

© Долинська Н.Б., Калініченко Є.В.

МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВІГАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА ВНУТРІШНІХ ВОДНИХ ШЛЯХАХ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕЛЕМАТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті розглянуто проблему забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах України в умовах зростаючої інтенсивності судноплавства та динамічних змін навігаційної обстановки. Обмежені габарити фарватеру, змінні гідрологічні та метеорологічні умови, а також значний вплив людського фактора зумовлюють необхідність переходу від традиційних реактивних підходів до проактивних методів управління навігаційною безпекою. Метою дослідження є розробка методу забезпечення навігаційної безпеки на основі інтелектуальних телематичних технологій, спрямованого на зниження рівня навігаційних ризиків, підвищення обґрунтованості навігаційних рішень і мінімізацію впливу людського фактора. Запропонований метод базується на системному підході та інтеграції телематичних даних із судових і берегових джерел, зокрема систем автоматичної ідентифікації суден, річкових інформаційних служб, електронних навігаційних карт і гідрометеорологічної інформації. Метод реалізовано у вигляді адаптивного циклу, що включає формування системної моделі навігаційної ситуації, ідентифікацію навігаційних загроз, багатофакторну оцінку рівня навігаційної небезпеки, прогнозування розвитку ситуації та формування рекомендацій для підтримки прийняття рішень у реальному часі. На відміну від існуючих підходів, які здебільшого мають реактивний характер і зосереджені на аналізі окремих параметрів навігації, розроблений метод забезпечує інтегроване та проактивне управління навігаційними ризиками з урахуванням специфіки внутрішніх водних шляхів України. Практичне застосування запропонованого методу створює передумови для підвищення рівня навігаційної безпеки, зниження аварійності та вдосконалення систем управління судноплавством на внутрішніх водних шляхах.

Ключові слова: навігаційна безпека, внутрішні водні шляхи, інтелектуальні телематичні технології, метод забезпечення безпеки, підтримка прийняття рішень.

Постановка проблеми. Внутрішні водні шляхи України є важливою складовою національної транспортної системи, що забезпечує перевезення вантажів і пасажирів за умов обмежених габаритів судноплавного простору, змінних гідрологічних і метеорологічних умов, а також зростаючої інтенсивності руху суден. За таких умов забезпечення належного рівня навігаційної безпеки набуває особливої актуальності, оскільки навігаційні інциденти на внутрішніх водних шляхах, зокрема зіткнення, посадки на мілину та порушення режимів руху, призводять до значних економічних втрат, загроз життю людей і негативного впливу на довкілля.

Традиційні підходи до забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах здебільшого базуються на використанні окремих технічних засобів навігації та досвіді судноводія, що обмежує можливості комплексного аналізу навігаційної ситуації та своєчасного реагування на її зміни. Фрагментарність інформації, відсутність інтеграції даних із різнорідних джерел і значний вплив людського фактора знижують ефективність прийняття навігаційних рішень, особливо в умовах динамічного розвитку навігаційної обстановки.

Сучасний розвиток інтелектуальних телематичних технологій, зокрема систем автоматичної ідентифікації суден, річкових інформаційних служб, електронних навігаційних карт та засобів інтелектуальної обробки даних, створює передумови для переходу до нових підходів управління навігаційною безпекою. Водночас наявні наукові та прикладні рішення переважно зосереджені на окремих аспектах моніторингу або оцінювання ризиків і не забезпечують формування цілісного методу, орієнтованого на інтегровану оцінку навігаційної ситуації, прогнозування розвитку небезпечних умов і підтримку прийняття рішень у реальному часі.

Таким чином, наукова проблема полягає у відсутності адаптованого до умов внутрішніх водних шляхів України методу забезпечення навігаційної безпеки, який би поєднував системний підхід, інтелектуальні телематичні технології та механізми проактивного управління навігаційними ризиками. Розв'язання цієї проблеми є необхідною умовою підвищення рівня безпеки судноплавства, зниження аварійності та забезпечення сталого розвитку внутрішнього водного транспорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах активно досліджується у наукових роботах, присвячених застосуванню системного аналізу, електронних навігаційних карт, телематичних технологій та інтелектуальних методів підтримки прийняття рішень. Значна частина досліджень спрямована на формування інструментальних підходів до інтегрованої оцінки навігаційної ситуації та зниження рівня навігаційних ризиків.

