

DOI 10.15589/jnn20170414
УДК 502:51:504.5
Т41

STUDY OF ENVIRONMENTAL RISKS OF THE HUMAN LOAD ON THE ECOSYSTEMS OF CONFINED WATER AREAS OF SEAWAY CANALS

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЕКОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ ОБМЕЖЕНИХ АКВАТОРІЙ МОРСЬКИХ СУДНОХІДНИХ КАНАЛІВ

Inna V. Tymchenko
inna.tymchenko@nuos.edu.ua
ORCID: 0000-0002-1956-1065

Victoria S. Motyhina
vikams@inbox.ru
ORCID: 0000-0002-0914-4671

І. В. Тимченко,
канд. техн. наук, доц.

В. С. Мотигіна,
асп.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Abstract. The article presents the results of the study of environmental risks of the human load affecting the ecosystems of confined water areas of seaway canals. The key categories of environmental risks have been identified. There is developed a structural scheme of the risks of the human impact under consideration. A variety of threats, a high unpredictability of natural systems and their impact on the human factor necessitates improvement of the methods and tools for environmental risk assessment, particularly as a result of the human impact on the ecosystems of confined water areas of seaway canals. The article offers a methodology for appropriate risk assessment. There is conducted an analysis of statistics on accidents, ships dynamics when transporting goods by sea, and large-scale pollution of water areas with oil and oil products.

Keywords: environmental safety; risk; water area; pollution; human impact.

Анотація. Представлено результати дослідження екологічних ризиків антропогенного навантаження на екологічні системи обмежених акваторій морських суднохідних каналів і визначено основні категорії екологічних ризиків. Розроблено структурну схему ризиків антропогенного навантаження на екологічні системи обмежених акваторій морських суднохідних каналів.

Ключові слова: екологічна безпека; ризик; акваторія; забруднення; антропогенний вплив.

Аннотация. Представлены результаты исследования экологических рисков антропогенной нагрузки на экологические системы ограниченных акваторий морских судоходных каналов и определены основных категории экологических рисков. Разработана структурная схема рисков антропогенного влияния на экологические системы ограниченных акваторий морских судоходных каналов.

Ключевые слова: экологическая безопасность; риск; акватория; загрязнение; антропогенное влияние.

REFERENCES

- [1] Dobrovolskyi V. V. Ekolohichna bezpeka i ryzyk: deiaki poniatiino-katehorialni utochnennia [Ecological safety and risk: some conceptual and categorical clarification]. *Ekolohichna bezpeka* [Environmental Safety], 2011, no. 1 (11), pp. 17–20.
- [2] Ivaniuta S. P. Ekolohichna bezpeka rehioniv Ukrainy [Environmental safety of the regions of Ukraine]. *Stratehichni priorytety* [Strategic Priorities], 2013, no. 3 (28), pp. 157–164. Available at: http://irbisnbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=JRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/spa_2013_3_23.pdf.
- [3] Taraniuk K. V. Metodychni osnovy upravlinnia ekolohichnymy ryzykamy na rehionalnomu rivni [Methodological bases of environmental risk management at the regional level]. *Mekhanizm rehuliuвання ekonomiky* [Mechanism of Economic Regulation], 2012, no. 4, pp. 132–138.
- [4] Kachynskyi A. B. Ekolohichna bezpeka Ukrainy: systemnyi analiz perspektyv pokrashchennia [Environmental safety of Ukraine: system analysis of prospects of its improvement]. Available at: <http://old.niss.gov.ua/book/Kachin/2-7.htm>.
- [5] Dobrovolskyi V. V. *Osnovy teorii ekolohichnykh system. Navch. posib* [Fundamentals of the theory of ecosystems: a study guide]. Kyiv, VD «Profesional» Publ., 2005. 272 p.
- [6] Ustymenko V. M. Metodolohichni aspekty shchodo vyznachennia ekolohichnykh ryzykiv [Methodological aspects of determination of environmental risks]. *Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Systema upravlinnia ekolohichnymy ryzykamy: nauka i praktyka»* [Proceedings of the All-Ukrainian Scientific Conference “System of environmental risk management: science and practice”]. Kyiv, 2007, pp. 14–21.
- [7] Nakaz «Pro zatverdzhennia Metodyky rozrakhunku zbytkiv, zapodiianykh rybnomu hospodarstvu vnaslidok porushen pravyl rybalstva ta okhorony vodnykh zhyvykh resursiv» vid 12.07.2004 za no. 248/273 [Order “On approval of the methodology for calculation of damages inflicted upon fish farming as a result of violations of the rules of fisheries and the conservation of aquatic living resources” no. 248/273 dated 12.07.2004]. *Ministerstvo ahrarynoi polityky Ukrainy* [Ministry of Agrarian Policy of Ukraine]. Kyiv, 2004. Available at: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1446-04>.
- [8] Annual overview of marine casualties and incidents 2016. European maritime safety agency. Available at: <http://emsa.europa.eu/searchhidden.html?searchword=Annual%20Overview%20of%20Marine%20Casualties&searchphrase=all>.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Активна діяльність морських портів, розвиток морської інфраструктури й пов’язане з цим активне судноплавство в морських суднохідних каналах призводить до забруднення навколишнього середовища, ставить під загрозу екологічну рівновагу морських екосистем й спричиняє екологічні ризики певних категорій і наслідки різного масштабу. Сучасні методи ідентифікації й діагностики ризиків екологічного характеру дозволяють прогнозувати наслідки загроз довшістю. Разом з тим, різноманітність загроз, часто невизначеності параметрів аварійних ситуацій, висока непередбачуваність поведінки природних систем і впливу на них «людського фактору» зумовлює необхідність вдосконалення методів і засобів оцінки екологічних ризиків, зокрема внаслідок антропогенного навантаження на екологічні системи обмежених акваторій морських суднохідних каналів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В екологічній безпеці дуже важливим є питання антропогенного впливу на навколишнього середовища, що є наслідком виникнення екологічного ризику. Проблему оцінки екологічних ризиків розглянуто в ро-

