

Автомобільний, річковий, морський та авіаційний транспорт

УДК 629.123

doi: 10.26906/SUNZ.2022.4.004

О. В. Левченко

Державний університету інфраструктури та технологій, Київ, Україна

МЕТОД ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОЇ СИТУАЦІЇ ПІД ЧАС РУХУ СУДНА

Анотація. Сучасний рівень розвитку техніки та навігаційних систем дозволяє виконувати прогнозування розвитку навігаційної ситуації з високою точністю та виконувати моніторинг навігаційних об'єктів. Існуючі системи позиціонування дозволяють отримувати точні координати навігаційних об'єктів. Універсальна автоматична інформаційна система дає можливість передавати дані всім учасникам руху в режимі реального часу. За допомогою адаптивних моделей прогнозування можливий розрахунок траєкторій та визначення небезпеки небезпечного зближення, тому дане завдання є актуальним. У статті удосконалено метод оцінки та прогнозування навігаційної ситуації під час руху судна на основі адаптивної нечіткої ситуаційної мережі. Вона враховує параметри навігаційної ситуації, прогноз її розвитку та рівень комплексної безпеки руху судна в єдиній концепції e-Navigation, що дозволяє підвищити безпеку судноплавства. У роботі запропоновано нечітку ситуаційну мережу, що характеризується можливістю гнучкої зміни компонентів мережі у процесі їх побудови та використання. У статті застосовується теоретичний метод для дослідження проектів e-Навігації. Досліджується питання про стан та перспективи реалізації технології e-Навігації, яка є однією з основних ініціатив Міжнародної морської організації. Зазначається, що, незважаючи на впровадження інтегрованих системи ходового містка, навігаційні помилки внаслідок людського фактору є однією з головних причин морських аварій. Розглядається ініціатива, що передбачає створення цифрової інфраструктури на судовому та береговому сегментах, що забезпечує обмін даними та інтеграцію існуючих та нових навігаційних морських інструментів, що дозволить здійснити перехід навігаційної інформації у цифровий формат.

Ключові слова: судно, судноводій, навігаційна обстановка, навігаційні системи, e-Навігація, нечітка ситуаційна мережа.

Вступ

Інтегрована система ходового містка (Integrated Bridge System, IBS) – програмно-апаратний комплекс, в якому застосовано системний підхід до автоматизації процесів збирання, обробки, відображення інформації, до виконання функцій навігації, керування судном, радіозв'язку та забезпечення безпеки з метою досягнення максимальної ефективності вахти на містку кваліфікованим персоналом [1]. У рамках концепції e-Navigation [2] одним із завдань інтелектуалізації IBS є визначення таких параметрів управлінського впливу на судно, які, відповідно до інформаційної моделі стану навігаційної обстановки в системі "судноводій-судно-обстановка", приведуть його з початкової до кінцевої точки маршруту із заданим рівнем ефективності та безпеки. Тому до складу IBS необхідно включити підсистеми оцінки та прогнозування стану навігаційної обстановки на методах штучного інтелекту, методах підтримки прийняття рішень та теорії інформації. Загальна структура системи "судноводій-судно-обстановка" та місце системи e-Navigation та IBS наведено на рис. 1.

Судноводій для здійснення управлінського впливу на рух судна здійснює вирішення завдань, пов'язаних з їх моніторингом, аналізом та оцінкою навігаційної ситуації. Тому інтегровані системи ходового містка мають автоматизувати процеси:

– моніторингу інформації про навігаційну обстановку, що надходить від різномірних ДІ;

– оперативного відстеження єдиного інформаційного простору, в якому здійснюють діяльність інші судна та берегові служби;

– визначення комплексу факторів, що мають найбільший вплив на розвиток ситуації.

– контролю та управління судном на основі своєчасного прогнозу розвитку ситуації.

Процес прогнозування розвитку ситуації є невід'ємною частиною системи e-Navigation, що входить до складу інтегрованої системи ходового містка. Основними вирішуваними завданнями у процесі прогнозування розвитку ситуації є:

– прогнозування факторів обстановки;

– формування комплексних оцінок;

– виконання цільових прогнозних розрахунків з урахуванням різних параметрів;

– обґрунтування та оцінка досяжності цілей управлінського впливу.

