

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ (ЗА ВИДАМИ)

УДК 629.5.061

DOI <https://doi.org/10.33082/td.2020.2-7.09>

ВИКОРИСТАННЯ РІЧКОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЯК ЗАСІБ БЕЗПЕЧНОГО МАНЕВРУВАННЯ СУДЕН

Д.Г. Круглий¹, О.О. Дружинін², А.В. Соколов³

¹д.т.н., професор кафедри інноваційних технологій та технічних засобів судноводіння,
Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна,
ORCID ID: 0000-0003-0236-3449

²капітан морського порту Маріуполь, аспірант,
Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна,
ORCID ID: 0000-0001-8117-9513

³здобувач вищої освіти,
Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна,
ORCID ID: 0000-0003-3115-3854

Анотація

Вступ. Натепер річкові інформаційні системи стали невіддільною частиною державної системи забезпечення безпеки судноплавства. Такі системи створюються на акваторіях морських портів і на підходах до них, а також на всій протяжності внутрішніх вод. **Метою** статті є аналіз стану й перспектив розвитку річкових інформаційних систем. Визначено сучасний стан і перспективи розвитку інфраструктури внутрішніх водних шляхів, що складаються з багатьох взаємопов'язаних факторів. Більшу частину чинників об'єднує необхідність підвищення безпеки судноплавства, яка своєю чергою виділяє ряд напрямів розвитку, з-поміж яких підвищення ефективності використання інфраструктури внутрішніх водних шляхів і вдосконалення системи управління судноплавством у цілому. **Результати.** Визначено систему обробки інформації про навігаційну обстановку, що є основою ключової концепції програмного модуля системи річкової інформаційної системи. Сформована основа для створення програмної компоненти інформаційної системи судноводія. У результаті проведених досліджень виявлено значення застосування річкових інформаційних служб на українських річках для інтенсивного розвитку ринку транспортних і логістичних послуг як України в цілому, так і окремих її регіонів. У статті визначено актуальність використання цифрового коносаменту, що дасть можливість у реаліях, які склалися, відповідно до чинних обмежень, спричинених заходами щодо запобігання поширенню гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2, зменшити контакт та убезпечити членів екіпажу й приймальної сторони. Створена автоматична система та її застосування на внутрішніх водних шляхах України дозволить полегшити роботу судноводія, зменшити кількість помилок. Характеризуючи обладнання, ми пропонуємо принцип такої структуризації,

яка полегшить роботу такої системи в автономному режимі. Тобто визначено концепцію сукупної структури річкової інформаційної системи, що дасть можливість безпечного проходження суден на внутрішніх водних шляхах і дозволить знизити вплив людського фактора на виконання навігаційних операцій. **Висновки.** Застосування річкової інформаційної системи спрямоване на забезпечення навігаційних операцій і підвищення ефективності вантажоперевезень завдяки постійному інформаційному контролю положення судна, місцеперебування стаціонарного й рухомого об'єктів.

Ключові слова: річкова інформаційна система, безпека судноплавства, функціонування інформаційної системи, внутрішні водні шляхи, автоматичні системи.

USE OF RIVER INFORMATION SYSTEMS AS A MEANS OF SAFE MANEUVERING OF VESSELS

D.H. Kruhlyi¹, O.O. Druzhynyn², A.V. Sokolov³

¹Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Innovative Technologies and Technical Means of Navigation,

Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine,

ORCID ID: 0000-0003-0236-3449

²Captain of the Seaport of Mariupol, Postgraduate Student,

Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine,

ORCID ID: 0000-0001-8117-9513

³Student,

Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine,

ORCID ID: 0000-0003-3115-3854

Summary

Introduction. Today, river information systems (RIS) have become an integral part of the state shipping safety system. These systems are created in the waters of seaports and approaches to them, as well as along the entire length of inland waters. **Purpose.** The purpose of the article is to analyze the state and prospects of development of river information systems. The current state and prospects of development of inland waterway infrastructure, which consist of many interrelated factors, are determined. Most of the factors are united by the need to improve the safety of navigation, which in turn identifies a number of areas of development, including: improving the efficiency of inland waterway infrastructure and improving the management system of navigation in general. **Results.** The system of information processing about the navigation situation is defined, which is the basis of the key concept of the software module of the river information system. The basis for creation of a software component of information system of the driver is defined. As a result of the conducted researches the value of application of river information services on the Ukrainian rivers for intensive development of the market of transport and logistic services, both of Ukraine as a whole and its separate regions is revealed. The article identifies the relevance of using a digital bill of lading, which will allow in the current realities, in accordance with the current restrictions caused by restrictive measures to prevent the spread of acute respiratory disease COVID-19 caused by coronavirus SARS-CoV-2, reduce contact and protect host members. The created automatic system and its application on the inland waterways of Ukraine will

