

УДК 656.61:629.5

Розроблено узагальнену структуру п'ятирівневої системи групового керування автономними ненаселеними підводними апаратами. Сформульовано головні завдання щодо організації автоматичного керування групами підводних апаратів, які включають утворення і підтримку просторові конфігурації групи, гнучкість структури групи під час виконання місії, навігаційну безпеку, надійність внутрішніх комунікацій групи АНПА та їх пошукових характеристик

Ключові слова: підводні пошукові роботи, автономний підводний апарат, групове керування, система керування

Разработана обобщенная структура пятиуровневой системы группового управления автономными необитаемыми подводными аппаратами. Сформулированы главные задачи относительно организации автоматического управления группами подводных аппаратов, которые включают образование и поддержку пространственной конфигурации группы, гибкость структуры группы во время выполнения миссии, навигационную безопасность, надежность внутренних коммуникаций группы аппаратов и их поисковых характеристик

Ключевые слова: подводные поисковые работы, автономный подводный аппарат, групповое управление, система управления

ОСОБЛИВОСТІ ГРУПОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОНОМНИМИ ПІДВОДНИМИ АПАРАТАМИ ПРИ ВИКОНАННІ ПОШУКОВИХ РОБІТ

С. В. Блінцов

Кандидат технічних наук, доцент,
старший науковий співробітник

Кафедра суднових електроенергетичних систем*

E-mail: blintsov@mail.ru

Тхи Доан Фук

Аспірант*

Кафедра електрообладнання суден
та інформаційної безпеки*

E-mail: thuyhh2002@yahoo.com

*Національний університет кораблебудування
ім. адмірала Макарова

пр-т Героїв Сталинграда, 9, м. Миколаїв,
Україна, 54025

1. Вступ

Морські пошукові роботи (МНР) є важливою складовою діяльності людини на морі і включають 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 МНР [3 – 5].

Ефективним методом виконання МНР є застосування автономних ненаселених підводних апаратів (АНПА, в англійській науково-технічній літературі – Autonomous Underwater Vehicles, AUV) [6]. Проте, використання одиночних АНПА також не вирішує задачу забезпечення високої продуктивності підводного пошуку, оскільки, зазвичай, необхідно обстежувати великі акваторії [7, 8].

Очевидно, залучення до МНР групи АНПА забезпечить максимально можливе підвищення пошукових робіт, однак теорія групового автоматичного керування АНПА на цей час знаходиться на початковому етапі свого розвитку і є актуальним прикладним науковим завданням.

2. Постановка проблеми та мета роботи

До найбільш актуальних застосувань сучасних АНПА можна віднести [9 – 11]:

оглядово-пошукові роботи, включаючи пошук і обстеження затонулих об'єктів, інспекцію підводних споруд і комунікацій (трубопроводів, водоводів, кабелів);

геологорозвідувальні роботи, що включають топографічну й фото-відеозйомку морського дна, акустичне профілювання й картографування рельєфу;

підлідні роботи, у тому числі прокладку кабелю на Арктичному дні, обслуговування систем спостереження й висвітлення підлідної обстановки;

океанографічні дослідження, моніторинг водного середовища;

екологічні дослідження водного середовища;

роботи військового призначення, що включають, зокрема, протичовнову розвідку, патрулювання, забезпечення безпеки об'єктів військової техніки, обстеження міських полів.

За формою АНПА – це тверде тіло торпедоподібного виду, що переміщається під водою з метою збору інформації про рельєф та будову верхнього шару дна,

про наявність на дні предметів і перешкод. Енергоживлення АНПА здійснюється від акумуляторів або іншого типу батарей.

По масі та розмірам АНПА умовно ділять на «великі», «середні» і «малі». Такий поділ відповідає в певній мірі призначенню апаратів, особливостям їхньої конструкції та витратам на виготовлення й експлуатацію. Розміри й маса апарата визначаються в основному типом енергетичної та рушійної систем, вибір яких визначається, у свою чергу, автономністю апарата й енергоспоживанням.