Процес планування забезпечує оптимальний розподіл ресурсів для досягнення поставленої цілей управління судном.

Особливостями завдання створення систем оцінки навігаційної обстановки та прогнозування її розвитку є:

– неповнота та невизначеність вихідної інформації про склад та характер загроз;

– необхідність врахування великої кількості кількісних та якісних часових показників;

– неможливість застосування класичних методів оптимізації.

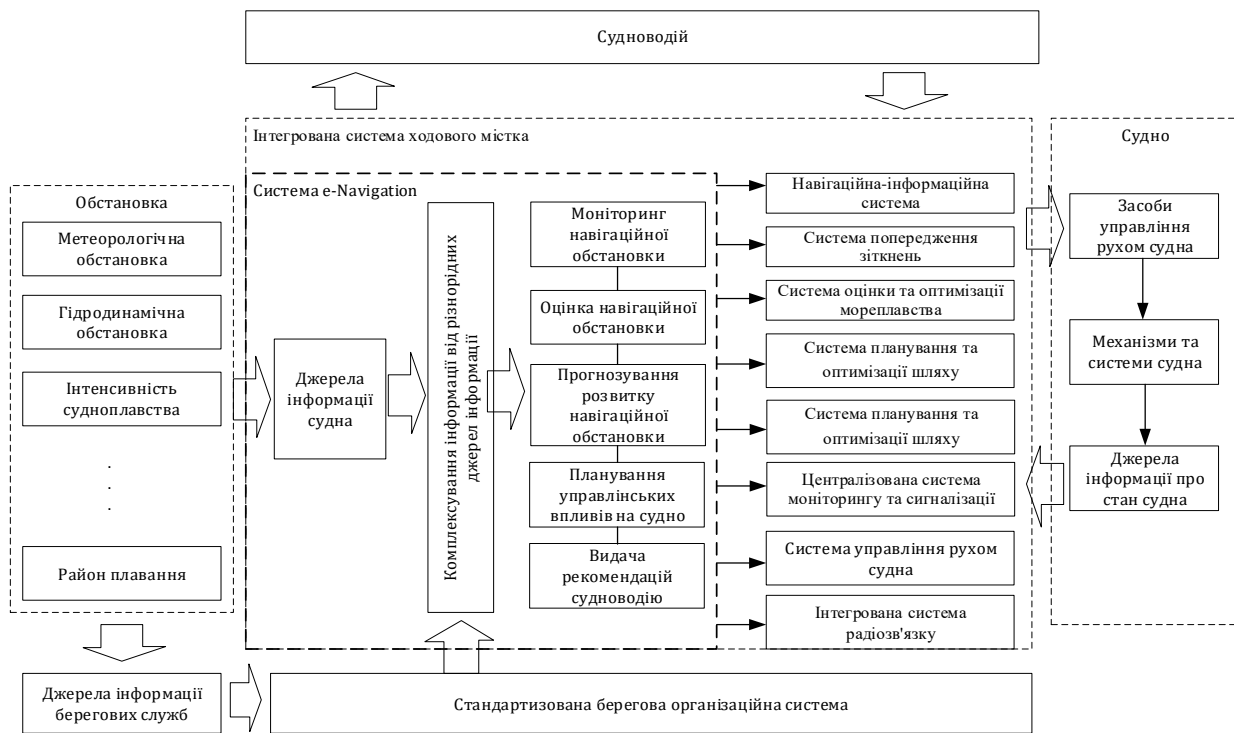


Рис. 1. Структура системи "судноводій-судно-обстановка" (джерело: розроблено автором)

Проте аналіз методів та алгоритмів обробки даних, особливості їх застосування та зв'язок з режимами ходового містка та типами невизначеності вхідної інформації, дозволяє реалізовувати інтегровані системи ходового містка в рамках концепції e-Navigation.

Таким чином, забезпечення обміну даними у цифровому форматі між судновим і береговим сегментами при інтеграції існуючих та застосуванні перспективних навігаційних морських інструментів, у тому числі при оцінці та прогнозуванні навігаційної ситуації під час руху судна, є актуальним напрямком подальших наукових досліджень.

