

Круглий Д.Г.

Херсонська державна морська академія

КЛЮЧОВІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РІЧКОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ УКРАЇНИ

У статті аналізується сучасний стан і перспективи розвитку річкових інформаційних систем. Розглянуто приклади досягнення таких цільових індикаторів як інтеграція в світовий транспортний простір і розвиток транзитного потенціалу країни. Наведено оглядову порівняльну характеристику існуючих цифрових платформ і систем. Запропонований комплекс програмних модулів річкової інформаційної служби, що дозволяє інформувати транспортні зацікавлені сторони щодо навігаційної обстановки.

Визначена система обробки інформації поточного стану навігаційної обстановки, яка лягла в основу створення концепції та програмних модулів системи. Розвинений загальноприйнятий підхід до створення програмної компоненти складної технічної системи інформаційної підтримки судноводія. Досліджено перспективи впровадження річкових інформаційних служб на українських частинах річок для удосконалення ринку транспортно-логістичних послуг регіону.

Обґрунтовано необхідність введення цифрового коносаменту, що дасть змогу проводити товарообіг морським транспортом із найменшою кількістю людського контакту, що дуже актуально в період введення жорстких карантинних заходів. Застосування створених автоматичних систем інформування та підтримки судноводія при прийнятті рішення на внутрішніх водних шляхах дозволять на кінцевому етапі виконання виключити судноводія із процесу управління судном.

У статті визначено характеристики обладнання та принцип їх об'єднання в єдину структуру для роботи в автономному режимі. На основі обраної моделі усереднення та зменшення похибки визначення місцезнаходження суден визначено концепцію побудови річкової інформаційної служби. Використання системи інформаційного забезпечення проходження суден по внутрішніх водних шляхах дозволяє знизити вплив людського чинника і підвищити безпеку при виконанні навігаційних операцій. Автоматичне інформування спрямоване на забезпечення безпеки виконання навігаційних операцій за допомогою постійного контролю положення судна, що рухається, та місцезнаходження стаціонарних і рухомих об'єктів, гідрометеоумов, що дозволяє значно підвищити ефективність виконання робіт.

Ключові слова: річкові інформаційні системи, транспортна індустрія, інноваційні технології, інформаційні системи, економічна ефективність, логістика.

Постановка проблеми. Актуальність теми дослідження не викликає сумніву, оскільки об'єктивне зростання і глобалізація світової економіки, якісні зміни в економіці України, якісне збільшення інтенсивності і обороту транспортних потоків, зміна масштабів комп'ютеризації систем управління і моніторингу різних економічних і просторових процесів вимагають інтелектуальної підтримки управління цими процесами.

Особливою закономірністю розвитку стає посилення конкурентного протистояння операторських підсистем і формування інтеграційних взаємодій. Ці процеси спрямовані на досягнення збалансованості стану вантажопотоків і провізної здатності суден торгового флоту. Однак цей процес ускладнюються внаслідок пасивності цінових характеристик основних сегментів торгового судноплавства. Тому провідні судновласницькі структури в основі розвитку використовують інноваційні проекти. Крім того, система адміністрування параметрів

безпеки торгового судноплавства на основі посилення стандартів і правил з боку Міжнародної морської організації обмежує діяльність субстандартних судновласницьких структур.

Основна ознака сучасного розвитку світового господарства – це розгортання процесів глобалізації, які суттєво впливають на систему міжнародних економічних відносин, визначають тенденції розвитку національних економік, посилюючи їх взаємозв'язок. Важливого значення набуває пошук оптимальних схем організації та обслуговування транснаціональних товаропотоків з урахуванням динамічного зростання, виникнення якісно нових вимог до ефективності перевезень і питань управління ними, при цьому виникає необхідність підвищення точності планування, аналізу та економічної оцінки роботи як великих транспортних систем, так і окремих їх елементів.

Переваги транспортної індустрії, а саме морські та річкові вантажоперевезення, вимагають повноти

сервісного обслуговування, короткостроковості ремонту, найбільш вигідних умов перевезення вантажу. Для забезпечення високоточного режиму диференціальної навігації, а також точного визначення необхідних геодезичних і геоінформаційних параметрів необхідне використання мережі опорних станцій з мінімальним просторовим рознесенням. Проблема полягає у покритті необхідного простору, тому це питання є дуже актуальним.

