

### ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

завідувача кафедри мережевих та інтернет технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка Міністерства освіти і науки України, доктора технічних наук, професора КРАВЧЕНКО Юрія Васильовича на дисертаційну роботу ТИХОНОВА Іллі Валентиновича на тему «Методологічні основи поліергатичного забезпечення навігації та управління рухом водних транспортних засобів (цільова технологія безпеки)», що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом

#### Актуальність

Україна активно включається у світові суспільно-економічні процеси: приєднання до Світової організації торгівлі, стратегічною метою визнано отримання асоційованого членства в Європейському Союзі. Транспорт, як інфраструктурну галузь, має розвиватися випереджувальними темпами з метою сприяння швидкому економічному та соціальному розвитку країни та її участі в міжнародному поділі праці. Перехід на інвестиційно-інноваційний етап розвитку економіки вимагає розвитку транспорту на якісно новій основі. В сучасних умовах транспортна галузь України у цілому задовольняє лише базові потреби економіки та населення у перевезеннях.

При значному рості інтенсивності транспортних перевезень на світових морських та річкових водних шляхах необхідно вирішувати питання забезпечення безпеки руху водних транспортних засобів (ВТЗ) за допомогою сучасних навігаційних поліергатичних систем. Поліергатична взаємодія усіх суб'єктів в зонах підвищеного ризику плавання (ЗПП) залежить від характеристик ВТЗ, небезпек та ризиків навколо ВТЗ та зовнішніх несприятливих умов. За наявною статистикою протиріччя між значного росту кількості, швидкості і щільності потоків ВТЗ та можливостями існуючими методами управління потоками руху ВТЗ призводить до того, що рівень аварійності світового та національного флоту до цього часу значною мірою не знижується. Незважаючи на дослідження закордонних та вітчизняних вчених, спрямованих на створення більш ефективних навігаційних програмно-апаратних комплексів, значну кількість теоретичних та експериментальних досліджень у напрямку побудови берегових та бортових навігаційних засобів та комплексів, які обслуговують потоки ВТЗ в ЗПП, на цей час більшість опублікованих наукових результатів є розрізненими та несистематизованими. На цей час потрібні наукові дослідження з програмно-апаратного забезпечення безпеки судноплавства в умовах невизначеностей та ризиків для комплексного



застосування технічних можливостей засобів спостереження, управління та навігаційного обслуговування ВТЗ, а питання створення транспортних полієргатичних інформаційно-управляючих систем, які обслуговують потоки ВТЗ на водних акваторіях в умовах невизначеностей, є актуальним. Наукова проблема полієргатичного забезпечення навігації та управління рухом водних транспортних засобів, вирішення якої й присвячена дисертація, є важливою та актуальною.

### **Зв'язок з науковими програмами, планами, темами**

Тема досліджень і отримані наукові результати відповідають науковому спрямуванню та планам наукової та науково-технічної діяльності Державного університету інфраструктури та технологій Міністерства освіти і науки України. Дослідження виконані у рамках Транспортної стратегії України на період до 2020 року, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 № 2174-р, та Галузевої програми забезпечення безпеки судноплавства на 2014-2018 роки, затвердженої наказом Міністерства інфраструктури України від 26.06.2013 № 426.

Робота пов'язана з наступними галузевими програмами: Стратегічний план розвитку морського транспорту на період до 2020 року, затверджений наказом Міністерства інфраструктури України від 18.12.2015 № 542; Плани імплементації деяких актів законодавства ЄС у сфері безпеки на морському та річковому транспорті, затверджені розпорядженням Кабінету Міністрів України від 31.03.2015 № 297; Плани імплементації деяких актів законодавства ЄС у сфері організації перевезень на внутрішніх водних шляхах, затверджені розпорядженням Кабінету Міністрів України від 31.03.2015 № 298; Стратегія імплементації положень директив та регламентів Європейського Союзу у сфері міжнародного морського та внутрішнього водного транспорту ("дорожня карта"), затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 11.10.2017 № 747-р.

### **Ступень обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації**

Наукові положення, сформульовані в дисертації, ґрунтуються на аналізі інформації та статистичних даних, розміщених в офіційних джерелах, на міжнародних вимогах та національних нормативно-правових актах і стандартах, на аналізі існуючих досягнень, отриманих за напрямом розвитку систем навігації та управління рухом ВТЗ, на запровадженні засобів та моделей вирішення складних навігаційних задач відповідно до сучасних вимог Міжнародної морської організації та Європейського Союзу.

