

Волчек А.А., д.г.н., профессор,

Шешко Н.Н., к.т.н.,

Костюк Д.А., к.т.н., доцент, Дунец А.П.

УО «Брестский государственный технический университет»

г. Брест, ул. Московская, 267

apdunetch@bstu.by

МОНИТОРИНГ УСЛОВИЙ СУДОХОДСТВА НА ВОДОТОКАХ И ВОДОЕМАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Постановка проблемы

Существует множество весьма трудоемких задач по мониторингу водоемов, которые зачастую выполняются вручную. Выполнение измерительных работ вручную сопряжено со значительными затратами трудовых и топливно-энергетических ресурсов. Причем повышение точности получаемых результатов приводит к экспоненциальному увеличению затраченного времени на одно измерение. В случае применения средств автоматизации с элементами роботизированного управления с увеличением точности и разрешения получаемой мониторинговой информации удельная её стоимость значительно снижается.

В данной работе рассматриваются примеры решения этих задач с применением мобильных роботов. Это могут быть задачи построения профиля дна водоема для корректировки фарватера, разовые экспедиционные гидрометрические исследования, экологический мониторинг, оперативный мониторинг паводковой ситуации, обследование и оценка состояния прудов рыбоводов и т. п.

Решение этих задач требует движения плавательного средства с измерительной аппаратурой по сложной траектории с определенным шагом [1] (рисунок 1). Структура и шаг промерных галсов зависит от задач выполняемых гидрометрических работ.

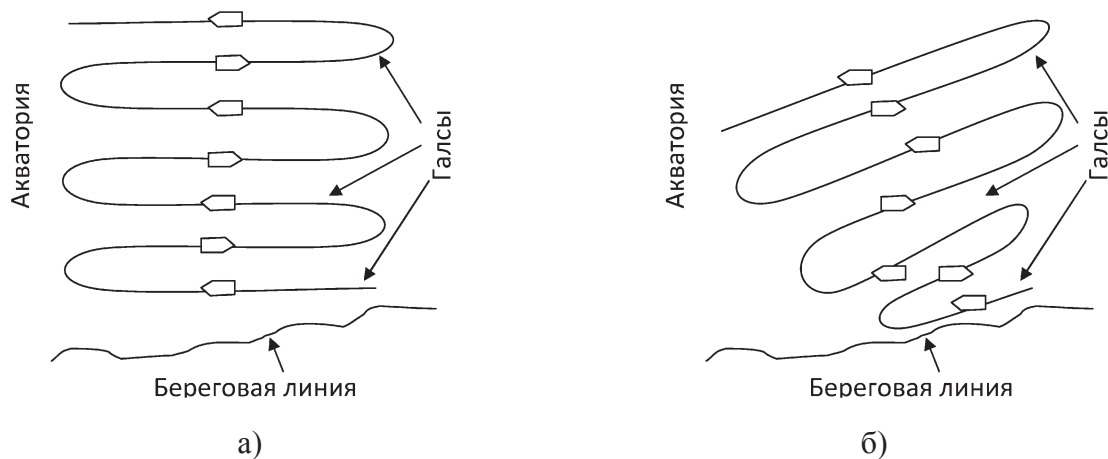


Рисунок 1 – Промерные галсы
а – прямые; б – круговые

В этой области набирает популярность использование мобильных роботов. Как развитие данного направления рассматривается применение несколько роботизированных плавательных средств, которые функционируют в режиме «стаи».

Возможные решения

Робот *BathyBoat*

Одним из таких проектов является робот *BathyBoat*, который разработан лабораторией морской гидродинамики Мичиганского университета в сотрудничестве с Мичиганским технологическим исследовательским институтом [2].

Робот представляет из себя плавсредство весом около 10 килограммов и размером около 90 сантиметров. Устройство оснащено системой позиционирования на основе GPS, датчиком температуры и солености воды, а так же эхолотом для измерения глубины. Данные о водоеме собираются в автоматическом режиме программным обеспечением базовой станции и затем отображаются на спутниковой карте.

По оценкам американских специалистов применение робота позволило снизить затраты в 5-10 раз. Обследование озера обычными средствами в США обходится от 10000 до 25000 долларов в день. Полная стоимость одного дня работы робота составляет 2000 долларов в день. Поэтому использование этого робота позволило реализовать масштабный проект полного изучения озер Аляски за короткое арктическое лето [3].

