

Развитие портовой инфраструктуры для обеспечения безэкипажного судоходства



Я. В. Бурылин,
канд. техн. наук,
старший научный
сотрудник лаборатории
«Автоматизация
судовождения»
Государственного морского
университета
им. адмирала
Ф. Ф. Ушакова (ГМУ),



А. Н. Попов,
д-р техн. наук, начальник
факультета эксплуатации
водного транспорта
и судовождения ГМУ



В. Г. Сенченко,
канд. техн. наук,
начальник лаборатории
«Автоматизация
судовождения» ГМУ

С развитием технологий автономных систем в последние десятилетия морская транспортная отрасль открывает новые горизонты возможностей в связи с разработкой и использованием безэкипажных судов или морских автономных надводных судов по классификации российского морского регистра судоходства.

Россия, как одна из ведущих морских держав, активно развивает сегмент автономных судов в рамках своих технологических инициатив и программ цифровизации и автоматизации [1]. В связи с переходом от безэкипажного судовождения к безэкипажному судоходству важным аспектом развития отрасли становится не только внедрение автономных судов, но и создание целостной экосистемы, включая безэкипажные буксиры, автоматизированный вспомогательный портовый флот и соответствующую портовую инфраструктуру (средства навигационного обеспечения, автоматизированные береговые швартовные устройства [2] для приема МАНС и терминалы для обработки, погрузки, выгрузки грузов).

Безэкипажные суда могут существенно повысить эффективность морских перевозок, снизив затраты на экипаж, улучшив безопасность и уменьшив экологическое воздействие. В России автономные суда начали активно разрабатываться в последние годы с фокусом на внутренние водные пути и транспортировку грузов между портами.

Между портами Усть-Луга и Балтийск функционируют два железнодорожных паромов «Маршал Рокоссовский» и «Генерал Черняховский», которые классифицированы как морские автономные надводные суда (МАНС). Суда оснащены автоматическими навигационной системой и системой ситуационной осведомленности [3–5].

Мониторинг паромов осуществляет Центр дистанционного управления, находящийся в порту Санкт-Петербург. Суда переоборудованы из конвенционных в МАНС и на них есть экипаж.

Развитие портовой инфраструктуры

Для полноценного внедрения технологий безэкипажного судоходства необходимо обеспечить не только саму возможность автономного плавания судов, но и создать условия для их эффективной эксплуатации в реальных условиях. Важным шагом на этом пути становится развитие безэкипажных буксиров, которые должны стать неотъемлемой частью экосистемы современного порта.

Безэкипажные буксиры — это суда, предназначенные для сопровождения и кантования автономных судов в сложных портовых условиях или на узких водных путях. Основной отличительной особенностью разрабатываемых азимутальных буксиров-автоматов (АБА) является их способность жестко сцепляться с грузовыми судами, используя магнитное или вакуумное швартовное устройство, что позволяет эффективно и безопасно вести их по заданному маршруту, обеспечивая необходимую маневренность в сложной навигации стесненных вод. При этом жесткая сцепка с грузовым судном предполагает не только механическое соединение, но и интеграцию навигационных систем и систем управления, позволяя буксирам и судну работать как единое целое.

Главным вызовом при разработке МАНС и АБА остается высокая степень автоматизации и автономности, которая подразумевает разработку новых систем автономной навигации и ситуационной осведомленности. Ключевым фактором эффективности первой является способность расходиться с неограниченным количеством навигационных опасностей. Вторая должна обеспечивать обработку визуальной информации заборного пространства для распознавания этих опасностей в любых метеоусловиях.

Разработка таких технологий требует тесного взаимодействия с институтами, которые специализируются на робототехнике, искусственном интеллекте, машинном зрении и автоматизации.

Кроме того, морская отказоустойчивая система связи должна обеспечивать потоки данных для передачи и приема в центре дистанционного управления (ЦДУ) и на автономные суда управляющих команд, сигналов состояния систем, аудио- и видеоканалов окружающей обстановки.

