

УДК 621.3

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОРСКОГО АВТОНОМНОГО И ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМОГО НАДВОДНОГО СУДНА (МАНС)

Литов Дмитрий Вадимович¹, кандидат технических наук, инженер-инспектор
e-mail: litov.dv@rs-class.org

Хватов Олег Станиславович², доктор технических наук, профессор
e-mail: khvatov_oleg@mail.ru

¹ ФАУ «Российский морской регистр судоходства», Нижний Новгород, Россия

² Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Рассматриваются вопросы проектирования систем автоматического управления (САУ) морских автономных надводных судов (МАНС) в контексте реализации федерального проекта «Автономное судовождение» в России. Подчеркивается важность данного проекта для развития транспортной отрасли и создания автономного портового флота. Обосновывается необходимость углубленной проработки вопросов проектирования САУ МАНС, соответствующих требованиям нормативных документов, в частности, Положений Российского морского регистра судоходства для автономных судов. Предлагается подход к разработке концепции САУ МАНС, ориентированный на формирование представления о принципах построения структуры САУ и определении источников информации для обеспечения ситуационной осведомленности. В качестве первого шага проектирования предлагается развитие простой системы управления «Внешний мир – человек-оператор – объект управления» для формирования общей структурной схемы САУ.

Ключевые слова: Автономное судовождение, морские автономные надводные суда (МАНС), системы автоматического управления (САУ), проектирование САУ, концепция САУ, Российский морской регистр судоходства, автономный портовый флот, безэкипажные суда, ситуационная осведомленность, нормативные документы.

SOME ASPECTS OF CONSTRUCTING THE STRUCTURE OF A MARITIME AUTONOMOUS AND REMOTELY CONTROLLED SURFACE SHIP (MASS) CONTROL SYSTEM

Dmitry V. Litov¹, Candidate of Technical Sciences, Engineer inspector
e-mail: litov.dv@rs-class.org

Oleg S. Khvatov², Doctor of Technical Sciences, Professor
e-mail: khvatov_oleg@mail.ru

¹ Federal Autonomous Institution «Russian Maritime Register of Shipping», Nizhny Novgorod, Russia

² Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. This paper examines the design issues of Automatic Control Systems (ACS) for Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) in the context of the implementation of the federal project "Autonomous Navigation" in Russia. The importance of this project for the development of the transport industry and the creation of an autonomous port fleet is emphasized. The necessity of a more in-depth study of the design issues of MASS ACS, complying with the requirements of regulatory documents, in particular, the Provisions of the Russian Maritime Register of Shipping for autonomous vessels, is substantiated. An approach is proposed for developing the concept of MASS ACS, focused on forming an understanding of the principles of constructing the ACS structure and identifying information sources to ensure situational awareness. As a first step in design, the development of a simple control system "External World – Human Operator – Controlled Object" is proposed to form a general structural scheme of the ACS.

Keywords: Autonomous Navigation, Maritime Autonomous Surface Ships (MASS), Automatic Control Systems (ACS), ACS Design, ACS Concept, Russian Maritime Register of Shipping, Autonomous Port Fleet, Unmanned Vessels, Situational Awareness, Regulatory Documents.

Введение

В настоящее время осуществляется федеральный проект «Автономное судовождение» в рамках инициативы «Маяки развития технологий», входящей в состав инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года. Соответствующее распоряжение правительства РФ от 3 ноября 2023 года (№ 3097-р) опубликовано на портале правовых актов. Результатом реализации проекта «Автономное судовождение» должен стать новый облик транспортной отрасли в области мореплавания за счет разработки и внедрения инновационных технологий. Так, согласно документу, предполагается создание автономного портового флота в ближайшие годы.

Теоретические изыскания в области безэкипажных судов и их систем автоматического управления ведутся давно [1, 2]. И в настоящее время появляется первый опыт проектирования и постройки морских автономных надводных судов (МАНС, САУ МАНС). Имеется в виду разработка проектной документации судна в постройке в соответствии с нормативными документами, в данном случае - Положениями по классификации морских автономных и дистанционно управляемых надводных судов Российского морского регистра судоходства 2022 года [3].

Важно отметить, что проектирование САУ автономных судов проработано недостаточно глубоко и, проведенное исследование, продиктовано необходимостью показать вариант начального подхода к рассмотрению вопросов проектирования САУ автономных судов и обоснования принятых решений, отвечающих требованиям существующих нормативных документов, в первую очередь требованиям Положений МАНС.

Ставится цель помочь проектанту разработать концепцию САУ МАНС (в соответствии с требованием п. 2.1.2.2.1 Положений МАНС) для дальнейшего ее воплощения в технический проект.

Цели, задачи, методы

Для достижения данной цели были сформулированы следующие задачи.

