

ENSURING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF INLAND WATERWAYS BY USING OFF-BOARD ENVIRONMENTAL TECHNICAL MEANS

V. I. Reshnyak, E. P. Chikov, K. V. Reshnyak

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

The water transport operation, its safety and the organization of the fleet on inland waterways are presented in the paper. The problem of protecting water bodies from pollution by oil products, which are contained in the ship's bottom water (NW) formed during the operation of inland navigation vessels is considered. The results of studying this problem by the authors of the paper, based on the experience of solving this problem in the field of ships operation on the inland waterways, have shown that the most expedient, and often the only possible, way to solve it is an off-vessel treatment strategy, which involves organizing the treatment of bottom-bed water using technical means, which include in general specialized floating facilities providing reception of bilge water from operating vessels, transportation and treatment. The main principles for the offshore cleaning strategy implementation are formulated. In accordance with this strategy it is proposed to consider offshore cleaning as a certain technology, the content of individual operations of which, as well as the composition of the complex of technical means that ensure the implementation of its various options, is determined by the conditions for organizing off-board cleaning on the considered sections of the waterways, which include the need to ensure safety, requirements for the disposal of treated bilge water, as well as economic efficiency. It is shown that under certain conditions it is expedient to carry out separate operations for water purification using different technical means. The main options for the composition of the complex of technical means, including autonomous floating treatment facilities, are proposed. It has been shown that the possibility of choosing the composition of technical means makes it possible to take into account the operating conditions of ships, as well as the organization of off-board cleaning, which provides an effective solution to the problem of ensuring the safety of navigation.

Keywords: bilge oil water, treatment, off-board treatment, choice of technical means.

For citation:

Reshnyak, Valery I., Egor P. Chikov, and Ksenia V. Reshnyak. "Ensuring the environmental safety of inland waterways by using off-board environmental technical means." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 15.5 (2023): 798–805. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-5-798-805.

УДК 656.62:504.054

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВНЕСУДОВЫХ ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

В. И. Решняк, Е. П. Чиков, К. В. Решняк

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Предметом исследования являются вопросы, относящиеся к области эксплуатации водного транспорта, его безопасности и организации работы флота на внутренних водных путях и посвящена проблеме защиты водоемов от загрязнения нефтепродуктами, содержащимися в судовой подсланевой воде, образующейся в процессе эксплуатации судов внутреннего плавания. Результаты исследований этой проблемы, полученные на основе опыта решения данной проблемы в области эксплуатации судов на внутренних водных путях, показывают, что наиболее целесообразным, а зачастую и единственно возможным способом ее решения является «стратегия внесудовой очистки», предполагающая организацию очистки подсланевой воды с помощью технических средств, к которым относятся специализированные плавсредства, в целом обеспечивающие прием подсланевой воды с эксплуатируемых судов, а также транспортировку и очистку. Сформулированы основные принципы реализации стратегии внесудовой очистки, согласно которым

предлагается внесудовую очистку рассматривать как технологию, содержание отдельных операций которой, а также состав комплекса технических средств, обеспечивающих осуществление разных ее вариантов, определяется условиями организации внесудовой очистки на рассматриваемых участках водных путей, предполагающих необходимость обеспечения безопасности, соблюдение требований к водоотведению очищенной подсланевой воды, а также экономическую эффективность. Показано, что при определенных условиях отдельные операции по очистке воды целесообразно осуществлять с использованием различных технических средств. Предложены основные варианты состава комплекса технических средств, в том числе автономные плавучие очистные сооружения. Показано, что возможность выбора состава технических средств позволяет учитывать условия эксплуатации судов, а также возможность организации внесудовой очистки, что обеспечивает эффективное решение проблемы обеспечения безопасности судоходства.

Ключевые слова: нефтесодержащая подсланевая вода, очистка, внесудовая очистка, выбор технических средств, плавучие очистные сооружения, водоотведение, нефтепродукты, водная среда.