Между тем создание эффективной технологии безэкипажного судоходства невозможно без должной адаптации портовой инфраструктуры. Порты должны быть готовы не только к приему автономных судов, но и обеспечивать обслуживание и эксплуатацию безэкипажных буксиров. При этом для АБА необходимы специализированные места для швартовки и обслуживания. Новороссийск является пилотным портом для внедрения концепций безэкипажного судоходства и безэкипажного судовождения. Первая партия безэкипажных буксиров-автоматов планируется к поставке в 2027 г. и предположительно будет базироваться на морском полигоне университета им. Ф. Ф. Ушакова (рис. 1).

Особенности захода морских автономных надводных судов в иностранные порты

Одним из наиболее сложных вопросов для внедрения безэкипажного судоходства является проблема передачи управления МАНС и распределения ответственности при заходе в иностранные порты. Национальные и международные стандарты для автономных судов еще находятся на стадии разработки, в том числе касательно юридических и технических ограничений, связанных с передачей контроля от одного государства к другому.

Процедура передачи управления МАНС может потребовать разработку глобальных стандартов, которые обеспечат безопасность и правовую прозрачность таких операций. Рассмотрим возможные варианты взаимодействия между центром дистанционного управления и находящимися под их управлением в различных режимах МАНС и АБА [6].

Взаимодействие морских автономных надводных судов в режиме дистанционного управления и азимутальных буксиров-автоматов в режиме дистанционного управления.

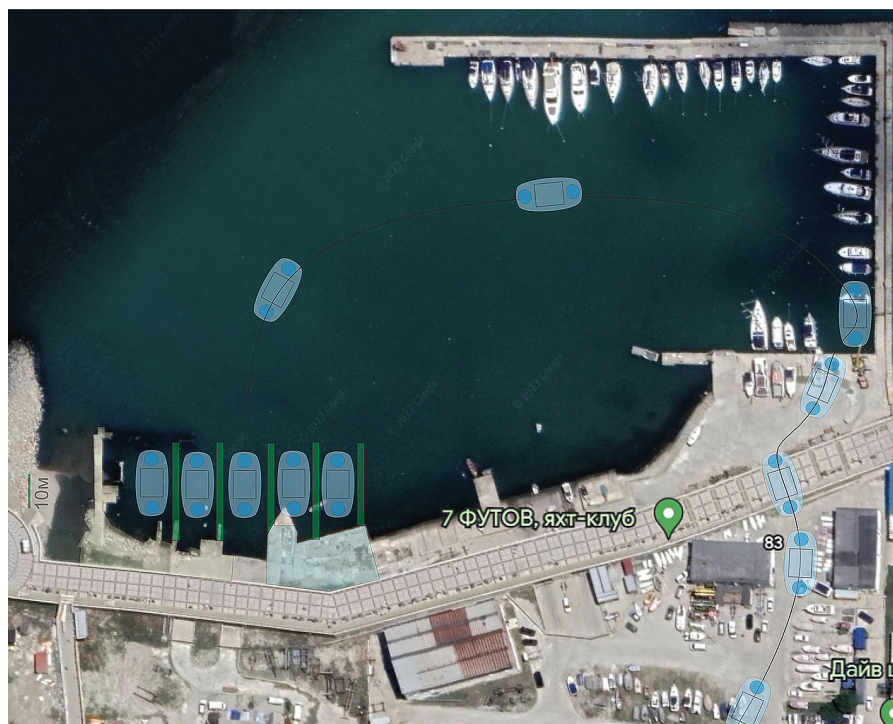


Рис. 1. Устройство причалов и эллинга для буксиров-автоматов

В точке приема лоцмана: организуется радиоканал между центрами дистанционного управления АБА и МАНС, по которому лоцман из ЦДУ АБА передает рекомендации по управлению МАНС для безопасного подхода к зоне рандеву с буксирами.