Аналіз публікацій за темою дослідження. Перспективи e-Навігації в судноводінні розглянуті в роботі [3], де описується майбутнє даної системи, пов'язане з постійним технологічним удосконаленням, що робить можливим подальший розвиток стратегії e-Навігації як засобу забезпечення безпеки судноплавства.

Дослідження, що стосуються e-Навігації, розглянуті в роботі [4], як найбільш перспективний напрямок застосування інформаційних технологій у галузі морського та річкового транспорту.

У роботах [5, 6] викладено основні питання проблеми забезпечення безпечного плавання суден, до яких належать використання сучасних систем автоматичного управління рухом суден, експериментальне визначення безпечних відстаней під час розходження суден, що запобігають виникненню явища присмоктування.

У роботі [7] викладено питання забезпечення безпеки судноводіння за допомогою інтегрованих систем ходового містка, розглянуто їх принципи побудови та склад, місце таких систем у загальній комплексній системі керування судном.

Значну роль у забезпеченні безпеки судноводіння грають навігаційно-інформаційні системи (НІС) судна, що вказується в роботі [8]. У роботі проведений аналіз сучасних датчиків оперативної навігаційної інформації, а також зазначаються обмеження та недоліки аналізованих систем.

У роботі [9] розглядаються питання інтеграції сенсорів автоматичної ідентифікаційної системи (АІС) до системи управління рухом суден (СУРС). Обговорюються переваги, що виникають при інтеграції даних судових АІС до СУРС.

Питання управління судном в екстремальних умовах розглянуті в роботі [10]. Для цього слід зробити розрахунок впливу всіх зовнішніх сил, які стосуються управління судном у складних умовах.

У більшості сучасних систем управління складними динамічними об'єктами, як зазначається в роботі [11], для формування керуючих впливів використовується модель керованого об'єкта, для отримання якої використовуються нейронні мережі. Стверджується, що морські рухомі об'єкти і, зокрема, морські судна належать до класу невизначених об'єктів.

У роботах [12, 13] розглянуто проблеми забезпечення навігаційної безпеки судноводіння шляхом підвищення точності контролю та прогнозу місця судна.

Отже, сучасний стан проблеми показує, що потребують подальшого дослідження питання оцінки та прогнозування навігаційної ситуації під час руху судна в режимі реального часу. Можливі різні шляхи рішення цієї проблеми, одним з яких є розробка адаптивної нечіткої ситуаційної мережі. Така система дозволяє здійснювати можливий розрахунок траєкторій та визначення небезпечного зближення, що дозволяє підвищити безпеку судноплавства.

Мета статті полягає у підвищенні безпеки руху судна за рахунок удосконалення методів оцінки та

прогнозування навігаційної ситуації в єдиній концепції e-Navigation.

Основна частина

Розглянемо місце розроблених в роботі моделей та методів у концепції e-Navigation в інтегрованій системі ходового містка (рис. 2).

Концептуальний аналіз різних аспектів безпеки судноплавства дозволяє оцінити поточну навігаційну ситуацію та виконати прогноз її розвитку на певному проміжку часу. При цьому необхідно врахувати, що безпека – динамічна категорія, що має множинну предметність залежно від конкретної сфери застосування.

