

7. Деружинский Г.В., Шрамко А.П. Экономика – правовые аспекты основных оффшорных зон / Г.В. Деружинский, А.П. Шрамко // Эксплуатация морского транспорта.– 2021.– №3(100).– С.31-49.
8. Деружинский Г.В. Проблема формирования организационно-экономической базы регистрации судов под «удобными» флагами / Г.В. Деружинский, А.Л. Боран-Кешишьян, А.П. Шрамко// Эксплуатация морского транспорта.– 2021.– №4 (101).
9. Методологические аспекты формирования и развития оффшорного судоходства: учебное пособие / В.Е. Деружинский, А.Л. Боран-Кешишьян, Г.В. Деружинский, А.П. Шрамко; под общ. ред проф. Г.В. Деружинского. –Новороссийск: РИО ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова, 2021.
10. Кабушкин Н.И. Основы менеджмента: учебник. – Мн.: БГЭУ, 1996.
11. Марков В.В. Судовой менеджмент: учебно-практическое пособие. на русском и английском языках. – Одесса, Изд-во КПОГТ, 2012.
12. Sprugt J. Ship Management (Third edition) Lloyd's of London Press Ltd., London. 1997.
13. Ventouris Yerasimos. The tramp shipo – wner, his roll and future prospective. (Maritime Cyprus 1999/ Conference speeches). – 1999.
14. Сайт компании ООО «ЭРНК» <https://kpsnodarinfo24.ru/ernk>
15. Сайт компании ООО «Судовой сервисный центр» <https://kubanorg.ru/2373193691.html>
- G.V. Deruzhinskij, A.L. Boran- Keshish'yan// Eksplyuaciya morskogo transporta. 2018. №3(88). S.15-27.
4. Deruzhinskij V.E. Innovacionnye tekhnologii v sudoremonte i ih effektivnost' / V.E.Deruzhinskij, K.B. Pal'chik// Eksplyuaciya morskogo transporta. 2016. №1(78). S.77-79.
5. Deruzhinskij G.V. Sovershenstvovanie organizacii proizvodstvennogo processa servisnogo predpriyatiya morskogo flota / G.V. Deruzhinskij, M.D. Raeckij// Sovremennye aspekty ekonomiki. 2011. №12. S.122-133.
6. Deruzhinskij V.E. Metodologicheskie aspekty razvitiya offshornyh zon / V.E. Deruzhinskij, G.V. Deruzhinskij, A.L. Boran-Keshish'yan, A.P. SHramko// Eksplyuaciya morskogo transporta. 2021. №2(99). S.49-59.
7. Deruzhinskij G.V, SHramko A.P. Ekonomiko – pravovye aspekty osnovnyh offshornyh zon / G.V. Deruzhinskij, A.P. SHramko // Eksplyuaciya morskogo transporta. 2021. №3(100). S.31-49.
8. Deruzhinskij G.V. Problema formirovaniya organizacionno- ekonomicheskoy bazy registracii sudov pod «udobnymi» flagami / G.V. Deruzhinskij, A.L. Boran-Keshish'yan, A.P. SHramko// Eksplyuaciya morskogo transporta. 2021. №4 (101).
9. Metodologicheskie aspekty formirovaniya i razvitiya offshornogo sudohodstva: uchebnoe posobie / V.E. Deruzhinskij, A.L. Boran-Keshish'yan, G.V. Deruzhinskij, A.P.SHramko; pod obshch. red prof. G.V. Deruzhinskogo. –Novorossiysk: RIO GMU im. adm. F.F.Ushakova, 2021.
10. Kabushkin N.I. Osnovy menedzhmenta: Uchebnik. – Мн.: BGEU, 1996.
11. Markov V.V. Sudovoj menedzhment. Uchebno-prakticheskoe posobie. na russkom i anglijskom yazykah. – Odessa, Izd-vo KPOGT, 2012.
12. Sprugt J. Ship Management (Third edition) Lloyd's of London Press Ltd., London. 1997.
13. Ventouris Yerasimos. The tramp shipo – wner, his roll and future prospective. (Maritime Cyprus 1999/ Conference speeches). – 1999.
14. Sajt kompanii ООО «ERNK» <https://kpsnodarinfo24.ru/ernk>
15. Sajt kompanii ООО «Sudovoj servisnyj centr» <https://kubanorg.ru/2373193691.html>

