Круглий Д.Г.

Херсонська державна морська академія

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СУДНОБУДУВАННЯ ЯК ЗАПОРУКА ЦІЛІСНОСТІ ЕКОСИСТЕМИ УКРАЇНИ

Статтю присвячено аналізу вирішення проблем забруднення екосистеми внутрішніх вод України під час використання водного транспорту та обґрунтуванню важливості впровадження проекту річкової інформаційної системи. Виявлено основні напрями, за якими відбувається забруднення навколишнього середовища суднами. Визначено, що під час експлуатації суден відбувається забруднення стічними водами, сміттям, нафтопродуктами під час аварійних розливів, зачистки танків. Наведено приклад аварій суден, за яких було зафіксовано глобальне екологічне забруднення водних ресурсів України. У результаті аналізу визначено, що основними забруднювачами гідросфери під час роботи суден є нафта і нафтопродукти. Розливи нафти мають руйнівні наслідки. Зроблено висновок, що з багатьох причин забруднення нафтою і нафтопродуктами зумовлює складні зміни структури і функції природних екосистем, а також порушення метаболічних процесів, що призводить до зменшення видової різноманітності. Цей аналіз указав на актуальність використання річкових інформаційних систем. Розроблено концепцію створення та вдосконалення річкових інформаційних служб та систем інформаційної підтримки дій судноводія. Розглядалися основні принципи формування одного з компонентів вектора навігаційних ситуацій, зокрема компонента оцінок, що одержано під час досліджень річкових інформаційних систем. Рекомендовано використання річкових інформаційних систем, які дають можливість ефективного та безпечного перевезення вантажу річковими шляхами України. Викладена методика дозволяє не лише наочно представити судноводієві оцінку небезпеки поточної навігаційної ситуації, але й визначити, які з об'єктів є найбільш небезпечними, що вимагають розв'язання завдання за розбіжністю. Також використання запропонованого методу дозволить оцінювати достатність навігаційної обстановки, розраховувати ступінь ризику під час маневрування, виконувати оцінку можливості безпечного проходу конкретного судна заданим маршрутом. Використання програмних модулів РІС дозволяє значно скоротити час ухвалення рішень, а в подальшому взагалі відмовитись від впливу людського фактора.

Ключові слова: річкова інформаційна система, екосистема, перевозки, транспорт, екологічні забруднення.

Постановка проблеми. Внутрішнє судноплавство може робити вклад у підвищення стійкості транспорту, особливо там, де заміщає автомобільні перевезення, але судноплавство, особливо розвиток судноплавних шляхів, здатне істотно позначатися на екології. Роботи з розвитку водного шляху для внутрішнього судноплавства можуть значно впливати на екологічну цінність і якість води водних угідь. Природа і масштаб таких наслідків залежать від специфіки зазначених робіт і від параметрів самого водного угіддя. Застосовні методики ослаблення наслідків також чітко розрізняються, наприклад, для ділянок річки зі скелястими берегами і руслом або для ділянок із піщаним або мулистим дном, що розташовані в заплаві. У деяких випадках можна проектувати нові споруди в інтересах судноплавства, розраховані на поліпшення якості води або біологічного різноманіття та створення цінних місць проживання.

Якщо вивчити причини аварій суден, що відбулися останніми роками, можна дійти висновку, що здебільшого виною стає екіпаж. Актуальність цієї проблеми зростає, оскільки нормативні документи здебільшого лише перераховують (рідше – визначають) необхідні компетенції, не розкриваючи причинно-наслідкових зв'язків їх взаємозумовленості і взаємодії в процесі формування функціональної системи – професійної компетентності, що забезпечує в підсумку безпеку мореплавства.

Це особливо важливо, оскільки серед причин зниження безпеки мореплавства й аварійності домінує «людський фактор»: кількість аварій із вини екіпажів суден сягає (за даними різних авторів) 75–80%.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розглянутому питанню підвищення безпеки судноплавства на основі річкових інформаційних систем присвячено велику кількість праць учених вищих навчальних закладів і публіка-

цій фахівців підприємств морської адміністрації України. Цю проблему розглядає В. Новіков із приведенням відомостей про водні ресурси, їх охорону й особливості забруднення; міжнародних і національних вимог щодо запобігання забрудненню водного середовища [1, с. 2–3]. Шляхи вирішення проблем забруднення водного транспорту вивчають Е. Картамишева, Д. Іванченко, Є. Бекетова [2, с. 12–15]. А. Никифоров, А. Кутергин, В. Семенишев, С. Никифоров порушують питання проблеми охорони водних ресурсів від забруднення, виснаження і розглядають шляхи її вирішення. У своїх працях показують роль регламентації надходження забруднювальних речовин у водні об'єкти, впровадження замкнених систем водного господарства промислових підприємств, ринкового механізму охорони водних ресурсів [3, с. 93–115].

