

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ PID-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДОМОДЕЛИ

Шульга К. В., Бутрим А. И., Деменковец Д. В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
e-mail: mrkonstantinsh@gmail.com, demenkovets@bsuir.by

Summary. This paper discusses the application of a PID controller for the implementation of automatic control of boat model. The principle of operation of the controller and its main components are described. The creation of a hardware-software module based on the mathematical model of PID controller is described.

Схема работы регулятора и цикла обратной связи

Для того чтобы судомодель достигла конечной точки маршрута необходимо реализовать автоматическое управление и корректирование движения модели судна. Для решения этой задачи существует специальное устройство – регулятор. Регулятор воздействует на движение модели с помощью управляющих сигналов, которые влияют на скорость движения и угол поворота руля (изменяются в диапазоне от -1 до 1) [1]. Чтобы регулятор мог рассчитать управляющие сигналы, на его вход необходимо подать следующие данные: расстояние до точки маршрута (цель), отклонение от курса в градусах. Для получения вышеупомянутых данных используется GPS-приемник и компас. Схема работы регулятора представлена на рис. 1.

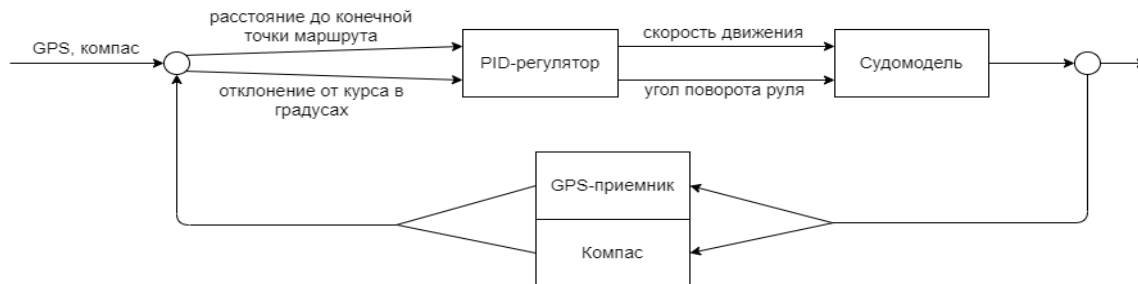


Рисунок 1 – Схема работы регулятора

Одним из способов получения точных и качественных управляющих сигналов воздействия является PID-регулятор. Общая схема цикла обратной связи PID-регулятора представлена на рис. 2.