References

1. Deruzhinskij V.E. Evolyuciya marketingovoj teorii na transporte // Vestnik gosudarstvennogo morskogo universiteta im. adm. F.F.Ushakova. 2013. №1(2). S.10-14.
2. Deruzhinskij V.E. Nauchnyj podhod k outsorsingu i problemy ego vnedreniya na zheleznodorozhnom i morskome transporte / V.E.Deruzhinskij, K.B. Pal'chik, A.S. Vitvickij, E.K. Ablyazov// Vestnik gosudarstvennogo morskogo universiteta im. adm. F.F.Ushakova. 2019. №1(26). S. 5-31.
3. Deruzhinskij G.V. Ogranizacionno – metodologicheskie aspekty sudovogo menedzhmenta /

УДК 656.61

DOI: 10.34046/aumsuomt104/4

АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНЫХ КЛАССИФИКАЦИЙ МОРСКИХ АВТОНОМНЫХ НАДВОДНЫХ СУДОВ

А.А. Долгов, аспирант

В статье проведен анализ существующих классификаций автономности морских судов, предложенными различными мировыми организациями в области морского транспорта. Рассмотрена степень взаимодействия человека и систем, осуществляющих исполнение навигационных функций. Произведен анализ применения комбинации различных уровней автономности в зависимости от степени сложности навигационных задач. Сделан вывод о необходимости контроля и вмешательства со стороны человека.
Ключевые слова: Автономное судовождение, поддержка принятия решений, управление судном

ANALYSIS OF INTERNATIONAL CLASSIFICATIONS OF MARITIME AUTONOMOUS SURFACE SHIPS

A.A. Dolgov

The article analyzes the existing classifications of the autonomy of vessels, proposed by various world organizations in the field of maritime transport. The degree of interaction between a person and systems that carry out the execution of navigation functions is considered. An analysis was made of the use of a combination of different levels of autonomy depending on the degree of complexity of navigational tasks. The conclusion is made about the need for human control and intervention.

Keywords: Autonomous navigation, decision support, ship's handling

1 Введение

Стремительный рост перевозок различных видов грузов в разные точки Земного шара способствует увеличению затрат на содержание флотов мировых судовладельческих компаний, росту необходимого количества кадров для укомплектования новых судов, освоения новых транспортных коридоров, а также сильному увеличению плотности судопотока, что в первую очередь является одним из негативных факторов увеличения нагрузки на судоводителя. Осложнения навигационной обстановки, увеличивают вероятность принятия неверного решения штурманом, что может поспособствовать возникновению серьезных инцидентов, связанных с жизнью людей, загрязнением окружающей среды и экономических потерь.

Вышеописанные причины поспособствовали появлению различных многочисленных проектов безэкипажных судов, способных в теории автономно выполнять функции, предписанные экипажу. Автономность – это независимость от чего-либо. Соответственно, в отношении судна данный термин, в общем понимании, можно трактовать как способность судна принимать решения в отношении курса, скорости или других параметров независимо от человека.

2 Анализ существующих уровней автономности судов

Безэкипажное судно – автономное судно, как совокупность модульных систем управления и коммуникационных технологий следующего поколения, которые позволяют осуществлять функции беспроводного мониторинга и управления как на борту, так и за его пределами. Степень автономности определяется участием человека в рамках управления судном и использованием различных технических средств. Международная Морская Организация в рамках 99-го заседания Комитета по безопасности мореплавания, проходившего с 16 по 25 мая 2018 года, установила следующую классификацию автономности судов [5]:

Степень 1 – Судно с частично автоматизированными процессами и поддержкой принятия

решений. Члены экипажа находятся на борту, управляют судовыми системами и механизмами. Некоторые процессы могут быть осуществлены в автоматическом режиме и даже иногда не подвергаться контролю, при этом экипаж находится на борту и осуществляет периодический мониторинг протекания этих процессов.

Степень 2 – Дистанционно управляемое судно с экипажем на борту. Судно управляется с отдельной локации, например, с Берегового Контрольного Центра. Члены экипажа на борту судна осуществляют контроль и осуществляют управление отдельными судовыми системами.

Степень 3 – Дистанционно управляемое судно без экипажа на борту. Контроль и управление судном осуществляется полностью с другой локации.