*facilitate the work of the navigator, reduce the number of errors. Characterizing the equipment, we offer the principle of such structuring that will facilitate the operation of this system in offline mode. That is, the concept of the overall structure of the river information system is defined, which will allow the safe passage of vessels on inland waterways and will reduce the impact of the human factor on the performance of navigation operations. **Conclusions.** The use of the river information system is aimed at ensuring navigation operations and increasing the efficiency of cargo transportation through constant information control of the vessel's position, location of stationary and mobile objects.*

Key words: river information system, navigation safety, functioning of the information system, inland waterways, automatic systems.

Вступ. Сучасний стан і перспективи розвитку інфраструктури внутрішніх водних шляхів визначаються багатьма взаємопов'язаними факторами. Більшу частину чинників об'єднує необхідність підвищення безпеки судноплавства, яка своєю чергою виділяє ряд напрямів розвитку, з-поміж яких підвищення ефективності використання інфраструктури внутрішніх водних шляхів і вдосконалення системи управління судноплавством у цілому. Для розв'язання поставленого завдання важливо розглянути перспективи розвитку таких систем, їх структуру й функції.

Натепер річкові інформаційні системи (далі – РІС) стали невіддільною частиною Державної системи забезпечення безпеки судноплавства. Такі системи створюються на акваторіях морських портів і на підходах до них, а також вздовж внутрішніх вод.

Створення автоматичних систем контролю руху суден на внутрішніх водних шляхах за допомогою річкової інформаційної служби (РІС) натепер дуже важливе й актуальне завдання, яке відповідає вимогам створення систем, міжнародним товариствам Міжнародної морської організації (ІМО), Кодексам і Положенням.

Постановка проблеми. Процес впровадження інформаційних і комп'ютерних технологій нині необхідний, і мало того, неминучий у зв'язку з постійно зростаючим обсягом даних, що обробляються. Звичайними, традиційними способами вже неможливо витягнути всю корисну інформацію із цього потоку й використовувати її для управління. Визначальним фактором в управлінні є швидкість обробки даних та отримання необхідної інформації. Інформаційний потік все більше впливає на ефективність управління судном, успішність переходів. Великі дані (Big Data) часто створюються шляхом об'єднання безлічі джерел даних, що відповідають різним підгрупам. Кожна підгрупа може демонструвати деякі унікальні особливості, які не розділяються іншими. Коли розмір вибірки невеликий або помірний, точки даних із невеликих субпопуляцій зазвичай класифікуються як «відхилення», і їх систематично складно моделювати через недостатню кількість спостережень. Однак в епоху «Великих даних» великий розмір вибірки дозволяє нам краще зрозуміти гетерогенність, проливаючи світло на дослідження, такі як вивчення зв'язку між певними варіантами компонентів РІС.

На аварійність судна, що позиціонується, впливають організаційно-технічні компоненти системи управління станом безпечної експлуатації та адекватний

інформаційний ресурс, який спрямовується на мінімізацію ризиків під час маневрування. Тому важливою частиною дослідження є аналіз і пропозиція вдосконалення компонентів річкових інформаційних систем.

Проведений аналіз особливостей функціонування структурних елементів РІС дозволяє позначити дві основні проблеми розвитку РІС у напрямі підвищення безпеки судноплавства. Перша проблема полягає в складності забезпечення безпеки судноплавства в гирлових і річкових портах. Це насамперед пов'язано зі зростанням інтенсивності руху суден.