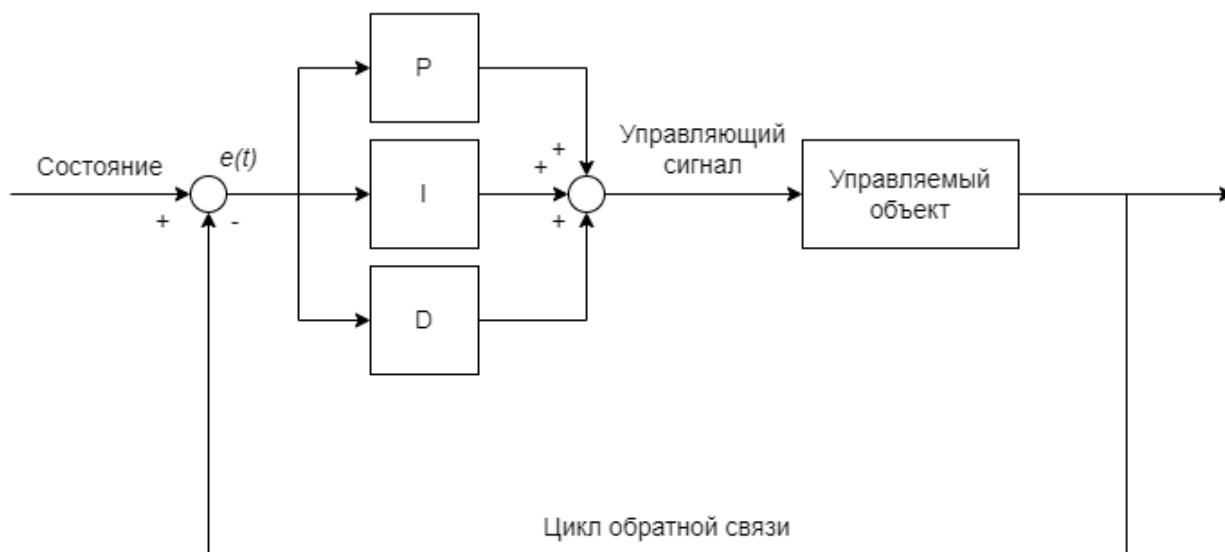


Рисунок 2 – Общая схема цикла обратной связи PID-регулятора

Расчет управляющих сигналов PID-регулятора:

Управляющий сигнал PID-регулятора рассчитывается по формуле [2]:

$$u(t) = P + I + D = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}, \quad (1)$$

где P – пропорциональная составляющая; I – интегральная составляющая; D – дифференциальная составляющая; K_p – коэффициент усиления пропорциональной составляющей; K_i – коэффициент усиления интегральной составляющей; K_d – коэффициент усиления дифференцирующей составляющей; e – рассогласование (отклонение величины от заданной).

Структурная схема программно-аппаратного модуля:

Структурная схема программно-аппаратного комплекса представлена на рис. 3 [3].

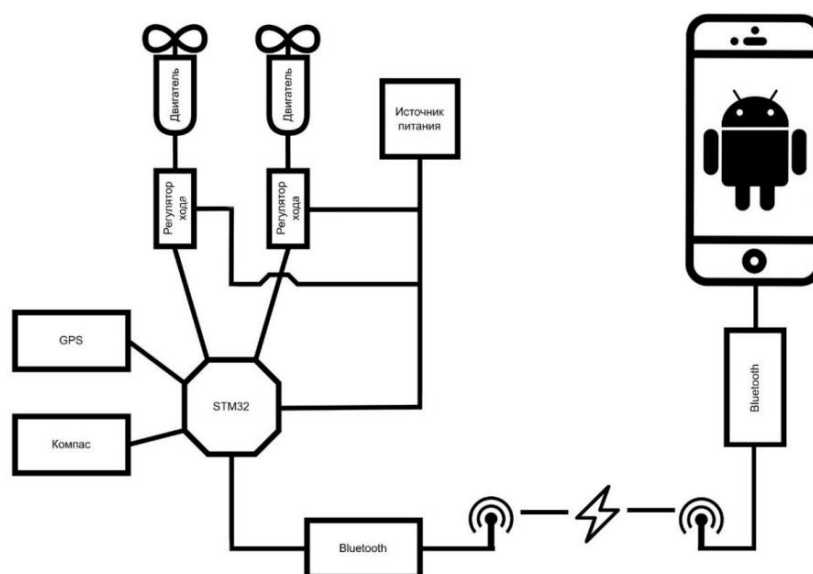


Рисунок 3 – Структурная схема программно-аппаратного модуля управления судомodelью

В результате выполнения работы была спроектирована и разработана математическая модель и программно-аппаратный модуль на базе данной математической модели.

Список использованных источников

1. Шульга, К. В. Применение PID регулирования для управления судомоделью / К. В. Шульга, С. И. Билалов, Д. В. Деменковец // Компьютерные системы и сети: 57-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 19–23 апреля 2021 г. : сборник тезисов докладов / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2021. – С. 65–66.

2. Шульга, К. В. Применение математической модели PID-регулятора для симуляции движения судомодели = Application of a mathematical model of the PID controller to simulate the motion of a ship model / К. В. Шульга, Д. В. Деменковец // Компьютерные системы и сети : сборник статей 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 18–22 апреля 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2022. – С. 52–56.

3. Бутрим, А. И. Программно-аппаратный модуль управления судомоделью на базе МК STM32 / А. И. Бутрим, Д. В. Деменковец // Компьютерные системы и сети : сборник статей 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 18–22 апреля 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2022. – С. 108–110.