1. Получить начальное представление принципов построения **структуры** САУ для принятия решения о безопасности применения МАНС (концепция САУ МАНС с точки зрения п. 8.4.2.2, 8.5.1 Положений МАНС).
2. Определить источники информации, формирующие ситуационную осведомленность системы управления [4].



Первым шагом проектирования САУ МАНС является разработка концепции САУ МАНС.

Концепция системы управления для МАНС — это формулировка замысла, в котором должны найти отражение требования технического задания, основные и наиболее общие предложения по их выполнению с учётом требований Положений МАНС. Авторы считают, что на этом этапе основной задачей является получение **структуры** системы управления МАНС, определение множеств входных и выходных сигналов, состава информационных элементов и их связей.

Предлагается принцип проработки общей структурной схемы САУ на основе последовательного развития простой системы «Внешний мир - человек-оператор – объект управления». Эта связка представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Система «Внешний мир – человек-оператор – объект управления»

Для дальнейших рассуждений определяется следующее:

«Окружающий мир» представляется комплексом сенсорных и мотивирующих факторов, побуждающих человека-оператора принимать решения, а объект управления изменять своё состояние под воздействием факторов внешнего мира.

«Объект управления» — это техническое средство, движение которого подчиняется соответствующим влияниям окружающего мира, собственного состояния и законам управления.

«Человек-оператор» — субъект, который определяет, задает, изменяет и реализует законы управления для достижения поставленной цели.

Следующим этапом последовательности рассуждений определяется, что значит исключить человека-оператора из предлагаемой связки, заменив его техническим устройством.

Используя метод эмпатии и основываясь на существующих экспертных оценках сенсорно-мотивирующих влияний внешней среды на человека-оператора, в состав факторов, способных активировать процесс принятия решения оператором МАНС, рассматриваются множества входных и выходных сигналов, состав информационных элементов и их связей для системы, представленной на рис. 2.

В результате рассмотрения предлагается структура САУ МАНС (задача 1), отвечающая на вопрос какой минимум сигналов должен поступать на вход устройства – системы ситуационной осведомлённости и принятия решения, заменяющего человека оператора (задача 2).