Дослідження автора базуються на сучасних теоріях: системного аналізу; ймовірності; прогнозу та ретроспективного аналізу динамічних послідовностей; математичної статистики, ігор та моделювання; функціональної стійкості динамічних систем. Значимість теоретичних результатів підтверджуються актами їх впровадження на підприємствах водного транспорту, отриманим патентом на корисну модель, практичним запровадженням теоретичних досліджень та розрахунків автора для створення системи моніторингу

надводної обстановки в територіальних водах України та річкової інформаційної служби на річці Дніпро. Дисертація добре структурована, усі розділи закінчується логічними висновками. Наприкінці роботи надані загальні висновки. Висновки відображають зміст проведених досліджень та їх практичного запровадження.

Одною з головних позитивних рис дисертації на наш погляд є використання чисельних сучасних закордонних джерел за напрямками досліджень, а також використання міжнародних вимог, що містяться в конвенціях, кодексах та резолюціях Міжнародної морської організації, з метою максимально можливого їх запровадження в Україні.

Рекомендації автора, сформульовані в дисертації для подальшого запровадження результатів досліджень та практичних результатів, наведених в дисертації, направлені на забезпечення безаварійного плавання ВТЗ в транспортних потоках в умовах невизначеності, та пропонуються для запровадження в берегових та бортових системах навігації та управління рухом ВТЗ на морських та річкових водних шляхах. Назва дисертаційної роботи та її зміст відповідають паспорту спеціальності 05.22.13 – навігація та управління рухом.

#### **Достовірність одержаних результатів**

Достовірність одержаних результатів обумовлені застосуванням сучасних наукових методів, актами впровадження в підприємствах галузі, практичним запровадження розробок автора та проведенням аналізу отриманих за результатами впровадження даних. Одержані результати є логічними, відповідають науковим підходам та сучасним міжнародним вимогам щодо запровадження та використання систем навігації та управління рухом ВТЗ.

Практична застосовність розроблених у дисертації концептуальних і теоретичних положень підтверджується патентом на корисну модель, зареєстрованим в Державному реєстрі патентів України, та актами впровадження в п'яти організаціях: Державному університеті інфраструктури та технологій; Річковій інформаційній службі філії «Дельта-лоцман» державного підприємства «Адміністрація морських портів України»; державній установі «Держгідрографія»; державному підприємстві водних шляхів «Укрводшлях»; Київському центрі підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців водного транспорту.

#### **Наукова новизна отриманих результатів**

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

1. Вперше запропоновані концепцію науково-методологічних основ та цільової взаємодії поліергатичних систем навігації та управління рухом ВТЗ та їх потоків, що дозволяють забезпечувати перерозподіл функцій між людиною та адаптивними інформаційно-аналітичними комплексами та ресурсів, спрямованих на підвищення безпеки транспортних перевезень в нестационарному середовищі.

2. Вперше розроблено метод гарантування безпечного плавання в умовах неоднорідності фізичних полів у зоні руху ВТЗ з обґрунтуванням прогнозних змін в водному просторі, що дозволяє підвищити швидкість символічно-аналітичних

процедур, а також враховувати динамічний вплив неоднорідного нестационарного середовища з використанням підсистем автоматичного керування силовими виконавчими органами ВТЗ для безаварійного виходу трансверсальною траєкторією в локально обмежений простір планового маршруту.

3. Проведено синтез моделей поліергатичних систем з контролем індивідуального стану судноводія, який завдяки дослідженням закономірності діяльності судноводіїв в системах навігаційного обслуговування і управління рухом, використанню моделювання методів керування ВТЗ та запропонованої покрокової процедурі виконання програми навчання судноводіїв забезпечує в системах навігаційного обслуговування конкретного ВТЗ в змінних транспортних потоках на водних акваторіях ефективний рівень гарантованого адаптивного управління та скорочення часу на виконання конкретних задач судноводіння.

4. Вперше обґрунтовано метод забезпечення неперервного безаварійного поліергатичного управління у випадках проявів загроз в локальній зоні судноводіння з використанням сучасних міжнародних технологій, який дозволяє здійснити завчасний адекватний загрозам раціональний розподіл функцій в системах навігації та управління для оперативного підвищення рівня безпеки судноплавства.

5. Формалізовано умови функціональної стійкості поліергатичних систем та досліджені моделі підвищення ефективності процесів навігації та управління рухом ВТЗ на річкових внутрішніх водних шляхах, що дозволило обґрунтувати та забезпечити: стає радіопокриття сигналами АІС усієї судноплавної акваторії річки Дніпро; здійснення постійного спостереження, розпізнавання об'єктів та аналізу руху ВТЗ на внутрішніх водних шляхах; а також зменшення часу на рейс ВТЗ на річці Дніпро.