Шляхом вирішення питань про створення глобальних загальнодоступних баз даних геоінформаційної та супроводжуючої геофізичної інформації, на наш погляд, є створення автономних інформаційних станцій, які є складником інформаційної системи. Створення автоматичних систем контролю руху суден на внутрішніх водних шляхах за допомогою річкової інформаційної служби (РІС) нині є дуже важливим та актуальним завданням. Це відповідає вимогам створення системи міжнародним товариствам ІМО, кодексам і положенням. В якості прикладу можна навести ІМО MODEL COURSE 7.03., 1.25. та інші.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Будь-яка внутрішня потреба в інноваціях для утримання позиції торгового флоту коригується необхідністю розширення інтермодальних транспортних технологій, розвитку і поліпшення якості логістики, удосконаленості інформаційних систем. На жаль, в Україні навіть при формуванні транспортних стратегій як до 2020, так і до 2030 років представлені тільки гасла «створення конкурентного середовища на ринку транспортних послуг» [1, с. 3–8] і не розкриті ані механізми, ані інструментарій досягнення основних цілей. При цьому ринок транспортних послуг в силу альтернативності технологій і кількості учасників характеризується конкурентним середовищем.

Проблемі розвитку морського транспорту з позиції альтернатив розвитку присвячено низку досліджень, серед яких звертаємо увагу на [2, с. 18; 3, с. 63; 4, с. 51]. Аналіз літературних джерел показав, що річкові інформаційні служби в Україні є нововведенням останніх років і раніше цьому поняттю не приділялося достатньої уваги, тому ще багато моментів, які варто було б розглянути, залишилися поза увагою.

Автор А.В. Бояров у джерелі [5, с. 31] розглянув питання моніторингу, підвищення безпеки судноплавства та ефективності управління транспортним процесом на внутрішніх водних шляхах на основі розробки систем інформаційного забезпечення диспетчерської служби. Представлений ним аналіз світового і вітчизняного досвіду побудови інфор-

маційно-диспетчерських систем безпосередньо пов'язаний із корпоративними річковими інформаційними службами на внутрішніх водних шляхах.

Проблемам розвитку транспортної логістики в Україні присвячені дослідження багатьох зарубіжних і вітчизняних дослідників: М.О. Устенко, В.Л. Дікан, Л.Г. Сейончика, Б.А. Анікіна, О.О. Бакаєва, Д.Дж. Бауерсокса, А.А. Смехова, Р.Р. Ларіна, Л.Б. Міротіна, А.Г. Некрасова, І.М. Неруш, Т. Прокоф'єва та інших. У своїх роботах вони досліджували проблеми транспортної логістики, пов'язані з оптимізацією транспорту в логістичних системах. Нині вплив логістики на ефективність транспортно-технологічних комплексів морських і річкових портів не повністю досліджений, ця проблема ще не повністю вирішена.

Постановка завдання. Основною метою дослідження є проблеми та перспективи розвитку транспортної галузі України. Щоб краще їх зрозуміти, наведено приклади використання існуючих перспективних різновидів ІТ-технологій, річкових інформаційних систем, логістичних методик при плануванні вантажних перевезень до інфраструктури морського транспорту не тільки України, але й деяких зарубіжних країн.

Виклад основного матеріалу дослідження. Питання підвищення конкурентоспроможності портів України стає все більш актуальним насамперед через зниження вантажообігу за останні роки в портах Азовського моря. На рівень успішності та прибутковості морських і річкових перевезень України впливає низка чинників: грамотна логістика; використання цифрових платформ і систем; використання перспективних річкових інформаційних систем.

Останніми кількома роками офіси великих компаній поповнилися відділами логістики. Вітчизняні менеджери запозичили практику залучення фахівців аналогічного профілю у своїх європейських і американських колег. Суть логістики полягає в пошуку способів раціонального просування продукту в ланцюжку від виробника до кінцевого одержувача. Цей процес досить трудомісткий і передбачає моніторинг переліку дій від маркетингової організації та отримання замовлень, налагодження виробничого процесу, зберігання до розробки оптимальних транспортних шляхів доставки [6, с. 67].

Нині логістика, як і інші сфери бізнесу, переживає турбулентність внаслідок поширення Covid-19 у світі і в Україні. Протягом останніх кількох років морська логістична галузь активно нарощує діджиталізацію та впроваджує новітні

ІТ-інструменти на ключові етапи ланцюжка поставок. Сучасні ІТ-рішення здатні значно скоротити витрати, терміни поставки, забезпечити простоту та ефективність базових логістичних процесів, дати конкурентну перевагу тим учасникам ринку, які вчасно оцінили свій потенціал. Провідні гравці на ринку судноплавства вже приєдналися до цифрової гонки. Компанії організовуються для створення унікальних продуктів, які можуть «революціонізувати» галузь.