До основних недоліків сучасних РІС, що знаходяться під керівництвом служб річкового флоту, належать стаціонарні розміщення, «прив'язка» до берегових служб конкретного району, в ряді випадків складність застосовуваних процедур обміну інформацією, які вимагають дорогого спеціалізованого обладнання та розвиненого енергопостачання. Основні заходи з підвищення безпеки судноплавства в берегових і прибережних районах, що відрізняються інтенсивністю, спрямовані на вдосконалення технічної оснащеності РІС, що робить ці системи дорогими.

Друга проблема має ряд характерних особливостей, які не потрапляють у сферу діяльності сучасних РІС і створюють реальну проблему судноплавства: маломірний флот – яхти, малі риболовецькі судна, човни, катери й інші плавальні засоби, зосереджені в портових зонах [8]; прибережні райони промислу біоресурсів, що в ряді випадків заважають судноплавству традиційними транспортними шляхами; райони видобутку природних копалин на прибережному шельфі, в яких судноплавство характеризується підвищеним ступенем екологічного ризику; середні й дрібні портові райони з недостатньо розвинутою виробничо-господарською інфраструктурою, що не мають достатньої потужності для підтримки працездатності РІС. Розв'язання подібних проблем може бути отримано за допомогою використання локалізованих мобільних систем управління рухом суден. Такі системи не повинні мати прив'язки до конкретного району базування та повинні бути здатні забезпечити безпеку руху в будь-якому районі з інтенсивним судноплавством або стати дублювальною ланкою за умови підвищеної завантаженості основної станції РІС. Однак територіальна локальність і функціональна обмеженість не дозволяє цим системам замінити собою повноцінну станцію РІС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розгляду питання підвищення безпеки судноплавства на основі річкових інформаційних систем присвячена велика кількість праць вчених вищих навчальних закладів і публікацій фахівців підприємств морської адміністрації України. Наприклад, у роботі І.І. Гладких [1] розглянуто використання стандартів, кодів і процедур електронного обміну даними в інформаційному забезпеченні Дунайського судноплавства шляхом впровадження систем NAVTEX, COMPRIS, INDRIS і AIC. Для підвищення безпеки управління судном рекомендовано виконати синтез спеціальної інформаційної структури зображення навігаційної ситуації [2].

У роботі Г.Б. Вільського, А.С. Мальцева, В.В. Бездольного, Є.І. Гончарова [3] викладені сучасні системи й берегові засоби забезпечення навігаційної безпеки лоцманського проведення суден. Аналіз демонструє важливість досліджень у напрямі підвищення безпеки судноплавства з використанням сучасних засобів передачі, обробки й зберігання інформації.

Автор А.В. Бояров у джерелі [4] розглянув питання моніторингу, підвищення безпеки судноплавства й ефективності управління транспортним процесом на внутрішніх водних шляхах на основі розробки систем інформаційного забезпечення диспетчерської служби. Представлений аналіз світового й вітчизняного досвіду побудови інформаційно-диспетчерських систем безпосередньо пов'язаний із корпоративними річковими інформаційними службами на внутрішніх водних шляхах.

У статті А.В. Ляшенка [5] розглянуто питання формування річкових інформаційних служб на річках України, що вони являють собою, яку роль вони мають відігравати в розбудові судноплавства на внутрішніх водних шляхах країни.

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є виявлення проблем, що стоять на шляху розвитку річкових інформаційних систем у напрямі підвищення безпеки судноплавства. РІС являє собою сукупність спеціальних споруд, технічних засобів, персоналу й організаційних заходів, які своєю чергою поділяються за призначенням, особливостями й діють із метою підвищення рівня безпеки й ефективності судноплавства, охорони життя на водних шляхах, захисту водного середовища й узбережжя, берегових і шельфових споруд.

Об'єкт дослідження: річкові інформаційні системи.

Предмет дослідження: концепція побудови річкової інформаційної служби.

Виклад основного матеріалу дослідження. У складі розвиненої структури РІС знаходяться Центри РІС, в яких обробляється та аналізується інформація, що надходить, приймаються управлінські рішення та здійснюється взаємодія із суднами, а також інформаційні радіотехнічні пости, де розташовують джерела інформації, та засоби зв'язку. З боку ефективності розташування Центрів РІС визначені такі категорії, пов'язані з призначенням та особливостями району дії, а також з офіційно оголошеними межами дії [6]:

- портові, діють на акваторіях портів, що обслуговуються, та на основних шляхах підходу до них;
- прибережні, здійснюють контроль за судноплавством у внутрішніх водах і прилеглий зоні з розташованими на ній транзитними шляхами руху суден, районами промислу морепродуктів і видобутку корисних копалин на шельфі;
- регіональні, 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 та персонал для обробки інформації. Обробка інформації повністю автоматизована й виконується комп'ютерами загального або спеціального призначення. У результаті обробки інформації формується картина судноплавної обстановки, яка зображується на ситуаційних дисплеях [7; 8].