Степень 4 – Полностью автономное судно. Система управления судном способна принимать решения и предпринимать необходимые действия самостоятельно.

Регистр Ллойда в руководящем документе “Design Code for Unmanned Marine Systems”, изданном в феврале 2017 года, определяет следующие уровни автономности морских судов (*AL – Autonomy Levels*) [6]:

AL 0 – Ручной. Без каких-либо автономных функций. Все действия и процесс принятия решений производится вручную экипажем.

AL 1 – Поддержка принятия решений на борту судна. Все действия осуществляются человеком, при этом имеется система на борту судна, обеспечивающая поддержку принятия решений, способная предложить необходимые опции, способные повлиять на предпринимаемые человеком действия.

AL 2 – Поддержка принятия решений на борту судна или вне судна. В отличие от *AL 1*, система, обеспечивающая поддержку принятия решений, может находиться вне судна, например, в Береговом Контрольном Центре.

AL 3 – Активный контроль со стороны человека. Принятие решений и действия осуществляются системами на борту или вне судна под контролем человека.

AL4 - Контроль со стороны человека. Принятие решений и действия осуществляются автономно с возможностью контроля человеком. Система принятия решений установлена таким образом, что позволяет человеку вмешаться и, в случае необходимости, взять контроль над ситуацией в свои руки.

AL 5 - Полностью автономное судно. Редко осуществляемый контроль над полноценным принятием решений и осуществлении действий системой.

AL 6 - Полностью автономное судно. Самостоятельное принятие решений и осуществлении действий системой без какого-либо контроля и вмешательства со стороны человека.

На судне с высшим уровнем автономности могут быть использованы некоторые системы с упрощенным уровнем автономности в рамках их взаимного контроля. Сложные судовые системы могут быть представлены комбинацией из нескольких систем разного уровня автономности.

Классификационное общество "BureauVeritas" в "Guidelines for Autonomous Shipping", изданном в октябре 2019 года, выделяет следующие уровни автономности морских судов [4]:

A 0 – Управляемое человеком. Судовые системы в состоянии получать необходимую информацию, анализ, принятие решений и управление осуществляется исключительно судовым персоналом на борту.

A 1 – Направляемое человеком. Судовые системы в состоянии получать необходимую информацию, анализировать и предлагать решения, человек, находящийся на борту или в Береговом Контрольном центре, на основании полученной информации предпринимает необходимые действия.

A 2 – Делегирование функций. Судовые системы в состоянии получать необходимую информацию, анализировать, предлагать решения и предпринимать действия только после подтверждения человеком.

A 3 – Контролируемое человеком. Судовые системы в состоянии получать необходимую информацию, анализировать, предлагать решения и предпринимать действия, подтверждения человеком не требуется. Человек, находящийся на борту или на Береговом Контрольном Центре, всегда осведомлен о решениях и действиях, производимых системой, и в любой момент времени имеет право вмешаться и взять контроль на себя.

A 4 – Полностью автономное. Судовые системы в состоянии получать необходимую информацию, анализировать, предлагать решения и

предпринимать действия самостоятельно в зависимости от преобладающих условий и обстоятельств, без необходимости человеческого вмешательства за исключением аварийных ситуаций. Персонал, находящийся на борту или на Береговом Контрольном Центре, имеет право в любой момент взять управление на себя, также осуществлять контроль за исполнением основных судовых функций в автономном исполнении, находясь на судне или берегу.

Классификационное общество "DNVGL" в руководстве "Autonomous remotely operated ships", изданное в сентябре 2018 года, определяет следующую градацию автономных судов в рамках исполнения задач навигации [3]:

M – Осуществление исполнения различных функций вручную оператором.

DS – Система поддержки принятия решений. Судоводитель на основании полученной информации самостоятельно осуществляет управляющее воздействие.

DSE – Система поддержки принятия решений с возможностью дальнейшего исполнения. Оператор в "зоне досягаемости" и подтверждает любые действия, предпринимаемые системой.

SC – Система, самостоятельно осуществляющая исполнение своих функций. Осуществляет управляющие воздействия, при этом человек способен взять полный контроль на себя.

A – Автономное исполнения функций. Осуществляет полное исполнения доступных функций без вмешательства человека.