До найбільш відомих АНПА країн – світових лідерів належать [12, 13]: серія АНПА «Remus» («Hydroid», США); АНПА «Autosub 6000» (Національний океанографічний центр в Саутгемптоні, Великобританія); АНПА «MT-2010» (ДСВ РАН, Росія) та ін.

Зазначимо, що за останні роки на ринку підводної техніки з'явилися нові типи АНПА, які переміщуються у водній товщі з використанням «ефекту планера», з використанням енергії океану тощо [14].

Однак, разом з удосконаленням АНПА постійно зростають вимоги до продуктивності та якості виконуваних ними підводних робіт, зокрема, до точності керування одиночним АНПА та групою апаратів при плаванні в складних навігаційних умовах та невизначеності характеристик водного середовища.

Питання створення та вдосконалення систем автоматичного керування одиночними АНПА у науковій літературі розглянуті досить повно [15 – 17]. Щодо автоматизації керування групою АНПА, то ця наукова задача знаходиться на початковій стадії розвитку [18 – 20]. Це обумовлює актуальність даної роботи.

Мета роботи - проаналізувати особливості групового застосування АНПА та на їх основі сформулювати основні наукові завдання створення ефективної системи автоматичного керування ними як єдиного розподіленого у підводному просторі роботизованого комплексу.

3. Аналіз особливостей організації групового керування АНПА

Проблема колективної поведінки й групового керування АНПА вимагає розробки нової парадигми керування, нової архітектури побудови системи керування, що, у свою чергу, вимагає створення нових технологій синтезу та програмний реалізації систем групового керування. Обумовлено це, насамперед, особливостями групового функціонування АНПА, яке протікає за наявності наступних невизначеностей характеристик природного середовища, параметрів об'єктів пошуку та технічних характеристик власне АНПА як об'єктів керування:

- невизначеностей водного середовища – характеристик підводні течії, скачків температури і питомої густини води, зміни оптичних і гідроакустичних характеристик води тощо;
- невизначеностей рельєфу морського дна;
- наявності навігаційних перешкод на морському дні та у водній товщі;
- наявності стаціонарних та рухомих підводних об'єктів, у тому числі і таких, що небезпечно маневрують і створюють загрозу зіткнення;

- нестаціонарності власних технічних характеристик АНПА (гідродинамічних, енергетичних, інформаційних тощо).

Аналіз показує, що у таких умовах застосування АНПА найбільш важкими є два наступні завдання:

- забезпечення ефективної координації групової поведінки АНПА;
- створення програмної інфраструктури (платформи), що підтримує взаємодію великої кількості різних пристроїв і програм АНПА.

З погляду архітектури сучасні системи групового керування, зокрема, безпілотними літальними апаратами (БПЛА), характеризуються такими властивостями, як гнучкість і автономність [21]. Гнучкість розуміється як здатність системи групового керування змінювати в процесі роботи просторову конфігурацію групи апаратів, а автономність розуміється як властивість групи 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 свою поведінку, наприклад, для уникнення зіткнень, або кооперуватися для спільного рішення завдань [22].

Для цих і інших аналогічних застосувань групи рухомих об'єктів загальними характерними рисами є:

- мережна організація інформаційного обміну у групі АНПА;
- велика кількість джерел інформації, що генерують потужні потоки даних, які необхідно зберігати у централізованому сховищі групи;
- гнучкість систем зв'язку, коли склад вузлів мережі та її топологія постійно змінюються; за цих причин у ряді випадків архітектура системи типу «клієнт-сервер» виявляється непрацездатною;
- конфіденційність інформації від окремих АНПА, оскільки дані можуть підпадати під поняття «державна таємниця» або носити комерційний характер.

Зазначені особливості пропонується враховувати при створенні системи автоматичного керування (САК) декількома групами АНПА, яка має бути синтезована як багаторівнева структура.

4. Синтез багаторівневої структури системи автоматичного групового керування АНПА

Нехай підводний пошук виконується L групами пошукових АНПА, причому кожна група складається з N самохідних підводних апаратів-роботів, кожний з яких, у свою чергу, оснащений власною системою локального керування (СЛК) його просторовим рухом, системою пошукових сенсорів (СПС) та системою зв'язку (СЗ) з іншими АНПА, що входять до групи.

