

УДК 629.12.002.8

DOI: 10.37890/jwt.vi72.302

## **Анализ экологических аспектов эксплуатации судов в навигационный период**

**В.С. Наумов<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0155-7324>

**И.Б. Кочнева<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5612-3742>

<sup>1</sup>*Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия*

**Аннотация.** Жизненный цикл судна состоит из стадий – проектирование, постройка, эксплуатация, утилизация. В статье рассмотрены источники антропогенной нагрузки судна на окружающую среду, а также требования классификационных обществ к мероприятиям по защите окружающей среды от деятельности судна. Анализ рассмотренных вопросов позволил установить экологические аспекты на стадии «проектирование» жизненного цикла судна и выявить процессы и операции на стадии «эксплуатация», связанные с навигационным периодом судна, для которых также возможно применять данные экологические аспекты. Для обозначенных экологических аспектов определены соответствующие воздействия на окружающую среду и параметры, по которым идет ограничение их воздействия на окружающую среду.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, воздействие на окружающую среду, жизненный цикл, экологические аспекты, судно

## **Analysis of environmental aspects of ship operation during the navigation period**

**Victor S. Naumov<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0155-7324>

**Irina B. Kochneva<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5612-3742>

<sup>1</sup>*Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia*

**Abstract.** The life cycle of the ship consists of stages – design, construction, operation, recycling. The article considers the sources of anthropogenic load of the ship on the environment, as well as the requirements of classification societies for measures to protect the environment from the activities of the ship. The analysis of the issues considered made it possible to establish environmental aspects at the stage of "designing" the life cycle of the ship and to identify processes and operations at the stage of "operation" related to the navigation period of the ship, for which it is also possible to apply these environmental aspects. For the designated environmental aspects, the relevant environmental impacts and the parameters by which their impact on the environment is limited are determined.

**Keywords:** environmental safety, environmental impact, life cycle, environmental aspects, ship

### **Введение**

В настоящее время вызывает озабоченность состояние окружающей среды. В связи с этим рассмотрение вопросов безопасности (взрыво-, пожаробезопасность и

т.д.) для технических объектов, производственного оборудования, технологических процессов в отрыве от их воздействия на окружающую среду в настоящее время стало невозможным и к ним предъявляются требования по экологической безопасности.

В соответствии с федеральным законом «Об охране окружающей среды» [1] под экологической безопасностью понимают состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

Для обеспечения экологической безопасности необходимо идентифицировать элементы деятельности организации, ее продукции, которые могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Этап идентификации экологических аспектов является основополагающим в деятельности управления охраной окружающей среды, оценки воздействия на окружающую среду, экологической безопасности. При этом выявление экологических аспектов необходимо проводить на всех этапах жизненного цикла рассматриваемого объекта.

### **Методы**

В работе использованы материалы национальных и международных классификационных обществ и международных стандартов ISO 14000, а также метод оценки жизненного цикла продукции.

### **Результаты**

Жизненный цикл судна состоит из стадий проектирования, постройки, эксплуатации и утилизации. В данной работе рассмотрим стадию эксплуатации.

Стадия эксплуатации судна связана с выполнением его хозяйственной задачи – перевозкой грузов, пассажиров, выполнением технических работ на водных путях и т.д.

Так, источниками биохимической нагрузки, создаваемой судном на окружающую среду, могут стать вредные жидкие вещества, перевозимые на танкерах, химовозах, газовозах в виде: балластных и промывочных вод из танков; льяльных вод, накапливающихся в льялах помещений, где находятся устройства и механизмы для перегрузки вредных жидких веществ; аварийные сбросы груза (преднамеренные или непреднамеренные), при обстоятельствах, которые не могут быть заранее предусмотрены (при столкновениях, посадках на мель, пожарах, воздействии стихии, спасении человеческой жизни).

Загрязнение гидросферы вредными веществами, перевозимыми в упаковке возможно промывочной водой или водными растворами, применяемыми на судах для удаления рассыпанного или вытекшего из упаковки груза, мусором, продуктами сепарации или другими материалами, удаляемых из помещений, где произошла россыпь или протечка груза, аварийными сбросами груза [2] – [5].

