

УДК 629.127

Н.О Зубик, студент гр. ПГ-11мп
КПІ ім. Ігоря Сікорського

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КУТОМ КУРСУ БЕЗПІЛОТНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТУ

Анотація. В даній роботі представлено моделювання системи керування кутом курсу безпілотного підводного апарату. Аналіз відхилення сигналу системи керування кутом курсу від заданого сигналу.

Ключові слова: система керування, моделювання, безпілотний підводний апарат, система керування кутом курсу

ВСТУП

З початку виготовлення безпілотних підводних апаратів стояло питання способу керування. Спочатку в основному використовували телекомунікаційний кабель, але такий спосіб управління і контролю мав безліч недоліків: необхідність зовнішнього керування, обмеженість глибини занурення довжиною кабелю, неможливість проходити складними маршрутами. Частково це питання вирішили дистанційне керування за допомогою радіохвиль. Була практика з використанням підводних коригувальних станцій [1], на сьогодні такий спосіб керування хоч і застарілий і малоефективний, але все ще актуальний.

Одним із найкращих варіантів для управління це задати певний маршрут, й корегувати його апаратно [2], безпосередньо системою керування. Для цього потрібно розробляти та досліджувати уже розроблені системи керування. На сьогодні безліч програм дозволяє зробити це без безпосередньої взаємодії з апаратом, оскільки такий спосіб є простіший, доступніший та дешевший. Середовищ для моделювання на ринку представлено досить багато. В даній роботі буде використовуватись пакет Simulink, оскільки дане програмне забезпечення дозволяє проектувати та досліджувати системи будь-якого рівня складності. Для дослідження буде використано лише систему керування кутом курсу з метою спрощення системи.

ОПИС МОДЕЛІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КУТОМ КУРСУ У SIMULINK

Створення математичної моделі системи керування автономним безпілотним підводним апаратом для побудови системи у Simulink доволі складний процес. Оскільки розробка в даному напрямку вже проводилась раніше за основу була система керування кутом курсу в роботі [3]. В даній роботі використовується математична і структурна модель, які описано у [4].

Система керування складається з вільного гіроскопа -датчика кута, диференційного гіроскопа – датчика кутової швидкості, підсилювача та виконавчого органу з жорстким зворотним зв'язком [3].

Допрацьовану у даній роботі схему наведено на рис.1., вона дозволяє проаналізувати відповідність кута курсу об'єкта заданому значенню при заданій складній траєкторії руху. У проведених дослідженнях для задання складної траєкторії використовується пульсуючий сигнал прямокутної форми.

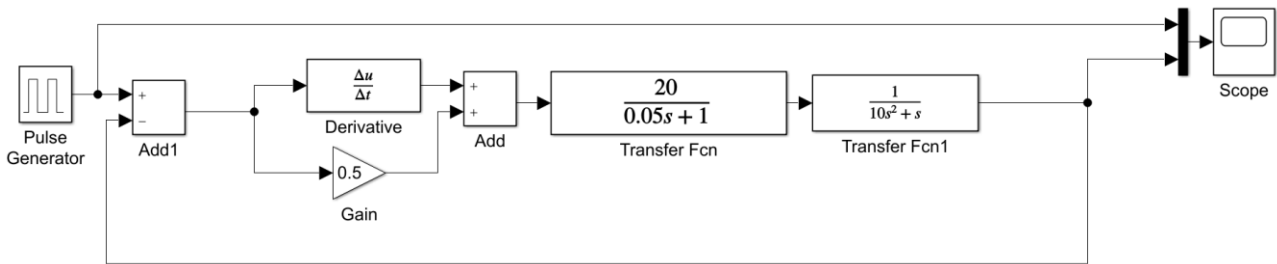


Рисунок 1. Схема моделювання системи керування кутом курсу безпілотного підводного апарату зі складною траєкторією руху

Короткий опис наведеної схеми моделювання з поясненнями:

Pulse Generator генерує пульсуючий сигнал за заданими параметрами. Параметри Pulse Generator наступні: Amplitude – 1, Period – 10, Pulse Width – 50, Phase delay - 0. Для порівняння згенерований сигнал виводиться на графіках.

Add1 та Add працюють як суматори вхідних сигналів. Знак на вході блока вказує, яку операцію слід провести з даним сигналом.

Derivative – виконує чисельне диференціювання вхідного сигналу.

Блок передатної функції Transfer Fcn задає передатну функцію у вигляді відношення поліномів, він містить поля: Numerator - вектор або матриця коефіцієнтів полінома чисельника, Denominator вектор коефіцієнтів полінома знаменника.

Scope – буде графіки вхідного та вихідного сигналів.

МОДЕЛЮВАННЯ КУТА КУРСУ СКЛАДНОГО РУХУ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ

Після задання параметрів та проведеного моделювання в Scope було отримано графіки змінювання кутів курсу, заданого сигналу та на виході системи керування (рис.2). Система працювала упродовж 60 секунд.