6. Набув розвитку метод організації поліергатичних систем навігації та управління рухом ВТЗ з поетапним впровадженням та вдосконаленням засобів підтримки оперативних рішень в реальному часі для забезпечення безпеки руху ВТЗ в зоні відповідальності України, що дозволяє здійснювати постійне спостереження та аналіз руху ВТЗ на встановлених акваторіях плавання в територіальних водах України та проводити прогностичні розрахунки вірогідності аварійних подій при фактичній інтенсивності руху ВТЗ, а також при зростанні інтенсивності руху на таких акваторіях.

Дисертація являє собою одноособово написану кваліфіковану наукову працю, яка містить сукупність результатів та наукових положень, виставлених автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку та практичне запровадження наукових результатів на водному транспорті України.

### **Практичне використання одержаних автором наукових результатів**

Проведені в роботі дослідження, запропоновані моделі, методи та розрахунки дали можливість досягнути нижченаведених основних практично важливих результатів:

- зменшення часу на оперативне прийняття рішень під час проведення маневрених операцій ВТЗ за рахунок запровадження декомпозиції складних задач на типові підзадачі;

- забезпечення завчасного ситуативно обумовленого перерозподілу функцій між людиною та програмно-апаратними комплексами, для раціонального використання наявних ресурсів, спрямованих на підвищення безпеки транспортних перевезень;

- своєчасного врахування факторів динамічного впливу на корпус ВТЗ в умовах змінливого нестационарного середовища;

- запровадження здійснення моделювання методів керування судна, діагностику та контроль індивідуального стану судноводіїв відповідно до міжнародних вимог для результуючого гарантування безпеки судноплавства та скорочення часу на виконання конкретних задач судноводіння;

- адаптація до фактичних умов плавання систем попередження про загрози зіткнення для підвищення якості обслуговування та безпеки руху ВТЗ на водних шляхах України;

- підвищення рівня ймовірності безпечного руху ВТЗ в зонах підвищеного ризику плавання, стале радіопокриття сигналами АІС судноплавної акваторії річки Дніпро; зменшення часу рейсу ВТЗ на р. Дніпро за рахунок заздалегідь скоординованих дій та завчасної підготовки до технологічних операцій;

- визначення організації поліергатичних систем навігації та управління рухом ВТЗ з поетапним впровадженням та вдосконаленням засобів підтримки оперативних рішень в реальному часі для забезпечення безпеки руху ВТЗ в зоні відповідальності України, що дозволяє здійснювати постійне спостереження та аналіз руху ВТЗ на встановлених акваторіях плавання в територіальних водах України та проводити прогностичні розрахунки вірогідності аварійних подій при фактичній інтенсивності руху ВТЗ, а також при зростанні інтенсивності руху на таких акваторіях

Практичне значення отриманих результатів полягає у підвищенні рівня безпеки судноплавства за рахунок запровадження новітніх методологічних основ поліергатичного забезпечення навігації та управління рухом ВТЗ в зонах підвищеного ризику плавання.

Одержані в дисертаційному дослідженні науково-технічні рішення підтверджують ефективність розроблених методів для вирішення практичних задач поліергатичного забезпечення навігації та управління рухом ВТЗ. Практичні результати їх запровадження рекомендуються для вирішення нового класу задач, спрямованих на підвищення безпеки судноплавства на водних шляхах України з урахуванням сучасних міжнародних стандартів та національних нормативів.

**Оцінка змісту дисертаційної роботи (по розділах), її завершеності в цілому, відповідність оформлення дисертаційної роботи вимогам МОН України**

Робота складається з вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

**Вступ.** Наведено: обґрунтування вибору теми досліджень та актуальність; мета досліджень, поставлені наукові завдання, наукова проблема, об'єкт і предмет дослідження, їх методи; наукова новизна; дані щодо публікацій автора; особистий внесок здобувача та відомості про апробацію результатів дослідження; структура та обсяг дисертації; зв'язок роботи з галузевими програмами; практична значимість отриманих результатів.

**Перший розділ.** Проведено аналіз сучасного стану безпеки судноплавства та виявлені протиріччя і шляхи покращення процесів навігації та управління рухом суден; надана загальна характеристика сучасного стану управління системою безпеки судноплавства України; надано статистичні та аналітичні дані стосовно аварійності на світовому морському флоті та на морському та річковому транспорті України. Сформульована гіпотеза трансверсальних траєкторій складних динамічних систем у нестационарних полях фізичного середовища. На підставі проведеного аналізу сформульовані мета та наукові завдання дисертаційного дослідження.