Інформаційні радіотехнічні пости мають обслуговчий персонал. У деяких випадках вони дистанційно керовані. Призначення таких пунктів зводиться до забезпечення центрів РІС інформацією про навігаційну обстановку в районі певної дії. Іншими словами, за основу береться деякий простір ситуацій. Опис створених ситуацій містить стан зовнішнього середовища й внутрішній стан складної системи, за такої умови центр РІС, що характеризується рядом параметрів.

Ситуації утворюють деякі узагальнені стани, а дії Центрів РІС або зміни в зовнішньому середовищі приводять до зміни актуалізованих у момент часу станів. Серед узагальнених станів особливе значення має початковий стан і кінцевий, тобто цільові стани [9].

Керувальними 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 [10; 11].

У результаті проведених досліджень запропоновано концепцію з використання системи підтримки рішення судноводія під час проходження річкових вод. Це дозволить зменшити навантаження на судноводія та повністю перейти на автоматичну систему управління. 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 вдосконалення ринку транспортно-логістичних послуг регіону.

Для досягнення поставленої задачі є потреба врахувати характеристики обладнання, систему їх об'єднання в цілісну структуру для визначення можливості роботи системи в автономному режимі.

На обраній моделі з метою усереднення та зменшення помилок у даних, що вказують на місце, де знаходиться судно, є можливість визначення концепції структури річкової інформаційної системи.

Стає зрозумілим, що найважливіша роль відведена питанню зв'язків і комунікацій.

Отже, це характеристика щодо питання підтримки визначення координат метеорологічних станцій, що діють автоматично й мають пункти регулювання та контролю, подання інформаційних даних кожній зацікавленій стороні за допомогою наявних каналів зв'язку.

Проведена робота під час досліджень показала, що для того, щоб започаткувати диференціальну підсистему, яка забезпечувала б сприятливе радіонавігаційне поле на територіях водних річкових систем, із боку економіки найбільш виправданим є застосування локальних диференціальних підсистем (далі – ЛДПС).

Проведена робота довела: щоб створити диференціальні підсистеми, які б забезпечили досить високоточні радіонавігаційні поля на водному шляху, з економічного боку найвигіднішим було б експлуатування локальної, диференціальної підсистеми, що базувалася б на контрольній станції, яка вносить поправки в діапазон частоти морської радіомаякової служби на загальноприйнятих частотах, а саме від 283,5 до 325 кГц.

Важливою специфікою вибору найкращого варіанту топології такого поля є вивчення функціональної сталості радіоканалів контрольних станцій.

У такому випадку вивчено проблематику робочої стійкості характеристик радіоканалів контрольних станцій. Робоча стійкість річкових інформаційних

систем – це можливість підтримки основних експлуатаційних характеристик у поданих параметрах у разі варіантів непередбачених параметрів, що показують сигнали й визначають перешкоди.

Парадигма оцінки робочої витримки під час впливу перешкод є основою вірогідності похибки елементного цифрового сповіщення сигналів.

Методологія оцінки функціональної стійкості під час дії взаємних перешкод базується на дослідженні вірогідності помилки поелементного прийому цифрового сигналу. У разі некогерентного прийому фазоманіпульованих (далі – ФМ) сигналів і взаємних перешкод, для випадку незавмираючого сигналу, що завмирає згідно із законом Релея, перешкода, вірогідність помилки поелементного прийому цифрового повідомлення визначатиметься вираженням [5]:

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

де h^2 , h_p^2 – енергетика сигналу й k -ої перешкоди відповідно; g_p^2 – нормований коефіцієнт взаємної відмінності (далі – КВВ) сигналу й перешкоди в частотно-тимчасовій області.