Классификационное общество "The American Bureau of Shipping (ABS)" в своем руководстве "Advisory on Autonomous Functionality" обозначает следующие уровни [2]:

Manual – система не дополняет основные функции оператора. Поддержка системы минимальна, все решения и действия предпринимаются исключительно человеком на борту судна

Smart – система дополнения основных функций оператора. Пассивная поддержка принятия решений системой, в виде обнаружения неисправностей, поломок, диагностики, предложения альтернативных решений и рекомендаций.

Semi-Autonomy – функции системы дополняются действиями оператора. База системы построена таким образом при котором, принятия решений и осуществление различных действий происходит совместно с участием человека.

FullAutonomy – система работает полностью в автономном режиме без участия человека. Принятие решений и осуществление управляющих

щих воздействий производится автономно. Человек осуществляет функцию контроля и в любой момент может взять управление на себя.

Вышеописанные степени автономности судов, представленные различными морскими организациями и сообществами, предлагают классификацию автономности, в первую очередь опираясь на степень взаимодействия человека и судовой системы, позволяющей предлагать решения и предпринимать некоторые действия самостоятельно [7, 8]. Очевидно, что управление судном и обеспечение бесперебойной работы всех его основных механизмов и систем требует особый уровень компетенции оператора и опыта, приобретенного в результате постоянного взаимодействия с основными органами управления в различных условиях плавания. Поэтому необходимо комбинировать уровни автономности различных систем на судах, в рамках преобладающих обстоятельств и условий плавания.

3 Процесс принятия решений

Классификационное общество “DNVGL” в руководстве

“Autonomous and remotely operated ships” предлагает разделить процесс принятия решений и управления на 4 части [3,9]:

- *Определение.* Получение необходимой информации для последующего анализа. Информация может быть получена с различных сенсоров или при помощи человеческого восприятия;

- *Анализ.* Интерпретация полученной информации в виде конкретной понятной ситуации, необходимой для дальнейшего контроля со стороны системы;

- *Планирование.* Определение требуемых изменений в параметры управления системы для обеспечения исполнения ее функций в рамках применимости к конкретной ситуации.

- *Действие.* Осуществление запланированных изменений в параметрах управления системы, обычно при помощи воздействующих устройств (актюаторов, датчиков, пускателей, приводов)

Каждая из рассмотренных частей процесса принятия решений и управления может быть осуществлена при помощи человека или системы, либо комбинацией человек-система. Данная интерпретация представлена на рисунке 1.

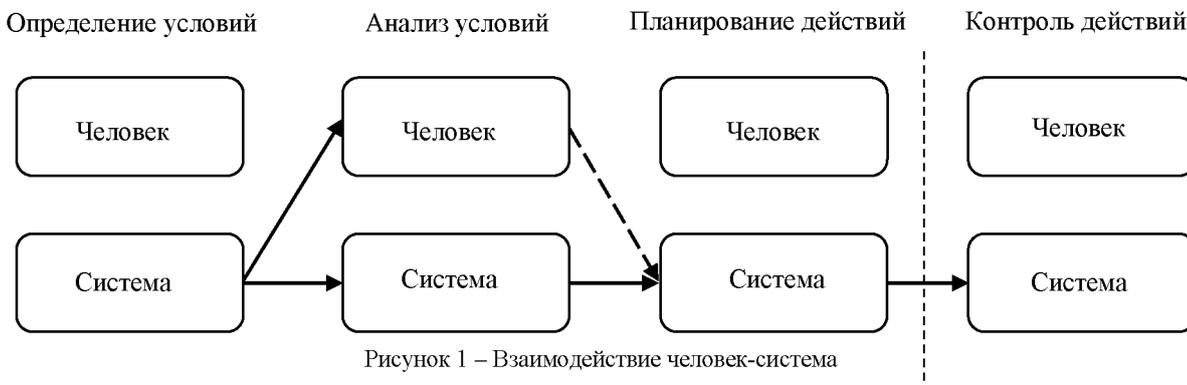


Рисунок 1 – Взаимодействие человек-система

Главный принцип состоит в том, чтобы функционал совмещенных возможностей человека и представленной системы для конкретной группы, например, определение условий, был шире и лучше или хотя бы находился на уровне используемого классического подхода принятия решений и осуществления действий без использования способов внедрения автономии или иных процессов. Главной задачей является обеспечение требуемого уровня безопасности исполнения данной комбинации, который должен быть, как минимум, эквивалентен имеющемуся на эксплуатируемых судах с нулевой степенью автономии.