**Другий розділ.** Сформульована постановка задачі забезпечення гарантованого знаходження ВТЗ в зоні безпечної області навігації під час руху в зонах підвищеного ризику плавання в змінних навігаційних умовах. Доведено, що гарантоване адаптивне управління рухом ВТЗ в нестационарному середовищі забезпечується при завчасному перерозподілі в складній динамічній системі функцій та ресурсів між людиною та електронною машиною. Запропоновано методика завчасного упередженого виявлення та розпізнавання гетерогенних загрозливих факторів навколишнього середовища в конкретній зоні судноводіння під час рейсу ВТЗ з урахуванням закономірностей динамічних природних процесів у нестационарному середовищах. Запропоновано підхід до формалізації задач технічної діагностики та контролю станів процесів циркуляції інформаційних потоків у поліергатичних системах з паралельно керованими підсистемами при використанні розподілених у просторі засобів телекомунікації, зв'язку, спостереження та класифікації об'єктів у зонах навігаційного обслуговування.

**Третій розділ.** Визначено положення методики забезпечення якості діагностики та контролю індивідуального стану судноводія при виконання навчальних завдань, для яких методом моделювання режимів роботи, аналогічних тим, що використовуються на реальному судні, за допомогою навігаційних тренажерів визначені моделі адаптивного та ергатичного управління для гарантування безпеки судноплавства в умовах ризиків. За ініціативою автора та його безпосередньою участі обов'язкова тренажерна підготовки судноводіїв запроваджена як обов'язковий елемент для отримання сертифікату судноводія для забезпечення безпечного руху в умовах ризиків. Запропоновано також принципи гарантованого адаптивного управління в ієрархічних системах навігаційного обслуговування ВТЗ та змінних транспортних потоків за умови впливу зовнішніх та внутрішніх факторів.

**Четвертий розділ.** Проведено аналіз ефективності забезпечення сучасних світових технологій підтримання прийняття рішень та визначено виключну

важливість запровадження стратегії “e-Navigation” та засобів електронної картографії як найперспективніших засобів навігації та підтримання прийняття рішень для безпечного судноплавства. Запропонована інтегрована схема інформаційного обміну в межах складної динамічної системи, що базується на принципах стратегії “e-Navigation”. Запропоновано технологію раціонального розподілу функцій в системах навігації та управління для підвищення безпеки судноплавства. Сформовано методологічні основи ситуаційного синтезу взаємодії полієргатичних систем для підвищення рівня безпеки судноплавства в умовах ризиків.

**П’ятий розділ.** Запропоновано метод комплексного узгодження ієрархічної ситуативної взаємодії підсистем прийняття рішень в режимі реального часу при реалізації рейсу ВТЗ на річкових внутрішніх водних шляхах. Визначено типові уніфіковані моделі і правила оцінювання ефективності застосування техніко-технологічних рішень з визначення навігаційних параметрів. Сформовано та запроваджено теоретичні положення, розрахунки і моделі та практичні заходи для створення і поетапного функціонального розвитку річкової інформаційної служби на річці Дніпро, направленою на підвищення безпеки судноплавства на внутрішніх водних шляхах України та інтеграцію системи судноплавства на річці Дніпро до європейських правил.

**Шостий розділ.** Запропоновано структурно-функціональну модель ієрархічної взаємодії підсистем технологічної діагностики та контролю стану засобів реалізації маневрених дій в складних умовах плавання. Запропоновано технологію підвищення рівня інтелектуалізації на базі принципів універсального семантичного кодування лінгвістичних повідомлень для суден-газовозів. В рамках виконання обов’язків прибережної держави в територіальних водах України обґрунтовано та запроваджено теоретичні дослідження, розрахунки і моделі та практичні заходи для створення і функціонального розвитку системи моніторингу руху суден в територіальних водах України в Чорному та Азовському морях. Запропоновано умови проведення упереджених прогнозних розрахунків із застосуванням АІС за результатами аналізу даних цього моніторингу.

**Додатки.** Наведено п’ять актів впровадження результатів наукових досліджень та пояснювальні матеріали стосовно основних положень дисертаційної роботи, а також перелік нормативів і стандартів в сфері безпеки на морському та річковому транспорту, в тому числі тих, в розробці яких приймав безпосередню участь автор дисертації.

Дисертація Тихонова І.В. є **завершеною науковою роботою**, в якій на базі досліджень, розрахунків та практичних результатів розроблено нові компоненти, які дозволяють комплексно запровадити методологічні основи полієргатичного забезпечення навігації та управління рухом ВТЗ в умовах невизначеностей.

Дисертація **відповідає вимогам** щодо оформлення дисертацій, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р.

