**Нгуен Тієн Лонг. Автоматизація керування одноланковою підводною буксированою системою з підйомним буксированим апаратом : Дис... канд. наук: 05.13.03 – 2006**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Нгуен Тієн Лонг. Автоматизація керування одноланковою підводною буксированою системою з підйомним буксированим апаратом. Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.03 – Системи і процеси керування. Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2006.  Дисертація присвячена удосконаленню систем автоматичного керування одноланковими підводними буксированими системами з підйомними буксированими апаратами шляхом застосування адаптивних ПІД-регуляторів, нечітких регуляторів і регуляторів на основі інверсних математичних моделей об’єкта керування. Синтезовано систему автоматичного керування усталеним рухом апарата з ПІД-регуляторами кутів атаки несучої поверхні і хвостового оперення, інваріантними до вектора сили і швидкості буксирування. Отримано залежності коефіцієнтів нечітких регуляторів кутів атаки несучої поверхні й хвостового оперення апарата як функцій швидкості й сили буксирування. Отримано інверсні математичні моделі руху апарата по вертикалі й повороту навколо горизонтальної осі, структури регуляторів кутів атаки несучої поверхні й хвостового оперення на їх основі, аналітичні вирази для коефіцієнтів регуляторів при дії зовнішніх збурень. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі розв’язано актуальне наукове завдання вдосконалення керування одноланковою підводною буксированою системою з підйомним буксированим апаратом для основних її експлуатаційних режимів – підйому-спуску буксированого апарату і його руху в приповерхневому шарі води в умовах впливу зовнішніх збурень шляхом синтезу адаптивних ПІД-регуляторів, нечітких регуляторів і регуляторів на основі інверсних математичних моделей об’єкта керування. При цьому отримані наступні результати.  1. На основі аналізу режимів роботи одноланкової підводний буксированої системи з підйомним буксированим апаратом показано, що такі системи функціонують в умовах невизначеності впливів зовнішнього середовища й до них пред’являються високі вимоги до точності приповерхневого руху апарата на заданому заглибленні відносно водної поверхні. Сучасний рівень керування такими системами характеризується переважно ручним керуванням, що знижує ефективність їхнього застосування й призводить до помилок у керуванні.  2. Перспективним напрямком удосконалення систем керування одноланковими підводними буксированими системами з підйомними буксированими апаратами є повна автоматизація режимів їх роботи на основі синтезу високоефективних адаптивних ПІД-регуляторів, нечітких регуляторів і регуляторів на основі інверсних математичних моделей об’єкта керування.  3. Побудовано математичну модель функціонування одноланкової підводної буксированої системи з підйомним буксированим апаратом як об’єкта керування у квазістаціонарних і динамічних режимах роботи, яка описує гідродинамічну взаємодію кабель-буксира як гнучкого тіла й корпуса підйомного буксированого апарату як твердого тіла в потоці води, ураховує нелінійні характеристики несучої поверхні й хвостового оперення апарата й дає можливість досліджувати ефективність створюваних регуляторів. На її основі побудована інверсна математична модель підйомного буксированого апарату як елемент системи автоматичного керування його приповерхневим рухом, що являє собою новий науковий результат.  4. Виконано експериментальну перевірку адекватності створеної математичної моделі функціонування одноланкової підводної буксированої системи з підйомним буксированим апаратом шляхом басейнових досліджень характеристик повномасштабного макета буксированого апарату й морських дослідницьких випробувань одноланкової підводний буксированої системи з таким макетом. Діапазон похибок порівняння результатів басейнових досліджень несучих поверхонь із результатами моделювання склав 0,2...17,6 %, діапазон похибок порівняння морських дослідницьких випробувань буксированої системи в цілому склав 7,3...26,5 %, що є задовільним збігом для експериментів такої складності. На основі порівняння теоретичних і експериментальних результатів зроблено висновок про придатність створеного спеціалізованого моделюючого комплексу для проведення масових комп’ютерних розрахунків при перевірці ефективності розроблюваних систем автоматичного керування одноланкової підводної буксированої системи з підйомним буксированим апаратом.  5. Отримано аналітичні залежності для системи автоматичного керування довжиною попущеної частини кабель-буксира й кутом атаки несучої поверхні підйомного буксированого апарату у функції його висоти ходу над судном-буксирувальником (у квазістаціонарній постановці). Максимальна похибка керування по висоті становить 7,0...8,1%, що дає змогу використовувати їх у режимах виводу буксированого апарату в приповерхневий шар моря з точністю стабілізації по глибині до ±5 м. Отримані залежності являють собою новий науковий результат.  6. Синтезовано адаптивні ПІД-регулятори привода керування кутом атаки несучої поверхні буксированого апарату, інваріантні до вектора сили й до швидкості буксирування апарату, і ПІД-регулятор привода керування кутом атаки хвостового оперення буксированого апарату, інваріантний до швидкості його буксирування, отримано аналітичні залежності для коефіцієнтів регуляторів, що являє собою новий науковий результат.  7. Запропоновано структури нечітких регуляторів для керування кутом атаки несучої поверхні й хвостового оперення з метою стабілізації заглиблення буксированого апарату при роботі в умовах впливу зовнішніх збурень. Отримано аналітичні залежності для коефіцієнтів нечіткого регулятора на основі алгоритмів Мамдані й Сугено для несучої поверхні й хвостового оперення буксированого апарату як теоретична основа для синтезу високоефективних систем автоматичного керування його стабілізованим приповерхневим рухом в умовах зовнішніх збурень. Отримані аналітичні залежності являють собою новий науковий результат.  8. Синтезовано й досліджено регулятори на основі інверсної математичної моделі об’єкта керування для приводів зміни кута атаки несучої поверхні й хвостового оперення підйомного буксированого апарату для стабілізації його приповерхневого руху в умовах зовнішніх збурень. Отримані аналітичні залежності інверсної математичної моделі ПБА як теоретична основа для побудови регулятора високоефективного регулятора являють собою новий науковий результат.  9. Виконано порівняльний аналіз ефективності розглянутих у дисертації типів регуляторів для стабілізації глибини приповерхневого руху ПБА й для його стабілізації в горизонтальній площині. Встановлено, що адаптивні ПІД-регулятори займають проміжне положення між нечіткими регуляторами й регуляторами на основі інверсних математичних моделей об’єкта керування, тому їхнє застосування для стабілізації приповерхневого руху підйомного підводного апарату є виправданим у випадках, коли висока точність регулювання не потрібна. Встановлено перевагу нечіткого регулятора по алгоритму Мамдані перед нечітким регулятором по алгоритму Сугено при керуванні кутом атаки несучої поверхні буксированого апарату. Показано, що для керування кутом атаки хвостового оперення доцільно використовувати нечіткий регулятор на основі алгоритму Сугено, оскільки він простіший у реалізації й забезпечує керування з меншим значенням інтегрального показника якості – інтегралу похибки керування.  10. Теоретичні результати дисертаційного дослідження використовуються в Науково-дослідному центрі Збройних сил України «Державний океанаріум» при проведенні морських натурних випробувань нових зразків підводних буксированих систем й у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова МОН України при підготовці спеціалістів і магістрів за спеціалізацією 8.092201.03 „Електрообладнання і автоматика підводно-технічних систем і комплексів”. | |