

УДК 004.896

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНОГО ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМОГО РОБОТА. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ

Юртаев И. С., Гафуров С. А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

В процессе разработки и создания телеуправляемого подводного робота главную роль играет его система управления. Для подводного робота система управления должна задавать положение аппарата, стабилизировать аппарат в воде при наличии внешних возмущений, действующих на него, поддерживать неподвижность подводного робота при выполнении работ с манипулятором или иными инструментами. Управление аппаратом должно осуществляться дистанционно, с панели оператора. Кроме того, система управления должна быть надёжна и устойчива к внешним возмущениям.

Для реализации этих требований необходимо составить математическую модель движения подводного аппарата, выбрать закон управления им и составить программу управления для выбранной аппаратной платформы.

Основная плата управления прототипа должна легко перепрограммироваться, перестраиваться в процессе отладки, иметь небольшие габариты, а также обладать достаточной вычислительной мощностью и возможностью простого подключения внешних устройств. Для этого была выбрана основная плата управления, отвечающая данным требованиям – Arduino Uno (рисунок 1). К её достоинствам относятся: малые габариты (53 мм – ширина, 68 мм – длина), интегрированный асинхронный приемопередатчик, шина I²C для подключения внешних устройств и датчиков и возможность программирования в визуальном языке программирования LabView.

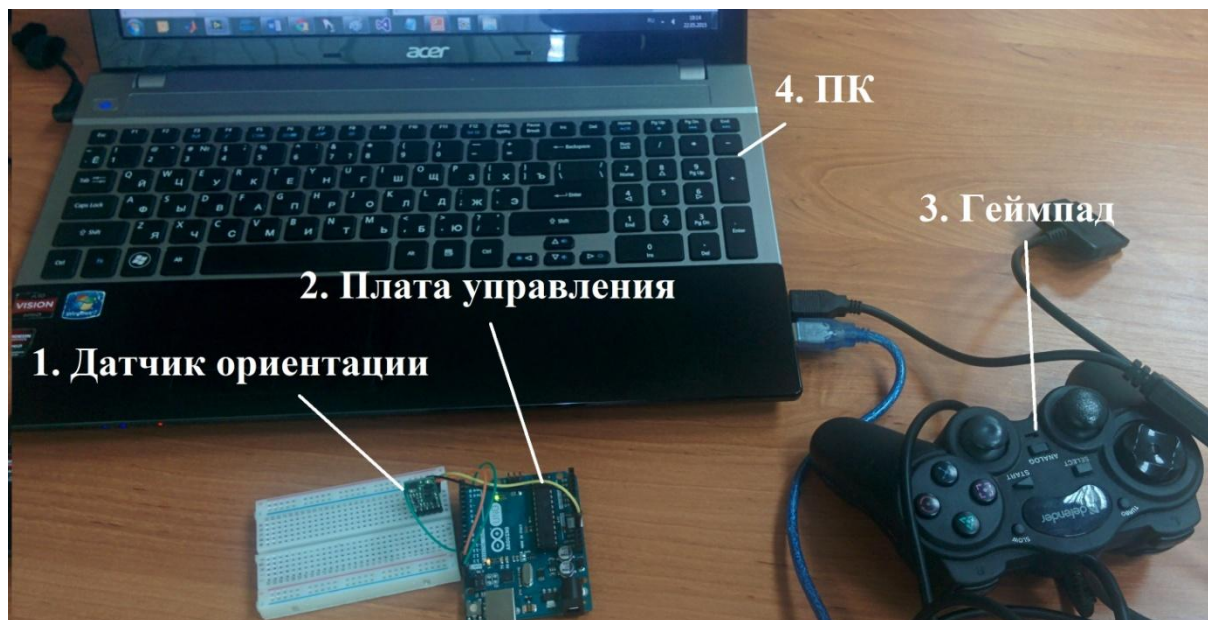


Рис. 1. Плата Arduino с акселерометром подключенная к ПК

Для оператора, управляющего положением подводного робота, была создана сеть, соединяющая плату управления и управляющий компьютер, на котором был создан человеко-машинный интерфейс. Связь между компьютером и телеуправляемым

подводным аппаратом обеспечивается асинхронным приемопередатчиком. На монитор (рисунок 2) компьютера выводится информация о положении аппарата в воде, о состоянии связи, частоты вращения гребных винтов в удобной для восприятия оператором форме. Оператор же при помощи пульта управления (геймпада) задаёт направление и скорость движения подводного робота.

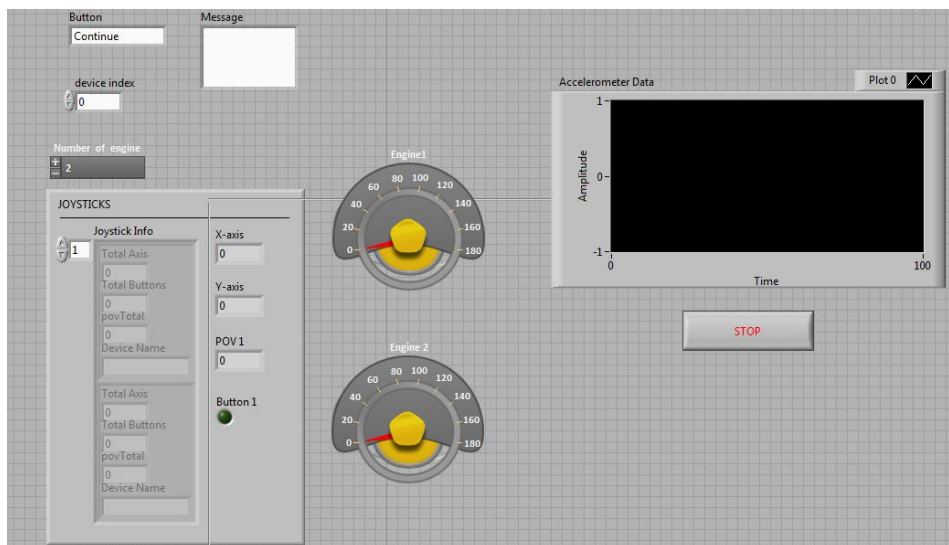


Рис. 2. Прототип интерфейса системы управления

В качестве сенсорного устройства, определяющего ориентацию робота, был выбран гироскоп, который связывается с платой управления по шине I²C.

Система управления должна управлять электродвигателями большой мощности с помощью сигнала низкого напряжения с основной платы. Для этого должна быть создана плата управления двигателями, конфигурация которой зависит от типа выбранного двигателя.

В качестве стабилизатора положения был выбран линейно-квадратичный регулятор. Его задача – изменять тягу движителя, управляя сигналом, подаваемым на электромотор. Значение сигнала обуславливается отклонением ориентации аппарата в пространстве от заданной и линейно-квадратичным алгоритмом. Однако для его построения необходимо составить математическую модель аппарата, описывающих его динамику при помощи дифференциальных уравнений (1) и найти коэффициенты для матрицы управления (2), для чего необходимо решить уравнения Риккати (3).

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad (1)$$

$$u = -R^{-1}B^T Px, \quad (2)$$

$$A^T P + PA - PBR^{-1}B^T P + Q = 0. \quad (3)$$

После составления программы управления, сборки робота, будет проведено сравнение расчётных параметров с практическими значениями, будет произведена корректировка рабочей программы и коэффициентов линейно-квадратичного регулятора.