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

$$p = F(Q, Q_n, Q_{сп}),$$

де Q , Q_n – безліч варійованих параметрів сигналу й перешкод; $Q_{сп}$ – безліч КВВ сигналів і перешкод у частотно-тимчасовій області.

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

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

Відносний приріст помилки визначатиметься вираженням:

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

де n , m – число варійованих параметрів сигналу й перешкоди відповідно; k – число варійованих параметрів КВВ сигналу й перешкоди; S_{q_i} – множина коефіцієнтів відносної чутливості, визначуваних вираженням:

$$S_1 \approx \frac{\frac{\Delta p}{p}}{\frac{\Delta q}{q}}, I \in \{n + m + k\}.$$

Відносний приріст вірогідності помилки й визначає кількісне вираження чутливості характеристики завадостійкості. Вираз встановлює зв'язок між функціональною стійкістю інформаційних систем і чутливістю їхніх характеристик завадостійкості. Отже, коефіцієнти відносної чутливості S можна розглядати як кількісну міру функціональної стійкості інформаційних систем.

Водночас коефіцієнти відносної чутливості виду:

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

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

$$S_{g_i} = \frac{\frac{\Delta p}{p}}{\frac{\Delta g_i^2}{g^2}}, i = 1, 2, \dots, k -$$

варіаційно-функціональної.

За наявності взаємних перешкод від сусідніх ККС параметрів, що визначають варіаційно-параметричну стійкість підсистеми й варійовані з метою оптимізації топології поля ДП, існує енергетика сигналу, залежна від потужності передавача, й енергетика похибок, залежна від розташування джерела перешкоди й потужності її передавача. Тоді p і t у вираженні дорівнюють одиниці.

КВВ у формулі визначатиметься вираженням [8]:

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

де Ω — розлад частоти сигналу, що несуть перешкоди.

Тоді k у виразі також дорівнюватиме одиниці, тобто єдиним варійованим параметром буде Ω .

У результаті розгляду функціональної стійкості характеристики дальності контрольних станцій отримаємо такі дані. Найбільшу відстань дії контрольної станції R_{max} у напрямі азимуту визначимо у співвідношенні:

$$R_{max} = arg \left\{ P_{out} (h^2, h_n^2, g_0^2) = p_{reg} \right\}, \quad (1)$$

де p_{reg} — необхідна імовірність похибки елементного надходження повідомлення.

Для випадку «незавмираючий сигнал – перешкода», що завмирає за релеєвським законом, залежність R_{max} від p_{reg} у разі некогерентного прийому ФМ сигналів може бути отримана в зрозумілому виді. Енергетика сигналу або взаємної перешкоди визначається вираженням:

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

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

Потужність в точці прийому визначається виразом:

$$P = \frac{E^2 l_d^2}{\dot{A}},$$

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

Напруженість поля визначається формулою:

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

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 електропередачі (далі – ЛЕП) і перешкоди від контактної мережі електро-транспортів. У смузі частот, виділених ЛДПС, спектральна щільність цих перешкод практично постійна, і їх можна розглядати як білий шум гауса. Тоді для енергетики сигналу отримаємо:

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

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

$$p_{reg} = 0.5 \exp \left[-B \frac{P_{nep}}{R_{max}^2 [v^2 + v_n^2(r)]} w(R)^2 \frac{1}{(2 + h_n^2 g_0^2)} \right],$$

$$B = \frac{0,09 l_d T}{\dot{A}}.$$

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

$$p_{reg} = 0.5 \exp \left[-B \frac{P_{nep}}{R_{max}^2 [v^2 + v_n^2(r)]} \frac{1}{(2 + h_n^2 g_0^2)} \right].$$

Тепер залежність R_{max} від p_{reg} може бути виражена в такому вигляді:

$$R_{\max(\kappa M)} = \left[\frac{BP_{nep}}{\ln(2p_{reg})} \frac{1}{[v^2 + v_n^2(r)] (2 + h_n^2 g_0^2)} \right].$$

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

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

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

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

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

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

Проаналізувавши варіантно-параметральну витримку радіолокаторів контрольних станцій у будь-якій із визначених зон відповідності способом дослідження чутливості зони дії контрольних систем до варіантів відповідного параметру зустрічної та індустріальної перешкоди, отримуємо такі визначення.