Робот «*Lutra*»

Нетривиальная разработка молодых ученых Питтсбургского университета представляет собой плавсредство в виде компактного аэроглизера размером около 1 метра [4]. Используемая кинематическая схема значительно удешевляет это решение: себестоимость комплектующих составляет около 800 долларов США и робот предлагается как коммерческое

решение за 3000 долларов. При этом из-за малой осадки значительно снижается вероятность столкновения робота с препятствиями и «увязания» в заиленных водоемах. Разработанное программное обеспечение позволяет использовать для мониторинга одного и того же водоема несколько роботов одновременно, что позволяет значительно сократить время проведения работ. Однако применение аэроглизера требует достаточно высокой скорости движения плавательного средства, что приводит к снижению разрешения получаемой информации.

Разработка на данный момент применяется для мониторинга состояния водоемов и планируется к использованию для решения задач оценки последствий наводнений на больших территориях.

Проект Брестского технического университета

Предлагается разработать собственное техническое решение для похожих задач с учетом специфики наших условий.

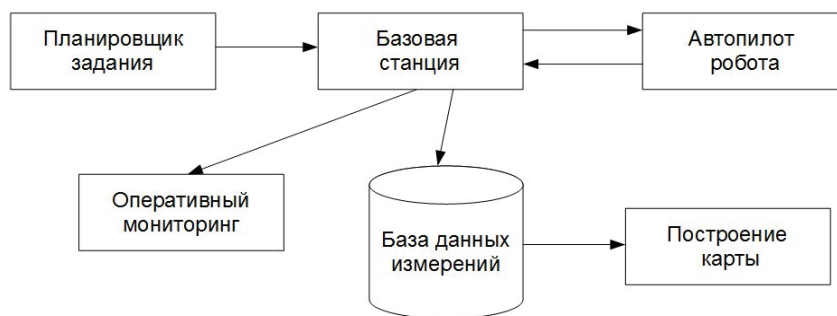
Планируется создать автономное роботизированное гидрометрическое плавательное средство, которое будет решать задачу мониторинга водоема, не требуя от человека выполнения рутинных операций по удержанию траектории и созданию временных гидрометрических створов.

Скорость перемещения не должна превышать 15...20 км/ч. Повышение скорости приведет к снижению точности измерения и увеличит сложность внесения корректировок траектории движения. В состав полезного груза обязательно будет включено: навигационное (геодезического) оборудование (ориентировочный вес 1 кг), эхолот (вес 2 кг), бортовой компьютер (1 кг). Кроме этого в зависимости от поставленных задач устройство может оборудоваться иными измерительными приборами (пробоотборники воды, ультразвуковые датчики скорости движения воды и т. д.). Емкость элементов питания должна позволять выполнять перечень заданных измерительных работ, а в случае возникновения аварийной ситуации - вернуться в исходные или безопасные координаты. Для решения проблем движения в захламленных и заросших водоемах планируется применения водоструйных двигателей. Это позволит снизить вероятность заклинивания подвижных деталей.

Создание робота в соответствии с требованиями, описанными выше, предполагает решение широкого комплекса технических задач. Из важнейших можно выделить следующие:

1. Создание мобильной платформы-плавсредства;
2. Выбор метода позиционирования робота и реализация выбранного метода;
3. Подбор и подключение в состав системы промерного эхолота;
4. Выбор и реализация средств телеметрии и дистанционного управления;
5. Проектирование и сборка бортового компьютера и электронных управляющих блоков и контролирующих датчиков;
6. Разработка программного обеспечения (ПО) автономного управления роботом;
7. Разработка ПО обработки результатов измерений в оперативном режиме;
8. Разработка ПО обработки результатов измерений для формирования итоговых документов (карт, профилей и отчетов).

Принцип подготовки к измерительным работам, их выполнение и последующая обработка могут быть представлены в виде алгоритмической схемы (рисунок 2).



На первом этапе в планировщике задания формируется исходная информация для выполнения промерных работ. Определяется область исследования, в зависимости от задачи строится схема движения устройства по расчетным галсам. На данном этапе с учетом локальных особенностей могут вноситься корректировки в схему движения, а также выбирается предпочитаемая схема поведения робота. Сформированное задание принимается базовой станцией, в качестве которой может использоваться ноутбук, планшет или иной мобильный компьютер. Базовая станция передает сформированное задание на бортовой компьютер робота и в процессе выполнения измерений выполняет предварительную обработку данных. В ходе выполнения изысканий результаты измерений оперативно отображаются на базовой станции и копируются в базу измерений. Оперативное отображение дает возможность оператору вносить коррективы в работу робота для получения максимального эффекта. На последнем этапе данные измерений проходят постобработку для повышения их точности, и в зависимости от поставленной задачи формируются отчеты в виде карт (изолинии, цифровые модели рельефа), продольных и поперечных профилей.