Постановка завдання. Метою дослідження є виявлення проблем, що стоять на шляху розвитку річкових інформаційних систем (далі – РІС) у напрямі підвищення безпеки судноплавства. РІС є сукупністю спеціальних споруд, технічних засобів, персоналу та організаційних заходів, які поділяються за призначенням і особливостями і діють із метою підвищення рівня безпеки та ефективності судноплавства, охорони життя на водних шляхах, захисту водного середовища, узбережжя, берегових і шельфових споруд.

Екологічна небезпека водного транспорту представлена двома складниками – експлуатаційним і аварійним. Причинами забруднення акваторії світового океану в результаті експлуатації суден є стічні і нафтовмісні води, суднові двигуни. Під час аварій – нафтопродукти та інші токсичні речовини. Шкода екології наноситься викидами із суден відпрацьованих газів, зіткненням із ссавцями, шумовим забрудненням. Мета статті – проаналізувати причини забруднення екології водним транспортом і сформулювати рекомендації до вирішення проблем.

Виклад основного матеріалу дослідження. Внутрішнє судноплавство здатне робити внесок у стратегії сталого транспорту, домагаючись порівняно низьких повітряних і шумових викидів на тонну перевезеного вантажу порівняно з іншими видами транспорту. Однак як судноплавство, так і розвиток водних шляхів можуть негативно (з точки зору екології) впливати на якість води, різноманітність біосфери, ландшафтну та дозвільно-цінність водних масивів.

Основними забруднювачами гідросфери під час роботи суден є нафта і нафтопродукти. Роз-

ливи нафти мають руйнівні наслідки. Поліциклічні ароматичні вуглеці (компоненти сирої нафти), які є дуже токсичними для водного середовища, дуже важко піддаються очищенню і протягом багатьох років зберігаються у воді. Гідробіонти постійно піддаються впливу поліциклічних ароматичних вуглеців, відчувають проблеми в розвитку, піддаються захворюванням і розвитку аномальних репродуктивних циклів.

Розглянемо деякі приклади глобального забруднення навколишнього середовища водним транспортом.

На початку березня 2013 р. на узбережжі Одеської області (в районі Старостамбульського гирла на відстані 5 км від нульового кілометра в Чорному морі) затонув молдавський теплохід Nikolay Bauman. Причина аварії – витік, який не встигли ліквідувати. Як наслідок, у море потрапила нафта, що розлилась на площу понад 840 000 м², що загрожувало регіону екологічною катастрофою.

Судно перевозило з Туреччини в порт Херсон вантаж гіпсу та обладнання. У машинному відділенні теплохода перебувало 3,3 т паливно-мастильних матеріалів і 3 т гіпсу. Постраждалих немає: 11 членів екіпажу (10 українців і один росіянин) вдалося врятувати. [4, с. 1–2]

Яскравий приклад – історія з танкером «Делфі» під Одесою (Рис. 1). Він там лежить з осені і забруднює море і пляжі. Це завдає шкоди місту, бізнесу, людям, природі. Збитки чималі. Вміст нафтопродуктів у Чорному морі біля одеського пляжу «Дельфі» перевищує норму в 16,4 разів.

30 квітня було встановлено факт забруднення внутрішніх морських вод України. У результаті аварії сталося скидання із судна «STAVANGER» пальмового масла. Сталося це в морському порту «Південний». За інформацією Адміністрації морських портів України, кількість забруднювальних речовин, скинутих у водне середовище, становить 8,437 т. Відповідно, сума збитків становить \$ 2,42 млн. [5, с. 1–2].

Тобто найбільш відчутно на збереженні водних ресурсів та якості вод позначаються (щодо екології) технологічні порушення, що виникають у процесі перевезення і перевантаження нафти, нафтовироблення, русловий видобуток піску і землечерпання, форсована експлуатація мілководних фарватерів, аварійні втрати хімічно агресивних вантажів і розливи нафтопродуктів, скиди промислових стоків і госпфекальних вод безпосередньо в річку.