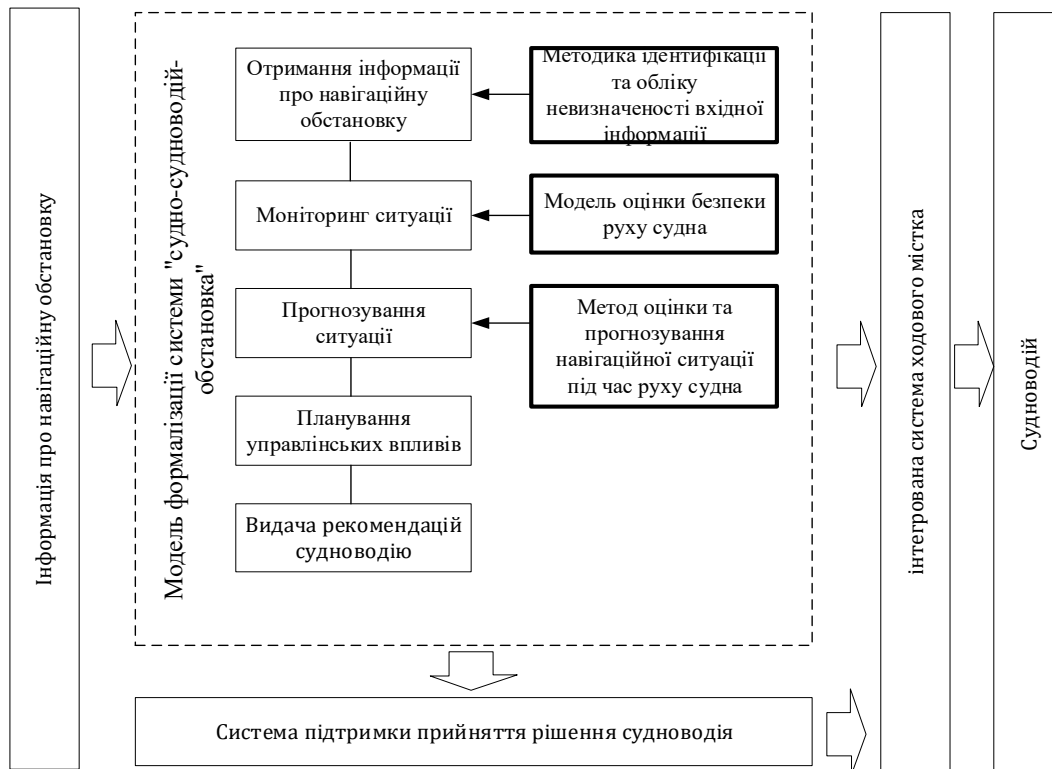


Рис. 2. Місце розроблених в роботі моделей та методів у концепції e-Navigation в інтегрованій системі ходового містка (джерело: розроблено автором)

Необхідність забезпечення безпеки судноплавства виникає при вирішенні протиріччя між запобіганням небезпечної ситуації та потребами управління судном: передбачати, запобігати, локалізувати та усувати збитки від впливу небезпеки [14]. Тому, поняття безпеки судноплавства має як об'єктивну, так і суб'єктивну сторону, оскільки оцінка її рівня проводиться судноводієм. Даний аспект зумовлює необхідність застосування лінгвістичних змінних для оцінки рівня безпеки. Тому для завдань оцінки комплексної безпеки руху судна застосовуємо критерій:

$$Cr = \prod_i (w_i \times cr_i), \quad (1)$$

де cr_i – частковий критерій; w_i – ваги за кожним окремим критерієм cr_i .

Згортка різномірних критеріїв використовує перехід від абсолютних значень критеріїв до відносних величин. Для цього фіксується шкала можливих значень для критеріїв та можливі межі зміни для кожного з них. Якщо діапазон значень знаходиться в межах $[0; 1]$, а девіація критерію cr_i лежать між cr_i^{\min} та cr_i^{\max} , то відносне значення можна подати так:

$$\bar{Cr} = \prod_i (cr_i - cr_i^{\min}) / (cr_i^{\max} - cr_i^{\min}). \quad (2)$$

В умовах складної навігаційної обстановки ускладненим є отримання інформації від судноводія та джерел інформації для отримання \bar{Cr} . Від судноводія може поступати, переважно, лише якісна інформацію про те, який із критеріїв є найбільш чи найменш значущим у даній ситуації, який із критеріїв може бути найгіршим, або погіршення якого яких небезпечно і т. д. Рівень комплексної безпеки руху судна (SFM) відобразимо математичною моделлю, що характеризують стан системи "судноводій-судно-навігаційна обстановка" щодо безпеки людей, судна та вантажу. SFM можна задати матрицею:

$$SFM = \begin{pmatrix} cr_1 & t_1 & l_1 & tend_1 & V_1 \\ cr_2 & t_2 & l_2 & tend_2 & V_2 \\ - & - & - & - & - \\ cr_i & t_i & l_i & tend_i & V_i \end{pmatrix}, \quad (3)$$

де $tend_i$ – тенденція зміни i -го критерію (зростає, зменшується, не змінюється); V_i – швидкість зміни i -го критерію (низька, середня, висока); t_i – час характерний для i -го критерію; l_i – ступінь критичності негативних наслідків при реалізації ризиків, що погіршують значення i -го критерію.