Для цитирования:

Решняк В. И. Обеспечение экологической безопасности внутренних водных путей при использовании внесудовых природоохранных технических средств / В. И. Решняк, Е. П. Чиков, К. В. Решняк // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2023. — Т. 15. — № 5. — С. 798–805. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-5-798-805.

Введение (Introduction)

Одной из наиболее актуальных природоохранных проблем при эксплуатации судов как на морских, так и на внутренних водных путях является загрязнение водной среды нефтепродуктами, которые могут попадать туда с нефтесодержащей подсланевой водой (НПВ), а также при аварийных разливах судов. В настоящее время имеется определенный опыт в области решения этой проблемы, включающий, прежде всего, наличие регулирующей законодательной базы [1]–[3], согласно требованиям которой, в частности, запрещен сброс судовой нефтесодержащей воды за борт и установлена необходимость применения технических средств для очистки НПВ. Такими средствами, опыт создания и применения которых описан в работах [4]–[7], в основном являются судовые установки для очистки подсланевой воды, начало широкого применения которых относится ко второй половине 70-х гг. XX в. В основном эти исследования касаются морского транспорта, на внутренних водных путях примерно в это же время началось применение плавучих очистных станций.

Судовые установки для очистки подсланевой воды в начале применения не всегда с высокой степенью надежности обеспечивали требуемое качество очистки воды, в частности, из-за недостатка теоретических исследований в данной области. Одним из главных недостатков являлось отсутствие в составе технологической схемы очистки НПВ, предусмотренной в судовых установках, операций, обеспечивающих удаление эмульгированных нефтепродуктов, т. е. так называемую *глубокую очистку*. Постепенно такие установки были заменены на более эффективные. Этому способствовало не только проведение исследований [5], [8]–[11] в области очистки нефтесодержащей подсланевой воды, но и совершенствование природоохранного законодательства, в частности изменение требований к условиям получения соответствующих документов для использования данного вида оборудования и его испытаниям.

Целью настоящей работы является формирование новых способов реализации стратегии внесудовой очистки НПВ, направленных на решение следующих задач:

- формирование общих принципов организации внесудовой очистки подсланевой воды, образующейся на судах внутреннего плавания;
- формирование комплекса технических средств для внесудовой очистки;
- разработка предложения автономных очистных сооружений.

Методы и материалы (Methods and Materials)

В области эксплуатации внутреннего водного транспорта решение исследуемой проблемы имеет особенности, к которым, прежде всего, относятся отсутствие на большинстве типов речных судов возможности размещения установок для очистки НПВ, а также некоторые отличия в требованиях отведения очищенной подсланевой воды на разных участках водных объектов: реках и их бассейнах.

Поэтому в процессе эксплуатации судов внутреннего плавания решение рассматриваемой проблемы должно быть основано на применении внесудовых технических средств. Новая стратегия предполагает решение проблемы очистки НПВ с помощью технических средств, которые не входят в состав оборудования судов и на них образуется подсланевая вода, но некоторые из них, например, такие, как плавучие очистные станции, находят свое применение. При этом столь ограниченный выбор внесудовых технических средств не позволяет эффективно решать указанную проблему и требует продолжения исследований в области стратегии внесудовой очистки НПВ.

В качестве методов исследования использован системный подход, направленный на защиту водных объектов от загрязнения нефтесодержащей подсланевой водой, образующейся в процессе эксплуатации судов внутреннего плавания как единого способа перемещения нефтесодержащей воды с учетом ее очистки. Результатами применения данного подхода является разработка комплекса технических средств, обеспечивающих безопасное перемещение НПВ, а также разработка рекомендаций по его применению. Кроме того, системный подход, а также наличие комплекса технических средств позволяют учитывать условия организации очистки нефтесодержащей подсланевой воды, которые могут быть разными для различных участков водных путей и тем самым наиболее эффективно решать в целом проблемы защиты окружающей среды при эксплуатации судов на внутренних водных путях.