Транспортні та логістичні компанії використовують цифрові блокчейн-платформи (далі – СВР) для спільної роботи на основі технології блокчейн. Серйозні зміни в судноплавній галузі у найближчому майбутньому обіцяють розвиток блокчейн-технологій. СВР фіксує численні операції з товарами, транспортними засобами та обладнанням, вносить відповідну інформацію до супровідних, митних, страхових, платіжних та інших документів, а також надає актуальну інформацію про стан технологічних процесів всім учасникам ланцюга поставок – вантажовласникам, перевізникам, власникам інфраструктури, адміністративним і сервісним структурам. Станом на 2020 рік ключові судноплавні перевізники активно розробляють цифрові платформи для онлайн-бронювання чартерів.

Найбільший морський контейнерний оператор IBM і Maersk представили власну цифрову платформу “TradeLens” для проектування ланцюгів поставок. Платформа “TradeLens” об’єднує всіх учасників ланцюга доставки, включаючи вантажовласників, вантажоперевезення, експедиторів, митні служби, митних брокерів, логістичні компанії, а також понад 20 операторів великих портів і портових терміналів. Користувачі системи можуть побачити переміщення вантажу в режимі реального часу і в будь-який момент дізнатися, де він знаходиться. В рамках платформи учасники можуть обмінюватися митною та фінансовою інформацією з високим рівнем безпеки та конфіденційністю даних, здійснювати онлайн-бронювання чартерів за фіксованою ціною, здійснювати онлайн-платежі.

Загальна кількість користувачів системи вже перевищує 300. Приєдналися до неї платформа MSC і CMA CGM Group, а також найбільший ізраїльський перевізник – компанія ZIM. Митні служби беруть активну участь у роботі системи. Митні служби США та Канади вже приєдналися до “TradeLens”. Представники Maersk очікують, що в 2020 році українська митниця також почне співпрацювати із платформою. Аналітики підраховували, що використання “TradeLens” підвищує

ефективність перевезень, забезпечує прозорість процесів, полегшує управління транспортною та фінансовою документацією та стимулює інновації по всій галузі. Завдяки використанню платформи Maersk також розраховує скоротити час транзиту в міжнародному торговельному сегменті на 40%. Загалом зняття логістичних бар’єрів у судноплавстві, на які нині припадає 80% світових вантажних перевезень, допоможе знизити вартість переміщення вантажів приблизно на 15%.

Інший провідний оператор контейнерного ринку CMA CGM Group нещодавно приєднався до Freightos – глобальної онлайн-платформи, яка забезпечує міжнародну доставку. Завдяки цифровому сервісу Freightos клієнти CMA CGM Group мають прямий доступ до інформації про тарифи, маршрути, розклад рейсів. Очікується, що в майбутньому на ключових регулярних лініях клієнти зможуть бронювати чартери онлайн, аналогічні послугам купівлі квитків. Онлайн-проект зробить доставку доступною для широкого кола клієнтів. Невеликі вантажовідправники зможуть видавати замовлення на платформі, оминаючи посередників, за гарантованою ціною незалежно від обсягів вантажу. Поки що онлайн-замовлення стане можливим тільки на китайсько-американських маршрутах, але компанія планує найближчим часом розширити кількість доступних контейнерних послуг. Пріоритетом є Азія-Європа.

У серпні 2019 року швейцарська логістична група Kuhne’Nagel оголосила про запуск власного сервісу онлайн-бронювання перевезень KN Pledge. Послуга «Застава КН» включає 100% гарантію повернення в разі затримки доставки, а також розширене страхування вантажу. За словами керівництва компанії, Kuhne’Nagel був першим логістичним провайдером, який запропонував розширену послугу бронювання контейнерів.

В умовах оцифрування морської логістики варто пам’ятати про розробку українського програмного забезпечення – платформу SeaRates, яку найближчим часом чекає великий прорив. SeaRates – це онлайн-ринок вантажів, який допомагає вантажовідправникам інтегрувати тарифи від тисяч перевізників. Найбільша пошукова система тарифів на міжнародну доставку порівнює тарифи на всі доступні варіанти доставки і допомагає знайти оптимальні пропозиції. Система відображає дані про відстані і час маршруту, що дозволяє точно визначити терміни доставки. Розрахунки базуються на відкритих джерелах інформації у поєднанні з даними із різних судноплавних ліній і морських агентств. Платформа

SeaRates також доступна для відстеження вантажів у реальному часі. Система показує поточне положення вантажу на карті і фіксує час, проведений в порту перевалки.

