

12. Котляров, И.Д. Принятие аутсорсером решения о сотрудничестве с заказчиком на основе критерия ожидаемого экономического эффекта [Текст] // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2013. № 7. С. 15-20.
13. Курбанов, А.Х. Оценка и отбор исполнителей государственного заказа [Текст] / А.Х. Курбанов, Р.А. Князьнеделин // Проблемы теории и практики управления. 2013. № 9. С. 130-136.
14. Курбанов, А.Х. Алгоритм отбора внешнего оператора для организации питания смешанных контингентов [Текст] / А.Х. Курбанов, С.А. Устинов // Экономика и предпринимательство. 2015. № 12-1. С. 652-655.
15. Чулков, Д.Н. Алгоритм оценки привлекательности заказчика на рынке промышленного строительства [Текст] // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 18. № 4.3. С. 353-359.

УДК 004.42

Д.Ю. Тюгин, А.А. Куркин
РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
МОБИЛЬНОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА
ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Тенденции современного мира показывают, что информационные технологии и робототехнические системы с каждым годом все больше интегрируются в социальное пространство. Как ранее индустриальная революция радикально изменила социальную жизнь, так и в наши дни информационные технологии значительным образом трансформируют современное общество. Интернет вещей (IoT: internet of things), который ещё недавно мало кому казался возможным, в последние годы развивается в геометрической прогрессии, и уже большое количество людей в развитых странах практически все время подключены к сети с помощью тех или иных устройств. Огромное развитие получил рынок беспилотных систем управления, что привело к созданию реально работающих образцов (автомобили Tesla, Google) беспилотных машин. Тем не менее, нельзя недооценивать вероятность применения таких технологий в целях агрессии одной страны против другой. В связи с этим одним из наиболее важных направлений развития современного оборонно-промышленного комплекса России является робототехника, сочетающая в себе как технические, так и информационные аспекты развития технологий.

В НГТУ им. Р.Е. Алексеева на протяжении последних лет активно ведется разработка полномасштабных образцов и лабораторных макетов мобильных робототехнических систем, способных значительно повысить эффективность изучения волновой активности прибрежных зон. Данное направление исследований актуально своим потенциальным применением в области геологоразведки в шельфовой зоне, в частности, в районах Арктики, где, по оценкам различных экспертов, располагаются значительные запасы полезных ископаемых. Подобные мобильные роботы широко используются в различных научных проек-

тах [1,2]. Образец робототехнического комплекса, разработанного в НГТУ, представлен на рис. 1.



Рис. 1. Образец мобильного робототехнического комплекса

Мобильная робототехническая платформа (1) оснащена набором измерительного оборудования, включающего радиочастотный локатор (2) позволяющий проводить дистанционный замер уровня волновой активности, система обнаружения препятствий и сканирования ландшафта (3), метеостанция для мониторинга атмосферных характеристик – дождь, снег, температура, давление (4), купольная камера (5), wi-fi антенна увеличенного радиуса действия (6), антенна высокоточного GPS/ГЛОНАСС приемника (7). Внутреннее оборудование платформы содержит бортовой компьютер для сбора и обработки данных, поступающих от измерительной системы, коммутатор локальной сети и источник питания. Робототехническая система имеет два интерфейса управления, планшет для дистанционного управления движением, позволяющий контролировать перемещение платформы, и ноутбук оператора измерительной системы, позволяющий передавать команды запуска измерительного оборудования и отображать состояние системы в целом.

Рассмотрим подробнее измерительные системы. Система мониторинга волновой активности базируется на высокочастотном радаре радиолокационной станции Микран «Река», позволяющей проводить измерения на расстоянии до 3 км с разрешением 3 м. Принцип измерения основан на корреляции отраженного сигнала, посылаемого излучателем радара с амплитудой волн. Мощность отраженного сигнала от водной поверхности отличается и зависит от высоты волны. Интенсивность отраженного сигнала увеличивается, когда волны в воде становятся выше. Во время шторма полученные сигналы имеют максимальную интенсивность (рис. 2).

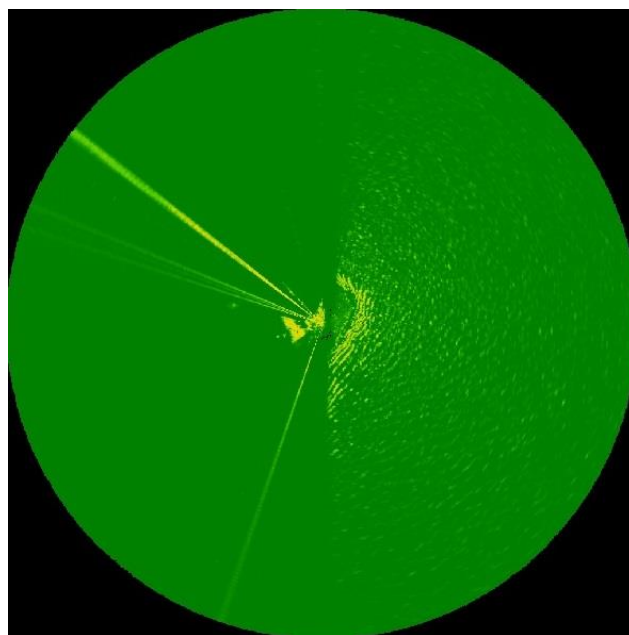


Рис. 2. Вид данных РЛС во время шторма 2 июня 2016 года при проведении испытаний на о. Сахалин

РЛС подключена и управляется бортовым компьютером Matrix МХЕ-5400 промышленного исполнения. Все полученные измерения сохраняются в базу данных. Система позиционирования является важной частью мобильного робототехнического комплекса, поскольку важно иметь информацию о месте измерения и связать все полученные данные с географическими координатами. Все полученные измерения, таким образом, в дальнейшем могут быть показаны на географической карте и связаны с данными батиметрии, что является необходимым условием при использовании этих данных в математических моделях.