У роботі [1] розроблено методологію системного аналізу для впровадження інструментального навігаційного методу на внутрішніх водних шляхах України з використанням електронних картографічних систем та алгоритмів функціональної стійкості. Запропонований підхід забезпечує інтегровану оцінку навігаційної ситуації та підтримку прийняття рішень у реальному часі, що підтверджує доцільність використання системного підходу для підвищення навігаційної безпеки. Застосування телематичних технологій для підвищення безпеки внутрішньої навігації розглянуто в роботі [2], де запропоновано використання автономних інформаційних систем і мобільних застосунків для оперативного реагування на надзвичайні ситуації. Математичний апарат дослідження базується на марковських процесах, що дозволяє оцінювати ймовірнісні сценарії розвитку небезпечних подій, однак не формує цілісного методу управління навігаційною безпекою. У дослідженні [3] розглянуто можливості впровадження e-Navigation на внутрішніх водних шляхах України шляхом оцінювання поточної навігаційної інформації, визначення ключових компонентів навігаційних систем і розробки технічних рекомендацій щодо зниження аварійності. Робота має практичну спрямованість, проте зосереджується переважно на рівні системних рішень без формалізації інтегрованого методу управління ризиками. Проблема відсутності комплексного методичного забезпечення управління навігаційною безпекою в Україні підкреслюється в роботі [4], де запропоновано створення системи управління безпекою судноплавства. Автори зазначають перспективність інтеграції інтелектуальних інформаційних технологій для підтримки прийняття рішень і прогнозування ризиків, однак запропоновані підходи мають концептуальний характер. Методологія системного аналізу з використанням океанографічних досліджень та електронних навігаційних карт для забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах України представлена в роботі [5]. Запропонований підхід забезпечує інтегровану оцінку та прогнозування навігаційних ризиків і підтверджений експериментальними результатами, що свідчить про його наукову та практичну цінність.

У роботі [6] запропоновано гібридну систему підтримки прийняття рішень на основі поєднання детермінованих і нечітких моделей, яка дозволяє інтегрувати експертні рішення з математичними методами оцінювання безпеки. Подібний підхід є перспективним для застосування на внутрішніх водних шляхах, однак потребує адаптації до специфіки телематичних навігаційних систем. Автоматизовані системи управління навігаційною безпекою з використанням нечіткого виведення розглянуто в роботі [7], де оцінювання ризиків поєднується з аналізом дій судноводія та підтримкою прийняття рішень у реальному часі. Такі рішення є важливими з точки зору мінімізації впливу людського фактора. У дослідженні [8] показано ключову роль високоточного позиціонування, прецизійних PNT-даних і розвитку AIS-комунікацій для підвищення безпеки навігації на внутрішніх водних шляхах, що створює технологічне підґрунтя для реалізації інтелектуальних телематичних методів у реальному часі. Інтелектуальні методи обробки геопросторових даних та оцінювання екологічних ризиків, представлені в роботах Кусуля та співавторів [9], демонструють можливості інтеграції різномірних даних і моніторингу складних систем, що може бути адаптовано для задач навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах. Водночас дослідження, присвячені впровадженню інноваційних технологій для оцінювання та прогнозування стану автомобільних шляхів України [10], хоча й демонструють ефективні підходи до управління транспортною інфраструктурою, безпосередньо

не орієнтовані на проблеми навігаційної безпеки внутрішніх водних шляхів і потребують суттєвої адаптації.

Таким чином, аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про наявність значного наукового доробку у сфері навігаційної безпеки, телематичних технологій та інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Водночас відсутній цілісний метод забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах України, який би поєднував системний підхід, інтегровану телематичну інформацію, багатофакторну оцінку ризиків і прогнозування розвитку навігаційної ситуації в реальному часі, що й зумовлює актуальність даного дослідження.