Перші три стовпця матриці SFM є вектором часткових критеріїв безпеки та їх ваг. Вони описують поточний стан комплексної безпеки руху судна, що дозволяють оцінити навігаційну ситуацію у даний момент часу. Четвертий та п'ятий стовпець матриці показують динаміку зміни рівня безпеки, що дозволяє прогнозувати напрям розвитку навігаційної ситуації. Так можна оцінити рівень впливу кожного параметра на часткові критерії безпеки cr_i та ступінь прийнятності негативних наслідків l_i . Вплив загроз на безпеку руху судна можна описати через

$$Tr = \begin{pmatrix} tr_1^{l_1} \\ tr_2^{l_2} \\ - \\ tr_i^{l_i} \end{pmatrix}, \quad (4)$$

де $tr_i^{l_i}$ – загроза, що може спричинити l_i негативний наслідок.

Однак сукупність заходів щодо запобігання загрозам дає змогу послабити вплив загроз на ступінь безпеки руху судна. Математично сукупність превентивних заходів $Reac$ покажемо як:

$$Reac = \begin{pmatrix} reac_1^{tr_1} \\ reac_2^{tr_2} \\ - \\ reac_i^{tr_i} \end{pmatrix}, \quad (5)$$

де $reac_i^{tr_i}$ – превентивний захід на загрозу tr_i .

Елементи вектору $Reac$ знижують ймовірність реалізації загроз Tr . Якщо, незважаючи на превентивні заходи попередження загроз під час руху судна, можлива реалізація певної множини загроз до виникнення негативних наслідків, то необхідно вжити заходів для їх локалізації та усунення.

Результуючий вектор остаточних загроз визначається за виразом:

$$Tr^{Reac} = Reac \times Tr. \quad (6)$$

Зауважимо, що ймовірність появи вторинних загроз зростає внаслідок неправильного розуміння навігаційної ситуації судноводієм та його дій під час виконання заходів щодо запобігання первинних загроз. Вони залежить від невизначеності інформації про поточну навігаційну обстановку. З первинними загрозами ми починаємо боротися ще до їхнього наступу, маючи можливість вплинути на сам факт їхньої появи. Вторинним загрозам запобігають, усуваючи причини, що їх викликають.

Загальний алгоритм аналізу комплексної безпеки під час руху судна наведений на рис. 3.

Таким чином, процес забезпечення безпеки руху судна передбачає вирішення двох взаємо-залежних завдань: аналіз навігаційної обстановки та зворотного завдання – управління впливом на систему.

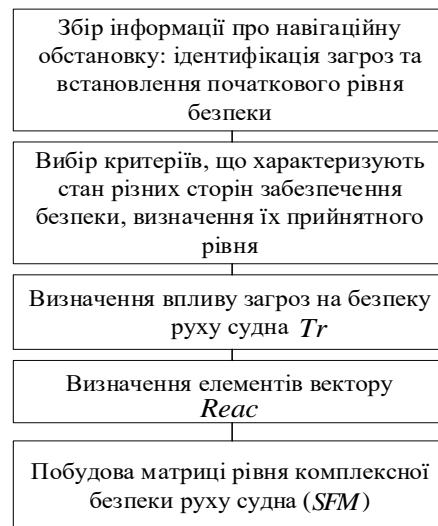


Рис. 3. Загальна структура алгоритму аналізу комплексної безпеки під час руху судна (джерело: розроблено автором)

При вирішенні першого завдання потрібно визначити значення критеріїв безпеки Cr та інтегрального критерію \overline{Cr} при заданих значеннях всіх параметрів, що впливають на них. Якщо існує не єдиний набір необхідних управлінських впливів, то на цьому етапі може виникнути задача оптимізації, яка полягає у знаходженні такої комбінації, яка забезпечує запобігання негативних факторів.

Для формалізації слабо структурованих процесів, прогнозування та підтримки прийняття рішень, часто застосовують математичний апарат нечітких множин. Перевагами перед іншими методами є можливість формалізації якісних характеристик параметрів, можливість застосування неповної, нечіткої і навіть суперечливої інформації.

