

7. Блинцов, В. С. Определение потерь в погружном электроприводе подводного аппарата [Текст] / В. С. Блинцов, Д. В. Костенко, П. Шимчак // Вісн. Нац. техн. ун-ту «ХПИ». — Вип. 10. — 2001. — С. 410–411.
8. Блинцов, С. В. Автоматичне керування автономними підводними апаратами в умовах невизначеності [Текст] / С. В. Блинцов. — К.: Наук. Думка, 2008. — 205 с.
9. Блинцов, В. С. Разработка оптимальных по быстродействию систем управления подводным аппаратом в условиях неопределенности на базе искусственных нейронных сетей [Текст] / В. С. Блинцов, Г. С. Грудинина // Сборник научных трудов НУК. — 2010. — № 1.
10. Блинцов, В. С. Проектирование самоходных привязных подводных систем [Текст] / В. С. Блинцов, В. Э. Магула. — К.: Наукова думка, 1997. — 140 с.
11. Moore, S. Underwater Robotics: Science, Design & Fabrication [Text] / Steven W. Moore, Harry Bohm, Vickie Jensen. — Publisher: Marine Advanced Technology Education (MATE) Center, 2010. — 770 p.
12. Howard, H. Wang. The Design and Development of an Intelligent Underwater Robot [Text] / H. Wang Howard, M. Rock Stephen // Journal of Autonomous Robots. — 1996. — № 3. — P. 297–320.
13. Roberts, G. N. Advances in Unmanned Marine Vehicles [Text] / G. N. Roberts, R. Sutton. — IET, 2006. — 441 p.
14. Блинцов, В. С. Современные проблемы создания электрооборудования и автоматики подводных аппаратов [Текст] / В. С. Блинцов // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. — 2007. — № 5(24). — С. 90–98.
15. Блинцов, В. С. Сучасні задачі автоматизації керування самохідними прив'язними підводними системами з навігним об-

ладнанням [Текст] / В. С. Блинцов, В. А. Надточій // Збірник наукових праць НУК. — Миколаїв: НУК, 2012. — № 2. — С. 79–83.

АВТОМАТИЗАЦІЯ МОРСЬКОГО ТЕХНОЛОГІЧЕСЬКОГО КОМПЛЕКСА С ПРИВ'ЯЗНОЮ ПІДВОДНОЮ СИСТЕМОЮ РАБОЧЕГО КЛАСА

Виконано аналіз варіантів застосування і режимів роботи морського технологічного комплексу з самохідною прив'язною підводною системою робочого класу і визначено основні напрями його автоматизації. Предложено базові відносини для кількісної оцінки рівня автоматизації такого об'єкта в задачах проектування нових і порівняння існуючих комплексів.

Ключові слова: морський технологічний комплекс, самохідна прив'язна підводна система, режим роботи, автоматизація.

Надточій Віктор Анатолійович, викладач кафедри автоматики та електроустаткування суден, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, Україна, e-mail: nva_74@mail.ru.

Надточій Віктор Анатольевич, преподаватель кафедры автоматики и электрооборудования судов, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Херсонский филиал, Украина.

Nadtoshy Victor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, e-mail: nva_74@mail.ru

УДК 681.3

**Блинцов С. В.,
Тхи Доан Фуқ**

КЕРУВАННЯ ГРУПОЮ АВТОНОМНИХ ПІДВОДНИХ АПАРАТІВ ПРИ ВИКОНАННІ МОРСЬКИХ ПОШУКОВИХ РОБІТ

Розроблено загальні принципи побудови систем автоматичного керування групою самохідних автономних підводних апаратів в умовах невизначеностей характеристик зовнішнього середовища та нестаціонарності власних параметрів підводних апаратів. Розглянуто особливості організації функціонування групи автономних підводних апаратів, головні задачі автоматичного керування та вимоги, які висуваються до алгоритмів їх колективної поведінки.

Ключові слова: автономний підводний апарат, групове керування, система автоматичного керування, морська пошукова робота.