Мета дослідження полягає у розробленні методу забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах України на основі інтелектуальних телематичних технологій, спрямованого на зниження рівня навігаційних ризиків, підвищення обґрунтованості навігаційних рішень та мінімізацію впливу людського фактора шляхом інтегрованої оцінки навігаційної ситуації, прогнозування розвитку навігаційних ризиків і формування рекомендацій у реальному часі з урахуванням специфіки внутрішніх водних шляхів.

Основні результати дослідження. Основним результатом проведеного дослідження є розроблення методу забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах України на основі інтелектуальних телематичних технологій. Запропонований метод орієнтований на інтегровану обробку навігаційної інформації з різнорідних судових і берегових джерел, багатофакторне оцінювання навігаційної ситуації та підтримку прийняття управлінських рішень у реальному часі.

Метод реалізовано у вигляді логічно впорядкованої послідовності етапів, що утворюють адаптивний цикл управління навігаційною безпекою. Такий підхід забезпечує узгодження процесів збору, аналізу та прогнозування навігаційних даних із формуванням рекомендацій, спрямованих на зниження рівня навігаційних ризиків з урахуванням специфіки внутрішніх водних шляхів. Логічна схема методу забезпечення навігаційної безпеки зображена на рис. 1.

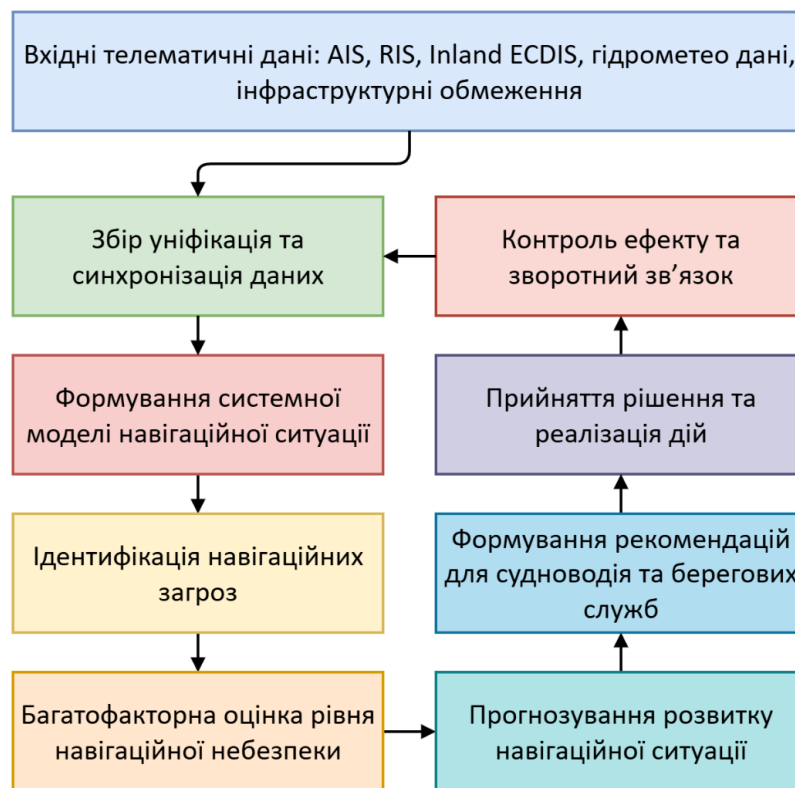


Рисунок 1 – Логічна схема методу забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах України на основі інтелектуальних телематичних технологій

Наведена на рис. 1 зображена логічна схема методу забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах України на основі інтелектуальних телематичних технологій характеризує реалізацію методу як адаптивного циклу, у межах якого телематичні дані з суднових і берегових джерел збираються, уніфікуються та синхронізуються з подальшим формуванням системної моделі навігаційної ситуації. Далі виконується ідентифікація навігаційних загроз і багатофакторна оцінка рівня навігаційної небезпеки, після чого здійснюється прогнозування розвитку ситуації та генеруються рекомендації для судноводія і берегових служб управління рухом. Наявність контуру зворотного зв'язку забезпечує уточнення параметрів оцінювання та адаптацію методу до змін навігаційної обстановки в реальному часі.