Нечітка ситуаційна мережа (НСМ) – це нечіткий орієнтований зважений граф переходів по нечітким еталонним ситуаціям, та в загальному для завдань оцінки та прогнозування навігаційної ситуації він має такий вигляд:

$$S = \langle par, s^f, s^e, SFM, rule, u, adapt \rangle, \quad (7)$$

де par – множина нечітких ситуаційних ознак; SFM – рівень комплексної безпеки руху судна; s^f – поточна нечітка навігаційна ситуація; s^e – множина еталонних ситуацій; $rule$ – множина правил відповідно до МПЗЗС-72, що активізуються в даний момент часу; u – управлінський вплив судноводія; $adapt$ – правила адаптації НСМ, які полягають у зміні компонентів мережі (нечітких ознак, ситуацій, переходів) та його значень.

При цьому множина s^e еталонних ситуацій представляє собою набір певних ситуацій під час руху судна, якими можна керувати, покращуючи рівень безпеки судноплавства.

Формування нечіткої ситуації виконується так:

1) прийом оцінок безпеки руху судна у поточній ситуації;

2) перетворення оцінки у поточну нечітку ситуацію;

3) зіставлення поточної нечіткої ситуації з еталонними та пошук найближчої еталонної ситуації;

4) якщо ступінь рівності еталонної ситуації перевищує поріг довіри ($\geq 0,6$), то формується керуюче рішення, характерне для подібної еталонної ситуації [15].

Визначимо поняття нечіткої навігаційної ситуації в області якісних значень та нечіткого логічного виведення (1):

$$s^f = \{\mu_s(par_i) / par_i\}, par_i \in Par. \quad (8)$$

Вибір міри близькості поточної нечіткої навігаційної ситуації s^f до еталонної s^e оцінюється як

$$\mu(s^f, s^e) = \bigcap_{par \in Par} (\mu_{s^f} \leftrightarrow \mu_{s^e}), \quad (9)$$

яке, згідно з визначенням нечіткої еквівалентності, має вигляд:

$$\mu(s^f, s^e) = \min \left(\begin{array}{l} \max(1 - \mu_{s^f}, \mu_{s^e}), \\ \max(1 - \mu_{s^e}, \mu_{s^f}) \end{array} \right). \quad (10)$$

У [16] обґрунтовано, якщо $\mu(s^f, s^e) > 0,5$, то ситуації можна вважати нечітко рівними, а при $\mu(s^f, s^e) = 0,5$ – нечітко індиферентними.

Проте при порівнянні можливі випадки, коли дві або більше еталонних ситуацій матимуть ступінь рівності $\geq 0,5$. У цьому випадку алгоритмом має бути обрана ситуація з найбільшим значенням рівності. Але ймовірним є випадок, коли поточна нечітка навігаційна ситуація буде дорівнює двом чи більше еталонним ситуаціям. Тому, доповнимо кожне правило, що описує ситуацію, коефіцієнтом α – ступенем переваги. Ступінь переваги дозволяє посилити вплив на вибір тієї чи іншої ситуації при зіставленні поточної нечіткої навігаційної ситуації з еталонними. З урахуванням ступеня переваги вираз (9) має вигляд:

$$\mu(s^f, s^e) = \bigcap_{par \in Par} (\mu_{s^f} \leftrightarrow \alpha \mu_{s^e}). \quad (11)$$

Тоді вираз (10) перетвориться на:

$$\mu(s^f, s^e) = \min \left(\begin{array}{l} \max(1 - \mu_{s^f}, \alpha \mu_{s^e}), \\ \max(1 - \alpha \mu_{s^e}, \mu_{s^f}) \end{array} \right). \quad (12)$$

Прив'язка навігаційної ситуації до управлінських впливів судоводія виконується за рахунок множини еталонних ситуацій, які, відповідно до режиму роботи ходового містка, діляться на підмножини штатних та критичних ситуацій, розбитих на групи відповідно до параметрів ситуації. Кожній основній групі (групі верхнього рівня ієрархії) ситуацій відповідає множина управлінських впливів.

Опис вузлів та переходів мережі, спосіб адаптації, а також описи еталонних ситуацій ґрунтуються на запропонованій моделі "судноводій-судно-навігаційна обстановка".

Після отримання від ДІ параметрів поточної навігаційної ситуації, побудова мережі проводиться циклічно – вибирається поточний вузол, що відноситься до поточного моменту часу, проводиться ідентифікація відповідного йому стану щодо груп еталонних ситуацій. Під час ідентифікації навігаційної обстановки для отриманої множини еталонних навігаційних ситуацій формується множини u та $adapt$ щодо допустимих у кожній із ситуацій множин.