После стыковки буксиров: по радиоканалу между центрами дистанционного управления АБА и МАНС лоцман из ЦДУ АБА передает указания по управлению морскими автономными надводными судами на ЦДУ МАНС. Непосредственное управление МАНС осуществляется с его центра дистанционного управления, также буксиры управляются из ЦДУ АБА. В этом случае ответственность за управление МАНС должна лежать на ЦДУ МАНС.

В случае, если имеется техническая возможность принять управление МАНС из ЦДУ АБА, для повышения скорости передачи управляющих команд предлагается следующее. После подтверждения готовности ЦДУ АБА принять управление ЦДУ МАНС передает управление МАНС на ЦДУ АБА, оставляя за собой возможность оперативного перехвата управления в случае нештатной ситуации.

К нештатным ситуациям можно отнести отказ систем азимутальных буксиров-автоматов и ЦДУ АБА, несогласие с действиями ЦДУ АБА. Таким образом, ЦДУ АБА осуществляет непосредственное управление движением комплекса МАНС — АБА. В этом случае

ответственность за управление буксирами и МАНС должна лежать на ЦДУ АБА.

В рамках разработки концепции безэкипажного судоходства рассмотрены все возможные варианты кантовки судна в режиме дистанционного управления при помощи азимутальных буксиров-автоматов (рис. 2).

Взаимодействие конвенционного судна и азимутальных буксиров-автоматов в режиме дистанционного управления. В точке приема лоцмана: лоцман поднимается на борт судна и осуществляет контроль за движением судна.

После стыковки буксиров: лоцман по УКВ передает команды по управлению АБА на ЦДУ АБА, с которого осуществляется непосредственное управление буксиром. Лоцман отдает команды на управление рулем и режимами работы двигателя судна.

План швартовки судна при использовании АБА в режиме дистанционного управления к причалу 23 зернового терминала в порту Новороссийск показан на рис. 3. В этом случае ответственность за управление судном должна лежать на капитане судна.

Взаимодействие морских автономных надводных судов в режиме дистанционного управления и конвенционных буксиров. В точке приема лоцмана: организуется радиоканал между центрами дистанционного управления АБА и МАНС, по которому ЦДУ АБА передает рекомендации по управлению

