

УДК 656

DOI: 10.34046/aumsuomt 103/7

МЕТОД ГИБРИДНОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕЗЭКИПАЖНЫМ СУДНОМ

Д.А. Акмайкин, кандидат физико-математических наук, доцент

А.В. Гамс, аспирант

Безэкипажное судно уже не является неким новым веянием в области современного судоходства, напротив, данное направление стремительно развивается. Статья посвящена построению метода гибридного управления безэкипажным судном. Рассматриваются существующие автономные суда, которые уже могут выполнять автоматические операции без вмешательства извне. В работе предложена блок-схема, показывающая как можно преобразовать стандартное судно в безэкипажное с подробным описанием каждого включающего в себя модуля. Кроме того, показано как именно работает данное устройство, приведена блок-схема, описывающая принцип работы метода гибридного управления судном подобного типа.

Ключевые слова: алгоритм управления, средства навигации, автономное судно, рулевая машина, исполнительные механизмы, управление судном, управление механизмами, командное устройство.

THE METHOD OF HYBRID CONTROL OF AN UNMANNED VESSEL

D.A. Akmaykin, A. V. Gams

An unmanned vessel is no longer a kind of new trend in the field of modern shipping, on the contrary, this direction is developing rapidly. The article is devoted to the construction of a hybrid control method for an unmanned vessel. The existing autonomous vessels are being considered, which can already perform automatic operations without external interference. The paper proposes a flowchart showing how to convert a standard vessel into an unmanned one with a detailed description of each module that includes it. In addition, it shows exactly how this device works, a block diagram describing the principle of operation of the method of hybrid control of a vessel of this type is given.

Keywords: control algorithm, navigation aids, autonomous vessel, steering machine, actuators, ship control, mechanism control, command device.

Введение

С развитием современных технологий все стремительнее растет интерес к автоматизации процессов, в том числе и в морском судоходстве. Радикальные изменения в этой области произойдут уже в ближайшем будущем. Уже сейчас системы с автономным управлением выходят в море без каких-либо трудностей и негативных последствий [1].

«Автономным судно – морское судно с датчиками, автоматизированной навигацией, двигателями и вспомогательными системами, с логикой принятия решений для следования планам миссии, настройки выполнения миссии и работы без вмешательства человека», – описание автономного судна, данное в отчете американского бюро судоходства (ABS) за 2016 год об автономных судах (Autonomous Vessels: ABS' Classification Perspective) [2].

Первое автономное судно было продемонстрировано в декабре 2018 года компаниями «Rolls-Royce» и «Finferries». Паром «Falco» смог выполнить автоматические операции без вмешательства экипажа [3].

Создание автономных судов отнюдь не является задачей с заниженным уровнем сложности, поэтому подобные проекты чаще всего энергозатратны для создателей [4]. Однако полезный вклад в такие проекты намного превосходит тот

уровень затрат, которые были задействованы в их создании [5].

Теоретическая часть

На рисунке 1 представлена блок-схема устройства, позволяющего преобразовать стандартное судно в судно безэкипажного типа.

Устройство гибридного управления безэкипажным судном в своем составе содержит командное устройство 1, управляющее им пользователя/оператора/управляющую программу 2; средства визуального наблюдения за окружающей обстановкой 3, средства контроля за гидрометеорологическими условиями вокруг судна 4 и средства навигации 5, отправляющие свои данные на командное устройство 1; двигателя 6, получающего данные с управляющего контроллера 6.2 и передающего их датчику состояния 6.3, который передает информацию командному устройству 1; контроллера положения пера руля 7.1, сообщаемого с конвертером 7.2, который устанавливается при необходимости, и рулевой машиной 7.3, все передают данные командному устройству 1; контроллера подруливающего устройства 8.1 и конвертера 8.2, который устанавливается при необходимости, подруливающего устройства 8.3, получающие данные из командного устройства 1; контроллеры 9.1, конвертеры 9.2, исполнительных механизмов 9.3, передающих данные на командное устройство 1 для

управления другими имеющимися на борту устройствами и механизмами. Причем количество и необходимость установки дополнительных контроллеров 9.1 и конвертеров 9.2 зависит от количества имеющихся на судне исполнительных механизмов.