Метод оцінки та прогнозування навігаційної ситуації під час руху судна на основі нечіткої ситуаційної мережі показано на рис. 4.

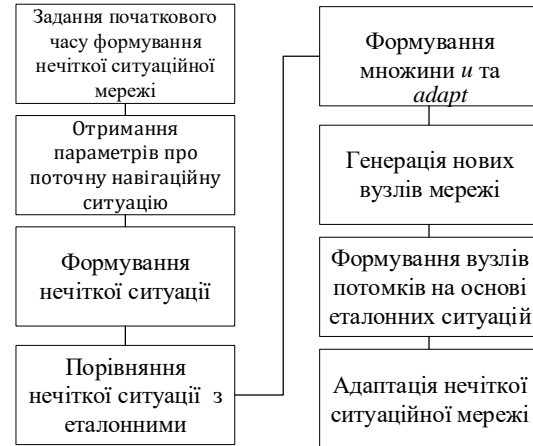


Рис. 4. Метод оцінки та прогнозування навігаційної ситуації під час руху судна на основі нечіткої ситуаційної мережі (джерело: розроблено автором)

Так визначаються порядок допустимих впливів по кожному переходу між вузлами нечіткої ситуаційної мережі, формується загальний список дій. Для кожного переходу між еталонними ситуаціями формуються можливі результати всіх управлінських впливів та правил адаптації. Далі через кожен породжуваний варіант генерується новий вузол мережі, збережений для наступного часу відповідно до функцій, що описують результати застосування дій. У результаті дуга переходу розбивається на два відрізки – керований (груповий) перехід та некерований (частковий) перехід. Фрагмент нечіткої ситуаційної мережі, поданий на рис. 5.

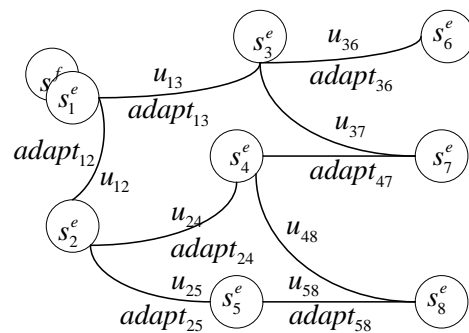


Рис. 5. Фрагмент нечіткої ситуаційної мережі (джерело: розроблено автором)

Перерахунок шляхів відбувається при зміні або додаванні нових дуг у граф мережі, а саме при

додаванні нового елемента множини управлінських впливів або при зміні рівня комплексної безпеки руху судна. При додаванні нової дуги відбувається заповнення множини еталонних ситуацій відповідно до модифікованого графа HCM.

Для цього виконується пошук у новому графі мережі нових оптимальних шляхів між усіма нечіткими навігаційними ситуаціями та занесення відповідних значень до множини z^e .

Висновки

Удосконалено метод оцінки та прогнозування навігаційної ситуації під час руху судна, який, на відміну від відомих, базується на адаптивній нечіткій ситуаційній мережі, яка враховує параметри навігаційної ситуації, прогноз її розвитку та рівень комплексної

безпеки руху судна в єдиній концепції e-Navigation, що дозволяє підвищити безпеку судноплавства.

Запропоновано нечітку ситуаційну мережу, що характеризуються такими особливостями:

– можливістю гнучкої зміни компонентів мережі (нечітких ситуацій, параметрів, управлінських впливів) у процесі їх побудови та використання;

– способом урахування відносин впливу нечітких ситуаційних ознак один на одного при впливі на них керуючих рішень, що дозволяє типізувати оцінку побудови та адаптивної зміни мережі при моделюванні поведінки агентів;

