**Блінцов Олександр Володимирович. Удосконалення керування квазістаціонарним просторовим рухом самохідної прив'язної підводної системи в умовах невизначеності : Дис... канд. наук: 05.13.03 – 2009**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Блінцов О.В. Удосконалення керування квазістаціонарним просторовим рухом самохідної прив’язної підводної системи в умовах невизначеності. Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.03 – системи та процеси керування. Національний університет "Львівська політехніка", Львів, 2009.  У дисертації розв’язана актуальна наукова задача автоматизації керування квазістаціонарним просторовим рухом самохідної прив’язної підводної системи в умовах невизначеності характеристик її елементів і параметрів зовнішнього середовища. Одержано нейромережні моделі електрорушійного пристрою підводного апарата, інверсну модель просторового кабель-троса як елементів системи автоматичного керування. Одержано систему автоматичного керування на базі прямих та інверсних моделей елементів прив’язної системи та систему керування просторовим квазістаціонарним рухом підводного апарата, яка виконує лінійну корекцію сигналів керування. Удосконалено канал зворотного зв’язку системи автоматичного керування шляхом синтезу базової нейромережної координатної моделі кабель-троса та використання у ролі вхідних змінних кутів рискання і диференту його кінців. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі розв’язано актуальну наукову задачу удосконалення керування квазістаціонарним просторовим рухом самохідної прив’язної підводної системи в умовах невизначеності шляхом створення та дослідження системи керування на базі моделей елементів прив’язної системи та системи керування з лінійною корекцією сигналів керування, які забезпечують керований просторовий рух прив’язної системи в умовах невизначеності. При цьому отримано наступні результати.  1. На основі аналізу режимів роботи самохідної прив’язної підводної системи та впливу невизначеності власних параметрів та характеристик зовнішнього середовища на керованість системи зроблено висновок про недостатню ступінь автоматизації керування її просторовим рухом, що стримує широке застосування таких систем для виконання пошукових, інспекційних, природоохоронних і спеціальних підводних робіт на шельфі Азово-Чорноморського басейну в інтересах українських та зарубіжних організацій.  2. Встановлено, що для прив’язної системи керованими величинами її підводного апарата є просторові координати відносно судна-носія, а кабель-троса – довжина його попущеної частини, яка задається лебідкою кабель-троса; керуючими впливами підводного апарата є сигнали керування його електрорушійним комплексом, а лебідки – сигнал керування мотор-редуктором барабана. Розроблено узагальнену багаторівневу структуру системи автоматичного керування прив’язною системою в умовах невизначеності, обґрунтовано доцільність застосування методів штучного інтелекту для синтезу систем автоматичного керування рухом самохідної прив’язної підводної системи як нелінійного об’єкта, що функціонує в умовах невизначеності.  3. Розроблено спеціалізований моделюючий комплекс для дослідження динаміки і квазістаціонарних режимів просторового руху прив’язної системи, який включає відомі прямі математичні моделі її елементів та розроблені автором пряму нейромережну модель електрорушійного комплексу, просторові інверсні нейромережну та аналітичну моделі кабель-троса. Виконано експериментальну перевірку достовірності моделей основних елементів комплексу – підводного апарата шляхом проведення басейнових випробувань і кабель-троса – шляхом порівняння результатів комп’ютерного моделювання з результатами натурних випробувань.  4. Розроблено і досліджено нечіткий регулятор для стабілізації підводного апарата на курсі, у результаті чого зроблено висновок про можливість стійкої керованої орієнтації корпусу апарата проти течії і, таким чином, про обґрунтованість розгляду у подальшому дослідженні руху кабель-троса як квазістаціонарного, коли до його ходового кінця прикладено усталений вектор сили електрорушійного комплексу апарата, а приєднаними масами води на елементах системи можна знехтувати.  5. Вперше одержано прямі та інверсні нейромережні моделі електрорушійного пристрою підводного апарата для квазістаціонарного режиму роботи на базі штучних нейронних мереж з прямим поширенням сигналу і зворотним розповсюдженням похибки, що утворює теоретичну основу для дослідження та автоматичного керування підводним апаратом. Розрахункова середня похибка отриманих нейромережних моделей не перевищує 2,410–2 % від діапазону зміни вихідної величини.  6. Вперше одержано інверсну модель просторового кабель-троса як елемента системи автоматичного керування на основі рівнянь зв’язку плоского кабель-троса з просторовою системою координат, рівнянь подібності для характеристик кабель-троса і для параметрів зовнішнього середовища, базової інверсної нейромережної, аналітичної або табличної моделі кабель-троса.  7. Вперше одержано систему автоматичного керування самохідною прив’язною підводною системою на базі прямих та інверсних моделей її елементів, яка забезпечує узгоджене керування підводним апаратом і лебідкою кабель-троса та мінімальний гідродинамічний вплив кабель-троса на апарат. Розрахункова максимальна похибка керування складає 2,5 % від радіусу робочої зони.  8. Вперше одержано систему автоматичного керування просторовим квазістаціонарним рухом самохідного прив’язного підводного апарата, яка виконує корекцію сигналів керування на основі припущення про лінійність об’єкта керування в околі точки його поточного місцезнаходження і забезпечує керування в умовах невизначеності та відсутності достовірних моделей елементів прив’язної системи. Її точність обмежується лише кількістю проміжних точок руху апарата до заданої точки простору. Показано, що таку систему керування доцільно використовувати самостійно для керування підводним апаратом при відсутності достовірних моделей елементів прив’язної системи або у складі системи керування на основі моделей елементів об’єкта керування – для встановлення апарата в задану точку і знаходження коефіцієнту поправки на невизначеність.  9. Удосконалено канал зворотного зв’язку системи автоматичного керування прив’язною підводною системою шляхом уведення сенсорів кутів рискання і диференту корінного і ходового кінців кабель-троса та синтезу базової нейромережної координатної моделі кабель-троса, що дає змогу визначати просторові координати підводного апарата відносно судна-носія пасивними сенсорами. Розрахункова максимальна похибка нейромережної моделі не перевищує 0,26 % від радіусу робочої зони, що є достатнім для морської практики, оскільки сумарна розрахункова похибка визначення координат апарата відносно судна-носія складає 1,67 % від радіусу робочої зони при точності сенсорів кутів до 0,1 та 7,87 % при точності сенсорів кутів до 0,5.  10. Теоретичні результати дисертації впроваджено в Науково-дослідному центрі Збройних Сил України "Державний Океанаріум" у вигляді дослідження особливостей керування системою "лебідка – кабель-трос – підводний апарат" у квазістаціонарних режимах роботи прив’язного підводного роботизованого комплексу, у в/ч А-1845 у вигляді моделюючого комплексу для комп’ютерного дослідження просторового руху пошукового підводного апарата, а також в НУК ім. адмірала Макарова МОН України у навчальній та науково-дослідницькій роботі студентів, аспірантів та науковців, що працюють по спеціальності 8.092201 "Електричні системи і комплекси транспортних засобів" за спеціалізацією 8.092201.02 "Електрообладнання і автоматика підводно-технічних систем і комплексів" у вигляді розробленої автором комп’ютерної програми "QUASTEC" для дослідження силових характеристик і просторової конфігурації кабель-тросів підводних систем. | |