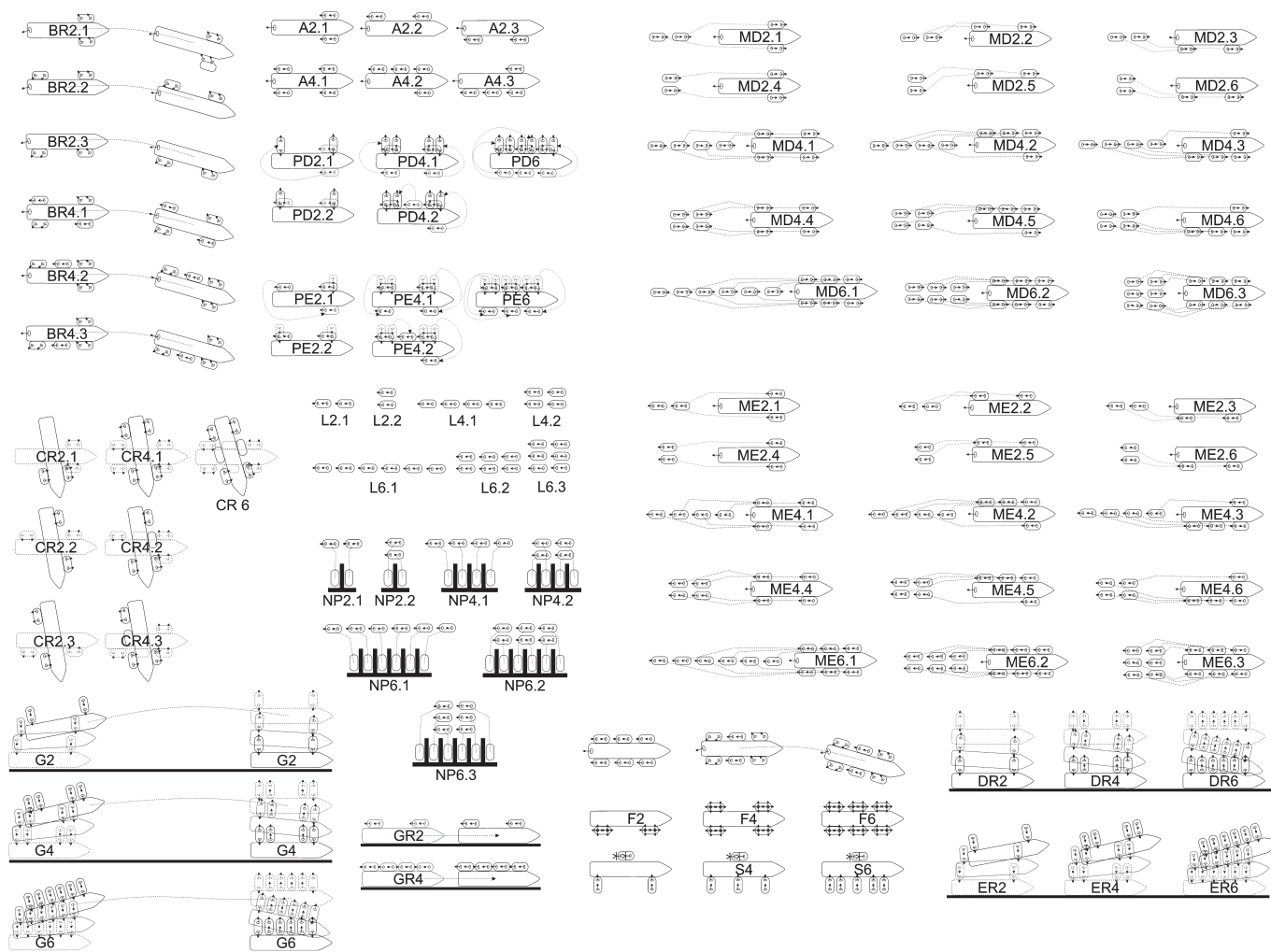


Рис. 2. Варианты использования азимутальных буксиров-автоматов для кантовки судна

МАНС для безопасного подхода к зоне рандеву с буксирами.

После стыковки буксиров: лоцман в ЦДУ АБА контролирует движение и режимы работы буксиров по УКВ. Непосредственное управление буксирами осуществляют капитаны буксиров.

По радиоканалу между центрами дистанционного управления АБА и МАНС лоцман из ЦДУ АБА передает указания по управлению МАНС на ЦДУ МАНС. Непосредственное управление МАНС осуществляется с ЦДУ МАНС. В этом случае ответственность за управление буксирами должна лежать на ЦДУ АБА, ответственность за управление МАНС — на ЦДУ МАНС.

Взаимодействие морских автономных надводных судов и азимутальных буксиров-автоматов в автономном режиме. Предполагается, что МАНС в автономном режиме будет обладать такими совершенными системой управления движением, навигационной системой и системой ситуационной осведомленности, что будет способно пройти до точки встречи с буксирами настолько