– визначенням та вибором управлінських впливів та їх послідовностей відповідно до різних критеріїв та обмежень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Варенич И.И., “Концепция e-Navigation – будущее безопасного мореплавания,” ОНМА Судноплавство: перевезення, технічні засоби, безпека, сс. 109-111, 2014.
2. D. Patraiko, P. Wake, “E-Navigation and the Human Element,” Gdynia Maritime University, doi:10.1201/9780203869345.ch5, 2010
3. С.А. Шишкин, “Перспективы и проблемы реализации безэкипажного судоходства,” ХДМА Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті, сс. 18-21, 2017.
4. Вагущенко Л.Л. Системы автоматического управления движением судна/ Вагущенко Л.Л., Цымбал Н.Н. - Одесса: Латстар, 2002. - 310 с
5. Мальцев А. С. Маневрирование судов при расхождении / Мальцев А.С. – Одесса: МТЦ, 2002. – 208 с.
6. Цымбал Н.Н., Бурмака И.А., Тюпиков Е.Е. Гибкие стратегии расхождения судов. Одесса: КП ОГТ, 2007. 424 с.
7. Вагущенко Л.Л. Судовые навигационно-информационные системы/ Вагущенко Л.Л. - Одесса: Феникс, 2004. - 302 с.
8. Ростопшин Д. Я. О проблемах использования данных автоматической идентификационной системы в задачах управления движением судов / Ростопшин Д. Я., Антонова Д. А. // Мехатрон. - 2007, No 9, прил., с. 9-14.
9. Вагущенко Л.Л. Бортовые автоматизированные системы контроля мореходности/ Вагущенко Л.Л., Вагущенко А.Л., Заичко С.И - Одесса: Феникс, 2005. -274 с.
10. Paulauskas V., Paulauskas D., Steenberg C. External forces influence on ships steering in extreme conditions. M. Transport Means 2006: Proc. of the 10 International Conference, Kaunas, Oct. 19-20, 2006. Kaunas: Technologija. 2006, p. 158-160.
11. Оськин Д. А. Система управления морским судном с использованием нейросетевой идентификационной модели / Оськин Д. А. // Вестн. Мор. гос. ун-та. 2008, No 27, с. 3-12
12. Ткаченко А.С. Применение обобщенных пуассоновских распределений для описания навигационных погрешностей / Ткаченко А.С., Алексишин В.Г.// Судовождение. – 2008. - No 15. – С. 93 – 99.
13. Мельник Е.Ф. Обоснование выбора критерия навигационной безопасности судовождения. *Судовождение*. 2002. № 5. С. 65–73.
14. Weyns D. Environments for Multiagent Systems. *The Knowledge Engineering Review*. 2005. T. 20, No 2. С. 127—141.
15. Weyns D., Holvoet T. A formal model for situated multi-agent systems // *Fundamenta Informaticae*. — Amsterdam, 2004. — Т. 63, No 2—3. — С. 125— 158. — ISSN 0169-2968
16. О.І. Кушлик-Дивульська, Б.Р. Кушлик. Основи теорії прийняття рішень. – К., 2014. – 94с

Received (Надійшла) 31.08.2022

Accepted for publication (Прийнята до друку) 26.10.2022

Method of assessing and forecasting the navigation situation during ship motion

O. Levchenko

Abstract. The article improves the method of assessing and forecasting the navigational situation during the movement of the ship, based on an adaptive fuzzy situational network, which takes into account the parameters of the navigational situation, the forecast of its development, and the level of comprehensive safety of the movement of the ship in a single concept of e-Navigation, which allows to increase the safety of navigation. The modern level of development of technology and navigation systems allows forecasting the development of the navigation situation with high accuracy and monitoring navigation objects. Modern positioning systems make it possible to obtain exact coordinates of navigation objects, a universal automatic information system makes it possible to transmit data to all traffic participants in real time, and with the help of adaptive forecasting models, it is possible to calculate trajectories and determine the danger of dangerous convergence, therefore this task is relevant. In the work, a fuzzy situational network characterized by. The ability to flexibly change network components during their construction and use. The work uses a theoretical method for researching e-Navigation projects. The issue of the state and prospects of the implementation of e-Navigation technology, which is one of the main initiatives of the International Maritime Organization, is being investigated. It is noted that despite the introduction of integrated systems of the running bridge, navigational errors due to the human factor are one of the main causes of marine accidents. An initiative is being considered, which provides for the creation of a digital infrastructure on the ship and shore segments, which provides data exchange and integration of existing and new marine navigation tools, which will allow the transition of navigation information to a digital format.

Keywords: ship, shipmaster, navigation situation, navigation systems, e-Navigation, fuzzy situational network.