Пропонується п'ятирівнева САК групового керування АНПА, яка містить рівні мега-, стратегічного, тактичного і локального керування, рис. 1.

Рівень мегакерування розробляє загальний план організації пошукових підводних робіт за безлюдними технологіями, формує склад груп пошукових АНПА та визначає акваторії для їх застосування, розробляє порядок розгортання L груп АНПА на

акваторіях та задає критерії контролю якості Q виконання пошукової операції. У результаті роботи рівня мегакерування генерується інформаційно-керуючий вектор $\vec{X}_M = (\vec{X}_{M1}, \dots, \vec{X}_{ML})$, який по комунікаційних каналах СЗ розсилається до АНПА – лідерів груп як завдання стратегічного рівня керування цими групами.

Рівень стратегічного керування групою АНПА реалізується АНПА-лідером групи і включає розробку стратегічної поведінки і-ї групи АНПА:

- аналізує поставлене завдання \vec{X}_{Mi} , формалізує виокремлювальні характеристики об'єктів підводного пошуку та експлуатаційні характеристики АНПА – членів групи (пошукові, енергетичні, динамічні, комунікаційні тощо);
- розробляє загальний план виконання місії і-ї групи АНПА;
- визначає фактори, які обмежують виконавчі можливості і-ї групи АНПА (гідрокліматичні, ресурсно-технічні, антропогенні тощо);
- визначає критерії якості виконання поставленої підводної місії для і-ї групи АНПА.

- обирає закони Z_I ідентифікації, обстеження ПО та документування результатів;

- визначає режими та формати комунікацій Z_K для АНПА і-ї групи між собою, лідером групи і рівнем стратегічного керування.

Результатом роботи рівня тактичного керування є інформаційно-керуючий вектор $\vec{X}_T = (\vec{X}_{T1}, \dots, \vec{X}_{TN})$, і-та складова якого $\vec{X}_{Ti} = (Z_{АНПА}; Z_{П}; Z_{I}; Z_{K})$ містить завдання для рівнів локального керування АНПА – членів групи.

Рівень локального керування окремим АНПА у такій системі на основі обробки власної навігаційної інформації та поточних технічних характеристик апарату $I_{П}$, інформації від пошукових сенсорів $I_{С}$ та інформації від власної системи зв'язку $I_{З}$ генерує інформаційно-керуючий вектор \vec{X}_{Li} для СЛК і-го АНПА, який задає просторовий рух окремого АНПА як члена групи. Кожна СЛК на основі отриманого вектора \vec{X}_{Li} формує сигнали керування для виконавчих механізмів і-го АНПА – його рушійно-рульового комплексу, СПС та СЗ.

Рівень контролю якості групового керування

АНПА виконує функції зворотного зв'язку між окремими АНПА та відповідними рівнями багаторівневої системи автоматичного групового керування АНПА.

Він формує множину показників якості групового керування для рівнів мега, стратегічного, тактичного і локального керування $Q_M = \{Q_M; Q_C; Q_T; Q_L\}$ та забезпечує контроль за їх виконанням на протязі підводної місії.

Попередній аналіз специфіки функціонування групи пошукових АНПА дає змогу сформулювати наступні головні завдання щодо організації автоматичного керування ними:

- завдання простоти керування окремим АНПА – кожний АНПА групи має бути відносно простим з позицій керування об'єктом, оскільки це значно спрощує