Детальний аналіз структури і виробничо-конструктивних особливостей основних ланок вод-

Рис. 1. Танкер «Делфі» [4]

ного транспорту дозволяє виявити конкретне джерело забруднення водного середовища басейнів річок, а саме флот:

- поверхневий стік із палуб і надбудов судна з механічними, масло- і нафтовмісними домішками;
- нафто- і масловмісні підсланеві води машинного відділення;
- баластні нафтовмісні води;
- лляльні води вантажних приміщень із механічними та іншими домішками;
- промивні води з продуктами зачистки трюмів, лляльних і баластних танків;
- виток, розлив нафтопродуктів під час шланговки, прийому і перекачування бункера/бункерувальних операцій;
- аварійні викиди палива і вантажів за надмірних крен, пошкодження корпусу і суднових систем;
- господарсько-побутові та фекальні стоки фанових систем;
- тверді відходи харчоблоку і сухе сміття виробничо-побутового характеру [6].

У складі розвиненої структури РІС перебувають Центри РІС, у яких обробляється та аналізується інформація, що надходить, ухвалюються управлінські рішення і здійснюється взаємодія із судами, а також інформаційні радіотехнічні пости, де розташовуються джерела інформації, і засоби зв'язку. Із точки зору ефективності розташування Центрів РІС визначено такі категорії, пов'язані з призначенням й особливостями району дії, а також з офіційно оголошеними межами дії:

- портові, що діють на акваторіях обслуговуються портів і на основних шляхах підходу до них;
- прибережні, що здійснюють контроль за судноплавством у внутрішніх водах та прилеглий

зоні з розташованими на ній транзитними шляхами руху суден, районами промислу морепродуктів і видобутку корисних копалин на шельфі;

- регіональні, що утворюються на основі об'єднання кількох портових або портових і прибережних РІС.

Район дії – сукупність районів дії портових і прибережних РІС. У Центрах РІС розміщуються технічні засоби, обладнання і персонал для оброблення інформації.

Оброблення інформації повністю автоматизоване і виконується комп'ютерами загального або спеціального призначення. У результаті обробки інформації формується картина судноплавної обстановки, яка відображається на ситуаційних дисплеях [7, с. 2–3]. Інформаційні радіотехнічні пости має обслуговувальний персонал. У деяких випадках вони є дистанційно керованими. Призначення таких пунктів зводиться до забезпечення Центрів РІС інформацією про навігаційну обстановку в районі певної дії. Іншими словами, за основу береться деяка територія ситуацій.

Опис створюваних ситуацій включає стан зовнішнього середовища і внутрішній стан складної системи, в даному випадку Центр РІС, що характеризуються низкою параметрів. Ситуації утворюють узагальнений стан, а дії Центрів РІС або зміни у зовнішньому середовищі призводять до зміни актуалізованих у цей момент станів. Серед узагальнених станів особливе значення має початковий стан і кінцевий, тобто цільовий стан [8, с. 1–4].

Керівними ланками є оператори, які аналізують судноплавну обстановку, оцінюють і прогнозують її розвиток. Оператори РІС за допомогою радіозв'язку передають для суден інформацію, попередження, рекомендації та вказівки, що

забезпечують безпечно й ефективно судноплавство в районі дії з офіційно оголошеними межами [9, с. 161–173].

Таким чином, РІС в районі своєї дії з офіційно оголошеними межами забезпечує виконання таких основних функцій, виражених у:

- організації та регулюванні судноплавства на акваторіях портів і на підходах до них;
- забезпеченні безпеки судноплавства в складній навігаційній, метеорологічній та гідрологічній обстановці;
- сприяння лоцманським службам, пошуково-рятувальних операцій та операцій із боротьби з розливами нафтопродуктів;
- захист навколишнього середовища за рахунок зниження ризику аварій і розливів нафтопродуктів;
- контролі руху суден, положення суден на якірних стоянках і за дотриманням правил плавання;
- контролі за судноплавством у прибережних водах в інтересах держави, інформаційне забезпечення прикордонних і митних режимів.

Ефективне виконання Центрів РІС своїх функцій забезпечується високою надійністю технологічного обладнання, кваліфікацією і професіоналізмом персоналу, а також регламентацією і контролем роботи з боку адміністрації портів і гідрологічних споруд.