ботах вітчизняних науковців: В. В. Добровольський [1], С. П. Іванюта [2], К. В. Таранюк [3], А. Б. Качинський [4], Е. О. Кочанов, З. М. Гадецька, Т. В. Козуля, Ю. В. Зінченко, О. Н. Русак, О. В. Садченко та інші.

Взаємодія антропогенної системи «судно–порт» з природними екосистемами пов’язана з порушенням стійкості останніх, характеризується великою кількістю взаємозв’язків і виникненням різного виду загроз. Підвищення стійкості морських екосистем можливо за рахунок розробки комплексної природоохоронної програми, яка включатиме як заходи щодо запобігання забруднення, так і заходи з ліквідації забруднення (технологічні, технічні, організаційні), для чого необхідно детально проаналізувати всі можливі екологічні загрози й створити модель управління ризиками.

МЕТОЮ РОБОТИ є розробка моделі управління екологічними ризиками антропогенного навантаження на екологічні системи обмежених акваторій морських суднохідних каналів на основі вивчення й оцінки їх рівнів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Аналіз досліджень щодо екологічних ризиків та їх класифікації [5, 6] дозволив сформулювати такі категорії екологічних ризиків і деталізувати їх щодо ан-

тропогенного впливу на обмежені акваторії морських суднохідних каналів, що представлено в табл. 1.

Ризики антропогенного навантаження на екологічні системи обмежених акваторій морських суднохідних каналів за класифікацією, наведеною в табл. 1, можна описати таким чином:

- техногенні ризики, спричинені негативними подіями техногенного походження (аварії з викидом хімічно небезпечних речовин, біологічного небезпечних речовин, пожежі й вибухи на судах та ін.);

- природні ризики, пов’язані з погіршенням природних умов на маршруті руху судна, проявом стихійних сил тощо;

- екологічні ризики, пов’язані із забрудненням навколишнього середовища, що призводить до порушення стійкості морських екосистем, ефективності процесів самоочищення;

- ризики через людські чинники, зумовлені безпосередньо діями персоналу (помилка працівника в результаті неефективної роботи на судні; під час ремонту й реконструкції; у процесі експлуатації судна).

- індивідуальні ризики, ті, що ставлять під загрозу існування й функціонування окремих живих організмів, групові ризики належать до сукупності живих організмів (популяції тварин або рослин, ін.);

- територіальні (екосистемні) ризики, пов’язані з погіршенням функцій середовища, природних, гідрологічних і рекреаційних ресурсів порушенням ланцюгів харчування, зникненням рідких видів, ендеміків та ін., погіршенням;

- економічні ризики супроводжуються матеріальними збитками, які можна оцінити (спричинені, зокрема, втратами вантажу, енергетичними втратами, судноплавством; рекреаційні втрати (зокрема, за умови зменшення кількості туристів-відвідувачів), збитки на ліквідацію небезпечної аварійної ситуації тощо).