Системний підхід до забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах України на основі інтелектуальних телематичних технологій

Забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах України потребує застосування системного підходу, який дозволяє враховувати багатофакторний характер навігаційної обстановки, динаміку її змін та взаємодію між технічними, природними й організаційними складовими судноплавства. У межах проведеного дослідження навігаційна безпека розглядається не як сукупність окремих заходів або технічних засобів, а як результат функціонування інтегрованої системи, що базується на використанні інтелектуальних телематичних технологій.

Запропонований системний підхід передбачає формування єдиного інформаційного простору навігаційної безпеки, у якому поєднуються дані про навігаційне середовище, параметри руху суден та обмеження, пов'язані з інфраструктурою внутрішніх водних шляхів. Основу такого підходу становить інтеграція телематичних засобів збору й передачі інформації (AIS, RIS, електронні навігаційні карти, гідрометеорологічні сервіси) з аналітичними модулями обробки даних і підтримки прийняття рішень.

У структурі системного підходу виділено три взаємопов'язані підсистеми. Перша підсистема характеризує навігаційне середовище та включає гідрологічні, метеорологічні й гідрографічні параметри, що визначають умови судноплавства на конкретній ділянці внутрішнього водного шляху. Друга підсистема відображає стан і рух суден, зокрема їхні просторово-часові параметри, навігаційний статус, швидкісні режими та взаємне розташування в потоці. Третя підсистема охоплює інформаційно-аналітичні засоби, які забезпечують обробку телематичних даних, ідентифікацію навігаційних загроз та формування інтегральної оцінки рівня навігаційної небезпеки.

Інтелектуальні телематичні технології в межах запропонованого підходу виконують роль інтеграційного ядра системи, забезпечуючи синхронізацію різномірних даних, їх просторово-часову узгодженість та адаптацію до змін навігаційної ситуації. Це дозволяє перейти від фрагментарного моніторингу окремих параметрів до комплексного аналізу навігаційної обстановки в реальному часі.

Важливою особливістю системного підходу є врахування часової структури процесу навігації. Оцінювання навігаційної безпеки здійснюється одночасно на кількох часових рівнях: поточному, що відображає фактичний стан обстановки; короткостроковому, орієнтованому на підтримку маневрування та уникнення небезпечних ситуацій; а також прогнозованому, який дозволяє передбачати розвиток навігаційних ризиків у найближчій перспективі. Така багаторівнева оцінка створює передумови для переходу від реактивного реагування на загрози до проактивного управління навігаційною безпекою.

Запропонований системний підхід забезпечує методологічну основу для подальшого синтезу системи забезпечення навігаційної безпеки, оскільки дозволяє формалізувати взаємодію між елементами навігаційного процесу та визначити місце інтелектуальних телематичних технологій у структурі методу. Це, у свою чергу, створює умови для розробки адаптивного методу управління навігаційними ризиками, орієнтованого на специфіку внутрішніх водних шляхів України.

Синтез системи забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах України

Синтез системи забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах України здійснюється на основі запропонованого системного підходу та передбачає формалізацію послідовності дій, спрямованих на ідентифікацію, оцінювання та зниження навігаційних ризиків у реальному часі. У межах дослідження синтез системи розглядається як процес перетворення різномірних телематичних даних у керовані інформаційні та аналітичні результати, що безпосередньо підтримують прийняття навігаційних рішень.

Запропонована система реалізує метод забезпечення навігаційної безпеки у вигляді послідовного адаптивного циклу, який включає декілька взаємопов'язаних етапів. На першому етапі здійснюється збір і уніфікація телематичної навігаційної інформації, що надходить із суднових та берегових джерел. До таких джерел належать системи автоматичної ідентифікації суден, річкові інформаційні служби, електронні навігаційні карти, а також гідрометеорологічні та інфраструктурні інформаційні ресурси. Уніфікація даних забезпечує їх просторово-часову узгодженість та формування єдиного інформаційного потоку.