Припустимо, що, якщо потужність всіх передавачів складає 400 Вт і зміні варіантів не підлягає, то:

– необхідна вірогідність похибки елементного отримання повідомлення p_{reg} складає 10^{-4} ;

– тривалість шляху сигналу до його отримання адресатом $T = 0,01$ с;

– щільність білого шуму $v^2 = 10^{-10}$ Вт.

Підставляючи вирази у формулу, отримуємо:

$$S_{h_n} = \frac{\partial R_{max}}{\partial h_n} \frac{h_n}{R_{\max(\kappa M)}} = -0,5 \frac{h_n g_0^2}{2 + h_n^2 g_0^2}. \quad (2)$$

Виразом 2 описується і коефіцієнт S_g .

Тобто, матимемо:

$$S_v = -0,5 \frac{v_n^2}{v^2 + v_n^2}.$$

Зробимо висновки, що коефіцієнт відносної чутливості S_{hp} визначається завдяки варіюванню енергетичної взаємної перешкоди в разі різних визначених контрольних значень нормованого комплексу вимірювального роторного, а коефіцієнт S_g – шляхом зміни нормованого КВВ у разі різних визначених значень енергетики перешкоди.

А коефіцієнт S_v розраховується в разі визначення спектральної щільності потужності індустріальної перешкоди.

В основу концепції такої модернізації, як системоутворювальний компонент, вкладена ідея єдиного інформаційного простору, що відповідає сучасним тенденціям оперативного управління динамічними системами в турбулентному, зовнішньому оточенні. Основне призначення запропонованої модернізації полягає в забезпеченні безпеки, зниженні ризиків, пов'язаних із безпекою, а також за необхідності ліквідації наслідків порушення безпеки судноплавства на основі оперативної та певної інформації про місце знаходження судна і його технічні можливості.

Висновки й перспективи подальших досліджень у напрямі. На підставі проведеного аналізу проблеми можливо сформулювати важливий висновок. Проблем вдосконалення РІС досить багато, але виділені об'єднує те, що в умовах модернізації інфраструктури річкової галузі необхідно принципово змінити підходи до розв'язання актуальних завдань покращення використання РІС.

У результаті досліджень визначено параметри обладнання та принцип їх взаємодії в одній структурі річкової інформаційної системи для роботи в режимі автономії. Зроблено визначення концепції побудови річкової інформаційної служби на основах параметрів моделі середніх значень і зменшень помилок під час процесу визначення місця знаходження суден.

Експлуатація такої річкової інформаційної системи на внутрішніх водних шляхах шляхом вдосконалення подальших запропонованих розробок з уточнювальними параметрами дасть можливість знизити вплив людського чинника й зменшити варіативність помилок в управлінні судном, підвищить безпеку руху судна та його експлуатацію, що запропонує збільшення економічних показників суднової транспортної галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гладких И.И. Разработка стандарта электронного обмена информацией для судов на внутренних водных путях Украины. *Сборник научных трудов ОНМА: Судовождение*. 2006. Вып. 11. С. 42–51. URL: http://mail.onma.edu.ua/index.php?nauka-sv_ru#issues (дата звернення: 01.12.2020).
2. Миусов С.М. Синтез и отображение информационной структуры текущей навигационной ситуации. *Сборник научных трудов ОНМА: Судовождение*. 2006. Вып. 11. С. 87–91. URL: http://mail.onma.edu.ua/index.php?nauka-sv_ru#issues (дата звернення: 03.12.2020).
3. Вильский Г.Б., Мальцев А.С., Бездольный В.В., Гончаров Е.И. Навигационная безопасность при лоцманской проводке судов : журнал лоцманской проводки. Одесса-Николаев : Фенікс, 2007. 456 с.