Командное устройство 1, средства наблюдения 3, средства контроля за гидрометеорологическими условиями 4 и средства навигации 5 являются серийными устройствами. Командное устройство 1 выполняется в виде вычислительного устройства, например, персонального компьютера или одноплатного компьютера. Средства наблюдения 3, представляют собой систему видеокамер, передающих оператору 2 визуальную

информацию вокруг судна. Средства контроля за гидрометеорологическими условиями 4 могут представлять собой датчики ветра, влажности, волнения, давления и проч. Средства навигации 5 включают приемник глобальной навигационной спутниковой системы, например, ГЛОНАСС или GPS, лаг, эхолот, кренометр, радиолокационную станцию и другие. В зависимости от вида двигателя контроль и управление им осуществляется либо по шине USB (Universal Serial Bus – универсальная последовательная шина, является промышленным стандартом расширения архитектуры ПК) либо другим стандартным IT-протоколом.

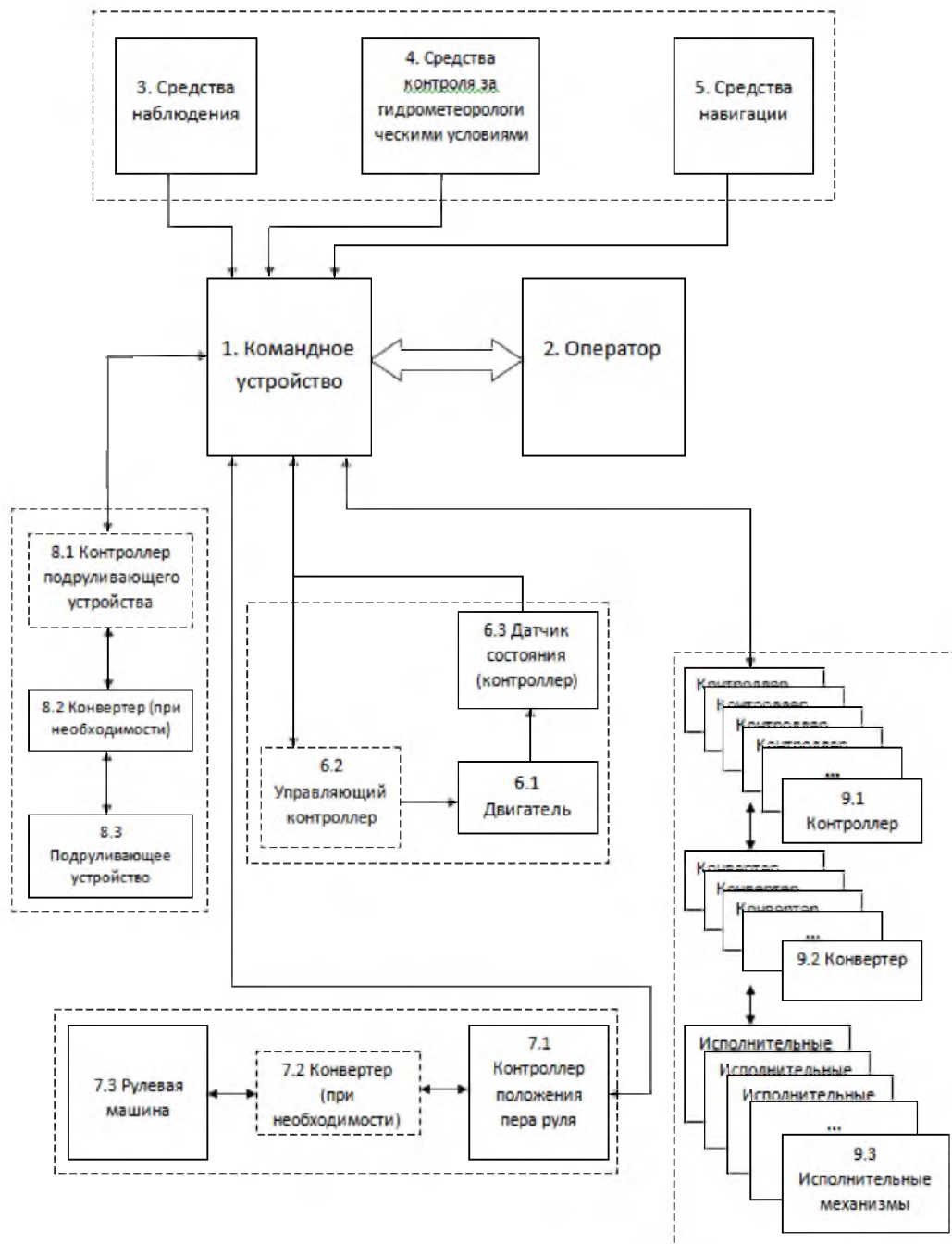


Рисунок 1 – Схема метода гибридного управления безэкипажным судном

В случае если установленный на судне двигатель не имеет возможности управления стандартным IT протоколом, в систему добавляется управляющий контроллер, преобразующий команды от командного устройства 1 в формат команд позволяющий управлять двигателем судна, вплоть до механического управления дроссельной заслонкой и т.п.