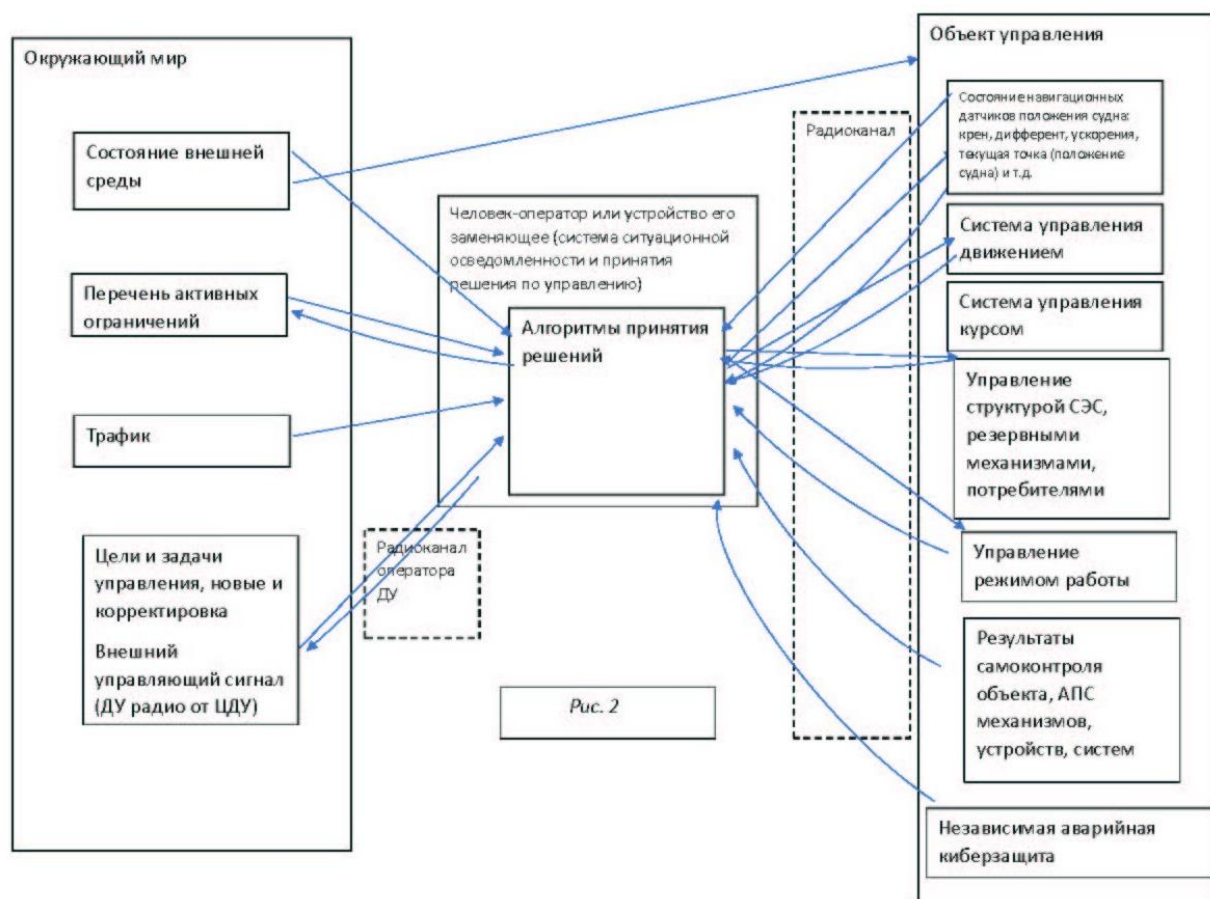


Рисунок 2 – Модель «Ситуационной осведомленности»

Из всего множества определений термина «ситуационная осведомленность» приведем следующее: «Ситуационная осведомленность — это ментальная модель состояния окружающей среды, объекта управления, целей и ограничений в их взаимосвязи, имеющаяся у людей, принимающих решение». По сути дела, это та система, о которой говорилось выше (рис.1), но представленная как модель картины мира, которая возникает в процессе работы у человека-оператора. Поэтому, для достижения поставленной цели — разработки системы ситуационной осведомленности — необходимо разработать техническое устройство с формированием в его памяти такой ментальной модели ситуации, которая по составу и информативности была бы аналогична человеческой. Результатом обработки входной ситуации, опять опираясь на метод эмпатии, является ответ на три онтологических вопроса: «Кто я?» — текущее состояние, режим работы, самоидентификация и самоконтроль систем объекта управления, «Где я?» — текущая картина мира, «Зачем я?» — цели и ограничения.

Автоматическое устройство, так же как человек, должно «понимать» текущую ситуацию, в которой находится объект. Кроме всего прочего, это значит уметь объяснить - ответить на вопрос «почему ты сделал так?», понимая, что происходит вокруг и определяя рейтинг опасностей. Далее, по результатам анализа текущей ситуации и вариантов развития событий в ближайшем будущем выбрать такую траекторию движения объекта управления, которая бы минимизировала максимальную опасность в текущей ситуации.

Если структура и состав технических средств, входящих в систему ситуационной осведомленности, в настоящее время более-менее понятен и пока что отчасти технически реализуем, то программное ядро, алгоритмы управления принятием решения, не уступающие по эффективности человеку-оператору (уровень «сознания» управляющего

«поведением» объекта, его движением и реакцией на события окружающей «сцены»), все еще находятся на стадии разработки.

Это и является в настоящее время центральной проблемой в области беспилотных транспортных средств категории АС (табл. 1.2.4 Положения МАНС). Решение этой проблемы до настоящего времени не завершено, несмотря на серьезные усилия в этой области [5, 6].

Заключение

Рассмотрен подход к разработке концепции САУ МАНС с учетом требований нормативных документов РС, в том числе Положений МАНС:

- представлен принцип построения структуры САУ — для возможности принятия решения о безопасности применения МАНС (входит в концепцию САУ МАНС с точки зрения п. 8.4.2.2 Положений МАНС);
- проработан минимальный перечень источников информации, формирующих ситуационную осведомленность системы управления.

Список литературы:

1. Каретников В.В. К вопросу разработки основных концептуальных положений системы дистанционного управления техническим флотом / В.В. Каретников, С.В. Рудых, А.А. Буцанец // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2019. — № 2. — С. 7 — 15.
2. Литов Д.В. Математическое обеспечение автоматического управления судовой электроэнергетикой на базе итеративных методов обработки информации: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Д.В. Литов; С.-Петерб. гос. ун-т водных коммуникаций. — СПб., 1995. — 20 с.
3. Сенченко В. В окружении стаи буксиров-роботов / В. Сенченко, В. Дергилев // Морской флот. — 2023. — № 3. — С. 32 — 35.
4. Степанова В.И. Единая система мониторинга, диагностики и тестирования оборудования на МАНС: принцип реализации и возможности / В.И. Степанова, С.В. Смоленцев // Актуальные решения проблем водного транспорта: м-лы II Междунар. науч.-практ. конф. — Астрахань, 2023. — С. 411 — 416.
5. Хватов О.С. Автономные генераторные установки на основе двигателей внутреннего сгорания переменной частоты вращения / О.С. Хватов, А.Б. Дарьенков, И.С. Самоявчев, И.С. Поляков. — Н. Новгород: Нижегородский гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2016. — 172 с.
6. Хватов О.С. Повышение эффективности дизель-генераторной электростанции / О.С. Хватов, Д.С. Кобяков // Электротехника. — 2020. — № 12. — С. 25 — 31.