Таблиця 1. Категорії екологічних ризиків

Категорія класифікації	Вид екологічного ризику
За джерелами ризику	Техногенні
	Природні
	Екологічні
За видами чинників ризику	Зовнішній
	Людський чинник
За категоріями ризику	Індивідуальні
	Груповий
	Соціальний
	Територіальний (екосистемний)
	Економічний
За масштабами небезпеки	Дуже серйозні
	Серйозні
	Прийнятні (допустимі)
За дією	Прямі
	Непрямі

- прийнятні (допустимі) ризики, ті, що викликали загрозу судну або екосистемі, але не завдали шкоди довкіллю.

- прямі ризики, які спрямовані на стан навколишнього середовища, живі організми та ін.

- непрямі ризики, які діють опосередковано на довкілля та живі організми.

Проведено дослідження екологічних ризиків антропогенного навантаження на екологічні системи обмежених акваторій морських суднохідних каналів (R), які розділено за категоріями й зображено на структурній схемі антропогенно-природної системи «судно — порт — екосистема» на рис. 1.

Запропоновану методику оцінки ризику антропогенного навантаження на екологічні системи обме-

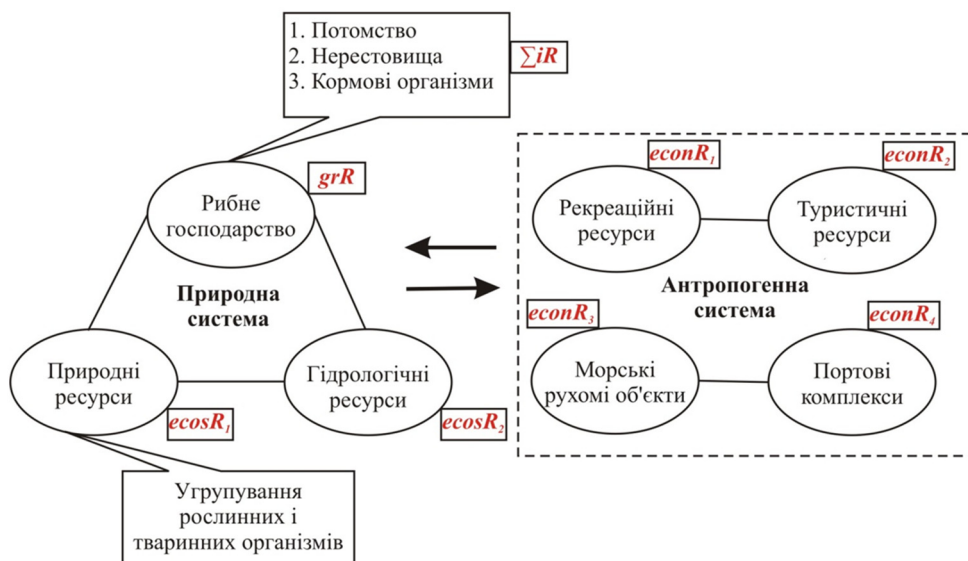


Рис. 1. Структурна схема антропогенно-природної системи «судно – порт – екосистема»

жених акваторій суднохідних каналів, де загальний рівень ризику подано як:

$$R_{zag}(A) = \sum_{d=1}^3 iR_d(A) + grR(A) + \sum_{z=1}^3 e \cos R_z(A) + \sum_{c=1}^4 econR_c(A),$$

де A — це можлива аварійна ситуація; d — кількість пошкоджених компонентів рибного господарства; iR_d — індивідуальний ризик, завданий компонентам рибного господарства; grR — груповий ризик, заподіяний рибному господарству; z — кількість складових елементів екосистемного ризику; $e \cos R$ — екосистемний ризик завданий природним і гідрологічним ресурсам; c — кількість елементів збитків економічного ризику; $econR$ — економічний ризик.