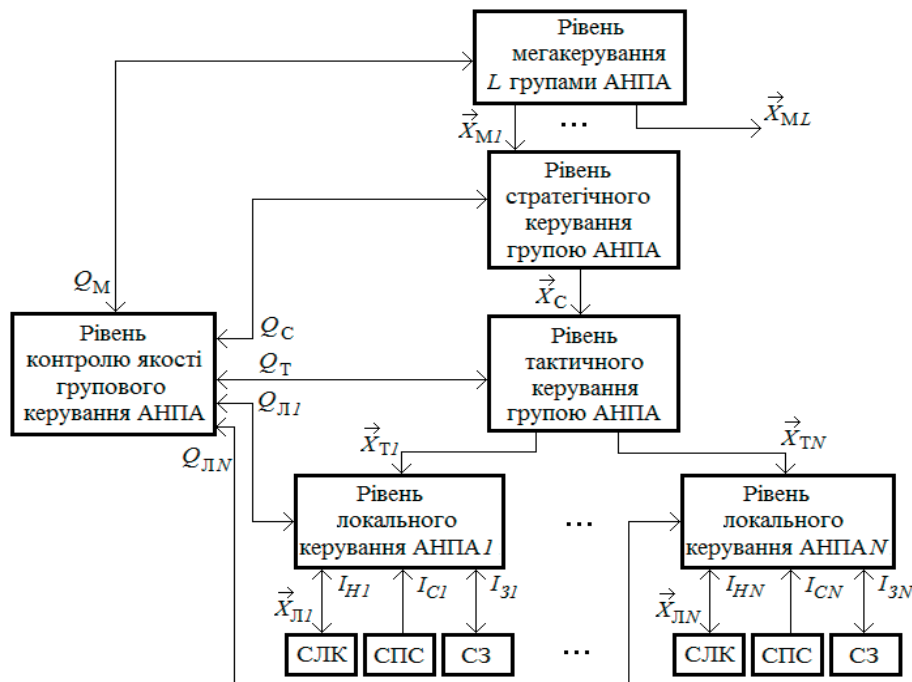


Рис. 1. Багаторівнева система автоматичного групового керування АНПА

Результатом роботи стратегічного рівня керування є інформаційно-керуючий вектор \vec{X}_C , який по комунікаційних каналах СЗ розсилається до АНПА – членів групи як завдання тактичного рівня керування і-ю групою АНПА.

Рівень тактичного керування і-ю групою АНПА планує фактичне виконання пошукової місії та розробляє завдання для кожного АНПА і-ї групи, для чого:

- обирає з бази даних (БД) закони $Z_{АНПА}$ безпечного просторового руху АНПА при пошуку заданого підводного об'єкта (ПО);
- обирає закони $Z_{П}$ позиціонування АНПА біля знайденого ПО;

побудову рівнів тактичного та локального керування групою, а також підвищує надійність функціонування окремого АНПА;

- завдання утворення і підтримки просторової конфігурації групи – під час виконання місії кожний підводний апарат повинен самоідентифікуватись як член відповідної групи АНПА, зайняти відповідне місце у структурі (просторовій конфігурації) групи і відстежувати своє місце у групі під час просторових еволюцій групи за відповідними пошуковими алгоритмами;

- завдання гнучкості просторової конфігурації групи АНПА – при виникненні навігаційних перешкод, загроз зіткнення чи зміні місії окремий АНПА та група

АНПА у цілому має самостійно приймати рішення щодо вибору та реалізації маневру обходу;

- завдання функціональної гнучкості групи АНПА – при відмові АНПА-лідера його функції мають автоматично переходити до іншого АНПА, який визначається за алгоритмом, спільним для групи;

- завдання надійності внутрішніх комунікацій групи АНПА – дистанція між апаратами групи має обиратись і підтримуватись у ході виконання місії таким чином, щоб забезпечувався надійний зв'язок по гідроакустичному чи радіоканалам СЗ;

- завдання забезпечення гарантованих пошукових характеристик групи АНПА – дистанція між апаратами групи має обиратись і підтримуватись у ході виконання місії таким чином, щоб забезпечувався пошук підводних об'єктів з заданою достовірністю;

- завдання навігаційної безпеки групи АНПА – своєчасне виявлення та обхід навігаційних перешкод та штучно утворених завод, розробка ефективних алгоритмів ухилення від зіткнень з підводними об'єктами.