Таким чином, найважливіші вимоги до функцій РІС в умовах значного збільшення обсягів світових вантажопотоків (як експортних, так й імпорتنних) орієнтують на збереження єдиного технологічного комплексу забезпечення безпеки судноплавства і його оперативного реагування. Необхідність отримання оперативної, точної, захищеної інформації про всі об'єкти транспортного процесу стає одним із приводів прискорити розвиток сучасних автоматизованих систем управління, закладених в основу річкових інформаційних систем у напрямі формування єдиного інтеграційного транспортно-комунікаційного простору.

Під час досліджень річкових інформаційних систем розглядалися основні принципи формування одного з компонентів вектора навігаційних ситуацій, зокрема компонента оцінок S_e^t . Для оцінки навігаційної ситуації використовується інформація про район плавання, яка може бути отримана від судової ECDIS у концепції створюваної РІС. Крім того, необхідно формувати прогноз розвитку ситуації на заданий проміжок часу.

Компонент оцінок може бути представлений у такому вигляді:

$$s_e^t \leq e(T_{ro}), \{e(T_{ro}) \rightarrow T_{rj}\} j \in J \geq E(S_e^t, R, K_e),$$

де S_e^t – вектор прогнозу навігаційної ситуації (динамічний складник);

R – інформація про район плавання, маршрут судна тощо (статичний складник);

K_e – когнітивний складник оцінки (знання про можливі оцінки різних навігаційних ситуацій).

Для побудови вектора прогнозу навігаційної ситуації S_e^t використовуються прогнозні траєкторії руху як власного судна, так і суден, що оточують його :

$$s_e^t = (T_{ro} \{T_{rj}\} j \in J) = F(S_{-1}, R, M, K_f),$$

де T_{ro} – прогноз траєкторії власного судна;

T_{rj} – прогноз траєкторії j -го судна-мети;

M – безліч моделей динаміки суден(власного судна і суден-цілей);

$S_{-1} = \{S_t\} t \in [-T, -1]$ – послідовність векторів попередніх навігаційних ситуацій;

K_f – когнітивний складник (знання про можливі варіанти побудови прогнозів траєкторії судна з урахуванням навігаційних і інших обмежень).

Головні користувачі РІС: вантажовідправник, експедитор вантажу, ланцюговий менеджер логістики, судовий власник, штурман, оператор баржі, оператор шлюзу, термінальний оператор, портовий менеджер, планувальник переходу, прикордонники / митниця.

Важливо наголосити, що РІС може забезпечити інформацію різним користувачам про найголовніші витрати перед початком переходу.

Зниження витрат нещасного випадку засноване на запровадженні нового устаткування, і нового планування переходу, яке доступне під час керування і на березі: AIS і ECDIS [10, с. 87–97].

Висновки. Зроблено висновок, що з багатьох причин забруднення нафтою і нафтопродуктами зумовлює складні зміни структури і функції природних екосистем, а також порушення метаболічних процесів, що призводить до зменшення видової різноманітності.

Ретельне проектування часто може послаблювати наслідки, а в декількох досліджених проектних ситуаціях також зменшило вплив можливих екологічними наслідками інвестицій в інфраструктуру внутрішнього судноплавства.

Для знаходження таких рішень важливі завчасні консультації зі сторонами, зацікавленими у збереженні навколишнього середовища, а по суті, з усіма зацікавленими сторонами. Настільки ж важливо доходити до спільного розуміння проблем і сприяти спільному пошуку

рішень, якщо виявляється, що наслідки будь-якого проекту для екології не сприяють застосуванню традиційних підходів до зменшення шкоди. Під час вивчення конкретних ситуацій всі виявлені конфлікти виникали з того, що до планування проекту не залучалися на досить ранній стадії сторони, зацікавлені в захисті навколишнього середовища. Надалі, після довгих і витратних відстрочок, знадобилися дорогі процедури пошуку компромісів.

У цій статті представлено один із компонентів РІС та рекомендовано використання річкових інформаційних систем, які дають можливість ефективного та безпечної перевезення вантажу Чорноморсько-Азовським басейном і річковими

шляхами України. Виклад методики не лише дозволяє наочно мати уявлення судноводівці про оцінку небезпеки поточної навігаційної ситуації, але і визначити, які з об'єктів є найбільш небезпечними, що вимагають виконання завдання з розбіжності.

Тобто можна повністю виключити аварійні ситуації перш ніж забезпечити захист навколишнього середовища від забруднень. Таким чином, використання РІС – це одна з ланок комплексної світової проблеми охорони природи.