Для контроля состояний работы двигателя если двигатель не имеет возможности контроля состояний по шине USB или стандартным IT протоколом, устанавливается контроллер (датчик состояния) 6.3 определяющий основные параметры двигателя и преобразующий их в формат понятный командному устройству. Контроллера положения пера руля 7.1 получает информацию о положении пера руля судна, при невозможности получения такой информации с помощью стандартного IT протокола, устанавливается конвертер 7.2 определяющий положение пера руля и при необходимости преобразующий команды в формате IT протокола в формат команд управления рулевой машиной 7.3. При наличии на судне подруливающего устройства 8.3 контроллер подруливающего устройства 8.1 и конвертер 8.2 определяют состояние этого устройства и при необходимости меняют его состояние по командам от командного устройства 1. Контроллеры 9.1, конвертеры 9.2, исполнительных механизмов 9.3, устанавливаются на имеющиеся на судне устройства и механизмы. В зависимости от количества и характеристик этих устройств определяется необходимость

установки контроллеров и конвекторов. Контроллеры и конвекторы могут быть как серийными преобразователями уровней и/или компьютерных протоколов, так изготавливаемыми специально для конкретного судна и механизмов устройствами [6, 7].

В качестве примера, для реализации заявляемого устройства его основными элементами могут являться компьютер Raspberry в качестве командного устройства 1; видеокamеры Raspberry в качестве средств наблюдения 3; средства контроля за гидрометеорологическими условиями 4 представляли собой барометр-анероид (для измерения давления), барограф (для непрерывной записи атмосферного давления), анемометр (для измерения средней скорости ветра); средства навигации 5 включали приемник ГЛОНАСС и 3Д 3-х осевой акселерометр. Управляющий контроллер двигателя 6.3 представлял собой USB токовый контроллер, датчик состояния двигателя 6.3 был реализован с помощью герконового датчика оборотов двигателя. К исполнительным механизмам 9.3 относятся гидравлические сервопоршни (для изменения подачи топлива, воздуха и воды), электромагнитные устройства (для подачи воздуха на пуск), стоп-устройство, пневмопрокачку дизеля маслом, электромагнитные выключатели автоматов, пускателей электронасосов и прочие.

На рисунке 2 представлен алгоритм работы метода гибридного управления безэкипажным судном [8].

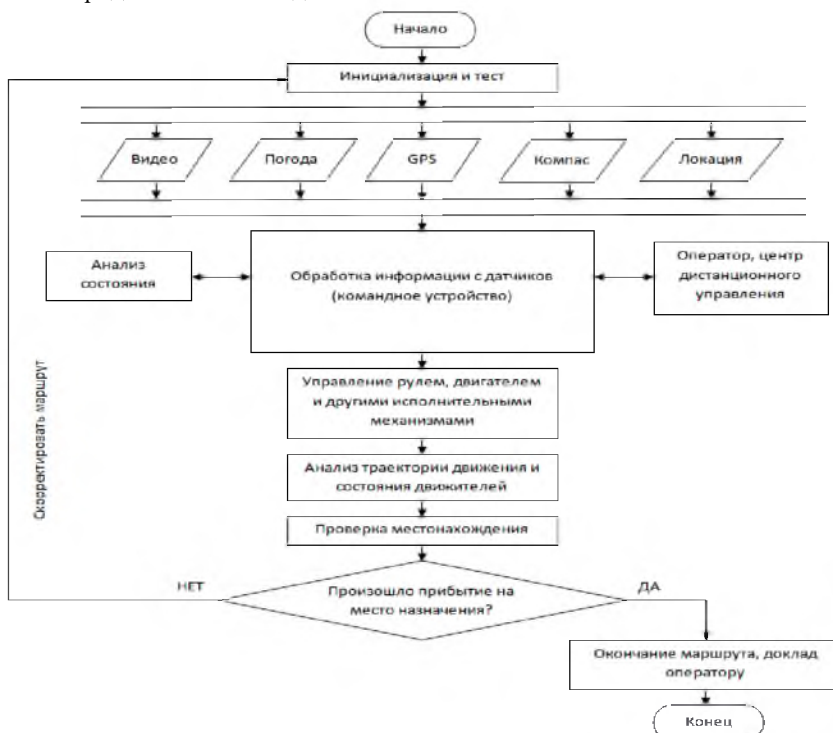


Рисунок 2 – Алгоритм управления безэкипажными судами

В начале алгоритма происходит инициализация и тест системы, включающий в себя следующие датчики: видео, погоду, GPS, компас и локацию. Далее информация передается командному устройству для обработки информации с датчиков. Так же в командное устройство передаются данные движения руля, а также других исполнительных механизмов.