Крім того, при виконанні складних та масштабних підводних пошукових робіт доцільним вбачається виділення серед підводних апаратів групи наступних спеціалізацій для АНПА:

- власне пошукові АНПА, за допомогою яких виконується підводний пошук, ідентифікація, обстеження і документування ПО;

- комунікаційні АНПА, які забезпечують зв'язок між пошуковими АНПА та АНПА-лідером і базою;

- навігаційні АНПА, які забезпечують безпечну навігацію пошукових та комунікаційних АНПА шляхом моніторингу підводної обстановки в районі морських робіт, синтезу електронної карти підводної обстановки та її передачі іншим АНПА – членам групи.

5. Висновки

Розроблено узагальнену структуру п'ятирівневої системи групового керування автономними ненаселеними підводними апаратами, яка забезпечує узгоджений просторовий рух при виконанні підводних пошукових робіт за безлюдними технологіями.

Сформульовано головні завдання щодо організації автоматичного керування групами підводних апаратів, які включають створення окремих підводних апаратів як простих об'єктів керування, утворення і підтримку просторової конфігурації групи, гнучкість її структури під час виконання підводної місії, навігаційну безпеку просторового руху апаратів, а також надійність внутрішніх комунікацій групи АНПА та їх пошукових характеристик.

Запропоновано спеціалізації окремих підводних апаратів і окремих груп апаратів для вирішення завдань підводного пошуку, зв'язку апаратів між собою й базою та забезпечення навігаційної безпеки при груповому застосуванні підводних апаратів.

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. Илларионов, Г. Ю., Угроза из глубины: XXI век [Текст] / Г. Ю. Илларионов, К. С. Сиденко, Л. Ю. Бочаров // – Хабаровск: КГУП «Хабаровская краевая типография», 2011. – 304 с.
3. Подводные технологии и средства освоения Мирового океана [Текст] / М. : Издательский дом «Оружие и технологии», 2011. – 780 с.
4. Вяльшев, А. И. Аспекты технологии и стратегии обследования подводных потенциально опасных предметов в Балтийском море [Текст] / А. И. Вяльшев и др. // «Подводные технологии и мир океана». – М. : 2006, - № 5-6. – С. 50-56.
5. Griffiths, Gwyn Technology and Applications of Autonomous Underwater Vehicles [Text] / Gwyn Griffiths // – Taylor & Francis, 2002. – 368 p.
6. Агеев, М.Д. Автономные подводные роботы. Системы и технологи [Текст] / М. Д. Агеев // - М. : Наука, 2005. – 398 с.
7. Сухова, А. Системы безопасности объектов на акваториях [Текст] / А. Сухова // Морской флот. – М., 2007. – № 5. – С. 49–53.
8. Maritime Security Partnerships. Committee on the “1,000-Ship Navy” – A Distributed and Global Maritime Network. Naval Studies Board. Division on Engineering and Physical Sciences. National research council of the national academies. The national academies press. Washington, D.C., 2008. – 242 P.
9. Ракитин, И. Я. Подводные робототехнические системы для исследований океана [Текст] / И. Я. Ракитин // – М. : НИП “Море”, 2002. – 191 с.
10. Gianluca, Antonelli Underwater Robots Motion and Force Control of Vehicle-Manipulator Systems Second edition. [Text] / Antonelli Gianluca // Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006. – 283 pp.
11. Ляхов, Д. Г. Современные задачи подводной робототехники [Текст] / Д. Г. Ляхов // Подводные исследования и робототехника. – 2012. - №1(13). – С. 15-23.
12. Von Alt, C., Hunting for Mines with REMUS: A High Performance, Affordable, Free Swimming Underwater Robot [Text] / C. Von Alt, B. Allen, T. Austin, N. Forrester, R. Goldsborough, M. Purcell, R. Stokey // – Proc. Oceans 2001, Honolulu, HI, pp. 117-122.
13. Борейко, А. А. Малогабаритный многофункциональный автономный необитаемый подводный аппарат «МТ-2010» [Текст] / А. А. Борейко, В. Е. Горнак, С. В. Мальцева, Ю. В. Матвиенко, Д. Н. Михайлов // «Подводные исследования и робототехника» - 2011. – №2(12). – С. 37-42.
14. Joshua, Grady Graver Underwater gliders: dynamics, control and design. A dissertation presented to the faculty of princeton university in candidacy for the degree of doctor of philosophy [Text] / Grady Graver Joshua // – Princeton University, 2005. – 289 P.