Другий етап передбачає формування актуальної моделі навігаційної ситуації для конкретної ділянки внутрішнього водного шляху. На цьому етапі виконується інтеграція параметрів навігаційного середовища, характеристик руху суден та наявних обмежень інфраструктури. Сформована модель відображає не лише поточний стан навігаційної обстановки, але й взаємодію між окремими факторами, що впливають на рівень безпеки судноплавства.

На третьому етапі здійснюється ідентифікація навігаційних загроз, які можуть призвести до виникнення небезпечних або аварійних ситуацій. До таких загроз належать ризики зіткнення суден, посадки на мілину, порушення габаритних обмежень, вплив несприятливих гідрометеорологічних умов та перевищення допустимої інтенсивності руху. Особливістю запропонованого підходу є те, що ідентифікація загроз базується на комплексному аналізі сукупності факторів, а не на контролі окремих параметрів.

Четвертий етап полягає у багатофакторному оцінюванні рівня навігаційної небезпеки. Для цього використовується інтеграція ідентифікованих ризиків з урахуванням їх відносної вагомості та динаміки зміни навігаційної ситуації. Результатом є формування інтегрального показника рівня навігаційної небезпеки, який дозволяє класифікувати стан судноплавства як допустимий, підвищений або критичний. Така оцінка забезпечує об'єктивну основу для прийняття подальших управлінських рішень.

П'ятий етап синтезованої системи пов'язаний із прогнозуванням розвитку навігаційної ситуації на короткострокову перспективу. Застосування інтелектуальних алгоритмів аналізу даних дозволяє враховувати тенденції зміни параметрів руху суден і навігаційного середовища, а також оцінювати ймовірність переходу навігаційної ситуації у небезпечний стан. Прогнозний компонент є ключовим елементом методу, оскільки забезпечує можливість проактивного управління навігаційною безпекою.

На завершальному етапі здійснюється формування рекомендацій щодо управління навігаційною безпекою. Залежно від рівня небезпеки та прогнозу розвитку ситуації система генерує рекомендації для судноводія або берегових служб управління рухом, зокрема щодо коригування швидкісного режиму, зміни траєкторії руху, вибору альтернативного маршруту або посилення контролю за рухом суден. Реалізація зворотного зв'язку забезпечує адаптацію параметрів оцінювання та підвищує стійкість методу до змін навігаційної обстановки.

Запропонований синтез системи забезпечення навігаційної безпеки дозволяє реалізувати цілісний метод управління навігаційними ризиками на внутрішніх водних шляхах України. Його особливістю є поєднання системного аналізу, інтелектуальних телематичних технологій і прогнозних механізмів, що створює умови для підвищення рівня безпеки судноплавства та зниження впливу людського фактору на процес прийняття навігаційних рішень.

Висновки. У результаті проведеного дослідження розроблено метод забезпечення навігаційної безпеки на внутрішніх водних шляхах України на основі інтелектуальних телематичних технологій, який орієнтований на інтегроване управління навігаційними ризиками з урахуванням специфіки внутрішніх водних шляхів. Метод забезпечує перехід від фрагментарного аналізу окремих навігаційних параметрів до цілісної оцінки навігаційної ситуації у реальному часі.

На відміну від існуючих підходів, які переважно зосереджені на оцінюванні окремих ризиків або функціонуванні окремих навігаційних систем, розроблений метод поєднує системний підхід, інтеграцію телематичних даних із різномірних суднових і берегових джерел та багатофакторну оцінку рівня навігаційної небезпеки в межах єдиного адаптивного циклу. Це дозволяє враховувати взаємодію навігаційного середовища, параметрів руху суден та інфраструктурних обмежень, що не реалізується у більшості відомих рішень.

Суттєвою відмінністю запропонованого методу є наявність прогнозного компонента, який забезпечує оцінювання можливого розвитку навігаційної ситуації на короткострокову перспективу. На відміну від реактивних підходів, що базуються на фіксації вже наявних небезпечних умов, розроблений метод орієнтований на проактивне управління навігаційною безпекою та своєчасне попередження виникнення критичних ситуацій.

