

УДК 629.113

В.В. Беляков, А.А. Куркин, Д.В. Зезюлин, В.С. Макаров

ШАССИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА МОНИТОРИНГА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассматривается вопрос разработки комплекса научно-технических решений в области создания шасси автономных мобильных робототехнических комплексов (АМРК) для мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды с целью обеспечения надежности и безопасности гидротехнических сооружений в прибрежной зоне. Представлены ключевые технические решения, предназначенные для создания шасси АМРК с возможностью установки разных типов сменных движителей (колесного, гусеничного, роторно-винтового) в зависимости от условий эксплуатации. Выявлены основные подходы к конструированию и расчету шасси робототехнического комплекса. Дана информация о планируемой технологии «беспилотного» вождения.

Ключевые слова: вездеходные транспортные средства, подвижность, морские природные катастрофы, волны цунами, волны-убийцы, штормовые нагоны, мониторинг, прогнозирование.

Исследование волновых процессов в прибрежной зоне океана необходимо для решения важных геофизических задач прогноза морских природных катастроф (в частности, цунами и так называемых волн-убийц), оценки перестройки прибрежного и донного рельефа, объяснения структуры и изменчивости вдольбереговых течений, выбора оптимальных морских путей, расчета динамики загрязняющих веществ.

Важной задачей при прогнозе морских природных катастроф является определение оптимальных условий мониторинга прибрежных зон, особенно для пунктов, слабо обеспеченных данными наблюдений.

Стандартные подходы гидродинамического измерения связаны либо с трудоемким сбором данных, обычно с ограниченным охватом, или методами дистанционного зондирования, которые характеризуются низким разрешением и увеличением расходов.

Но на практике невозможно учесть все факторы, особенно если для исследуемых территорий отсутствуют статистические данные, поэтому для более точного прогнозирования необходим мониторинг этих прибрежных зон, который может быть осуществлен с использованием мобильных средств, оснащенных сканирующим оборудованием и комплексом датчиков. Такие системы идеально подходят для долгосрочного развертывания, так как дают возможность непрерывного получения данных, охватывая несколько сотен метров от береговой линии, позволяют изучать прибрежные территории в различных временных и пространственных масштабах.

Без точных данных об уровне приливов службы спасения не способны осуществлять планирование путей для эвакуации населения прибрежных районов в случае стихийных бедствий. Данная ситуация является примером жизнеспособности технологии непрерывного берегового мониторинга в районах чрезвычайной уязвимости не только для экологических проблем, но и для безопасности и благополучия людей.

Кроме того, предлагаемые к разработке мобильные системы мониторинга являются необходимым звеном при прогнозировании возможностей разработки ресурсов российского шельфа, значительная часть которых расположена в труднодоступной зоне Арктического шельфа.

Наиболее известным примером робототехнических комплексов для мониторинга обстановки в прибрежной зоне является автономный робот RTS-Hanna, общий вид которого представлен на рис.1 [1]. Но используемое колесное шасси не применимо для широких условий эксплуатации. Конструкция мобильных систем должна определяться исходя из конфигу-

рации полосы суши. При проектировании платформ данного класса следует учитывать рельеф побережья, расчлененность заливами, бухтами, виды грунтовых оснований (песчаные, песчано-каменистые, галечно-гравийные, илистые и скалистые), состояние мерзлости слагающих берега пород и их пылеватость, массивность ледяных включений, общие ледовые явления и динамику льдистых берегов (например, для передвижения в труднодоступной зоне Арктического шельфа), определяющих режимы движения мобильной платформы.



Рис. 1. Общий вид автономного робототехнического комплекса RTS-Hanna [1]

Другими словами, подход к созданию автономных мобильных систем мониторинга прибрежной зоны, базирующийся на дооснащении существующих транспортно-технологических комплексов и серийно выпускаемых наземных транспортных средств модульным навесным оборудованием, значительно уступает разработке специальных многоцелевых базовых шасси, на которых размещается тот или иной вариант системы управления, информационной системы и спецоснащения.

Очевидная мера для решения этого вопроса – разработка и создание мобильного робототехнического комплекса с улучшенными эксплуатационными свойствами. При этом наблюдается серьезный пробел в сфере транспортной робототехники, т.е. на рынке отсутствуют отечественные мобильные системы, подходящие под решаемую задачу. Это может быть обеспечено разработкой модульной конструкции шасси с возможностью переоснащения различными типами движителей (колесного, гусеничного, роторно-винтового). Модульный принцип построения конструкции позволит в зависимости от решаемой задачи адаптировать компоновку машины и изменять ее отдельные агрегаты в соответствии с требованиями конечного потребителя.