В свою очередь командное устройство передает данные оператору в центр дистанционного управления и отдает команды на управления механизмами, затем производится анализ траектории движения и состояния движителей и проверка местонахождения. Затем происходит переход в блок условия, отвечающий за прибытие в пункт назначения, если задача не выполнена, необходимо скорректировать маршрут, обратившись в командное устройство, если же задача выполнена, то маршрут завершен, разрешается приступать к стоянке.

Заключение

Таким образом, преобразовать стандартное судно в судно безэкипажного типа является возможным посредством использования метода гибридного управления судном и оборудования судна соответствующим оборудованием. Схема метода может быть применена для подключения цепочки оборудования, а алгоритм управления использован для отслеживания и контроля за передвижением и работой системы в общем.

Литература

1. Титов А.В., Баракат Л., Чанчиков В.А., Тактаров Г.А., Ковалев О.П. Системы управления безэкипажными судами // Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – Т. 4. – №1(43). – С. 109-120.
2. John Jorgensen. Autonomous Vessels: ABS' Classification Perspective. Discussion Issues in Technology, Safety and Security for the Marine Board, 2016.
3. Rolls-Royce и Finferries испытали первый в мире полностью автономный паром. [Электронный ресурс]. URL: <http://portnews.ru/news/268729/?fbclid=IwAR0PToeHGr8HaOIpkYKW7P6MJuJrgThM7wosGLPYiuLKxOn5zk5PjU0k8I> (дата обращения: 24.02.2022).
4. Акмайкин Д.А., Гамс А.В. Использование современных информационных систем автономного управления судами для практической подготовки судоводителей // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2021. – Т. 57. – № 3. – С. 14-18.
5. Гамс А.В. Координация поисково-спасательных операций с помощью безэкипажных судов //

Всероссийские научные чтения имени академика А.Д. Сахарова. – 2021. – С. 223-227.

6. <https://rs-class.org/>
7. Каретников В. В. К вопросу оценки рисков использования безэкипажных средств водного транспорта на участке акватории / В.В. Каретников, С.В. Козик, А.А. Буцанец // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2019. – №6(58). – С. 987-1002. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-6-987-1002
8. Хоменко Д.Б. Разработка способа автоматического определения параметров морского волнения для повышения безопасности плавания судов: дис. канд. ф-м. наук: 05.22.19/ Д.Б. Хоменко. – Владивосток, 2014. – С. 95-96.

Reference

1. Titov A.V., Barakat L., Chanchikov V.A., Taktarov G.A., Kovalev O.P. Control systems for unmanned vessels // Marine intelligent technologies. 2019. - t. 4. - №1(43). - Pp. 109-120.
2. John Jorgensen. Autonomous Vessels: ABS' Classification Perspective. Discussion Issues in Technology, Safety and Security for the Marine Board, 2016.
3. Rolls-Royce and Finferries tested the world's first fully autonomous ferry. [electronic resource]. URL: <http://portnews.ru/news/268729/?fbclid=IwAR0PToeHGr8HaOIpkYKW7P6MJuJrgThM7wosGLPYiuLKxOn5zk5PjU0k8I> (accessed: 02/24/2022).
4. Akmaykin D.A., Gams A.V. The use of modern information systems of autonomous ship management for practical training of boatmasters // Scientific works of Dalrybvtuz. 2021. Vol. 57, No. 3. pp. 14-18.
5. Gams A.V. Coordination of search and rescue operations using unmanned vessels // ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC READINGS NAMED AFTER ACADEMICIAN A.D. SAKHAROV. 2021. pp. 223-227
6. <https://rs-class.org/>
7. Karetnikov V. V. On the issue of risk assessment of the use of unmanned means of water transport in the water area / V. V. Karetnikov, S. V. Kozik, A.A. Butsanets // Bulletin of the Admiral S. O. Makarov State University of Marine and River Fleet. – 2019. – №6(58). – С. 987-1002. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-6-987-1002
8. Khomenko D.B. Development of a method for automatically determining the parameters of sea waves to improve the safety of navigation of ships: dis. Candidate of Sciences: 05.22.19/D.B. Khomenko. – Vladivostok, 2014. – pp. 95-96.