Анализ современных природоохранных требований показывает, что их соблюдение обеспечивается, в конечном счете, применением технических средств — систем очистки подсланевой воды [1]–[3]. Однако при организации внесудовой очистки необходимо применение и других технических средств, обеспечивающих перемещение НПВ на разных стадиях внесудовой очистки. Процесс перемещения НПВ предусматривает различные операции, эффективность выполнения которых в целом обеспечивает требуемый результат решения проблемы защиты водоемов от содержащихся в них нефтепродуктов. Кроме того, отдельные операции являются взаимосвязанными действиями, определяющими состав технических средств. В связи с этим появляется целесообразность рассмотрения предпринимаемых действий для решения данной проблемы, таких как организация единого процесса безопасного перемещения НПВ от ее приема с обслуживаемых судов до водоотведения очищенной подсланевой воды с учетом условий, в которых этот процесс должен осуществляться.

Учитывая, что данный процесс включает ряд таких операций, как транспортировка, временное хранение, очистка подсланевой воды и ее водоотведение [10], наличие подсланевой воды с момента ее образования до сброса очищенной воды в речной водоем можно считать *технологией перемещения подсланевой воды*, которая в целом должна обеспечивать решение следующих задач:

- возможность сдачи НПВ и ее последующую очистку в любом месте водных путей, где эксплуатируется флот, в том числе маломерный;
- безопасное перемещение НПВ всеми техническими средствами, осуществляющими этот процесс;
- требуемую очистку НПВ перед сбросом в водоем или передачей ее в приемную канализацию;
- наименьшие затраты на реализацию внесудовой очистки НПВ.

Условия реализации указанных задач предполагают выбор стратегии с точки зрения следующих факторов: навигационных условий, типа судна, количества образующейся в границах рассматриваемого района водных путей подсланевой воды, требований к водоотведению очищенной воды, наличия мест расположения внесудовых технических средств и др. Поэтому решения указанных задач могут отличаться на разных участках водных путей и достигаться в каждом конкретном случае с помощью использования различных технических средств.

Результаты и обсуждения (Results and Discussion)

Основным этапом внесудовой очистки НПВ является непосредственно процесс очистки подсланевой воды. Предлагается следующий порядок осуществления этого процесса:

- в зависимости от условий организации и проведения процесса очистки на рассматриваемом участке водных путей заинтересованная сторона (например, группа судовладельческих компаний)

принимает решение о выборе варианта комплекса технических средств, обеспечивающих очистку НПВ (рис. 1);

– разработчиком принимается решение о расстановке указанных технических средств на рассматриваемом участке водных путей;

– согласовываются условия водоотведения очищенной подсланевой воды.

На рис. 1 предложены основные варианты комплексов технических средств, обеспечивающих внесудовую очистку нефтесодержащей подсланевой воды. Функциональные возможности и другие характеристики разных типов плавучих очистных средств описаны в работах [4], [11]. Следует отметить, что варианты предлагаемых комплексов могут значительно отличаться друг от друга уровнем технической сложности, а, следовательно, общей стоимостью. Однако наименее затратные варианты не всегда являются однозначно приемлемыми, так как экономический аспект организации внесудовой очистки НПВ на внутренних водных путях является, как отмечалось ранее, не единственным среди решаемых задач.