1 березня цього року ЗМІ оголосили, що платформу SeaRates придбав портовий оператор Dubai Port World (DP World), який раніше купив контрольний пакет акцій контейнерного терміналу «TIC» у порту «Південний». Творці платформи стверджують, що найближчим часом за допомогою DP World сподіваються створити глобальну GDS (Глобальну систему дистрибуції), яка може бути використана для отримання вартості товарів з урахуванням транспортних і митних витрат у будь-якій точці світу.

Ще один із проривів для вітчизняного торгового флоту: у 2019 році Адміністрація морських портів України (далі – АМПУ) та судноплавна платформа ShipNEXT розпочали розробку спільного IT-проекту – цифрової системи обміну даними для суден і портів. Цей сервіс дає можливість в онлайн режимі розрахувати час, коли судно підійде до порту. У результаті цього капітани вибиратимуть оптимальну швидкість судна і таким чином не витратять зайве паливо, зменшать час очікування на рейді. В той же час портові адміністрації зможуть зменшити витрати на рейс.

Цифрові системи особливо актуальні для великих портів, де складно відстежити рух усіх суден і операційні рішення можуть недозволено затягуватися. DA-Desk – онлайн-платформа, яка надає судовласникам і фрахтівникам посередницькі послуги в оплаті портових зборів. DA-Desk виступає в якості посередника між судовласниками / фрахтівниками і агентами в портах заходу. Акумулюючи дані від агентів про тарифи і ставки портових зборів по всьому світу, платформа виробляє крос-чекінг, щоб надати користувачеві актуальну інформацію про суму портових витрат у кожному конкретному випадку. Судовласники і фрахтівники можуть отримувати найсвіжіші дані про портові збори для розрахунків перед судозаходами на основі простого пошуку порту, судна або вантажу [7, с. 81]. Це фактично відображає орієнтацію на внутрішні і зовнішні ринки національних виробників. В Україні таку стратегію реалізує корпорація НІБУЛОН [8, с. 9].

Серед найважливіших характеристик ефективності функціональної діяльності окремих складників логістичної системи обробки вантажопотоків є час на виконання основної операції. Цим і зумовлюється організація функціональної діяльності на основі використання технологічних про-

цесів, які мінімізують втрати часу на виконання технічних, експлуатаційних і фінансових процедур. На жаль, технологічні процеси, пов'язані з технічним підтриманням надійності і працездатності судна, жорстко регламентуються зовнішніми умовами і конвенціональними критеріями. Тому і посилюється необхідність зосередження уваги на формуванні сукупності умов, які зумовлюють характер формування поточних витрат операторської діяльності торгового флоту.

Урядом України було визначено необхідність модернізації системи управління рухом флоту, забезпечення міжнародних стандартів безпеки судноплавства. Існуюча система не відповідає таким стандартам з точки зору технічної оснащеності і застосовуваних технологій управління.

Під РІС розуміються гармонізовані інформаційні служби, які сприяють управлінню рухом суден і перевезеннями в сфері внутрішнього судноплавства у взаємозв'язку з іншими видами транспорту. РІС покликані сприяти безпечному та ефективному процесу перевезень і найбільш повному використанню можливостей внутрішніх водних шляхів. Концепція річкових інформаційних служб, які становлять одну з найістотніших змін у секторі внутрішніх водних шляхів протягом останніх десятиліть, спрямована на узгоджену реалізацію інформаційної служби з метою підтримки руху і управління транспортом. Реалізація РІС дозволить не тільки поліпшити безпеку й ефективність трафіку внутрішніми водними шляхами, але й підвищити ефективність транспортних операцій загалом. РІС забезпечують вирішення низки управлінських завдань у внутрішньому судноплаванні. Ці завдання пов'язані з поставленими цілями і вирішуються у трьох різних сферах. Під управлінням перевезеннями розуміється управління транспортним ланцюжком поза рамками судноводіння.

Ми запропонували концепцію використання систем інформування та підтримки судноводія при прийнятті рішення на внутрішніх водних шляхах, які дозволять на кінцевому етапі виконання виключити судноводія із процесу управління судом. Для цього необхідно визначити характеристики обладнання та принцип їх об'єднання в єдину структуру для роботи в автономному режимі. На основі обраної моделі усереднення та зменшення похибки визначення місцезнаходження суден необхідно визначити концепцію побудови річкової інформаційної служби.

Загалом питанням зв'язку і комунікації відводиться найважливіша роль. Це стосується як

забезпечення координації автоматичних метеорологічних станцій із пунктом контролю і управління, так і надання інформації усім зацікавленим сторонам по існуючих каналах зв'язку. При цьому в проектувану систему має бути впроваджена супутникова система навігації як найбільш досконала і перспективна нині система навігації для автоматичних керівників систем. Робота АСУ майже завжди пов'язана з використанням систем позиціонування, якими є супутникові радіонавігаційні системи (СРНС) ГЛОНАСС/GPS. Проте для забезпечення необхідної точності позиціонування в річкових умовах їх радіонавігаційне поле обов'язково повинно сполучатися з полем диференціальної поправки (ДП).