Для размещения измерительного оборудования планируется использовать небольшое плавательное средство. Предпочтение отдается плавательным средствам типа катамарана. Это позволит повысить устойчивость при значительных

отклонениях центров тяжести от центра движения. Кроме этого достигается повышения стабильности осадки судна, что позволит снизить погрешность измерений. Для повышения точности, в отдельных случаях, измерительные области соседних галсов могут пересекаться.

Заключение

Следует отметить, что планируемый робот является весьма сложным проектом. Этот проект потребует участия специалистов из самых разных областей технических знаний, таких как: робототехника, разработка информационных систем, геодезия и природопользование. Результаты проекта, включая полученный разработчиками опыт и созданные, могут быть применены для большого класса практических задач. Широкое применения данного устройства для целей мониторинга позволит повысить оперативность, точность и количество получаемой информации, что в свою очередь позволит принимать более эффективные управленческие решения в различных областях народного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермаков, В.С., Загрядская, Н.Н., Михаленко, Е.Б., Беляев, Н.Д. Инженерная геодезия. Геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации морских и воднотранспортных сооружений. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 72 с.
2. Jeff Gillies. Remote Controlled Sensing // Environmental Monitor Magazine. – Spring. – 2013. – Pp 34–35.
3. Hunter C. Brown, Liza K. Jenkins, Guy A. Meadows, Robert A. Shuchman. BathyBoat: An Autonomous Surface Vessel for Stand-alone Survey and Underwater Vehicle Network Supervision // Marine Technology Society Journal. – Vol. 44, Num. 4. – 2010. – Pp 20–29.
4. Valada, A., Velagapudi, P., Kannan, B., Tomaszewski, C., Kantor, G., Scerri, P. Development of a Low Cost Multi-Robot Autonomous Marine Surface Platform // Proceedings of 5th International Conference ICIRA 2012. – Montreal (Canada), 2012. – Pp. 472–485.

Гурикова Г.В., аспирант

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

г. Горки, Республика Беларусь

galina.123@rambler.ru

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БИРЖЕВОЙ ЛОГИСТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В современных условиях логистика играет ключевую роль в экономическом развитии стран. В странах Таможенного союза за счет логистики формируется 10–12 % ВВП (транспортный сектор – 7–8% ВВП). В странах ЕС данный показатель составляет 20–25%. Доля логистических издержек в конечной стоимости продукции в странах Таможенного союза составляет в среднем 20–25%, а в некоторых случаях достигает 35%. При этом среднемировой показатель находится на уровне 11%, в США и Канаде – 10%. Показатели в странах Таможенного союза достаточно высоки, что свидетельствует о том, что транзитный потенциал этих стран используется недостаточно [1, с. 19].

В индустриально развитых странах логистика давно полностью выполняет свои основные задачи по повышению эффективности движения материальных потоков. В современной рыночной среде процесс совершенствования логистического управления товародвижением объективно приводит к усилению интеграции организаций, участвующих в перемещении товаров. Возникает необходимость регулирования всей системы движения товаров [3]. В Республике Беларусь сложилась несколько иная ситуация. В силу объективных причин исторического, политического, экономического характера имеет место определенное технологическое отставание в области логистики.

Большое внимание развитию логистики и совершенствованию ее инфраструктуры уделяется со стороны государства. В странах Таможенного союза приняты и реализуются специальные программы, направленные на повышение транзитного потенциала и уменьшение логистических издержек в конечной стоимости продукции. Так, в Республике Беларусь реализуется Программа развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2015 года (принята в 2008 г.), а также Стратегия развития транзитного потенциала на 2011–2015 годы (принята в 2010 г.); в Республике Казахстан – Транспортная стратегия Республики Казахстан до 2015 года (принята в 2006 г.); в Российской Федерации – Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (принята в 2008 г.). Следует отметить, что Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь в 2013 году также приступило к разработке Стратегии развития транспортной системы Беларуси до 2030 года [1, с. 19].

Необходимым условием согласованной работы всех звеньев логистической цепи является наличие информационных систем, которые в состоянии связать воедино всю деятельность (снабжение, производство, транспорт, складское хозяйство, распределение и т. д.) и управлять ею исходя из принципов единого информационного пространства. Данным условиям полностью отвечает ОАО «Белорусская универсальная товарная биржа».

В 2009 году ОАО «Белорусская универсальная товарная биржа» (далее БУТБ) начало работу по формированию разветвленной логистической структуры, обеспечивающей эффективное продвижение биржевых товаров, мониторинг их качества. Элементами структуры логистической системы товарной биржи являются: биржевые склады, биржевые перевозчики и экспедиторы, привлеченные к сотрудничеству экспортные и страховые организации.