1. Вступ

Морські пошукові роботи (МПР) мають на меті пошук, ідентифікацію, документування та картографування підводних об'єктів природного чи антропогенного походження, які знаходяться на морському дні або в товщі води [1, 2]. Виклики сьогодення вимагають максимального підвищення продуктивності МПР [3, 4]. Ефективним методом виконання МПР є застосування ненаселених прив'язних (ППА) та автономних підводних апаратів (АПА) [5, 6]. Проте, використання одиночних підводних апаратів не вирішує задачу забезпечення високої продуктивності МПР, оскільки, зазвичай, необхідно обстежувати великі акваторії за короткий час. Залучення до МПР групи підводних апаратів забезпечить суттєве підвищення пошукових робіт, однак теорія групового керування ППА та АПА на цей час знаходиться на

початковому етапі розвитку і є актуальним науковим завданням.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Напрямок наукових досліджень з групового керування автономними рухомими об'єктами (сухопутними, авіаційними, морськими) активно розробляється на протязі останніх 10–12 років [7–13]. Значна частина робіт присвячена загальній теорії багатоагентних систем [14, 15].

Проте, групове керування підводними апаратами найменш розвинене і висвітлює лише окремі питання цього наукового завдання.

Метою роботи є розробка загальних принципів побудови систем автоматичного керування групою само-

хідних автономних підводних апаратів та особливостей їх функціонування.

Для досягнення поставленої мети у роботі розглянуто основні характеристики невизначеностей умов експлуатації, у яких функціонує група АПА, та особливості групового керування групою АПА.

3. Результати досліджень

Розробка ефективних систем автоматичного керування (САК) групою АПА має виконуватись з урахуванням низки невизначеностей характеристик зовнішнього середовища та нестаціонарності власних параметрів підводного апарата. До невизначеності характеристик зовнішнього середовища віднесемо: невизначеності підводного середовища – підводні течії, скачки температури і питомої густини води, зміна оптичних і гідроакустичних характеристик води тощо; невизначеності рельєфу морського дна; наявність навігаційних перешкод на морському дні та у водній товщі; наявність рухомих підводних об'єктів, у тому числі і таких, що небезпечно маневрують і створюють загрозу зіткнення. До нестаціонарних власних параметрів АПА віднесемо змінність його гідродинамічних, енергетичних та інформаційних характеристик, яка виникає під час експлуатації підводного апарату.

Розглянемо тепер основні напрямки наукових досліджень з розробки основ групового керування АПА. На цей час існують два завдання: розробка теоретичних основ організації групових технологій виконання підводних пошукових робіт; створення програмно-апаратної платформи, яка підтримує взаємодію великої кількості різномірних пристроїв і програм окремого АПА.

Сучасні системи групового керування характеризуються такими властивостями, як відкритість і автономність. Відкритість розуміється як здатність прикладної системи групового керування змінювати в процесі роботи свою структуру, а автономність розуміється як властивість об'єктів формувати й змінювати при необхідності свої поточні цілі, функціонувати без втручання людини й здійснювати самоконтроль над своїми діями та внутрішнім станом.

Особливо складними є завдання керування групами рухомих об'єктів, коли вони повинні або координувати своє поведіння, наприклад, для уникнення зіткнень, або кооперуватися для спільного рішення завдань.

Для цих та інших аналогічних застосувань групи рухомих об'єктів загальними характерними рисами є: мережна організація інформаційного обміну з великим числом вузлів; велика кількість джерел даних; відкритість систем, коли склад вузлів сітки та її топологія постійно змінюються; конфіденційність даних окремих джерел; гетерогенність операційного середовища, у якому функціонують програми в різних вузлах мережі, що вимагає розробки спеціальних механізмів взаємодії програм для забезпечення спільної роботи розподілених програмних агентів.

Задачу синтезу САК групою АПА доцільно розбити на дві підзадачі: вибір і забезпечення сенсорних, комунікаційних та виконавчих можливостей автономних агентів; розроблення алгоритмів колективної поведінки АПА, ґрунтуючись на заданих можливостях автономних апаратів-агентів.

На основі аналізу сучасного стану у напрямку створення АПА можна сформулювати наступні головні задачі

автоматичного керування АПА-агентами: формування достовірної інформації про гідрофізичні та гідрохімічні характеристики підводного середовища, у якому функціонує АПА; розробка високоефективних САК траєкторним рухом одиночного АПА в умовах активної дії зовнішніх збурень; розробка систем автоматичного обходу статичних та динамічних навігаційних перешкод; розробка концепції адаптивної зміни місії одиночного АПА в залежності від поточної підводної обстановки. До головних задач навігаційного забезпечення одиночного АПА слід віднести: розробку системи автоматичного виявлення і розпізнавання підводних об'єктів; розробку системи ідентифікації та класифікації цілей.