Проведені дослідження показали, що для створення диференціальних підсистем, які забезпечують високоточне радіонавігаційне поле на внутрішніх водних шляхах, з економічної точки зору найбільш перспективним є використання локальних диференціальних підсистем (далі – ЛДПС) на базі ланцюжка контрольних станцій (далі – ККС), які коригують дії працюючих у діапазоні частот морської радіомаякової служби (283,5-325 кГц).

Найважливішою умовою оптимізації топології цього поля є дослідження завадозахищеності і функціональної стійкості радіоканалів ККС. У цьому випадку розглядаються проблеми функціональної стійкості параметрів радіоканалів ККС. Під функціональною стійкістю інформаційних систем розуміється їх здатність утримувати основні експлуатаційні характеристики в заданих межах при варіаціях випадкових параметрів сигналів і перешкод, а також варіаціях їх частотно-тимчасової структури. Тому функціональна стійкість підрозділяється на варіаційно-параметричну, тобто стійкість щодо варіацій параметрів сигналів і перешкод, і варіаційно-функціональну, тобто стійкість щодо варіацій форми сигналів і перешкод.

Методологія оцінки функціональної стійкості при дії взаємних перешкод базується на дослідженні вірогідності помилки поелементного прийому цифрового сигналу. При некогерентному прийомі фазоманіпульованих (ФМ) сигналів і взаємних перешкод для незавмираючого сигналу, який завмирає згідно із законом Релея, перешкода, вірогідність помилки поелементного прийому цифрового повідомлення визначатиметься вираженням [5, с. 131].

$$p = 0.5 \exp - h \frac{1}{(2 + h_p^2 g_0^2)}, \quad 1$$

де h^2 , h_p^2 – енергетика сигналу і k -ої перешкоди; g_0^2 – нормований коефіцієнт взаємної відмінності

(далі – КВР) сигналу і перешкоди в частотно-тимчасовій області.

У загальному випадку повна вірогідність помилок поелементного прийому дискретних сигналів визначається співвідношенням:

$$p = F(Q, Q_n, Q_{cn}), \quad 2$$

де Q , Q_n – безліч варійованих параметрів сигналу і перешкод; Q_{cn} – безліч КВР сигналів і перешкод у частотно-тимчасовій області.

Для отримання кількісної міри функціональної стійкості системи скористаємося загальними методами теорії чутливості [7, с. 73]. Розкладемо функціональні залежності у формулі в ряд Тейлора і врахуємо тільки члени з похідними першого порядку. Тоді приріст вірогідності помилки буде рівний:

$$\Delta p = \sum_{i=1}^n \frac{dp}{dq_i} \Delta q_i + \sum_{i=1}^m \frac{dp}{dq_{ni}} \Delta q_{ni} + \sum_{i=1}^k \frac{dp}{dg_i^2} \Delta g_i^2, \quad 3$$

Відносний приріст помилки визначатиметься вираженням:

$$\frac{\Delta p}{p} \approx \sum_{i=1}^n S_{qi} \frac{\Delta q_i}{q_i} + \sum_{i=1}^m S_{qni} \frac{\Delta q_{ni}}{q_{ni}} + \sum_{i=1}^k S_{gi} \frac{\Delta g_i^2}{g_i^2}, \quad 4$$

де n , m – число варійованих параметрів сигналу і перешкоди; k – число варійованих параметрів КВР сигналу і перешкоди; S_{qi} – безліч коефіцієнтів відносної чутливості, визначених вираженням:

$$S_i \approx \frac{\Delta p}{p} / \frac{\Delta q}{q_i}, I \in \{n + m + k\}, \quad 5$$

Відносний приріст вірогідності помилки і визначає кількісне вираження чутливості характеристики завадостійкої. Вираз встановлює зв'язок між функціональною стійкістю інформаційних систем і чутливістю їх характеристик. Отже, коефіцієнти відносної чутливості S можна розглядати як кількісну міру функціональної стійкості інформаційних систем. При цьому коефіцієнти відносної чутливості виду:

$$S_{qi} = \frac{\Delta p}{p} / \frac{\Delta q_i}{q_i}, i = 1, 2, \dots, n; S_{qni} = \frac{\Delta p}{p} / \frac{\Delta q_{ni}}{q_{ni}}, i = 1, 2, \dots, m, \quad 6$$

визначають кількісну оцінку варіаційно-параметричної стійкості інформаційної системи, а коефіцієнти:

$$S_{gi} = \frac{\Delta p}{p} / \frac{\Delta g_i^2}{g_i^2}, i = 1, 2, \dots, k, \quad 7$$

– варіаційно-функціональну.

