

УДК 681.5

**Узагальнена структура системи автоматичного керування телекерованим
підводним апаратом з маніпулятором**

Автори: Блінцов В.С., Надточій А.В., НУК

Розвиток і вдосконалення підводних маніпуляторів є актуальним науковим завданням, яке стоїть перед розробниками засобів підводної робототехніки. Це обумовлено поступовим заповненням ринку підводної техніки новими типами дистанційно керованих підводних апаратів та зростанням вимог до спектру їх експлуатаційних характеристик [1]. До головних напрямків розвитку роботизованих підводних технологій належить оснащення телекерованих підводних апаратів (ТПА, в англomовній технічній літературі – Remotely Operated Vehicles, ROV) сучасними маніпуляторами, здатними з високою точністю виконувати складні підводно-технічні роботи у режимах дистанційного ручного та автоматичного керування [2]. Особливо актуальним питання автоматизації керування підводними маніпуляторами (ПМ) є при виконанні спеціальних підводних робіт, які вимагають високої точності просторових переміщень та високої продуктивності їх виконання. До таких робіт належать підводні археологічні дослідження, роботи з вибухонебезпечними предметами тощо [3, 4].

Типовим варіантом побудови підводної роботизованої системи є проект «Софокл», розроблений науковцями Національного університету кораблебудування, рис. 1.

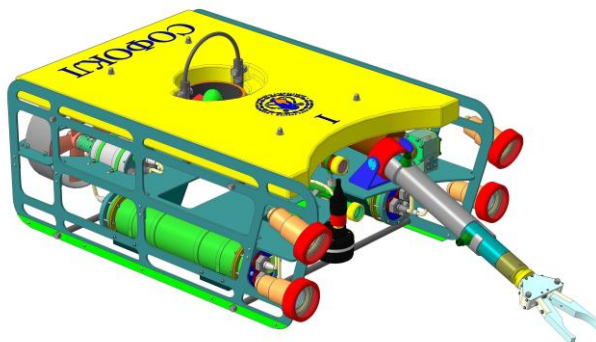


Рисунок 1 – 3D-модель ТПА проекту «Софокл» з маніпулятором.

Аналіз умов застосування ПМ з борту ТПА свідчить, що така система функціонує в умовах невизначеності зовнішніх збурень та нестаціонарності власних параметрів.

До головних чинників невизначеності і нестаціонарності належать:

- силова дія зовнішніх збурень на корпус ТПА та ПМ (течія у робочій зоні, збурення від кабель-тросу ТПА);
- зміна центру мас та гідродинамічних коефіцієнтів ТПА з-за зміни просторового положення ланок ПМ;
- вплив маси та форми підводного об'єкту, з яким працює ПМ, на масу й гідродинамічні характеристики ТПА;
- зміна в'язкості робочих рідин (рідкого діелектрика виконавчих електродвигунів, масла систем гідравліки) на статичні і динамічні характеристики ПМ.

Зазначені чинники вимагають від системи автоматичного керування ТПА вирішення наступних задач:

- високоточного позиціювання в робочій зоні;
- компенсації курсу, диференту і крену ТПА (КДК) при переміщеннях ланок ПМ з транспортного положення у робоче положення, при роботі з вантажем тощо;
- компенсації КДК при роботі ПМ з різьбовими з'єднаннями (компенсація обертових моментів від ПМ);
- компенсації змінної плавучості ТПА при операціях ПМ по прийому і скиданню вантажу.

Узагальнена структура системи автоматичного керування об'єктом «ТПА – ПМ» пропонується у вигляді наступних чотирьох рівнів [5]:

- стратегічний рівень – синтез алгоритмів реалізації підводного завдання (аналізує поставлену задачу, розробляє план її виконання, формує множину режимів роботи ТПА з урахування зовнішніх чинників, виконує аналіз параметрів зовнішнього середовища);
- тактичний рівень – планування просторових переміщень ланок ПМ та алгоритмів стабілізації просторового положення ТПА (вибудовує конкретні траєкторії просторового руху ТПА на базі вимог підводної технології та умов роботи, прогнозує продуктивність виконання підводних робіт);
- рівень групового керування – синтез алгоритмів узгодженого паралельного керування виконавчими механізмами ТПА і ПМ з метою досягнення завдань тактичного рівня (реалізується шляхом використання математичних моделей динаміки руху ТПА і ПМ в умовах їх взаємодії з зовнішнім середовищем та з підводними предметами – об'єктами роботи ПМ);
- рівень локального керування – забезпечує виконання законів керування, які задаються з рівня групового керування (вибудовує алгоритми керування локальними виконавчими механізмами ТПА і ПМ, забезпечує реалізацію заданих режимів роботи виконавчих механізмів – стабілізацію чи зміну по заданим законам кутової частоти обертання, моментів та

потужностей виконавчих механізмів тощо).

Важливою складовою розробленої системи керування є застосування комплексу сенсорів, призначених для контролю параметрів зовнішнього середовища та власних параметрів ТПА і ПМ. До головних типів сенсорів системи керування належать:

- сенсори силових збурень, які діють на ТПА (зусиль від кабель-тросу тощо);
- сенсори швидкості течії та параметрів води (температури, солоності тощо);
- сенсори просторового положення і параметрів руху ТПА (давачі курсу, крену та диференту ТПА, давачі лінійних і кутових швидкостей і прискорень ТПА);
- сенсори кутових переміщень ланок ПМ, положення та зусиль, що розвиваються затискачем ПМ);
- сенсори лінійних дистанцій ТПА та ПМ до підводних предметів, які є об'єктами маніпуляцій ПМ.

Практичну реалізацію описаної системи автоматичного керування планується виконати і вигляді діючого макету на базі ТПА проекту «Софокл».

Висновок. Розроблено узагальнену чотирьохрівневу структуру системи автоматичного керування телекерованим підводним апаратом з маніпулятором, яка забезпечить підвищену точність і продуктивність виконання підводних робіт.

Список літератури

1. Агеев М.Д. Автономные подводные роботы. Системы и технологии. М.: Наука, 2005. – 398 с.
2. Устройства и системы управления подводных роботов / В.Ф. Филаретов, А.В. Лебедев, Д.А. Юхимец. – М.: Наука, 2005. – 270 с.
3. Воронов С.О. Енциклопедія морських катастроф України 6 (затонулі пам'ятки антич., середньовіч. і новіт. історії : залишки міст і поселень, військ. кораблі, цивіл. судна, авіа- та бронетехніка) / С.О. Воронов. – К.: Видавництво «Богдана», 2008. – 848 с.
4. Илларионов Г.Ю., Сиденко К.С., Сидоренко В.В. Подводные роботы в минной войне: Монография. – Калининград: ОАО «Янтарный сказ», 2008. – 116 с.
5. Блинцов В.С. Современные проблемы создания электрооборудования и автоматики подводных аппаратов. // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. Науково-технічний журнал. - Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2007, №5 (24). – С. 90-98.