15. Филаретов, В. Ф. Устройства и системы управления подводных роботов [Текст] / В. Ф. Филаретов, А. В. Лебедев, Д. А. Юхимец // [отв. ред. Ю.И. Кульчин] ; Инс-т автоматки и процессов управления ДВО РАН. – М.: Наука, 2005. – 270 с.
16. Блінцов, С. В. Автоматичне керування автономними підводними апаратами в умовах невизначеності : Монографія [Текст] / С. В. Блінцов // – Миколаїв : ТОВ “Фірма “Гліон”, 2008. – 204 с.
17. 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.
18. Бабак, Л. Н., Об одном алгоритме поиска источника подводного шлейфа, основанном на использовании группы АНПА [Текст] / Л. Н. Бабак, А. Ф. Щербатюк // Управление большими системами : Сборник трудов. - 2010. – Специальный выпуск №30.1 «Сетевые модели в управлении». – С. 536-548.
19. Иванов, А. И. Сетецентрические аспекты группового поведения автономных подводных аппаратов [Текст] / А. И. Иванов, Н. А. Лазутина, И. У. Сахабегдинов // Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения : Труды 3-й Всероссийской конференции с международным участием. – М.: Институт проблем управления РАН, 2010. – С. 548-551.
20. Toshiyuki, Yasuda Multi-robot systems, trends and development [Text] / Toshiyuki Yasuda, Kazuhiro Ohkura // - InTech, India, 2011. – 596 p.
21. Ильюшко, В. М. Беспилотные летательные аппараты : Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик [Текст] / В. М. Ильюшко, М. М. Митрахович, А. В. Самков, В. И. Силков, О. В. Соловьев, В. И. Стрельников // [под общ. Ред. В. И. Силкова] – К.: ЦНИИ ВВТ ВС Украины, 2009. 302 с.
22. Городецкий, В. И. Прикладные многоагентные системы группового управления [Текст] / В. И. Городецкий, О. В. Карсаев, В. В. Самойлов, С. В. Серебряков // «Искусственный интеллект и принятие решений» - 2009. –№2. – С. 3-24.

Проводиться аналіз підходів до вирішення задачі моніторингу мережевого трафіку та обробки його результатів. Розглядаються сучасні мережеві системи та проблеми, які виникають при дослідженні їх стану. В результаті аналізу існуючих методів дослідження мережевих систем запропоновано використання методу прослуховування мережевого інтерфейсу як способу дослідження мережевих систем для подальшого адміністрування системи

Ключові слова: сніфер, мережеві системи, адміністрування

Проводится анализ подходов к решению задачи мониторинга сетевого трафика и обработки его результатов. Рассматриваются современные сетевые системы и проблемы, возникающие при исследовании их состояния. В результате анализа существующих методов исследования сетевых систем предложено использование метода прослушивания сетевого интерфейса как способа исследования сетевых систем для дальнейшего администрирования системы

Ключевые слова: снифер, сетевые системы, администрирование

УДК 004.457

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ МОНІТОРИНГУ ТРАФІКУ МЕРЕЖЕВИХ КОМУНІКАЦІЙ ТА ОБРОБКА ЙОГО РЕЗУЛЬТАТІВ

Р. Б. Скрип'юк

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра комп'ютерних технологій
в системах управління і автоматки
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська 15, м. Івано-Франківськ,
Україна, 76000
E-mail: rostyslav.skrypyuk@gmail.com

1. Вступ

Важко переоцінити роль комп'ютерних мереж для сучасного світу. Розвиток цієї області ІТ індустрії розвивається надзвичайно швидко, намагаючись вга-

мувати постійно зростаючий попит на швидкий та якісний зв'язок з глобальною мережею Internet. Саме тому існує потреба у розробці спеціалізованого програмного забезпечення (сніферів), яке б спростило роботу системним адміністраторам у відлагодженні