За наявності взаємних перешкод від сусідніх ККС параметрами, які визначають варіаційно-параметричну стійкість підсистеми і є варійованими з метою оптимізації топології поля ДП, є енергетика сигналу, залежна від потужності

передавача, і енергетика похибок, залежна від розташування джерела перешкоди й потужності її передавача. Тоді n і m у вираженні дорівнюють одиниці. КВР у формулі визначатиметься таким вираженням [8, с. 132]:

$$g = \frac{h_n^2}{h^2} \left[\frac{\sin(0,5T)}{0,5T} \right]^2 = \frac{h_n^2}{h^2} g_0^2, \quad 8$$

де Ω – розлад частоти сигналу і перешкоди. Тоді k у виразі також дорівнюватиме одиниці, тобто єдиним варіюваним параметром буде Ω .

Розглянемо функціональну стійкість такої характеристики як дальність дії ККС. Максимальна дальність дії ККС $R_{\max}$ в азимутному напрямі визначається таким співвідношенням:

$$R_{\max} = \arg \{ P_{\text{out}}(h^2, h_n^2, g_0^2) = p_{\text{reg}} \}, \quad 9$$

де p_{reg} – необхідна вірогідність помилки поелементного прийому повідомлення.

Для випадку «незавмираючий сигнал» – перешкода, що завмирас, за релеєвським законом залежність $R_{\max}$ від p_{reg} при некогерентному прийомі ФМ сигналів може бути отримана в явному виді. Енергетика сигналу або взаємної перешкоди визначається за таким вираженням:

$$h^2 = \frac{PT}{v^2}, \quad 10$$

де P – потужність сигналу або взаємної перешкоди на вході приймача, Вт; T – тривалість послідовності елементу сигналу; v^2 – спектральна щільність флуктуаційного шуму, Вт-с.

Потужність в точці прийому визначається виразом:

$$P = \frac{E^2 l_d^2}{\rho}, \quad 11$$

де E – напруженість поля в точці прийому, В/м; l_d – діюча висота антени, м; ρ – вихідний опір, Ом.

Напруженість поля визначається за формулою:

$$|E(R)| = -\frac{0,3\sqrt{P_{\text{nep}}}}{R} W(R) [B/M], \quad 12$$

де P_{nep} – потужність передавача, кВт; $w(R)$ – функція послаблення підстилаючої поверхні; R – відстань від джерела сигналу або перешкоди до точки прийому, км.

Серед індустріальних перешкод найбільшу дію на радіоканали ККС середньохвильового діапазону частот чинять імпульсні перешкоди від коронного розряду ліній електропередач (далі – ЛЕП) і перешкоди від контактної мережі електротранспорту. У смузі частот, виділених ЛДПС, спектральна щільність цих перешкод практично

постійна, тому їх можна розглядати як білий шум гауса. Тоді для енергетики сигналу отримаємо:

$$h^2(r) = \frac{PT}{v_n^2(r) + v^2}, \quad 13$$

де r – відстань від джерела індустріальної перешкоди, м; v_n^2 – потужності індустріальної перешкоди.

$$p_{\text{reg}} = 0,5 \exp \left[-B \frac{P_{\text{nep}}}{R_{\max}^2 [v^2 + v_n^2(r)]} w(R)^2 \frac{1}{(2 + h_n^2 g_0^2)} \right], \quad 14$$

$$B = \frac{0,09 l_d T}{\rho}, \quad 15$$

Оскільки для більшості вологих ґрунтів функція послаблення w на відстанях близько 100-200 км близька до одиниці, то при аналізі функціональної стійкості її зміною можна нехтувати. Тоді вираження набере такого вигляду:

$$p_{\text{reg}} = 0,5 \exp \left[-B \frac{P_{\text{nep}}}{R_{\max}^2 [v^2 + v_n^2(r)]} \frac{1}{(2 + h_n^2 g_0^2)} \right], \quad 16$$

Тепер залежність $R_{\max}$ від p_{reg} може бути виражена в явному вигляді:

$$R_{\max(\text{км})} = \left[\frac{BP_{\text{nep}}}{[\ln(2p_{\text{reg}})] [v^2 + v_n^2(r)] (2 + h_n^2 g_0^2)} \right]^{1/2}, \quad 17$$