4. Бояров А.В. Исследование информационного обеспечения систем диспетчерской службы речных автоматизированных систем управления движением судов : дис. ... канд. тех. наук : 05.13.06. Санкт-Петербург : СПГУВК, 2005. 195 с.
5. Ляшенко А.В. РИС в помощь судоходству на Днестре. *Порты Украины*. 2012. Вып. 5 (117). С.64–66.
6. Транспортна стратегія України на період 2020 року // Міністерство інфраструктури України. Київ, 2011. 64 с. URL: https://mtu.gov.ua/files/transport_strategy_ua.pdf. (дата звернення: 24.11.2020).
7. Шевченко М.А. Maersk: логистическое решение «под ключ». *Порты Украины*. 2019. Вып. 6 (188). С. 36–37.
8. Котлубай А.М. Проблемы теории и практики развития морского транспорта Украины. Одесса : ИПРиЭЭИ НАН Украины, 2011. 268 с.
9. Sotnichenko L., Solokha D., Bessonova S. Justification of business entities development based on innovate principles. *Academy of Strategic Management Journal*. 2018. Volume 17. Issue 5. URL: <https://www.abacademies.org/articles/justification-of-business-entities-development-based-on-innovative-principles-7553.html>.
10. Колегаев І.М. Принципи конкурентного розвитку спеціалізованого судноплавства глобальної морської індустрії : монографія. Одеса : Вид-во НУ «ОМА», 2017. 332 с.
11. Danube region strategy. Mobility waterways. URL: <http://www.danube-navigation.eu> (дата звернення: 15.11.2020).

REFERENCES

1. Hladkykh Y.Y. (2006). Development of a standard for electronic exchange of information for ships on the inland waterways of Ukraine [Razrabotka standartov elektronnoy obmena informatsionnoy dlya sudov na vnutrennikh vodnykh putiyah Ukrainy], *Collection of scientific works ONMA : Navigation, 11*, 42–51. Retrieved from http://mail.onma.edu.ua/index.php?nauka-sv_ru#issues [in Russian].
2. Myusov S.M. (2006). Synthesis and display of the information structure of the current navigation situation [Sintez i otobrazhenie informatsionnoy struktury tekushchei navigatsionnoy situatsii] *Collection of scientific works ONMA: Navigation, 11*, 87–91. Retrieved from http://mail.onma.edu.ua/index.php?nauka-sv_ru#issues. [in Russian].
3. Vilsky G.B., Maltsev A.S., Bezdolny V.V. & Goncharov E.I. (2007). Navigational safety in pilotage of ships. [Navigatsionnaya bezopasnost pri lotemanskoj provodke sudov]. *Journal of pilotage*. Odessa-Nikolaev : Fenix. 456 p. [in Russian].
4. Boyarov A.V. (2005). *Research of information support of dispatching service systems of river automated ship traffic control systems* (Doctoral dissertation) [Issledovanie informatsionnogo obespecheniya sistem dispetcherskoj sluzhby rechnykh avtomatizirovannykh sistem upravleniya dvizheniem sudov]. Petersburg, 195 p. [in Russian].

5. Lyashenko A.V. (2012). RIS to help navigation on the Dnieper [RIS pomoshch sudokhodstvu na Dnepre]. *Ports of Ukraine. Issue. 5*, (117), 64–66. [in Russian].
6. Transportna stratehiya Ukrayiny na period 2020 roku [Ukraine’s transport strategy for the period 2020] (2011). Kyiv : Ministerstvo infrastruktury Ukrayiny, 64 [in Ukrainian].
7. Shevchenko M. (2019). Maersk: Turnkey Logistics Solution. [Maersk: logisticheskoe reshenie “pod kliuch”]. *Ports of Ukraine. Issue. 6*, (188), 36-37. [in Russian].
8. Kotlubay A.M. (2011). Problems of theory and practice of development of sea transport in Ukraine [Problemy teorii i praktiki razvitiia morskogo transporta Ukrainy]. *Odessa: IPRIEI NAS of Ukraine*, 268 p. [in Russian]
9. Sotnichenko, L. Solokha, D. & Bessonova, S. (2018). Justification of business entities development based on innovate principles. *Academy of Strategic Management Journal*, 17 (5). Received from <https://www.abacademies.org/articles/justification-of-business-entities-development-based-on-innovative-principles-7553.html>.
10. Kolegaev I.M. (2017). Principles of competitive development of special shipbuilding of the global maritime industry [Printcipi konkurentnogo rozvitku spetsializovanogo sudnoplavstva globalnoï morskoiï industriï]. *Monograph*. Odessa : View of NU “OMA”, 332 p. [in Russian].
11. Danube region strategy. Mobility waterways [electronic resource]. Retrieved from <http://www.danube-navigation.eu>.