

УДК 551.46.07

*О.С. Корнієнко, студент гр. ІА-72, к.т.н., доц. Дубінець В.І.
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

АВТОНОМНІ ПІДВОДНІ МІКРОРОБОТИ ЯК КЛАС ВИРОБІВ МІКРОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ

Анотація. В даній статті представлені перспективи розвитку автономних підводних роботів модульно-гібридної модифікації з біонічним принципом руху. Розглянуто перспективний напрямок розвитку автономних підводних роботів пов'язаний з використанням енергетики океану.

Ключові слова: підводні мікророботи, біонічні принципи руху, безплатформні інерціальні навігаційні МЕМС.

ВСТУП

Освоєння нафтогазових родовищ континентального шельфу Азовського і Чорного моря, батиметрія, моніторинг і діагностика підводних трубопроводів і споруд неможливі без автономних підводних роботів. Володіючи низкою переваг, сучасні підводні робототехнічні системи мають можливість виконувати поставлену задачу в поєднанні з високоточною навігаційною прив'язкою. Застосування автономних підводних роботів при виконанні різних робіт, за результатами досліджень проведених фірмами Shell і Kongsberg Simrad (Норвегія), показали їх високу економічну ефективність [1].

На сьогодні розроблено безліч подібних проєктів які активно використовуються в наукових, комерційних і військових цілях [2]. Прогноз складений зарубіжними експертами по безлюдним морським системам на основі аналізу сучасного стану світового ринку показав [4], що вже до 2019 року загальна їх кількість зросте в два рази в порівнянні з 2012 року (Рисунок 1).

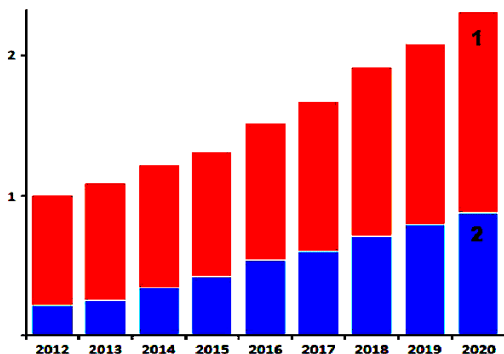


Рисунок 1. Прогноз світового ринку безлюдних морських систем до 2020 року: 1 - безлюдні надводні апарати; 2 - безлюдні підводні апарати.

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ

У зарубіжній літературі безлюдний підводний мікроапарат називають micro-UUV (micro Unmanned Underwater Vehicle), пізніше з'явився термін micro-AUV (автономний підводний мікроапарат, АПМА) [1,6].

Визнаними лідерами в розробках АПМА і мікророботів є такі фірми та університети як:

- iRobot (Nekton Research LLC), Marine Science Center of Northeastern University, Massachusetts Institute of Technology (MIT, Dept. of Ocean Engineering), DUKE & NC State University Team, Office Naval Research (ONR) (BMC) (всі - США);

-Modular robotic & Robot locomotion Group, School of MPE, NTU (Сінгапур);

-Mobile Robotics Lab at McGill University, Inuktun и Hyland Underwater Vehicles (всі - Канада);

-Essex University (Великобританія);

-Osaka University, Shinshu University, Hirose Fukushima Robotics lab. (Японія);

-Technical University, Politecnico di Torino, University of Cagliari (Італія).

В рамках американської комплексної програми «Biomimetic Underwater Robot» якою керує Центр морських наук (Marine Science Center) Північно-східного університету (Бостон) на замовлення DARPA створені повністю автономні підводні мікророботи, що імітують принципи руху морських біологічних об'єктів.

Очікується, що отримані результати знайдуть широке застосування при вирішенні різного роду завдань, починаючи з підтримки аварійно-рятувальних і оглядово-пошукових робіт до виявлення донних (в тому числі і замулених) мін на мілководді.

Особливо важливою є проблема розробки пристроїв, що використовують біонічний принцип руху для переміщення під водою. Перспективні технічні рішення які застосовуються при проектуванні підводних міні- і мікророботів мають ряд особливостей, насамперед, пов'язаних з використанням біонічних принципів переміщення, оскільки ефективність традиційних рушіїв не перевищує 40%. Обмеження по масо-габаритним параметрам вимагають застосування компактних і енергоефективних рушійно-рульових комплексів низької напруги, оснащених досить простою системою управління і високою надійністю, простотою конструкції і обслуговування, що і забезпечує низьку вартість [3]. Тому створення сучасних підводних мікроробототехнічних систем без засобів і технологій наномікросистемної техніки вирішити неможливо.