Крім того, метод відрізняється реалізацією механізму зворотного зв'язку, що забезпечує адаптацію параметрів оцінювання до змін навігаційної обстановки та зменшує вплив людського фактора на процес прийняття навігаційних рішень. Це підвищує стійкість системи до динамічних змін умов судноплавства та сприяє підвищенню обґрунтованості управлінських рішень.

Практична значущість отриманих результатів полягає у можливості застосування запропонованого методу в судових навігаційних системах, річкових інформаційних службах та системах управління рухом суден на внутрішніх водних шляхах України. Запропонований метод може бути використаний як науково-методична основа для подальшого розвитку інтелектуальних систем навігаційної безпеки та впровадження сучасних телематичних рішень у внутрішньому водному транспорті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Panin, V. V., Doronin, V. V., & Aleynikov, V. M. (2018). APPLICATION OF THE SYSTEM ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF THE INSTRUMENTAL METHOD OF NAVIGATION ON INLAND WATERWAYS OF UKRAINE. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 0(2). <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2018-2-14>
2. Perzyński, T., & Lewiński, A. (2017). New Telematic Solutions for Improving Safety in Inland Navigation. In J. Mikulski (Ed.), *Smart Solutions in Today's Transport* (Vol. 715, pp. 70–81). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66251-0_6
3. Buravtsova, J. (2021). IMPLEMENTATION OF RIVER ELECTRONIC NAVIGATION SYSTEMS AND ONSHORE INFORMATION SERVICES ON THE INLAND WATERWAYS OF UKRAINE. *Shipping & Navigation*, 32(2), 10–17. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.10-17>
4. Kosharskaya, L., Makhurenko, G., & Postan, M. (2017). Application of the system approach to the development of the project of a safety management system for navigation in Ukraine. *Technology Audit and Production Reserves*, 4(2(36)), 29–36. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.109094>
5. Doronin, V. V., & Spiian, O. M. (2019). Application of system analysis of implementation of a multicomponent system of river e-navigation. *Oceanographic Journal (Problems, Methods and Facilities for Researches of the World Ocean)*, 1(12), 88–104. [https://doi.org/10.37629/2709-3972.1\(12\).2019.88-104](https://doi.org/10.37629/2709-3972.1(12).2019.88-104)
6. Miciuła, I., & Wojtaszek, H. (2019). Automatic Hazard Identification Information System (AHIS) for decision support in inland waterway navigation. *Procedia Computer Science*, 159, 2313–2323. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.406>
7. Грицук, І., Носов, П., Пономарьова, В., & Дягилева, О. (2023). REDUCTION OF NAVIGATION RISKS BY USING FUZZY LOGIC TO AUTOMATE CONTROL PROCESSES UNDER UNCERTAINTY. *Наука і Техніка Сьогодні*, 6(20). [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-6\(20\)-8-22](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-6(20)-8-22)
8. Hesselbarth, A., Medina, D., Ziebold, R., Sandler, M., Hoppe, M., & Uhlemann, M. (2020). Enabling Assistance Functions for the Safe Navigation of Inland Waterways. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 12(3), 123–135. <https://doi.org/10.1109/MITS.2020.2994103>
9. Kussul, N., Skakun, S., & Kravchenko, O. (2011). Environmental Risk Assessment Using Geospatial Data and Intelligent Methods. *International Journal "Information Technologies & Knowledge"*, 5(2), 129–141.
10. National University of Transport, Kyiv, Ukraine, & Koncha, P. (2025). ADAPTING INNOVATIVE ASSESSMENT AND FORECASTING METHODS FOR HIGHWAYS IN UKRAINE. *Modern Science*, 176. <https://doi.org/10.62204/2336-498X-2025-1-1>

REFERENCES

1. Panin, V. V., Doronin, V. V., & Aleynikov, V. M. (2018). APPLICATION OF THE SYSTEM ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF THE INSTRUMENTAL METHOD OF NAVIGATION ON INLAND WATERWAYS OF UKRAINE. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 0(2). <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2018-2-14>