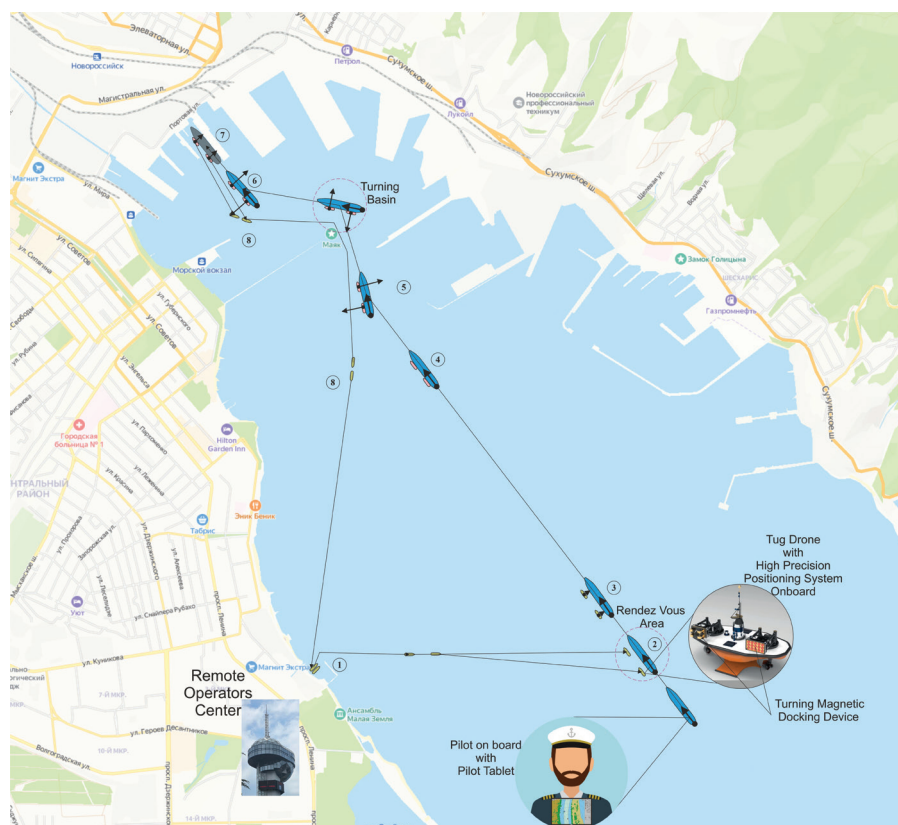


Рис. 3. План швартовки судна при помощи азимутальных буксиров-автоматов

безопасно, что риски автономной проводки будут не выше, чем движение судна под управлением лоцмана.

После стыковки буксиров: система управления АБА получает контроль над рулями и движителями МАНС либо непосредственно через приемопередатчик на борту МАНС, либо через средства контроля и управления ЦДУ МАНС. Во втором случае у ЦДУ МАНС будет возможность оперативно вернуть контроль над МАНС в штатной ситуации. В этом случае ответственность за управление МАНС должна лежать на ЦДУ БА.

Взаимодействие судна и азимутальных буксиров-автоматов в автономном режиме. В точке приема лоцмана: лоцман поднимается на борт судна и контролирует движение судна.

После стыковки буксиров: лоцман по носимому лоцманскому планшету получает от системы управления АБА команды по управлению судном. В этом случае ответственность за управление МАНС должна лежать на капитане судна.

Взаимодействие морских автономных надводных судов в автономном режиме и буксиров. Совершенство навигационных систем МАНС должно обеспечивать риски проводки до точки рандеву с буксирами не выше, чем под управлением человека.

После стыковки буксиров: ЦДУ АБА принимает на себя ручное дистанционное управление МАНС либо непосредственно подключаясь к приемопередатчику на МАНС, либо передавая команды управления на ЦДУ МАНС. В этом случае ответственность за управление МАНС лежит на ЦДУ МАНС, если управление происходит через него, или же на ЦДУ БА, если управление происходит непосредственно.

Взаимодействие морских автономных надводных судов в автономном режиме и буксиров в режиме дистанционного управления. Аналогично предыдущему случаю, совершенство навигационных систем МАНС также должно обеспечивать риски проводки до точки рандеву с буксирами не выше, чем под управлением человека.