У Массачусетському технологічному інституті (Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Ocean Engineering) існують проекти «RoboTunaII», «RoboPike», спрямовані на створення автономних апаратів, що імітують рух риб. Аналогічна розробка під назвою «жовтий тунець» виконана науково-дослідною лабораторією Драйпера (Draper Laboratory) США, «RoboFish» (Mitsubishi Heavy Industries) Японія, «Robo-Lobster» Marine Science Center of Northeastern University.

Існують десятки технічних пропозицій, патентів та вже реалізованих проектів на використанні відновлювальних джерел енергії для направленої руху підводних апаратів. Наприклад, система крил зі спеціальним приводом дозволяє перетворювати енергію хвиль в енергію поступального переміщення. З енергопостачанням від відновлювальної енергетики океану можуть

працювати в автономному режимі довготривалі морські системи моніторингу [5,7]. Пропонується кілька базових модифікацій хвильового глайдера, які відрізняються складом датчиків і обладнанням: для океанологічних, метеорологічних і екологічних досліджень, для нафтогазової індустрії, при створенні вітроенергетичних платформ у відкритому морі, для судноплавства, для авіації і моніторингу сейсмічної обстановки, для виконання військових місій і програм національної безпеки. Хвильовий глайдер «Wave Glider» американської компанії «Liquid Robotics» вже зараз є головним елементом виконання деяких з перерахованого ряду важливих проєктів [6].

Інтелектуальні системи управління містять: апаратуру для отримання батиметричних даних, доплеровські гідроакустичні локатори, приймач з антеною глобальної навігаційної системи GPS, безплатформну інерціальну навігаційну систему, цифрову відеокамеру; датчики для вимірювання параметрів морської води і ін. Отримані дані записуються на жорсткий накопичувач для подальшого аналізу результатів проведеної операції після підйому мікро-робота. Управління здійснюється автономно по програмі, закладеної в пам'ять бортової ЕОМ, з використанням навігаційної системи та доплерівського лага з періодичним уточненням (при підспливанні) розташування за даними космічної радіонавігаційної системи.

РОЗРОБКА ПРОЕКТУ

На кафедрі приладобудування розробляються технічні проєкти глайдерів з використанням новітніх конструкційних матеріалів та досягнень нанотехнологій, з технічними характеристиками, необхідними для енергозабезпечення сучасних мобільних засобів океанологічних вимірювань. Нова модульна гібридна модифікація мікророботів здатна долати течії за рахунок біоподібного руху і застосовуватися для вирішення безлічі цільових завдань. Платформа для контролю системи включає безплатформну інерціальну навігаційну МЕМС-підсистему, трьохосовий магнетометр і трьохосовий акселерометр, датчик тиску і температури. Логіку роботи плати визначає встановлений на ній 32-бітний мікроконтролер (256 ... 512 кбайт flash-пам'яті, модулі USB і CAN, 11 таймерів, три АЦП і 13 комунікаційних інтерфейсів. Для взаємодії із зовнішнім світом передбачені роз'єм для підключення пристроїв бездротового зв'язку, порти COM і USB 2.0 FS. Крім того, на платі передбачені роз'єм для установки карт пам'яті.

Перспективними напрямками застосування таких систем в військових цілях є:

- дистанційне спостереження (Remote Surveillance System);
- пошук морських мін (Mine Search System);
- акустична розвідка (Tactical Acoustic System).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Robotic Visions to 2020 and beyond - The Strategic Research Agenda for robotics in Europe, 07/2009 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.robotics-platform.eu> – 07.2009 р.

2. Ryzhov V.A. / Large eddy simulation of flow around biomimetic propulsor / Ryzhov V.A, Tarasov S.V. // Proceedings of International Conference on Subsea Technologies 22-25 June 2009, St-Petersburg: BIMarEST-SMTU, 2009.– С. 56–58.

3. Лушников Б. В. / Бионический плавающий робот для мониторинга природных и техногенных объектов в гидросфере / Лушников Б. В., Политов Е. Н., Тарасова Е. С., Казарян К. Г. // Электронный журнал Cloud of Science. – 2014. – Т.28, №1.

4. Market Forecast [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.marketinfogroup.com/>

5. Ageev М.Д. / Концепция автономного подводного аппарата, использующего солнечную энергию и энергию морского волнения. // Подводные исследования и робототехника. – ИПМТ. В., 2008. – №2(6). – с. 64–66.

6. Красильников Р.В. / Подводные технологии и средства освоения Мирового океана // Оружие и технологии. – М.: – 2011. - 780 с.

7. Горлов А.А. Энергетика океана для океанологических исследований. Материалы Х11 международной научно-технической конференции // Современные методы и средства океанологических исследований. – ИО РАН. М., 2011.– С. 75–78.