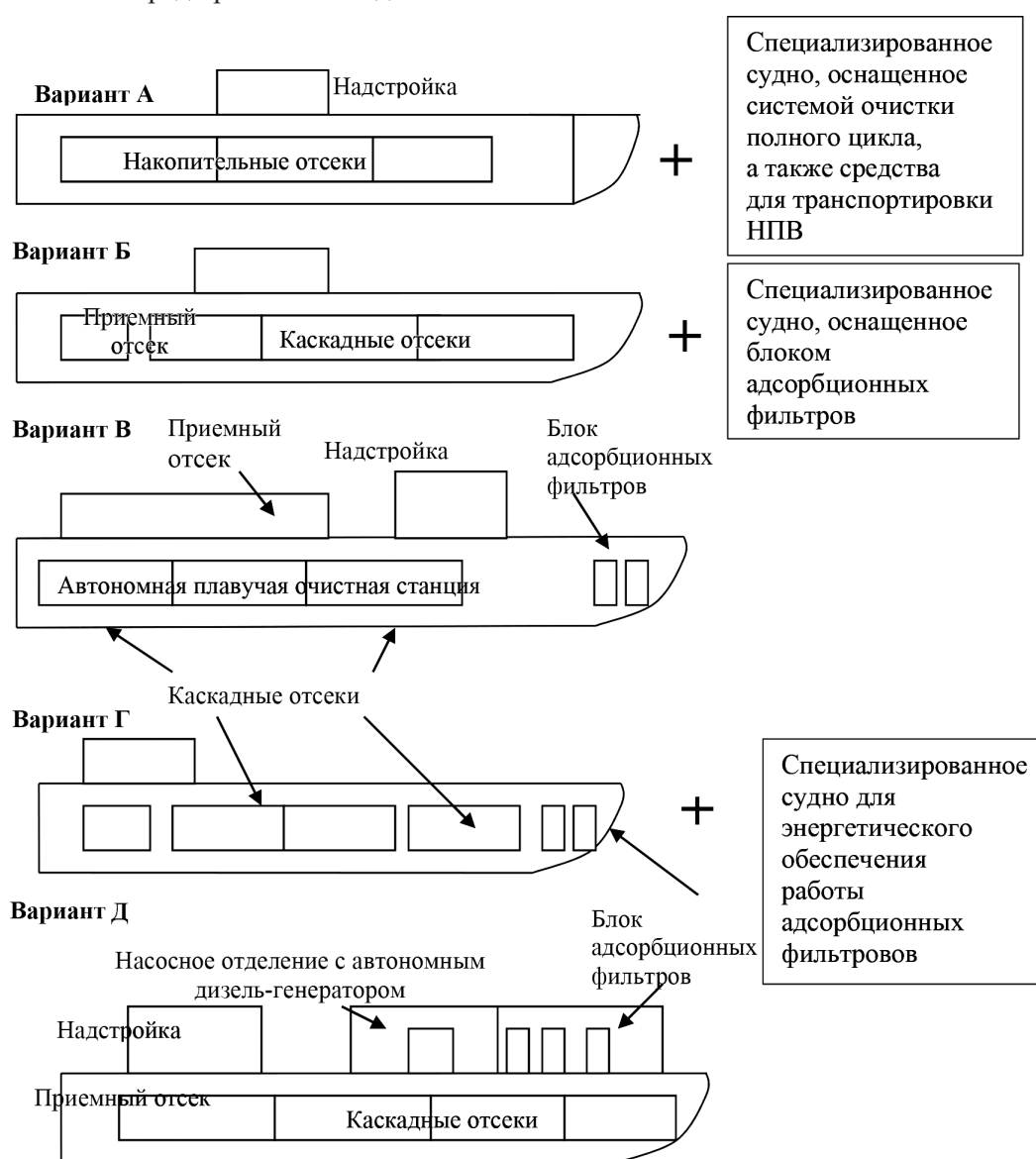


Рис. 1. Варианты комплексов технических средств очистки нефтесодержащей подсланевой воды

Кроме выбора комплекса технических средств для внесудовой очистки НПВ должна решаться задача об их расстановке на обслуживаемом участке водных путей. В процессе решения этой задачи