Также следует отметить, что предлагаемые к разработке мобильные платформы должны в полной мере удовлетворять требованиям, предъявляемым к наземным вездеходным машинам, и, кроме того, обладать такими качествами, как плавучесть, остойчивость,

непотопляемость, ходкость и способность к самостоятельному входу и выходу из воды на берег.

К настоящему моменту коллективом исследователей выполнена систематизация сведений по конструкции мобильных платформ с различными типами движителей (колесным, гусеничным, роторно-винтовым). Выявлены основные подходы к конструированию и расчету шасси робототехнического комплекса [3–7].

В результате анализа было установлено, что для машин малого класса с колесным движителем целесообразны колесные формулы 6x6 или 8x8 (выбор окончательной компоновки определяется габаритными размерами оборудования, грузоподъемностью, спецификой выполняемых технологических операций).

Зарубежные аналоги транспортных средств с колесным движителем используют в основном оригинальные агрегаты, что связано с их серийным выпуском. Отечественные аналоги в основном оснащены агрегатами серийных автомобилей (единичное производство).

Значительным недостатком конструкции отечественных вездеходных средств является использование звенчатых цепей для распределения мощности по бортам машины. В связи с этим наблюдается быстрый износ и частые поломки привода колесного движителя. Данное обстоятельство накладывает значительные ограничения по использованию цепных передач для привода движителей разрабатываемого АМРК. Поэтому было принято решение о применении привода колесного движителя, состоящего из редукторов и карданных передач (рис. 2).

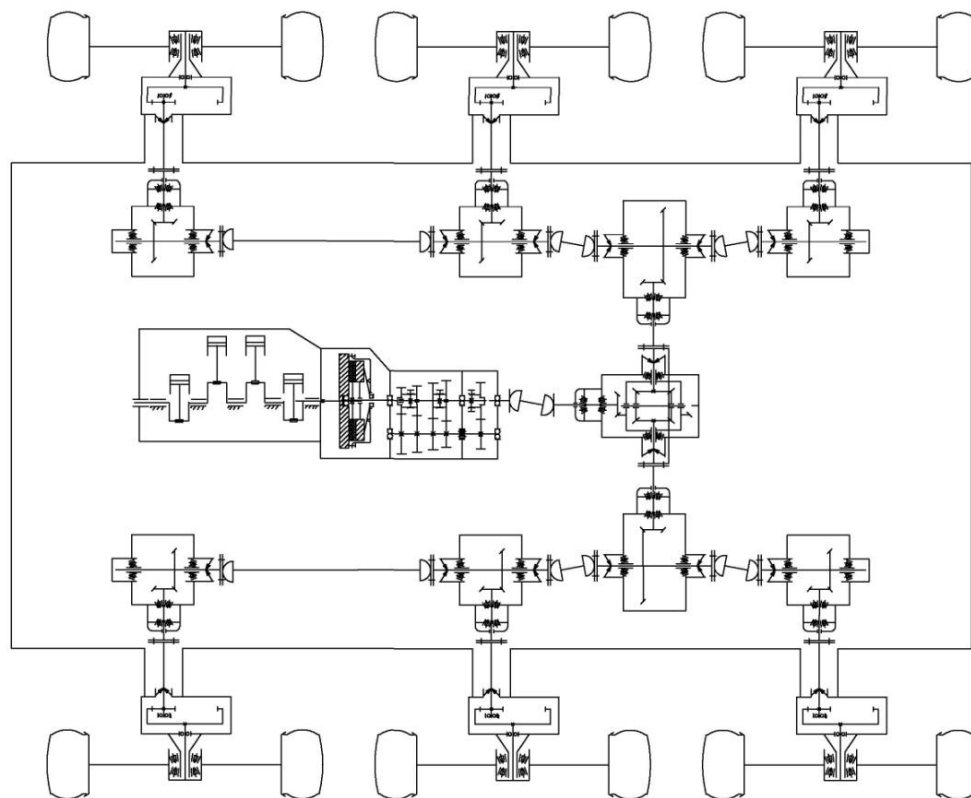


Рис. 2. Кинематическая схема шасси автономного робототехнического комплекса мониторинга прибрежной зоны