Система позиционирования включает приемник Orient Systems OS-203. Он позволяет принимать поправки от базовой станции и получать высокоточные данные позиции, угла поворота и распределение мощности сигнала спутников, а также их количество. Данный прибор подключается к бортовому компьютеру посредством сетевого интерфейса. Программное обеспечение бортового компьютера выполняет обработку и запись этих данных в базу данных, таким образом связывая все полученные измерения с местоположением платформы. Система мониторинга метеоданных базируется на всепогодной станции «Vaisala WXT 520». Данный прибор предоставляет информацию о скорости и направлении ветра, температуре воздуха, атмосферном давлении и величине осадков (дождь или град). Скорость ветра и направление измеряется ультразвуковым датчиком, а давление, температура и влажность – емкостным. Осадки измеряются детектированием воздействия отдельных капель на приемную поверхность станции. Все полученные данные поступают в бортовой компьютер для регистрации в базе данных. Трехмерная система обнаружения препятствий и сканирования ландшафта разработана в НГТУ на базе двух лазерных сканеров «Sick LMS 511» (схематичный вид устройства представлен на рис. 3).

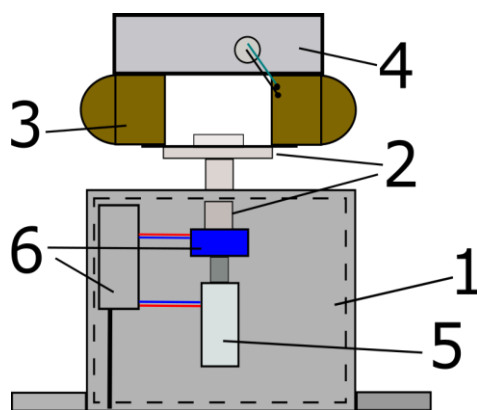


Рис. 3. Система трехмерного сканирования

Система состоит из металлического корпуса (1), вращающегося вала и опоры крепления сканера (2), сканеров LMS511 (3), электрощита с сетевым оборудованием (4), шагового двигателя (5), блока распределения питания и управления двигателем (6). Электрощит обеспечивает надежную защиту оборудования от воздействия осадков. Сканеры не требуют защиты от погодных условий, так как они разработаны производителем с защитой IP67. Система управления двигателем основана на плате «Arduino mega 2560», подключается к контроллеру шагового двигателя и к главному бортовому компьютеру. Она выполняет команды, такие как запуск / остановка и изменение скорости двигателя. Программное обеспечение системы обнаружения препятствий работает на бортовом компьютере и выполняет обработку данных с лазерных сканеров и синхронизацию с углом вала двигателя, имеет графический интерфейс пользователя и обеспечивает трехмерное представление измеренного облака точек. Изменяя скорость вращения платформы, оператор может изменить точность сканирования и частоту обновления. Полученные системой данные и реальные объекты представлены на рис. 4.

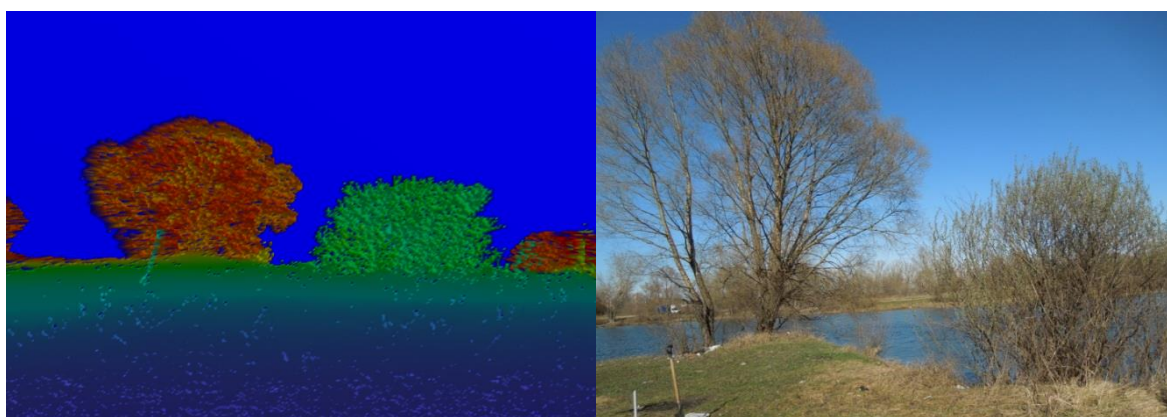


Рис. 4. Пример измерения данных системой трехмерного сканирования

Разработанная мобильная робототехническая платформа для мониторинга прибрежных зон показала свою высокую эффективность при проведении испытаний на о. Сахалин в июне 2016 года. Основным преимуществом такой систе-

мы является высокая скорость развертывания оборудования и малое время, требуемое для начала регистрации параметров. В отличие от ручного способа проведения эксперимента, когда требуется установка оборудования при переходе с места на место, его ручная калибровка, а также источник питания, роботизированный подход позволяет проводить все эти этапы в автоматическом режиме.

Представленные результаты научно-исследовательской работы получены при поддержке стипендии президента РФ молодым ученым и аспирантам на 2015-2017 годы (СП-193.2015.5).

Библиографический список

1. Wood, S. Modular Amphibious Research Crawler / S. Wood // Sea Technology. 2006. Vol. 47. № 2.
2. Wübbold, F. Application of an autonomous robot for the collection of nearshore topographic and hydrodynamic measurements / F. Wübbold, M. Hentschel, M. Vousdoukas, B. Wagner // Coastal Engineering Proceedings. 2012. № 1 (33).