Перспектива подальшого дослідження – розробити повноцінний аналіз роботи структури РІС та детально зупинитися на чинниках, що допоможуть покращити її властивості.

Список літератури:

1. Новиков В.К. Предотвращение загрязнения водной среды водным транспортом : учебное пособие; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. Москва : Альтаир : МГАВТ, 2014. 282 с.
2. Картамышева Е.С., Иванченко Д.С., Бекетова Е.А. Судно как источник загрязнения окружающей среды. *Молодой ученый*. 2018. № 25. С. 12–15.
3. Никифоров А.Ф., Кутергин А.С., Семенищев В.С., Никифоров С.В. Экологические основы охраны водных ресурсов : учебное пособие. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. 192 с.
4. Возле Одессы затонул молдавский теплоход с украино-российским экипажем : веб-сайт. URL: <https://glavcom.ua/news/111837-voze-odessy-zatonul-moldavskij-teplohod-s-ukraino-rossijskim-ekipazhem.html> (дата звернення: 20.10.2020).
5. Greenhouse Gas Emissions from Global Shipping, 2013–2015. *The International Council on Clean Transportation*. October, 2017. 38 p
6. Загрязнение вод Украины нефтью тревожно растет – Госводагентство : веб-сайт. URL: <https://greenpost.ua/ru/news/zagryaznenye-vod-ukrayny-neftyu-trevozhno-rastet-gosvodagentstvo-i11627> (дата звернення: 11.10.2020).
7. Pollution's Horrifying Effects on our Marine Life-Seaweed 2018 : веб-сайт. URL: <https://www.whalewatch.co.nz/information/latest-news/pollutions-horrifying-effects-on-new-blog-post/> (дата звернення: 18.10.2020).
8. Ship pollution linked to 400K premature deaths per year.– April 20, 2018 : веб-сайт. URL: <https://www.theweathernetwork.com/news/articles/global-ship-pollution-urgency-for-greener-shipping-international-maritime-organization-united-nations-agency-greenhouse-gas-emissions-2050-cleaner-burning-oil-fuels-2020-environmental-premature-death-health-risks/99883> (дата звернення: 12.10.2020).
9. Ширін Л.Н., Денищенко О.В., Барташевський С.С., Коровяка Є.А., Расцветаев В.О. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу : навчальний посібник. Дніпро: НТУ «ДП», 2019. 203 с.
10. Льницький Д.О., Зінченко С.Г. Пошук ідеальної моделі транспортно-технологічної системи порту: компетентнісний вимір. *Вісник Одеського національного університету*. 2017. Т. 22. Вип. 5 (58). С. 87–97.

Kruhlyi D.H. INNOVATIVE SHIPBUILDING TECHNOLOGIES AS A GUARANTEE OF THE INTEGRITY OF THE ECOSYSTEM OF UKRAINE

The article is devoted to the analysis of solving the problems of pollution of the inland water ecosystem of Ukraine when using water transport and substantiation of the importance of implementing the river information system project. The main directions in which pollution of the environment by ships occurs are identified. It is determined that during the operation of vessels there is pollution by sewage, garbage, oil products during emergency spills, tank cleaning. An example of ship accidents in which global environmental pollution of water resources of Ukraine was recorded is given. As a result of the analysis it was determined that the main pollutants of the hydrosphere during the operation of ships are oil and petroleum products. Oil spills have devastating consequences. It is concluded that for many reasons, pollution by oil and petroleum products causes complex changes in the structure and function of natural ecosystems, as well as disruption of metabolic processes, which leads to a decrease in species diversity. This analysis indicated the relevance of the

use of river information systems. The concept of creation and improvement of river information services and systems of information support of actions of the driver is developed. the basic principles of formation of one of the components of the vector of navigation situations were considered, namely the components of estimates obtained during the research of river information systems. It is recommended to use river information systems, which allow efficient and safe transportation of goods on the river routes of Ukraine. The described technique allows not only to clearly present to the driver the assessment of the danger of the current navigation situation, but also to determine which of the objects are the most dangerous, requiring the solution of the problem of discrepancy. Also, the use of the proposed method will assess the adequacy of the navigation situation, calculate the degree of risk when maneuvering, to assess the possibility of safe passage of a particular vessel on a given route. The use of RIS software modules allows to significantly reduce the time of decision-making, and in the future to abandon the influence of the human factor.

Key words: river information system, ecosystem, transportation, transport, environmental pollution.