Данный подход обеспечивает повышенную надежность конструкции и возможность реализации больших передаточных чисел трансмиссии. Кроме того, это позволяет разработать модульную конструкцию шасси АМРК с возможностью переоснащения заявленными типами движителей в зависимости от условий движения. В качестве гусеничного движителя следует использовать съемные гусеничные модули. Поэтому окончательный выбор был сде-

лан в пользу компоновочной схемы с колесной формулой бхб, позволяющей осуществлять установку либо трех колес по борту АМРК, либо двух гусеничных модулей (на крайние мосты). На основании рассмотренных к настоящему моменту вариантов компоновки АМРК выбрана наиболее приемлемая схема с использованием узлов и агрегатов серийных автомобилей УАЗ, ГАЗ, ВАЗ.

Для управления движением шасси необходимо воздействовать на органы управления работой двигателя, трансмиссии, а также осуществлять подтормаживание движителей отдельных бортов для обеспечения поворота. Для обеспечения «беспилотного» вождения АМРК коллектив исполнителей проекта планирует адаптировать технологию интеллектуальных самоуправляемых «беспилотных» грузопассажирских АТС гражданского назначения, разработанную ФГУП «НАМИ». Облик макетного образца «беспилотного» АТС на базе автомобиля «Лада-Калина» представлен на рис. 3 [2].



Рис. 3. Макетный образец беспилотного автомобиля на базе автомобиля «Лада-Калина» [2]

В данной статье отражены начальные результаты работы, выполняемой специалистами Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева по проекту «Автономный мобильный робототехнический комплекс мониторинга прибрежной зоны и прогнозирования морских природных катастроф» в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 -2020 годы».

Библиографический список

1. **Wübbold, F.** Application of an autonomous robot for the collection of nearshore topographic and hydrodynamic measurements / F. Wübbold [et al.] // Coastal Engineering Proceedings. 2012. № 1(33). management.53. doi:10.9753/icce.v33.management.53
2. **Нагайцев, М. В.** «Беспилотные» автомобили — этапы разработки и испытаний / М. В. Нагайцев, А. М. Сайкин, Д. В. Ендачев // Журнал автомобильных инженеров. 2012. № 5 (76). С. 15–23.
3. **Макаров, В.С.** Многоуровневая модель снега как полотна пути для транспортно-

- технологических машин на примере территории Российской Федерации / В.С. Макаров, Д.В. Зезюлин, В.В. Беляков // Фундаментальные исследования. 2013. № 10. С. 270–276.
4. **Беляков, В.В.** Взаимодействие со снежным покровом эластичных движителей специальных транспортных средств: дисс. ... док. техн. наук: 05.05.03. – Нижний Новгород, 1999. – 485 с.
 5. Вездеходные транспортно-технологические машины. Основы теории движения: монография / под. общ. ред. В.В. Белякова и А.П. Куляшова. – Н. Новгород: ТАЛИАМ, 2004. – 961 с.
 6. **Зезюлин, Д.В.** Разработка методики выбора конструкционных параметров движителей, обеспечивающих эффективность движения колесных машин по снегу: дисс... канд. техн. наук: 05.05.03. – Н. Новгород, 2013. – 218 с.
 7. **Makarov, V.** Prediction of all-terrain vehicles mobility in snowscape scenes / V. Makarov, D. Zeziulin, V. Belyakov // The 18th International ISTVS Conference. – Seoul, Korea. 2014.

*Дата поступления
в редакцию 20.09.2014*

V.V. Belyakov, A.A. Kurkin, D.V. Zeziulin, V.S. Makarov

CHASSIS OF ROBOTIC SYSTEMS FOR COASTAL MONITORING

Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alexeev

The article discusses the development of complex scientific and technical solutions in the field of chassis of the autonomous mobile robot systems for monitoring and predicting the state of the environment in order to ensure the reliability and safety of hydraulic structures in the coastal zone. The key technical solutions designed to create a chassis of the autonomous mobile robot systems with the possibility to have the different types of removable movers (wheeled, tracked, rotary-screw), depending on the operating conditions are considered in the paper. The basic approaches to the design and calculation of the robotic system chassis are identified. The information on the proposed technology of unmanned driving is given.

Key words: all-terrain vehicles, mobility, marine natural catastrophes, tsunami waves, freak waves, storm surges, monitoring, prediction.