должны учитываться навигационные условия в местах расположения средств внесудовой очистки: ширина судового хода, скорости течения, глубина, расстояние, удобство и безопасность подхода к ним других плавсредств, условия водоотведения, загрузка этих технических средств и др. Исследования [11], [12] показывают, что это задача оптимизационного характера, т. е. имеющая почти всегда несколько решений, среди которых существуют наилучшие. Например, в работе [13] показано решение рассматриваемой задачи с точки зрения нахождения варианта расстановки, при котором будет обеспечиваться наименьший общий пробег специализированных судов, обслуживающих плавучие очистные сооружения. Кроме того, в работе [13] предложена новая идея организации процесса очистки нефтесодержащей подсланевой воды, а именно выполнение этого процесса при помощи технических устройств, которые могут быть скомпонованы не только в виде единого агрегата (например, такого как судовая установка или применяемые до настоящего времени плавучие очистные станции с полным энергетическим обеспечением и постоянным обслуживанием), но и при размещении их на разных плавсредствах — носителях этих технических устройств, на которых они могут находиться. .

На рис. 2 приведены два варианта организации процесса очистки НПВ. Первый вариант (рис. 2, а) предполагает использование плавучей очистной станции типа Д [4]. Такая плавучая очистная станция является сооружением, в состав которого входят все очистные устройства, реализующие технологию очистки, а также комплекс вспомогательных устройств и объектов (дизель-генераторы, насосы, система электроснабжения, санитарно-техническое оборудование, камбуз, жилые помещения), обеспечивающих функционирование очистных устройств и жизнедеятельность обслуживающего персонала. Второй вариант (рис. 2, б) предполагает применение комплекса технических средств, которые в целом обеспечивают реализацию полного технологического цикла очистки подсланевой воды.

Новый комплекс включает плавучую очистную станцию типа Б, оснащенную каскадными отстойниками, в которых осуществляется первый этап очистки, когда очищаемая вода в каскадных отстойниках движется самотеком. Плавстанция не имеет перекачивающего, а также энергетического оборудования. Обслуживание станции осуществляется периодически, не требуя постоянного присутствия специалистов. Окончательная очистка НПВ обеспечивается в блоке адсорбционных фильтров и перекачивающих насосов, которые размещены на специализированном судне. Данный вариант организации очистки может быть рекомендован для малонаселенных участков водных путей большой протяженности, таких, например, как сибирские реки. На большом участке водных путей расставляются плавучие станции типа Б, которые не требуют постоянного обслуживающего персонала, являясь простыми по конструкции, а, следовательно, недорогими техническими средствами.

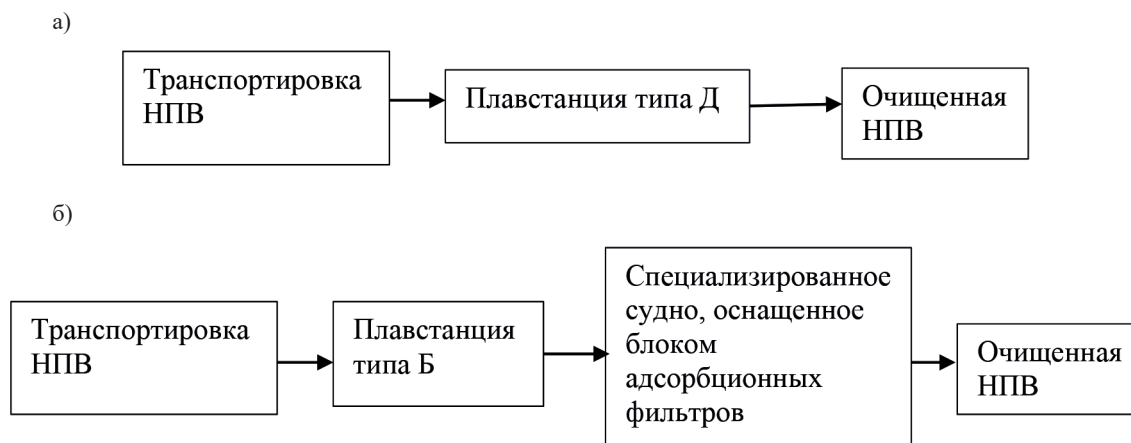


Рис. 2. Варианты организации процесса очистки нефтесодержащей подсланевой воды:

а — использование плавучей очистной станции типа Д;

б — применение комплекса технических средств, обеспечивающих полный технологический цикл очистки подсланевой воды

Такие станции обслуживаются специализированным судном, конструкция которого может предусматривать два основных варианта. Первый вариант предполагает стационарное размещение блока адсорбционных фильтров и перекачивающих насосов, основным его назначением является использование в качестве технического средства для обеспечения окончательной стадии очистки НПВ. Второй вариант представляют собой суда, используемые для других целей, на которых при необходимости временно устанавливают блок адсорбционных фильтров. Местом временного размещения блока фильтров может быть палуба судна. Такие специализированные суда поочередно обслуживают плавстанции и окончательно очищают предварительно очищенную подсланевую воду.

Одним из решений исследуемой проблемы, позволяющих достичь указанных задач, является применение автономных или периодически обслуживаемых плавучих очистных сооружений. Такой вариант автономной плавучей станции был предложен ранее и его новизна подтверждена авторским свидетельством [14]. В предложенной станции очистное оборудование: каскадные отстойники и адсорбционные фильтры, в которых находится принимаемая с судов посланевая вода, размещены таким образом, что вода через них движется самотеком и в очищенном виде сбрасывается за борт. Регулирование качества очищаемой воды может обеспечиваться использованием комбинации таких способов глубокой очистки, как адсорбция и озонирование [15], которые зарекомендовали себя как эффективные в технологии очистки НПВ, что подтверждено опытом эксплуатации оборудования.

Как показывает практический опыт, а также проведенные исследования в целом внесудовая очистка подсланевой воды при эксплуатации судов на внутренних водных путях является наиболее целесообразным, а зачастую и единственно возможным способом решения проблемы обеспечения экологической безопасности при эксплуатации судов внутреннего плавания. Этот способ организации очистки подсланевой воды известен, однако выбор технических средств, позволяющих его реализовать, ограничивается применением плавучих очистных станций, оснащенных энергетическим оборудованием, обеспечивающим функционирование очистного оборудования, а также другими техническими системами, необходимыми для постоянного пребывания на судне обслуживающего персонала. Такой подход не всегда обеспечивает достижение требований, которым должна отвечать организация очистки НПВ на определенном участке водных путей, характеризующихся разными условиями эксплуатации судов, а, следовательно, разными условиями организации внесудовой очистки.

Учитывая, что в целом процесс очистки нефтесодержащей подсланевой воды включает комплекс определенных операций, предлагается этот процесс рассматривать как некоторую технологию, имеющую различные варианты реализации. Применение разных вариантов технологии очистки НПВ требует использования комплекса различных технических средств, создание которого не повлечет значительных финансовых затрат. Например, применение разных вариантов плавучих очистных сооружений основано на проекте так называемого *базового варианта*. При этом остальные варианты при строительстве могут быть получены с использованием разных комплектаций оборудования, размещение которых предусмотрено в базовом варианте.

Выводы (Conclusion)

