего плавания. *Научные проблемы водного транспорта*. 2012;(31). URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-i-perspektivnyh-tipov-ballastnyh-sistem-sudov-vnutrennego-plavaniya> (дата обращения: 05.06.2024).
6. Водяницкая С.Ю., Судына Л.В., Баташев В.В. О способах обработки водяного балласта судов. Ростов-на-Дону, Россия: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-sposobah-obrabotki-vodyanogo-ballasta-sudov?ysclid=lwhn18xyev883567930> (дата обращения: 05.06.2024).
7. Наумов В.С., Ляпина Н.Ш., Игнатьева Т.А., Мясникова И.Б. Оценка эффективности применения биопрепарата для ликвидации загрязнения почв нефтепродуктами. 12-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки 2010». Труды конгресса. Нижний Новгород. ННГАСУ, 2011;(2): С. 296-298.
8. Сайфулина А.Г., Новицкий А.А., Митраков Н.В., Лещёва Н.А., Заболотных МВ. Эффективность применения ЭМ-технологии в животноводстве. *Современные проблемы науки и образования*. 2012; (3). URL:<https://science-education.ru/ru/article/view?id=6126> (дата обращения: 05.06.2024).
9. Новицкий А.А., Гнигетский В.А. ЭМ-технология в растениеводстве. *Вестник ОмГАУ*. 2012;4(8). URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/em-tehnologiya-v-rastenievodstve> (дата обращения: 05.06.2024).
10. Терещенко Н.Н. Бактериальные удобрения: проблемы и перспективы применения// *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2007. – №7. – С. 14-20.

References

1. Leonov V.E., Ermolenko Ia.V. Ballastnye vody v sudokhodstve: global'naiia ekologicheskaiia problema [Ballast water in shipping: a global environmental problem]. Sciences of Europe, 2016, iss.1, no.1, pp. 80-87/ URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/ballastnye-vody-v-sudokhodstve-globalnaya-ekologicheskaya-problema> (accessed 5 June 2024).
2. Khoroshev V., Drozdov V., Pogodin N., Gatin R. Predotvrashchenie zagriazneniia morskikh ekosistem sudovymi ballastnymi vodami [Prevention of pollution of marine ecosystems by marine ballast water]. Ekologiya i promyshlennost' Rossii, 2016, iss. 20, no. 1, pp. 42-47. – DOI 10.18412/1816-0395-2016-1-42-47
3. Reshniak V.I., Kaliaush A.I., Reshniak K.V. Razrabotka tekhnologii ochistki i obezzarazhivaniia ballastnykh vod.[Development of ballast water purification and disinfection technology]. Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S. O. Makarova. 2022, iss.3. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-ochistki-i-obezzarazhivaniya-ballastnykh-vod> (accessed 6 June 2024).
4. Khrunkov S. N., Nizhegorodov K. O. Analiz rynka ustanovok obrabotki ballastnykh vod i poisk effektivnykh metodov dezinfektsii [Analysis of the market for ballast water treatment plants and search for effective disinfection methods]. Transportnye sistemy, 2020, no. 4, iss. 18, pp. 32-40. – DOI 10.46960/62045_2020_4_32 – EDN IFDTXC.
5. Zakharova V.V., Burmistrov E.G. Analiz sovremennykh i perspektivnykh tipov ballastnykh sistem sudov vnutrennego plavaniia [Analysis of modern and promising types of ballast systems for inland navigation vessels]. Nauchnye problemy vodnogo transporta, 2012, iss. 31. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennykh-i-perspektivnykh-tipov-ballastnykh-sistem-sudov-vnutrennego> (accessed 5 June 2024).
6. Vodianitskaia S.Iu., Sud'ina L.V., Batashev V.V. O sposobakh obrabotki vodianogo ballasta sudov [On the methods of processing ships' ballast water]. Rostov-na-Donu, Russia. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-sposobakh-obrabotki-vodyanogo-ballasta-sudov?ysclid=lw1hn18xyev883567930> (accessed 5 June 2024).
7. Naumov V.S., Liapina N.Sh., Ignat'eva T.A., Miasnikova I.B. Otsenka effektivnosti primeneniia biopreparata dlia likvidatsii zagriazneniia pochv nefteproduktami [Evaluation of the effectiveness of the use of a biological product for the elimination of soil pollution with petroleum products] 12-i Mezhdunarodnyi nauchno-promyshlennyi forum «Velikie reki 2010». Trudy kongressa. Nizhnii Novgorod. NNGASU, 2011, iss. 2, pp. 296-298. (In Russ.).
8. Saifulina A.G., Novitskii A.A., Mitrakov N.V., Leshcheva N.A., Zabolotnykh M.V. Effektivnost' primeneniia EM-tehnologii v zhivotnovodstve [The effectiveness of the use of EM technology in animal husbandry]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia. 2012, iss. 3. URL:<https://science-education.ru/ru/article/view?id=6126> (accessed 5 June 2024).
9. Novitskii A.A., Gnitetskii V.A. EM-tehnologiya v rastenievodstve [EM technology in crop production]. Vestnik Om-GAU. 2012, iss. 4, no.8. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/em-tehnologiya-v-rastenievodstve> (accessed 5 June 2024).
10. Tereshchenko N.N. Bakterial'nye udobreniia: problemy i perspektivy primeneniia [Bacterial fertilizers: problems and prospects of application]. Sibirskii vestnik sel'skokhoziaistvennoi nauki, 2007, no. 7, pp. 14-20. (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

Виктор Степанович Наумов, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой охраны окружающей среды и производственной безопасности, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, kaf_oospb@vsuwt.ru

Светлана Михайловна Павлова, ассистент кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, s.pavlova2774334@gmail.com

Ирина Борисовна Мясникова, к.х.н., доцент, доцент кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, irina120669@yandex.ru

Victor S. Naumov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of the Environmental Protection and Industrial Safety, Volga State University of Water Transport, 5 Nesterova street, Nizhny Novgorod, 603950, Russia

Svetlana M. Pavlova, Assistant at the Department of Environmental Protection and Industrial Safety, Volga State University of Water Transport, 5 Nesterova street, Nizhny Novgorod, 603950, Russia

Irina B. Myasnikova, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Environmental Protection and Industrial Safety, Volga State University of Water Transport, 5 Nesterova street, Nizhny Novgorod, 603950, Russia