При груповому застосуванні АПА вказаний перелік підводних задач доповнюється: задачами інформаційного обміну між апаратами групи, трансляції даних про місце та технічний стан інших апаратів групи, передачі даних про виявлені цілі; задачами розробки алгоритмів групового керування АПА у режимах групового пошуку цілей та їх обстеження, одночасного обстеження декількох виявлених цілей, ухилення від інших підводних об'єктів; задачами самоідентифікації АПА як члена групи та групи АПА у цілому.

Основні вимоги, які висуваються до алгоритмів колективної поведінки АПА, наступні: робота в реальному масштабі часу; локальність поведінки групи АПА, коли алгоритм колективної поведінки формулюється у вигляді сукупності локальних алгоритмів індивідуальної поведінки окремих АПА; локальність взаємодії АПА у групі, коли алгоритм колективної поведінки має коректно працювати в умовах обмеженої інформаційної взаємодії апаратів-агентів (наприклад, в умовах обмеженого радіуса дії радіо- чи гідроакустичних засобів зв'язку АПА; уніфікованість апаратного і програмного забезпечення АПА, коли всі апарати-агенти функціонують на однаковими алгоритмами та прагнуть досягнути однієї цільової функції; інваріантність роботи САК окремими АПА до поточної кількості апаратів-агентів у групі та її змінах у процесі виконання групою АПА підводної місії.

Узагальнено процес створення САК групою пошукових АПА складається з трьох основних етапів: визначення цільової функції групи АПА; визначення цільових функцій окремих підводних апаратів-агентів; забезпечення необхідних можливостей окремих АПА у групі та розроблення алгоритмів їх колективної поведінки при виконанні спільної підводної місії.

4. Висновок

1. Розроблено загальні принципи побудови систем автоматичного керування групою пошукових автономних підводних апаратів в умовах невизначеностей характеристик зовнішнього середовища та нестаціонарності власних параметрів підводних апаратів.

2. Описано особливості організації функціонування групи автономних підводних апаратів, головні задачі автоматичного керування та вимоги, які висуваються до алгоритмів їх колективної поведінки.

3. Запропоновано порядок синтезу системи автоматичного керування групою підводних апаратів шляхом визначення цільової функції групи й окремих апаратів-агентів та розробки алгоритмів їхнього колективної поведінки при виконанні спільної підводної місії.