На основе проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. При реализации стратегии внесудовой очистки нефтесодержащей подсланевой воды, образующейся при эксплуатации судов на внутренних водных путях, целесообразно рассматривать внесудовую очистку как технологию перемещения НПВ и ее очистку.
2. Технология очистки НПВ может осуществляться с использованием разных вариантов, предложенных в настоящей работе.
3. Рассмотренные варианты отличаются комплексом технических средств, обеспечивающих в целом внесудовую очистку НПВ.
4. Сформулированы задачи, которые должны быть решены с использованием внесудовой очистки НПВ в процессе ее организации и реализации.
5. Показано, что возможность выбора реализации стратегии внесудовой очистки позволяет с максимальной степенью эффективности обеспечивать решение данных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года и Протокол 1978 года. — СПб.: Изд-во ЦНИИМФ, 2008. — 706 с.
2. Правила Речного Регистра: в 4 т. — М.: Российский Речной Регистр, 2008. — 1430 с.
3. Правила охраны поверхностных вод [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_18252.htm (дата обращения: 11.06.2022).
4. Решняк В. И. Предотвращение загрязнения водоемов нефтесодержащей подсланевой водой при эксплуатации судов и судовых энергетических установок: монография / В. И. Решняк. — СПб.: СПбГУВК, 2011. — 207 с.
5. Курников А. С. Концепция повышения экологической безопасности судна / А. С. Курников. — Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ, 2002. — 80 с.
6. Якименко А. В. Системы очистки сточной воды предприятий как обязательный компонент сохранения окружающей среды / А. В. Якименко // Экологическая безопасность в техносферном пространстве: сборник материалов Третьей Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых и студентов. — Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2020. — С. 211–213.
7. Yu L. A review of treating oily wastewater / L. Yu, M. Han, F. He // Arabian journal of chemistry. — 2017. — Vol. 10. — Pp. S1913–S1922. DOI: 10.1016/j.arabjc.2013.07.020.
8. Hekkenberg R. G. Technological challenges and developments in European inland waterway transport / R. G. Hekkenberg // Transport of Water versus Transport over Water: Exploring the Dynamic Interplay of Transport and Water. — Cham: Springer International Publishing, 2015. — Pp. 297–313. DOI: 10.1007/978-3-319-16133-4_16.
9. Решняк В. И. Регулирование эксплуатационного и аварийного загрязнения окружающей среды на объектах водного транспорта / В. И. Решняк, З. Юзьяк, А. Г. Щуров // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. — 2013. — № 1. — С. 85–90.
10. Пластинин А. Е. Оценка экологического риска транспортных происшествий на водных объектах в республике Татарстан / А. Е. Пластинин, О. Л. Домнина // Великие реки 2017: труды научного конгресса 19-го Международного научно-промышленного форума: в 3 т. — Н. Новгород: Нижегородский гос. архитектурно-строительный ун-т, 2017. — Т. 1. — С. 322–325.
11. Решняк В. И. Теоретические основы технологии перемещения подсланевой воды, образующейся при эксплуатации судовых энергетических установок / В. И. Решняк, А. И. Каляуш, А. Н. Григорьев // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2016. — № 2. — С. 70–76.
12. Решняк В. И. Система управления экологической безопасностью судов на внутренних водных путях: монография / В. И. Решняк. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. С. О. Макарова, 2017. — 148 с.
13. Решняк В. И. Внесудовая очистка нефтесодержащей подсланевой воды при эксплуатации судов внутреннего плавания / В. И. Решняк, О. Л. Домнина // Научные проблемы водного транспорта. — 2022. — № 72. — С. 274–280. DOI: 10.37890/jwt.vi72.304.
14. Пат. 204354 Российская Федерация, МПК В63J 4/00. Автономная плавучая станция для очистки судовой нефтесодержащей воды / В. И. Решняк, Е. П. Чиков; заяв. и патентообл. Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — № 2020143776; заявл. 29.12.2020; опубл. 21.05.2021, Бюл. № 15.
15. Решняк В. И. Применение озона в процессах очистки нефтесодержащей льяльной (подсланевой) воды / В. И. Решняк, А. Е. Пластинин, В. С. Наумов, А. С. Слюсарев // Морские интеллектуальные технологии. — 2019. — № 4–2 (46). — С. 168–173.

REFERENCES

1. *The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships of 1973 and the Protocol of 1978*. SPb.: TSNIIMF, 2008.
2. *Pravila Rechnogo Registra*. M.: Rossiiskii Rechnoi Registr, 2008.
3. *Pravila okhrany poverkhnostnykh vod*. Web. 11 Jun. 2022 <http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_18252.htm>.
4. Reshnyak, V. I. *Predotvrashchenie zagryazneniya vodoemov neftesoderzhashchei podslanevoi vodoi pri ekspluatatsii sudov i sudovykh energeticheskikh ustanovok: monografiya*. SPb.: SPbGUVK, 2011.