Эксплуатация судна сопряжена с работой, техническим обслуживанием механизмов и оборудования судовых систем и устройств.

В связи с этим воздействие судна на окружающую среду может быть связано с нефтесодержащими водами, возникающими вследствие слияния под сланью воды, свободной от нефтепродуктов (образуется в результате работы теплообменников, водотечности корпуса, конденсата водяного пара) и различного вида нефтепродуктов, поступающих из-за пропусков через неплотности в путевых соединениях трубопроводов, через сальники насосов, перекачивающих нефтепродукты.

Источниками антропогенной нагрузки могут служить образующиеся на судах мусор и пищевые отходы, различные виды отходов в результате технического

обслуживания судового оборудования, систем и механизмов (краски и растворители, нефтеостатки от сепараторов, шлам, отходы производства судовых мастерских и т.д.).

Для контроля дифферента, крена, осадки, остойчивости или напряжений судна на борт судна принимаются балластные воды. Слив балласта может сопровождаться поступлением в воду большого количества организмов и загрязняющих веществ.

Жизнедеятельность пассажиров и экипажа является источником хозяйственно-бытовых сточных вод, образующиеся на судах в процессе водоотведения от санитарных приборов кают, камбуза, прачечных, душевых, санузлов и медицинских учреждений, также сухого бытового мусора и твердых пищевых отходов [6].

При работе систем судовых энергетических установок, а также в результате аварии, может возникнуть химическое, шумовое, вибрационное, тепловое, радиационное загрязнение атмосферы [7] – [9]. При этом химическое загрязнение сопровождается выбросом в атмосферу отработавших газов котлов и двигателей внутреннего сгорания.

Для решения вопросов защиты окружающей среды от работы судна в навигационный период на стадии проектирования закладываются требования по предотвращению загрязнения окружающей среды с судов.

Таким образом, к настоящему времени в правилах классификационных обществ предусматриваются защита от загрязнения нефтью, сточными водами, мусором с судов, вредных веществ, перевозимых на судне, атмосферы выпускными газами судовых двигателей, предотвращение использования озоноразрушающих веществ, требования по энергоэффективности судов [10] – [14].

Для защиты окружающей среды от образующихся при эксплуатации сточных, нефтесодержащих вод, мусора, остатков перевозимого груза предусматриваются два варианта: либо сбор и сохранение загрязнений на судне до момента сдачи их на внесудовые приемные устройства, либо очистка до нормативных значений с последующим сбросом в окружающую среду.

Если при эксплуатации судна предполагается сброс сточных вод в воду, то устанавливаются станции для очистки, которые очищают сточные воды до установленных правилами нормативов. При этом используются следующие показатели: взвешенные вещества (мг/л), БПК<sub>5</sub> (мг/л), коли-индекс, ХПК (мг/л), рН, остаточный хлор (мг/л), содержание азота (мг/л), содержание фосфора (мг/л), концентрация нефтепродуктов (мг/л). Данные нормативы обусловлены тем, что хозяйственно-бытовые сточные воды содержат поверхностно-активные вещества, фосфаты, азот аммонийный, взвешенные вещества, нефтесодержащие воды в качестве вредного вещества – нефтепродукты.

Отработанные газы, выделяющиеся от работы судовых энергетических установок, содержат разнообразные группы вредных веществ: окислы углерода, азота, серы, углеводородные соединения, альдегиды, сажу. Для предотвращения загрязнения отработанными газами судовых двигателей установлен нормируемый параметр – удельный средневзвешенный выброс каждого *i*-го вредного вещества с выпускными газами двигателя (г/(кВт·ч)). При этом контролю в отработанных газах подлежат окиси азота (NO<sub>x</sub>), серы (SO<sub>x</sub>), углерода (CO) и углеводородов (CH). Нормируемыми параметрами дымности выпускных газов двигателей являются натуральный показатель ослабления светового потока (K, м<sup>-1</sup>), коэффициент ослабления светового потока, приведенный к шкале дымомера оптического типа (L=0,43 м) (N, %), дымовое число фильтра, приведенное к шкале дымомера фильтрационного типа (L<sub>F</sub>=0,405 м) (FSN, у.е.).