№ 40, а також вимогам, що висовуються до докторських дисертацій згідно пунктів 9, 10, 12 та 13 Порядку присудження наукових ступенів, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567.

### **Оцінка мови та стилю викладення дисертаційної роботи та автореферату**

Мова дисертації та автореферату грамотна, а стиль викладу матеріалів дисертаційної роботи і автореферату дозволяє легко та доступно їх сприймати.

### **Підтвердження повноти викладення основних результатів дисертації в наукових фахових виданнях**

Публікації автора в наукових фахових виданнях повністю відображають основні результати дисертації, які опубліковані у 33 статтях (в тому числі: 4-х статтях в міжнародних фахових журналах за кордоном; 2-х статтях в наукометричній реферативній базі SCOPUS; 27-і статтях в збірниках наукових праць, що входять до переліку видань, визначених МОН для публікацій результатів досліджень по технічним наукам; отримано 1 патент на корисну модель), а також у 18-ти роботах у збірниках матеріалів наукових конференцій, опублікованих в тезах доповідей.

### **Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації**

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації та відображає її основний зміст, наукові та практичні результати.

### **Недоліки і зауваження щодо змісту та оформлення дисертації.**

1. В дисертації не достатньо повно представлено матеріал по постановці науково-прикладної проблеми. По-перше, доцільно було б виділити підрозділ в 1-му розділі з відповідною назвою. По-друге, науково-прикладна проблема, яка вирішується автором і в рукописі і в авторефераті записана як «науково-технічна». По-третє, в авторефераті про проблему потрібно було б написати с початку, а не тільки в висновках. І на решту, не є науковою або науково-прикладною проблемою розробка відповідних методологічних основ, як визначено в роботі. Науково-прикладною проблемою, яку вирішує автор, є проблема поліергатичного забезпечення навігації та управління рухом водних транспортних засобів, яка в свою чергу є частковою для загальної проблеми безпеки транспортних засобів.

2. Більше уваги в дисертації та авторефераті потрібно було б приділити опису першого наукового результату, який, здається, на думку автора, охоплює роботу в цілому. Немає матеріалу, де чітко сформульована запропонована концепція поліергатичного забезпечення навігації та управління рухом, її загальна ідея та принципи реалізації. Також доцільно було б надати структурну схему розробленої методології.

3. В 5-му розділі «Формалізація умов функціональної стійкості поліергатичних систем...» відсутня формалізація функціональної стійкості, як властивості складної системи та досить вузько розглянути заходи щодо її забезпечення. Потрібно було б звернути увагу на те, що реалізація функціональної стійкості досягається застосуванням у складній технічній системі різних вже існуючих видів надмірності (апаратної, часової,



інформаційної, функціональної, навантажувальної та ін.) шляхом перерозподілу ресурсів з метою парирування наслідків позаштатних ситуацій. Принципово те, що на етапі проектування не повинна вводитися додаткова надмірність, а парирування наслідків позаштатних ситуацій здійснюється перерозподілом існуючих ресурсів. Проблема полягає у виявленні вже існуючій надмірності й формуванні сигналів у необхідний момент на її перерозподіл.

4. В підрозділі 1.2 та в Додатку Ж наведено дані щодо нормативно-правових актів в сфері безпеки судноплавства. Доцільно було застосувати ці дані лише один раз.

5. В дисертаційній роботі є деякі граматичні та технічні помилки (наприклад, на стор. 129 застосовуються формули в різному форматі; граматична помилка у верхній частині рисунку на стор. 156, граматична помилка в назві рис. 6.3 на стор. 326).

В той же час наведені зауваження та недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації та цінність отриманих автором теоретичних та практичних результатів.

#### **Загальні висновки та оцінка дисертації в цілому**

Дисертаційна робота Тихонова Іллі Валентиновича на тему «Методологічні основи поліергатичного забезпечення навігації та управління рухом водних транспортних засобів (цільова технологія безпеки)» є самостійним завершеним науковим дослідженням, що містить нові наукові положення, які мають теоретичне та практичне значення. Робота відповідає паспорту спеціальності 05.22.13 – навігація та управління рухом, Вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40, а також вимогам, що висовуються до докторських дисертацій згідно пунктів 9, 10, 12 та 13 Порядку присудження наукових ступенів, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567. Автор дисертаційної роботи Тихонов Ілля Валентинович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом.

#### **Офіційний опонент**

завідувач кафедри мережевих та інтернет технологій  
факультету інформаційних технологій  
Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка  
Міністерства освіти і науки України,  
доктор технічних наук, професор

 Ю.В. Кравченко

" 75 " листопада 2018 р.