5. Kurnikov, A. S. *Kontseptsiya povysheniya ekologicheskoi bezopasnosti sudna*. N. Novgorod: Izd-vo VGAVT, 2002.
6. Yakimenko, A. V. "Wastewater treatment systems as a mandatory environmental component." *Ekologicheskaya bezopasnost' v tekhnosfernom prostranstve*. Ekaterinburg: Rossiiskii gosudarstvennyi professional'no-pedagogicheskii universitet, 2020. 211–213.
7. Yu, Li, Mei Han, and Fang He. "A review of treating oily wastewater." *Arabian journal of chemistry* 10 (2017): S1913–S1922. DOI: 10.1016/j.arabjc.2013.07.020.
8. Hekkenberg, R. G. "Technological challenges and developments in European inland waterway transport." *Transport of Water versus Transport over Water: Exploring the Dynamic Interplay of Transport and Water*. Cham: Springer International Publishing, 2015. 297–313. DOI: 10.1007/978-3-319-16133-4_16.
9. Reshnyak, V. I., Z. Yuzvyak, and A. G. Shchurov. "Regulation of operational and accidental pollution of the environment at the water transport." *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 1 (2013): 85–90.
10. Platinin, A.E., and O.L. Domnina. "Otsenka ekologicheskogo riska transportnykh proisshеств na vodnykh ob'ektakh v respublike Tatarstan." *19th International Scientific and Industrial Forum (ICES) "GREAT RIVERS' 2017"*. Vol. 1. Nizhnii Novgorod: Nizhegorodskii gosudarstvennyi arkhitekturo-stroitel'nyi universitet, 2017. 322–325.
11. Reshnyak, Valeriy Ivanovich, Alexander Ivanovich Kalyaush, and Alexander Nikolaevich Grigoriev. "Theoretical principles of technology of movement of bilge water in marine power installations." *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine engineering and technologies* 2 (2016): 70–76.
12. Reshnyak, V. I. *Sistema upravleniya ekologicheskoi bezopasnost'yu sudov na vnutrennikh vodnykh putyakh*. SPb.: Izd-vo GUMRF im. S. O. Makarova, 2017.
13. Reshnyak, Valery I., and Olga L. Domnina. "Off-vessel purification of oil-containing bilge water of inland navigation vessels." *Russian Journal of Water Transport* 72 (2022): 274–280. DOI: 10.37890/jwt.vi72.304.
14. Reshnyak, V.I., and E. P. Chikov. RU 204354 U1, IPC B63 J 4/00. Avtonomnaya plavuchaya stantsiya dlya ochistki sudovoi neftesoderzhashchei vody. Russian Federation, assignee. Publ. 21 May 2021.
15. Reshnyak, Valery I., Andrey E. Platinin, Viktor S. Naumov, and Anatoliy S. Slyusarev. "Slyusarev the application of ozone in the processes of oil-containing bilge water purification." *Marine Intelligent Technologies* 4–2(46) (2019): 168–173.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Решняк Валерий Иванович —
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: rv53@mail.ru, kaf_chemistry@gumrf.ru
Чиков Егор Павлович — аспирант
Научный руководитель:
Решняк Валерий Иванович
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: melkor_mor_bauglir@mail.ru
Решняк Ксения Валерьевна —
старший преподаватель
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: reshnyakkv@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Reshnyak, Valery I. —
Dr. of Technical Sciences, professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: rv53@mail.ru, kaf_chemistry@gumrf.ru
Chikov, Egor P. — Postgraduate
Supervisor:
Reshnyak, Valery I.
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: melkor_mor_bauglir@mail.ru
Reshnyak, Ksenia V. —
Senior lecturer
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: reshnyakkv@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 31 июля 2023 г.
Received: July 31, 2023.