У цьому випадку варіаційно-параметрична стійкість $R_{\max}$ залежатиме від варіації параметрів P_{nep} , $v_n(r)$ і h^2 , а варіаційна – від варіації g_0^2 . Кількісно функціональна стійкість визначатиметься коефіцієнтами відносної чутливості такого виду:

$$S_{P_{\text{nep}}} = \frac{\partial R_{\max}}{\partial P_{\text{nep}}} \frac{P_{\text{nep}}}{R_{\max(\text{км})}} = 0,5 \frac{C_0}{R_{\max(\text{км})}} [v^2 + v_n^2(r)]^{-1/2} (2 + h_n^2 g_0^2)^{-1/2}$$

$$S_{h_n^2} = \frac{\partial R_{\max}}{\partial h_n^2} \frac{h_n^2}{R_{\max(\text{км})}} = 0,5 \frac{C_0 h_n^2 g_0^2}{R_{\max(\text{км})}} (v^2 + v_n^2(r))^{-1/2} (2 + h_n^2 g_0^2)^{-3/2}$$

$$S_v = \frac{\partial R_{\max}}{\partial v_n^2(r)} \frac{v_n^2(r)}{R_{\max(\text{км})}} = 0,5 \frac{C_0 v_n^2(r)}{R_{\max(\text{км})}} (v^2 + v_n^2(r))^{-3/2} (2 + h_n^2 g_0^2)^{-1/2}$$

$$S_g = \frac{\partial R_{\max}}{\partial g_0^2} \frac{g_0^2}{R_{\max(\text{км})}} = -0,5 \frac{C_0 h_n^2 g_0^2}{R_{\max(\text{км})}} (v^2 + v_n^2(r))^{-1/2} (2 + h_n^2 g_0^2)^{-3/2}$$

$$C_0 = C_0 = \left| \frac{BP_{\text{nep}}}{\ln(2p_{\text{reg}})} \right|$$

Проаналізуємо варіаційно-параметричну стійкість радіоканалів ККС у довільній зоні відповідальності шляхом дослідження чутливості розміру зони дії ККС до варіацій параметрів взаємної і індустріальної перешкоди. Нехай потужності усіх передавачів складають 400 Вт і варіюванню не підлягають. Необхідна вірогідність помилки поелементного прийому повідомлення p_{reg} складає 10-4; тривалість послідовності елементу сигналу $T=0,01$ с; спектральна щільність білого шуму $v^2=10$ -10 Вт. Підставляючи ці вирази в останню формулу, отримаємо:

$$S_{h_n} = \frac{\partial R_{\max}}{\partial h_n} \frac{h_n}{R_{\max(\kappa_n)}} = -0.5 \frac{h_n g_0^2}{2 + h_n g_0^2}, \quad 18$$

Цим же виразом описуватиметься і коефіцієнт S_g :

$$S_v = -0.5 \frac{v_n^2}{v^2 + v_n^2}, \quad 19$$

Таким чином, коефіцієнт відносної чутливості S_{hp} досліджується шляхом варіювання енергетики взаємної перешкоди при різних фіксованих значеннях нормованого КВР, а коефіцієнт S_g – шляхом варіювання нормованого КВР при різних фіксованих значеннях енергетики перешкоди. Коефіцієнт S_v досліджується при варіюванні спектральної щільності потужності індустриальної перешкоди. Результатом моделювання можна вважати отримання коефіцієнту відносної чутливості у взаємозв'язку із зовнішніми умовами. Відповідно до цього методу процедуру фільтрації необхідно виконувати у 3 етапи: попередній відсів, діагностична фільтрація і згладжування даних.

Висновки. У зв'язку зі зростаючою потребою в обміні інформацією між зацікавленими сторонами у внутрішньому судноплаванні, а також між внутрішнім судноплаванням та іншими видами транспорту РІС починають відіграти все більш важливу роль у транспортній логістиці [9, с. 130; 10, с. 231]. У той час інформація, пов'язана з рухом, має важливе значення в аспектах безпеки і для державних структур. Така інформація здебільшого зосереджена на ефективності перевізного процесу і є важливою для комерційних користувачів, наприклад транспортних логістичних ком-

паній. Застосування створених автоматичних систем інформування та підтримки судноводія при прийнятті рішення на внутрішніх водних шляхах дозволять на кінцевому етапі виконання виключити судноводія із процесу управління судном.

