

УДК 556.078

Роботизированная водная беспилотная лаборатория для мониторинга малых водоемов естественного и искусственного происхождения

Р. С. Пруидзе*, Е. М. Шишкин*

Описан разработанный прототип водной беспилотной лаборатории для мониторинга малых водоемов, способной перемещаться на основе сигналов спутниковой навигации и заданной схемы маршрута. Проект представлен в финале Российского национального юниорского водного конкурса 2020 года. Автор проекта Р. С. Пруидзе стал победителем в номинации “Использование методов космического мониторинга при выполнении исследовательских проектов по охране и восстановлению водных ресурсов”.

Ключевые слова: экологический мониторинг водоемов, автономная беспилотная лаборатория, система спутникового позиционирования.

Проблема глобального химического загрязнения водных объектов продуктами жизнедеятельности человека является в настоящее время особо актуальной. Существующие стационарные лаборатории, функционирование которых основано на отборе проб в контрольных точках, часто не обладают необходимой оперативностью. Использование роботизированных беспилотных лабораторий, основанных на современных технических возможностях проведения проб и анализа и управляемых через систему спутникового позиционирования, позволит расширить зону обследования и снизить себестоимость исследований [1].

В Армавирском Центре детского (юношеского) научно-технического творчества разработан прототип роботизированной водной беспилотной лаборатории для проведения мониторинга состояния малых водоемов естественного и искусственного происхождения. В качестве плавучей платформы (длина — 420 мм, ширина — 320 мм) был выбран тримаран, обладающий наибольшей устойчивостью к крену, способный нести большую полезную нагрузку (рис. 1).

В качестве двигателей платформы использовали два бесколлекторных двигателя модели RS2205 2300 kv, не создающих радиопомех и способных работать в среде с повышенной влажностью (максимальная тяга каждого — 1024 г). Движителями являются трехлопастные винты диаметром 124 мм с шагом 90 мм и углом атаки 20° [2]. Двигатели и движители расположены симметрично на боковых поплавках тримарана, что обеспечивает маневренность прототипа роботизированной водной беспилотной лаборатории. Момент на закручивание тримарана, возникающий при работе воздушных винтов, компенсируется правым и левым вращением движителей.

Движение по заданной траектории обеспечивает микроконтроллер “Ardupilot” (прошивка версии 2.5.1) [5], оснащенный устройством телеметрии и GPS-модулем. Траектория движения задается путем нанесения

* Центр детского (юношеского) научно-технического творчества, г. Армавир (Краснодарский край); e-mail: roma.pruidze@yandex.ru (Пруидзе Роман Спартакович).

точек маршрута на карту, интегрированную в программу “Mission Planner”. Интерфейс “Mission Planner” представлен на рис. 2а.

Позиционирование платформы осуществляется с помощью спутниковой навигации GPS. В настоящее время используется принцип беззапросных дальномерных измерений. Группировка спутников стандарта GPS формирует и непрерывно передает радиосигналы наземным пользователям; наземный модуль позиционирования, вычисляя временные задержки принимаемых сигналов, определяет свое точное местоположение — текущую географическую координату. Путем сопоставления текущей географической координаты с координатами точек маршрута, отмеченных в приложении “Mission Planner”, определяются дальность и направление движения по маршруту от точки к точке.

Качество воды в водоеме контролируется измерительной лабораторией на базе “Arduino MEGA 2560” [4]. В контрольных точках измеряются следующие параметры воды: pH, степень мутности, температура, а также температура воздуха. Значение pH является одним из главных показателей для водоема, так как концентрация ионов водорода влияет на протекание всех химических и биологических процессов. Измерение pH воды осуществляется ионометрическим методом [3]. Степень мутности воды — показатель, от которого зависит количество света, попадающего в водоем. Мутная вода является благоприятной средой для развития опасных болезнетворных бактерий. Примененный способ определения мутности воды основан на улавливании рассеянного инфракрасного излучения, интенсивность которого зависит от количества взвеси в воде [6]. Измерение температуры воды и воздуха в контрольной точке необходимо для определения степени нагрева воды и ее динамики — важнейших экологических факторов для всех обитателей водоемов. Осуществляется датчиком температуры воды DS18B20 и датчиком температуры воздуха DHT11.