Кроме того, предусматривается защита окружающей среды от разливов нефти на судах наличием судового комплекта по борьбе с разливами нефти, конструкции и оборудование судов по ограничению и ликвидации разливов нефти на палубе, а также

на судах устанавливаются системы управления сбросом сточных вод с судов, обеспечивающие контроль за соблюдением регламентированных параметров сброса.

Помимо этого классификационными обществами к судам предъявляются дополнительные требования по экологической безопасности, при выполнении которых присваивается знак повышенной экологической безопасности [15].

Эти требования, например, могут включать конструктивные меры и оборудование по предотвращению разливов нефти при грузовых операциях и бункеровке топлива (продольные оградительные комингсы на грузовой палубе, палубная шпигатная система), требования к конструкции (двойное дно и двойные борта в районе грузовых помещений, минимальные толщины элементов корпуса, требования к элементам посадки и остойчивости поврежденного корпуса). Также могут предъявляться требования к топливу, по предотвращению загрязнения при утилизации судов (иметь одобренную ведомость опасных материалов). Плюс ко всему может быть назначен ответственный член администрации судна по защите окружающей среды, который должен, например, проводить контроль соблюдения требований по предотвращению загрязнения окружающей среды, следить за выполнением соответствующих процедур, ведением соответствующих судовых журналов, проводить обучение и тренировки персонала по осуществлению мер, направленных на защиту окружающей среды.

### Обсуждение

Рассмотренные источники антропогенной нагрузки считаем экологическими аспектами, так как они являются частью процесса, который приводит к воздействию на окружающую среду и, кроме того, для них установлены параметры, по которым идет контроль воздействия на окружающую среду (табл. 1).

*Таблица 1*

**Реестр экологических аспектов**

| № п/п   | Процесс   | Элемент деятельности                   | Экологический аспект   | Воздействие на окружающую среду                           |
|---|---|--|--|---|
| 1   | Эксплуатация судна  | Техническое обслуживание               | Сброс нефтесодержащих вод:<br>концентрация нефтепродуктов  | нефтепродукты   |
|   |   |  | Слив загрязненных балластных вод   | микроорганизмы, загрязняющие вещества                     |
| Образование отходов, возникающих в процессе технического обслуживания судна | материалы, оказывающие физико-химические и биологические воздействие на гидросферу, литосферу и их обитателей |  |  |   |
|   |   | Жизнедеятельность пассажиров и экипажа | Сброс хозяйственно-бытовых сточных вод: взвешенные вещества, БПК <sub>5</sub> , коли-индекс, ХПК, рН, остаточный хлор, | поверхностно-активные вещества, фосфаты, азот аммонийный, |

|   |                 |  |  |   |
|---|-----------------|--|--|---|
|   |                 |  | содержание азота, содержание фосфора   | взвешенные вещества   |
|   |                 |  | Образование отходов: сухой бытовой мусор; твердые пищевые отходы   | материалы, оказывающие физико-химические и биологические воздействие на гидросферу, литосферу и их обитателей |
|   |                 | Работа СЭУ   | Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу: удельный средневзвешенный выброс окиси азота (NO <sub>x</sub> ), серы (SO <sub>x</sub> ), углерода (CO) и углеводородов (CH); параметры дымности | окислы углерода, азота, серы, углеводородные соединения, альдегиды, сажа                                      |
|   |                 |  | Внешний шум: Уровень звукового давления  | физическое загрязнение  |
| 2 | Перевозка груза | Промывка грузовых танков   | Сброс загрязненной (мытьевой) воды   | загрязняющие вещества   |
|   |                 | Погрузочно-разгрузочные работы   | Образование остатков груза от погрузочно-разгрузочных работ  | загрязняющие вещества, попадающие в атмосферу, гидросферу, литосферу  |
|   |                 | Аварии   | Выбросы (сбросы) загрязняющих веществ  | Загрязняющие вещества, попадающие в атмосферу, гидросферу, литосферу  |
|   |                 | Транспортировка и промежуточное хранение нефтепродуктов и других вредных легкоиспаряющихся жидкостей | Выбросы летучих органических соединений  | Выбросы в атмосферу летучих органические соединения   |

Требования классификационных обществ по предотвращению загрязнения окружающей среды также подтверждают, что рассмотренные элементы деятельности принимаются на практике за процессы, приводящие к изменениям в окружающей среде, то есть за экологические аспекты.