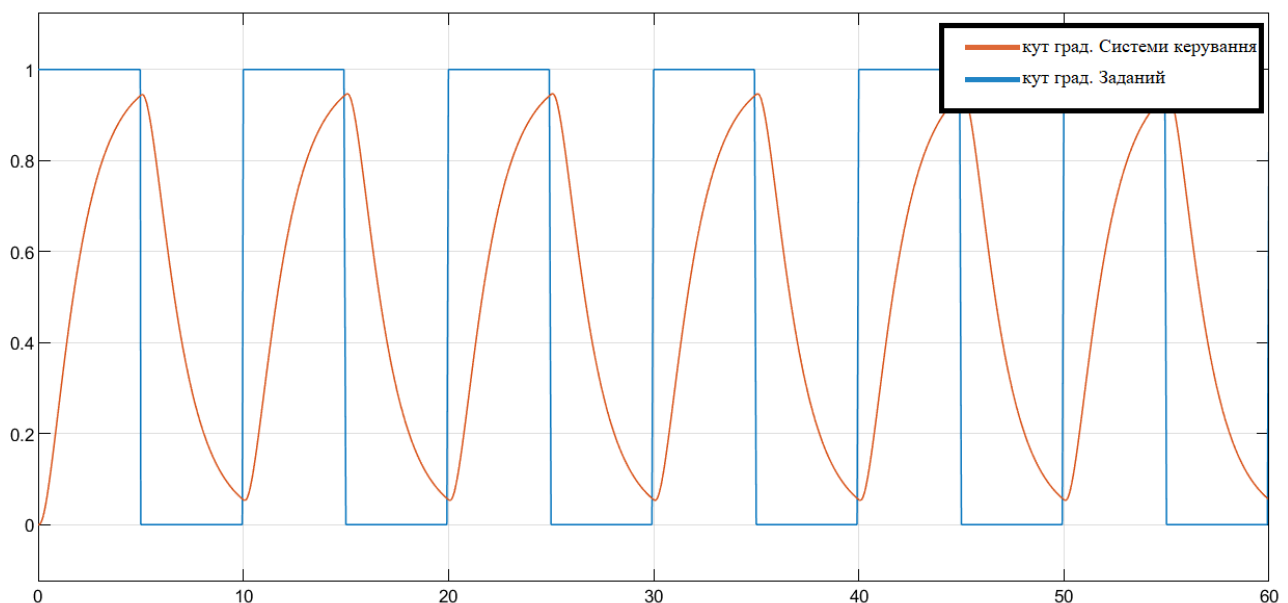


Рисунок 2. Графіки змінювання вхідного та вихідного сигналів кута курсу.

Оскільки в системі не використовувались додаткові шуми, чи похибки дані графіки показують доволі точну картину поведінки безпілотного підводного апарату, а також проблему відпрацювання кута курсу при різких поворотах.

З графіків видно, що система не повністю відпрацьовує задані змінювання кута курсу, намагається наблизитись максимально, оскільки вхідний сигнал з часом змінюється доволі різко, а система є інерційною і не може миттєво та без спотворень відпрацювати вхідний сигнал заданої форми. Це нормальна практика для безперервного руху на заданій швидкості. Хоча ми жертвуємо точністю, ми витримуємо темп, але у випадку, коли потрібно точно пройти заданий маршрут слід застосовувати методи корекції в системі керування кутом курсу.

Якщо розглянути висновки в роботі [3], можна побачити, що при повільних змінах кутів траєкторія руху підтримується доволі чітко, отже систему потрібно вдосконалювати з метою розширення її можливостей для різних траєкторій руху.

При подальшому вдосконаленні слід врахувати можливості розвороту на місці а також маневреність безпілотного підводного апарату, якщо це неможливо, потрібно використати процедури оптимізації значень швидкості та максимального кута повороту для забезпечення проходження даного шляху.

ВИСНОВКИ

Безпілотні підводні апарати мають безліч обмежень, щоб чітко слідувати заданим траєкторіям, окрім похибок систем керування слід пам'ятати про інші фактори, такі як неточність та завади датчиків системи навігації і орієнтації, підводні течії, та ін. Одним із варіантів підвищення точності відпрацювання складної траєкторії є сповільнення апарату при великому куті повороту в обмеженому проміжку відстані й проведення маневру розвороту на місці, або сповільнення для підвищення маневреності. Для здійснення подібних маневрів необхідні додаткові двигуни для підвищення маневреності. Доцільно в подальших дослідженнях оцінити відхилення, у разі його прийняттого значення сповільнення не буде необхідним при виконанні таких маневрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1]ГУРИНЕНКО, С. О. Організація систем керування сучасних безпілотних підводних апаратів. 2021.
- [2]ЖУЧЕНКО, О. А. Керування циклічними процесами в умовах дискретного просторово-часового завдання. 2019.
- [3]Бобрик В. С. Система керування безпілотним підводним апаратом : Магістерська дисертація. Київ, 2018. 100 с. [1, с. 45-48]
- [4]Лямина Е.А. Подходы к построению системы управления угловым положением необитаемого подводного аппарата без ограничений на углы наклона. Труды Крыловского государственного научного центра. 2018; специальный выпуск 1: 224–234.

Наук. керівник – д.т.н., проф., зав. кафедри Бурау Н.І.