После стыковки буксиров: ЦДУ АБА принимает на себя ручное дистанционное управление МАНС либо непосредственно подключаясь к приемопередатчику на МАНС, либо передавая команды управления на ЦДУ МАНС. В этом случае ответственность за управление МАНС должна лежать на ЦДУ МАНС, если

управление происходит через него, или на ЦДУ БА, если управление происходит непосредственно.

Взаимодействие морских автономных надводных судов в режиме дистанционного управления и автономных надводных судов в автономном режиме. В точке приема лоцмана: организуется радиоканал между центрами дистанционного управления АБА и МАНС, по которому ЦДУ АБА передает рекомендации по управлению МАНС для безопасного подхода к зоне рандеву с буксирами.

После стыковки буксиров: система управления АБА получает контроль над рулями и движителями МАНС либо непосредственно через приемопередатчик на борту МАНС, либо через средства контроля и управления ЦДУ МАНС. Во втором случае у ЦДУ МАНС будет возможность оперативно вернуть контроль над МАНС в штатной ситуации. В этом случае ответственность за управление МАНС должна лежать на ЦДУ АБА.

Предложенные схемы распределения ответственности основаны на технических возможностях центров дистанционного управления АБА и МАНС управлять процессами проводки и швартовки из расчета чем больше возможностей для осуществления контроля и управления, тем больше ответственности.

Реализация описанных способов приема и передачи управления МАНС сторонним ЦДУ требует решения ряда задач, в том числе международного характера. Каждое государство имеет свои регламенты, касающиеся судоходства и морской безопасности. Чтобы автономные суда могли беспрепятственно заходить в порты других стран, должны быть согласованы международные правила, регулирующие управление и контроль за такими судами.

Для передачи управления МАНС между ЦДУ разных стран важно обеспечить бесперебойную связь между национальными и международными службами управления судоходством. Это включает в себя как навигационные системы, так и системы связи для передачи данных в реальном времени.

Международная морская организация (ИМО) уже начала работу над созданием рекомендаций и стандартов для автономных судов. Однако пока эти нормы не будут универсальными, каждое государство будет требовать подтверждения, что судно соответствует их национальным стандартам безопасности.

Заключение

Развитие безэкипажного судоходства в России, включая внедрение автономных судов, буксиров и соответствующей портовой инфраструктуры, открывает новые горизонты для оптимизации морского и внутреннего водного транспорта.

Однако для успешной реализации этих технологий необходимо решение ряда сложных задач: создания единой и безопасной инфраструктуры, разработки стандартов и правил для международных операций и обеспечения правовой и технической совместимости. Внедрение инноваций потребует времени, значительных инвестиций и тесного сотрудничества между государственными органами, судоходными компаниями и научными учреждениями. Успешное решение этих задач откроет для России перспективы как в области судоходства, так и в сфере международной торговли. ■

Источники

1. Пинский А. С. Е-навигация и безэкипажное судоходство // Транспорт Российской Федерации. 2016. № 4(65). С. 52–56.
2. Заслонов В. В. К вопросу о применении существующих конструкций автоматизированных швартовных устройств в автономном судоходстве // Морские интеллектуальные технологии. 2024. № 1–1 (63). С. 251–258.
3. Bayat B., Crasta N. Environmental monitoring using autonomous vehicles: a survey of recent searching techniques // Current Opinion in Biotechnology. 2017. № 45. Pp. 76–84.
4. Бурюлин Я. В., Гринек А. В. Комплекс программно-аппаратных средств для решения задач автономного судоходства // Морские интеллектуальные технологии. 2022. № 4–1 (58). С. 68–74.
5. Burylin Y. Interface for indication and remote control of an unmanned vessel in automatic and manual modes // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 2061. Pp. 1–7.
6. Заслонов В. В., Головина А. А. Некоторые проблемные аспекты функционирования системы стандартизации в условиях развития морских технологических комплексов // Морские интеллектуальные технологии. 2024. № 2–1 (64). С. 181–188.