### **Заключение**

Проведенный анализ экологических аспектов эксплуатации судна в навигационный период затрагивает воздействия судна на окружающую среду при выполнении хозяйственной задачи в навигационный период. От воздействий на окружающую среду, рассмотренных экологических аспектов, необходимы

мероприятия по защите окружающей среды, которые закладываются на этапе проектирования судна.

#### Список литературы

1. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/) (дата обращения 25.05.2022).
2. Environmental impacts of grey water discharge from ships in the Baltic Sea/ Erik Ytreberg, Martin Eriksson, Ilja Maljutenko, Jukka-Pekka Jalkanen, Lasse Johansson, Ida-Maja Hassellöv, Lena Granhag// Marine Pollution Bulletin. – 2020. – Vol. 152, 110891.
3. Пластинин А.Е. Оценка риска возникновения разливов нефти на внутренних водных путях // Наука и техника транспорта. 2015. № 1. С. 39-44.
4. Naumov V. Forecasting the Boundaries of Dangerous Oil Spills in Sea and River Ports Areas // ICMRP Proceeding. – Singapore, 2015. – Vol. 3. – Pp. 106-111.
5. Пластинин А.Е. Оценка размера вреда, причиненного почве, при разливах нефти с судов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2015. № 3 (31). С. 74-83. DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-3-74-83.
6. Environmental impact, treatment technology and monitoring system of ship domestic sewage: A review/ QingChen, WanqingWu, YafeiGuo, JingtaiLi, FangWei// Science of The Total Environment. – 2022. – Vol. 811, 151410.
7. Valuating environmental impacts from ship emissions – The marine perspective/ Erik Ytreberg, Stefan Åströmb, Erik Fridell// Journal of Environmental Management. – 2021. – Vol. 282, 111958.
8. Techno-economic and Environmental Comparison of Internal Combustion Engines and Solid Oxide Fuel Cells for Ship Applications/ Lukas Kistner, Fritjof L. Schubert, Christine Minke, Astrid Bensmann, Richard Hanke-Rauschenbach// Journal of Power Sources. – 2021. – Vol. 508, 230328.
9. Decisions on sailing frequency and ship type in liner shipping with the consideration of carbon dioxide emissions/ Chuanxu Wang, Shanshan Yu, Lang Xu// Regional Studies in Marine Science. – 2022. – Vol. 52, 102371.
10. ФАУ «Российский Речной Регистр». Правила классификации и постройки судов. URL: <https://www.rivreg.ru/assets/Uploads/izveshenia/Rossiyskiy-Rechnoy-Registr.-PRAVILA-2019.-May-2021.pdf>. (дата обращения 25.05.2022).
11. ФАУ «Российский морской регистр судоходства». Правила классификации и постройки морских судов. URL: <https://lk.rs-class.org/regbook/rules?ln=ru>. (дата обращения 25.05.2022).
12. DNV GL. Rules for classification: General. URL: <https://rules.dnv.com/docs/pdf/DNV/RU-SHIP/2021-07/DNV-RU-SHIP-Pt1Ch2.pdf> (дата обращения 26.05.2022 г.)
13. Bureau Veritas. Rules for the classification of steel ships. URL: <https://marine-offshore.bureauveritas.com/nr467-rules-classification-steel-ships> (дата обращения 26.05.2022 г.)
14. Evaluation of environmental performance indices for ships/ Martin Gibson, Alan J. Murphy, Kayvan Pazouki// Transportation Research Part D: Transport and Environment. – 2019. – Vol. 73, p. 152-161.
15. Руководство Р.029-2010. Требования к судам повышенной экологической безопасности. URL: <https://www.rivreg.ru/assets/Uploads/r-029-2010.pdf>. (дата обращения 25.05.2022).