Данные о параметрах для каждой контрольной точки, созданной в интерфейсе программы “Mission Planner”, хранятся в “Arduino MEGA 2560” до их выгрузки на стационарный компьютер для дальнейшей обработки в Desktop-приложении. Приложение написано в стиле объектно-ориентированного программирования на языке Python с использованием PyQt5 для ОС Windows. Приложение имеет русско- и англоязычную версии и работает в трех режимах: “Исследование”, “Результаты”, “Карта”. Режим “Исследование” позволяет обрабатывать накопленную информацию и сохранять полученные результаты, режим “Результаты” выводит накопленную информацию, режим “Карта” показывает карту и географические координаты контрольных точек измерений. Графический интерфейс Desktop-приложения представлен на рис. 2б.

Создание роботизированной автономной беспилотной лаборатории, способной передвигаться по зеркалу водоема на основе сигналов спутниковой навигации в автоматическом режиме (и в ручном режиме — по радиоканалу) обеспечит проведение экологического мониторинга состояния



Рис. 1. Прототип роботизированной водной беспилотной лаборатории.

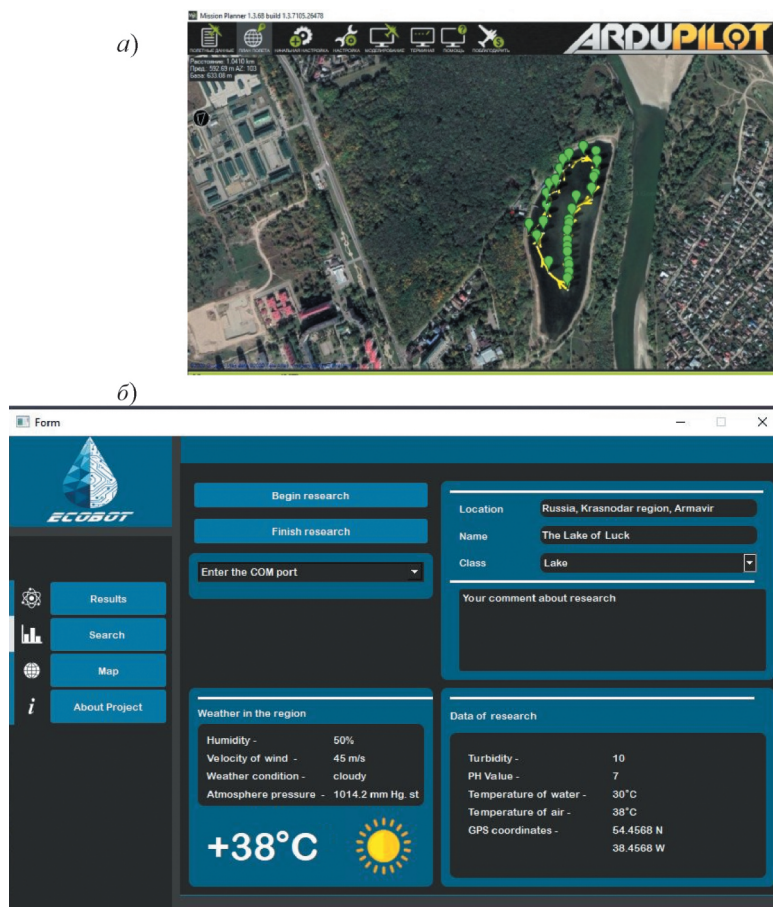


Рис. 2. Интерфейс программы “Mission Planner” (а) и графический интерфейс Desktop-приложения (б).

малых водоемов естественного и искусственного происхождения. Использование автономной лаборатории облегчит процессы сбора, систематизации и хранения экологической информации для любой ранее заданной точки, позволит с высокой степенью достоверности определять не только их экологическое состояние, но и место источника загрязнения и его характер.

Литература

1. Коробкин В., Передельский К. Экология и охрана окружающей среды. — М., Кнорус, 2019.
2. Студопедия; https://studopedia.su/16_22038_skorost-dvizheniya-i-ugol-ataki-elementalopasti-vinta.html.
3. Ионметрический метод определения pH воды; <https://meganorm.ru/Data2/1/4293846/4293846478.htm>.
4. ArduinoBoardMega2560; <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardMega2560>.
5. Ardupilot Firmware; <http://firmware.ardupilot.org/Rover/>.
6. Datchiki.com; <https://datchiki.com/izmerenie-mutnosti-vody/>.

Поступила в редакцию 23 VII 2020 г., принята к публикации 23 VII 2020 г.