У статті визначено характеристики обладнання та принцип їх об'єднання в єдину структуру для роботи в автономному режимі. На основі обраної моделі усереднення та зменшення похибки визначення місцезнаходження суден визначено концепцію побудови річкової інформаційної служби. Використання системи інформаційного забезпечення проходження суден по внутрішніх водних шляхах дозволяє знизити вплив людського чинника і підвищити безпеку при виконанні навігаційних операцій. Застосування запропонованого методу дає змогу позбавитися від чинників, які вносять дисонанс у систему визначення положення судна та інших, зокрема гідрометеорологічних умов. Використання досконалої апаратної РІС дозволяє значно скоротити час на прийняття рішень, а в подальшому взагалі відмовитися від впливу людського фактору.

Автоматичне інформування спрямоване на забезпечення безпеки виконання навігаційних операцій за допомогою постійного контролю положення судна, що рухається, та місцезнаходження стаціонарних і рухомих об'єктів, гідрометеоумов, що дозволяє значно підвищити ефективність виконання робіт, пропускну здатність на внутрішніх водних шляхах за рахунок своєчасного інформування щодо графіку проходження за маршрутом. Перспектива подальшого дослідження – створити повністю безпілотний місток.

Список літератури:

1. Транспортна стратегія України на період 2020 року. Київ : Міністерство інфраструктури України, 2011. 64 с.
2. Шевченко М. Maersk: логистическое решение «под ключ» // Порты Украины, № 6(188), 2019. С. 36–37.
3. Котлубай А.М. Проблемы теории и практики развития морского транспорта Украины. Одесса : ИПРиЭИ НАН Украины, 2011. 268 с.
4. Sotnichenko L., Solokha D., Bessonova S. Justification of business entities development based on innovative principles // Academy of Strategic Management Journal. Volumt 17. Issu 5, 2018. URL: <https://www.abacademies.org/articles/justification-of-business-entities-development-based-on-innovative-principles-7553.html>.
5. Бояров А.В. Исследование информационного обеспечения систем диспетчерской службы речных автоматизированных систем управления движением судов : дис. канд. тех. наук. СПб : СПГУВК, 2005, 195 с.
6. Морозова Е. Логистика в условиях карантина: есть ли шанс на восстановление / Лига 360, 2020 : веб-сайт. URL: https://biz.ligazakon.net/ru/analytics/195323_logistika-v-usloviyakh-karantina-est-li-shans-na-vosstanovlenie.
7. Кумеков Р. Новая эра логистики. *Международный журнал судоходство*. 2020. URL: <https://sudohodstvo.org/novaya-era-morskoj-logistiki/>.
8. Моряков К. Проект для развития морской отрасли // Порты Украины, № 1(173) 2018. С. 32–35.
9. Колегаев І.М. Принципи конкурентного розвитку спеціалізованого судноплавання глобальної морської індустрії. Одеса : НУ «ОМУ», 2017. 332 с.
10. Колегаев І.М. Принципи конкурентного розвитку спеціалізованого судноплавання глобальної морської індустрії. Одеса : НУ «ОМУ», 2017. 332 с.
11. Котлубай А.М. Проблемы теории и практики развития морского транспорта Украины. Одесса : ИПРиЭИ НАН Украины, 2011. 268 с.

Kruhlyi D.H. KEY PROBLEMS AND DEVELOPMENT PROSPECTS RIVER INFORMATION SYSTEMS OF UKRAINE

This scientific work analyzes the current state and prospects of development of river information systems. We will consider examples of achieving such target indicators as integration into the world transport space and the development of the country's transit potential. An overview of the comparative characteristics of existing digital platforms and systems is given. A set of software modules in the river information service is proposed, which allows to inform transport stakeholders about the navigation situation.

The system of information processing of the current state of the navigation environment is defined, which formed the basis for the creation of the concept and software modules of the system. The generally accepted approach to creation of a software component of difficult technical system of information support of the driver is developed. Prospects for the introduction of river information services in the Ukrainian parts of rivers to improve the market of transport and logistics services in the region are studied.

The necessity of introduction of a digital bill of lading is substantiated, which will make it possible to carry out trade by sea with the least amount of human contact, which is very important during the introduction of strict quarantine measures. The application of the created automatic systems of informing and supporting the shipowner when making decisions on inland waterways will allow at the final stage of execution to exclude the shipowner from the process of vessel management.

The article defines the characteristics of the equipment and the principle of combining them into a single structure for offline operation. Based on the selected model of averaging and reducing the error of determining the location of vessels, the concept of building a river information service is determined. The use of the system of information support for the passage of vessels on inland waterways can reduce the impact of the human factor and increase safety when performing navigation operations. Automatic information is aimed at ensuring the safety of navigation operations by constantly monitoring the position of the moving vessel and the location of stationary and mobile objects, hydrometeorological conditions, which can significantly increase the efficiency of work.

Key words: river information systems, transport industry, innovative technologies, information systems, economic efficiency, logistics.