#### References

1. Federal'nyj zakon "Ob ohrane okruzhayushchej sredy" ot 10.01.2002 N 7-FZ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/) (accessed 25.05.2022).
2. Environmental impacts of grey water discharge from ships in the Baltic Sea/ Erik Ytreberg, Martin Eriksson, Ilja Maljutenko, Jukka-Pekka Jalkanen, Lasse Johansson, Ida-Maja Hassellöv, Lena Granhag// Marine Pollution Bulletin. – 2020. – Vol. 152, 110891.

3. Plastinin A.E. Ocenka riska vznikoveniya razlivov nefi na vnutrennix vodny`x putyax [Assessment of the risk of oil spills on inland waterways] *Nauka i tekhnika transporta*. 2015, no 1, pp. 39-44. (In Russ).
4. Naumov V. Forecasting the Boundaries of Dangerous Oil Spills in Sea and River Ports Areas // ICMRP Proceeding. – Singapore, 2015. – Vol. 3. – Pp. 106-111.
5. Plastinin A.E. Ocenka razmera vreda, prichinennogo pochve, pri razlivax nefi s sudov [Assessment of the amount of damage caused to the soil during oil spills from ships] *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*. 2015, no 3(31), pp. 74-83. (In Russ). DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-3-74-83.
6. Environmental impact, treatment technology and monitoring system of ship domestic sewage: A review/ QingChen, WanqingWu, YafeiGuo, JingtaiLi, FangWei// *Science of The Total Environment*. – 2022. – Vol. 811, 151410.
7. Valuating environmental impacts from ship emissions – The marine perspective/ Erik Ytreberg, Stefan Åströmb, Erik Fridell// *Journal of Environmental Management*. – 2021. – Vol. 282, 111958.
8. Techno-economic and Environmental Comparison of Internal Combustion Engines and Solid Oxide Fuel Cells for Ship Applications/ Lukas Kistner, Fritjof L. Schubert, Christine Minke, Astrid Bensmann, Richard Hanke-Rauschenbach// *Journal of Power Sources*. – 2021. – Vol. 508, 230328.
9. Decisions on sailing frequency and ship type in liner shipping with the consideration of carbon dioxide emissions/ Chuanxu Wang, Shanshan Yu, Lang Xu// *Regional Studies in Marine Science*. – 2022. – Vol. 52, 102371.
10. FAU «Rossiiskii Rechnoi Registr». Pravila klassifikatsii i postroiki sudov. URL: <https://www.rivreg.ru/assets/Uploads/izveshenia/Rossiyskiy-Rechnoy-Registr.-PRAVILA-2019.-May-2021.pdf>. (accessed 5.04.2022).
11. FAU «Rossijskij morskoy registr sudoxodstva». Pravila klassifikatsii i postrojki morskix sudov. URL: <https://lk.rs-class.org/regbook/rules?ln=ru>. (accessed 5.04.2022).
12. DNV GL. Rules for classification: General. URL: <https://rules.dnv.com/docs/pdf/DNV/RU-SHIP/2021-07/DNV-RU-SHIP-Pt1Ch2.pdf> (accessed 26.05.2022)
13. Bureau Veritas. Rules for the classification of steel ships. URL: <https://marine-offshore.bureauveritas.com/nr467-rules-classification-steel-ships> (accessed 26.05.2022)
14. Evaluation of environmental performance indices for ships/ Martin Gibson, Alan J. Murphy, Kayvan Pazouki// *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. – 2019. – Vol. 73, p. 152-161.
15. Rukovodstvo R.029-2010. Trebovaniya k sudam povy`shennoj e`kologicheskoy bezopasnosti. URL: <https://www.rivreg.ru/assets/Uploads/r-029-2010.pdf>. (accessed 25.05.2022).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Наумов Виктор Степанович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой охраны окружающей среды и производственной безопасности, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: [kaf\\_oospb@vsuwt.ru](mailto:kaf_oospb@vsuwt.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, Russia, 603951

**Кочнева Ирина Борисовна**, к.т.н., доцент, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: [iringre@mail.ru](mailto:iringre@mail.ru)

**Irina B. Kochneva**, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Environmental Protection and Industrial Safety, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterova street, Nizhny Novgorod, Russia, 603951

Статья поступила в редакцию 15.06.2022; опубликована онлайн 20.09.2022  
Received 15.06.2022; published online 20.09.2022.