Оцінка екологічного ризику, що характеризує рівень екологічної небезпеки процесів транспортування вантажів через суднохідні канали й перевантаження в морських портах базується на загальноприйнятому рівнянні й визначається як:

$$R(A) = P(A) \cdot B(A)_j^k,$$

де A — це можлива аварійна ситуація; $P(A)$ — ймовірність виникнення аварійної ситуації A ; $B(A)_j^k$ — комплексний еколого-економічний критерій, який враховує прогнозні екологічні наслідки під час аварійної ситуації A (погіршення j -го району в процесі впровадженні k -го комплексу заходів).

Загальний рівень еколого-економічних збитків включає збитки всіх елементів у системі «судно—порт—екосистема», відповідає схемі, яка зображена на рис. 1 і розраховується як:

$$B_j^k = \sum_1^3 q_n + (J_j^k + D_j^k) + L^k,$$

де $\sum_1^3 q_n$ — збитки, заподіяні рибному господарству (iR) [7]; J_j^k — збитки від знищення або погіршення якості j -ого району (рекреаційної зони) в ході впровадження k -ого комплексу заходів ($econR$); D_j^k — збитки від втрат природно-заповідного фонду (ПЗФ) ($e \cos R$); L^k — витрати на ліквідацію й запобігання надзвичайної ситуації під час вжиття k -ого комплексу заходів ($e \cos R$).

Для дослідження функції ймовірності виникнення аварійних ситуацій $P(A)$ проаналізовано статистику аварійності суден, динаміку обсягів транспортування вантажів морським транспортом, масштабів забруднення водних акваторій нафтою й нафтопродуктами [8] й прийнято гіпотезу про розподіл ймовірності згідно з законом розподілу Пуассона з урахуванням того, що аварійні події щодо кількості проходів суден відбуваються не часто.

ВИСНОВКИ. Досліджено екологічні ризики, що виникають під час транспортування й перевантаження вантажів через суднохідні канали (зокрема, індивідуальні ризики, що призводять до пошкодження окремих видів флори й фауни акваторії й прибережної території, порушення гідрологічного режиму, втрати рекреаційних ресурсів та ін.), визначено їх характер і параметри, що дозволило сформулювати методику оцінки ризику антропогенного навантаження на екологічні системи обмежених акваторій, яка виступає основою для побудови моделі управління екологічними ризиками з метою зменшення антропогенного навантаження на екологічні системи обмежених акваторій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Добровольський В. В. Екологічна безпека і ризик: деякі понятійно-категоріальні уточнення [Текст] / В. В. Добровольський // Екологічна безпека. — 2011. — № 1 (11). — С. 17–20.
- [2] Іванюта С. П. Екологічна безпека регіонів України [Електронний ресурс] / С. П. Іванюта // Стратегічні пріоритети. — 2013. — № 3 (28). — С. 157–164. — Режим доступу: http://irbisnbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=JRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/spa_2013_3_23.pdf.
- [3] Таранюк К. В. Методичні основи управління екологічними ризиками на регіональному рівні [Текст] / К. В. Таранюк // Механізм регулювання економіки. — 2012. — № 4. — С. 132–138.
- [4] Качинський А. Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення [Електронний ресурс] / А. Б. Качинський. — Режим доступу: <http://old.niss.gov.ua/book/Kachin/2-7.htm>.
- [5] Добровольський В. В. Основи теорії екологічних систем [Текст]: навч. посіб / В. В. Добровольський. — К. : ВД «Професіонал», 2005. — 272 с.
- [6] Устименко В. М. Методологічні аспекти щодо визначення екологічних ризиків [Текст] / В. М. Устименко // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Система управління екологічними ризиками: наука і практика». — К., 2007. — С. 14–21.
- [7] Наказ «Про затвердження Методики розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушень правил рибальства та охорони водних живих ресурсів» від 12.07.2004 за № 248/273 [Електронний ресурс] // Міністерство аграрної політики України. — К., 2004. — Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1446-04>.
- [8] Annual overview of marine casualties and incidents 2016 [Electronic resource] // European maritime safety agency. — Available at: <http://emsa.europa.eu/searchhidden.html?searchword=Annual%20Overview%20of%20Marine%20Casualties&searchphrase=all>.

© І. В. Тимченко, В. С. Мотигіна

Надійшла до редколегії 18.10.17

Статтю рекомендує до друку член редколегії ЗНП НУК д-р техн. наук, проф. С. С. Рижков