Література

1. The Navy Unmanned Undersea Vehicle. (UUV) Master Plan [Electronic Resource] / Department of the Navy; United States of America, 2004. — 127 p. — Available at: \www/URL: http://www.navy.mil/navydata/technology/uuvmp.pdf. — Title from the screen.
2. Блинцов, В. С. Привязные подводные системы [Текст] / В. С. Блинцов. — К.: Наукова думка, 1998. — 232 с.
3. Ракитин, И. Я. Подводные робототехнические системы для исследований океана [Текст] / И. Я. Ракитин. — М.: НИП «Море», 2002. — 191с.
4. Илларионов, Г. Ю. Подводные роботы в минной войне [Текст]: монография / Г. Ю. Илларионов, К. С. Сиденко, В. В. Сидоренков. — Калининград: ОАО «Янтарный сказ», 2008. — 116 с.
5. Moore, S. Underwater Robotics: Science, Design & Fabrication [Text] / Steven W. Moore, Harry Bohm, Vickie Jensen. — Publisher: Marine Advanced Technology Education (MATE) Center, 2010. — 770 p.
6. Блинцов, В. С. Проектирование самоходных привязных подводных систем [Текст] / В. С. Блинцов, В. Э. Магула. — К.: Наукова думка, 1997. — 140 с.
7. Griffiths, G. Technology and Applications of Autonomous Underwater Vehicles [Text] / Gwyn Griffiths. — Taylor & Francis, 2002. — 368 p.
8. Блінцив, С. В. Автоматичне керування автономними підводними апаратами в умовах невизначеності [Текст]: монографія / С. В. Блінцив. — Миколаїв: ТОВ «Фірма «Ліон», 2008. — 204 с.
9. Романовський, Г. Ф. Современное состояние и перспектива развития подводных аппаратов в Украине [Текст] / Г. Ф. Романовський, В. С. Блинцов, И. А. Родин // Proceedings of the 5-th International Conference on Unconventional Electromechanical and Electrical System. — Vol. 2. — Szczecin, 2004. — P. 107–117.
10. Блинцов, В. С. Моделирующий комплекс для исследования свойств подводной буксируемой системы как объекта управления [Текст] / В. С. Блинцов, Нгуен Тьен Лонг // Збірка наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова. Спеціальний випуск. В 2-х томах. Т. 1. — Київ, НАН України, ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова. — 2005. — С. 22–27.
11. Блинцов, В. С. Исследование влияния параметров кабельтроса двухзвенной подводной системы для случая «обратной буксировки» [Текст] / В. С. Блинцов, С. В. Щепелев, С. И. Ольшевский // Морские технологии. — Николаев, НКИ. — 1993. — С. 19–24.
12. Блинцов, В. С. Определение потерь в погружном электроприводе подводного аппарата [Текст] / В. С. Блинцов, Д. В. Костенко, П. Шимчак // Вісн. Нац. техн. ун-ту «ХПИ». — Вип. 10. — 2001. — С. 410–411.
13. Блинцов, В. С. Разработка оптимальных по быстродействию систем управления подводным аппаратом в условиях неопределенности на базе искусственных нейронных сетей [Текст] / В. С. Блинцов, Г. С. Грудинина // Сборник научных трудов НУК. — 2010. — № 1.
14. Варшавский, В. И. Коллективное поведение автоматов [Текст] / В. И. Варшавский. — М.: Наука, 1973. — 408 с.
15. Каляев, И. А. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов [Текст] / И. А. Каляев, А. Р. Гайдук, С. Г. Капустян. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 280 с.

УПРАВЛЕНИЕ ГРУППОЙ АВТОНОМНЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МОРСКИХ ПОИСКОВЫХ РАБОТ

Разработаны общие принципы построения систем автоматического управления группой самоходных автономных подводных аппаратов в условиях неопределенностей характеристик внешней среды и нестационарности собственных параметров подводных аппаратов. Рассмотрены особенности организации функционирования группы автономных подводных аппаратов, главные задачи автоматического управления и требования, которые выдвигаются к алгоритмам их коллективного поведения.

Ключевые слова: автономный подводный аппарат, групповое управление, система автоматического управления, морская поисковая работа.

Блінцив Сергій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, e-mail: blintsov@mail.ru.

Тху Доан Фук, аспірант кафедри електрообладнання суден та інформаційної безпеки, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, e-mail: thuyhh2002@yahoo.com.

Блинцов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Украина. Тху Доан Фук, аспирант кафедры электрооборудования судов и информационной безопасности, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Украина.

Blintsov Sergiy, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, e-mail: blintsov@mail.ru.

Tchy Doan Fuck, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, e-mail: thuyhh2002@yahoo.com

УДК 629.127

Блінцив О. В.

СУЧАСНІ ЗАДАЧІ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИВ'ЯЗНИХ ПІДВОДНИХ СИСТЕМ

Представлено огляд типових варіантів прив'язних підводних систем та основних областей їх застосування. Описано базові конфігурації таких систем, склад та особливості їх використання для виконання широкого переліку морських робіт. Описано основне обладнання, яке застосовується у складі прив'язних підводних систем та запропоновано новий підхід до побудови їх систем інформаційного обміну.

Ключові слова: прив'язна підводна система, самохідний підводний апарат, інформаційний обмін, автоматичне керування.

1. Вступ

Прив'язні підводні системи (ППС) широко застосовуються при дослідженні та освоєнні Світового океану, а також при виконанні підводних робіт на внутрішніх

водоймищах — ріках, озерах і т. п. [1, 2]. На цей час обсяги морських робіт з використанням ППС зростають, тому удосконалення їх проектування належить до актуальних прикладних наукових завдань [3, 4]. Особливу актуальність створення й застосування ППС має для