2. Perzyński, T., & Lewiński, A. (2017). New Telematic Solutions for Improving Safety in Inland Navigation. In J. Mikulski (Ed.), *Smart Solutions in Today's Transport* (Vol. 715, pp. 70–81). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66251-0_6
3. Buravtsova, J. (2021). IMPLEMENTATION OF RIVER ELECTRONIC NAVIGATION SYSTEMS AND ONSHORE INFORMATION SERVICES ON THE INLAND WATERWAYS OF UKRAINE. *Shipping & Navigation*, 32(2), 10–17. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.10-17>
4. Kosharskaya, L., Makhurenko, G., & Postan, M. (2017). Application of the system approach to the development of the project of a safety management system for navigation in Ukraine. *Technology Audit and Production Reserves*, 4(2(36)), 29–36. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.109094>
5. Doronin, V. V., & Spiiian, O. M. (2019). Application of system analysis of implementation of a multicomponent system of river e-navigation. *Oceanographic Journal (Problems, Methods and Facilities for Researches of the World Ocean)*, 1(12), 88–104. [https://doi.org/10.37629/2709-3972.1\(12\).2019.88-104](https://doi.org/10.37629/2709-3972.1(12).2019.88-104)
6. Miciuła, I., & Wojtaszek, H. (2019). Automatic Hazard Identification Information System (AHIIS) for decision support in inland waterway navigation. *Procedia Computer Science*, 159, 2313–2323. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.406>
7. Gritsuk, I., Nosov, P., Ponomaryova, V., & Dyagileva, O. (2023). REDUCTION OF NAVIGATION RISKS BY USING FUZZY LOGIC TO AUTOMATE CONTROL PROCESSES UNDER UNCERTAINTY. *Science and Technology Today*, 6(20). [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-6\(20\)-8-22](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-6(20)-8-22)
8. Hesselbarth, A., Medina, D., Ziebold, R., Sandler, M., Hoppe, M., & Uhlemann, M. (2020). Enabling Assistance Functions for the Safe Navigation of Inland Waterways. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 12(3), 123–135. <https://doi.org/10.1109/MITS.2020.2994103>
9. Kussul, N., Skakun, S., & Kravchenko, O. (2011). Environmental Risk Assessment Using Geospatial Data and Intelligent Methods. *International Journal "Information Technologies & Knowledge,"* 5(2), 129–141.
10. National University of Transport, Kyiv, Ukraine, & Koncha, P. (2025). ADAPTING INNOVATIVE ASSESSMENT AND FORECASTING METHODS FOR HIGHWAYS IN UKRAINE. *Modern Science*, 176. <https://doi.org/10.62204/2336-498X-2025-1-1>

Dolynska N., Kalinichenko Y.

METHOD FOR ENSURING NAVIGATION SAFETY ON INLAND WATERWAYS OF UKRAINE BASED ON INTELLIGENT TELEMATIC TECHNOLOGIES

The article discusses the problem of ensuring navigational safety on Ukraine's inland waterways in the context of increasing shipping intensity and dynamic changes in the navigational situation. Limited fairway dimensions, variable hydrological and meteorological conditions, as well as the significant influence of the human factor necessitate a transition from traditional reactive approaches to proactive methods of navigational safety management. The aim of the study is to develop a method for ensuring navigational safety based on intelligent telematic technologies, aimed at reducing navigational risks, improving the validity of navigational decisions, and minimizing the influence of the human factor. The proposed method is based on a systematic approach and the integration of telematic data from ship and shore sources, in particular automatic ship identification systems, river information services, electronic navigation charts, and hydrometeorological information. The method is implemented in the form of an adaptive cycle, which includes the formation of a systemic model of the navigation situation, the identification of navigation threats, a multifactorial assessment of the level of navigation danger, forecasting the development of the situation, and the formation of recommendations to support real-time decision-making. Unlike existing approaches, which are mostly reactive and focused on the analysis of individual navigation parameters, the developed method provides integrated and proactive management of navigation risks, considering the specifics of Ukraine's inland waterways. The practical application of the proposed method creates the conditions for improving navigation safety, reducing accidents, and improving navigation management systems on inland waterways.

Keywords: navigation safety, inland waterways, intelligent telematics technologies, safety assurance method, decision support.

Стаття прийнята 20.10.2025