Рассмотрим схему, представленную на рисунке 1, где функции наблюдения и предупрежде-

ния столкновений могут быть частично реализованы компьютеризованной системой, вместо их осуществления человеком.

- *Определение условий.* Судно оборудовано системой обнаружения объектов, имеющей возможности эквивалентные или лучшие по сравнению с вперёдсмотрящим.

- *Анализ условий.* Система обладает ограниченным набором функций распознавания свойств самого объекта и зависит от человека, способного классифицировать и опознать необходимые свойства объекта.

- *Планирование действий.* Основываясь на полученной информации о классификации и распознанных свойствах объекта, система имеет возможность рассчитать маневр для расхождения в

соответствии с МППСС-72 и предложить обновленный план перехода, если этого требуют обстоятельства, эквивалентно или лучше штурмана на борту судна.

- *Контроль действий.* Основываясь на полученной информации и представленных решениях, система или вахтенный помощник капитана на борту судна переходят к исполнению действий.

4 Заключение

В результате проделанной работы, были рассмотрены различные виды автономности судов, представленные Международной морской организацией и мировыми классификационными обществами. Автономная навигация подразумевают осуществление выполнения навигационных задач при помощи совместного взаимодействия системы и человека, а также полностью автономно, независимо от оператора. Представленные уровни автономности морских судов в различных интерпретациях определяют степень данного взаимодействия. Условия и обстоятельства, возникающие на различных этапах перехода, степень сложности возникающих навигационных задачи многие другие факторы, осложняющие процесс управления судна и эксплуатации механизмов, определяют необходимость в комбинированном использовании различных уровней автономности судов. При этом, независимо от обстоятельств, при любом уровне автономности, представленном в различных интерпретациях, человек имеет возможность взять полный контроль и управление судном на себя, находясь на борту или в Береговом Контрольном Центре.

Литература

1. Ривкин Б. С. Беспилотные суда. Навигация и не только / Б.С. Ривкин // Гироскопия и навигация. – 2021 – Т. 29, №1 (112) – С. 111-132.
2. ABS Advisory on autonomous functionality / ABS, 2020. – 24 p.
3. Class Guideline. Autonomous and remotely operated ships / DNV GL, Edition September 2018. – 111 p.
4. Guidelines for Autonomous Shipping / Bureau Veritas, October 2019. – 38 p.
5. IMO takes first steps to address autonomous ships. URL: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/Press-Briefings/Pages/08-MSC-99-MASS-scoping.aspx> (дата обращения 07.06.2022)
6. ShipRightDesign and Construction. Additional Design Procedures. Design Code for Unmanned Marine Systems / Lloyd's Register, February 2017. – 39 p.
7. Кондратьев С.И., Боран-Кешишьян А.Л., Попов В.В. Оптимизация надежности каналов обмена

данных в связанных системах национальной концепции российского сегмента E-навигации азово-черноморского бассейна// Морские интеллектуальные технологии.– 2018.– № 3.– 1 (41).– С. 162-169.

8. Боран-Кешишьян А.Л. Использование вероятностной и возможностной мер в виде нечетких вероятностей для оценки надежности программного обеспечения интегрированных систем ходового мостика [Текст] / А.Л. Боран-Кешишьян, С.И. Кондратьев // Журнал университета водных коммуникаций.– 2012.– № 3.– С. 55а-59.
9. Кондратьев С.И. Маневрирование крупнотоннажных судов и моделирование их движения: учебное пособие / С.И. Кондратьев, А.И. Карпузов, А.В. Миронов.– Новороссийск: Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Морская гос. акад. им. адмирала Ф.Ф. Ушакова, 2007.

References

1. Rivkin B. S. Bepilotnye suda. Navigaciya i ne tol'ko / B.S. Rivkin // Giroskopiya i navigaciya. – 2021 – Т. 29, №1 (112) – С. 111-132.
2. ABS Advisory on autonomous functionality / ABS, 2020. – 24 p.
3. Class Guideline. Autonomous and remotely operated ships / DNV GL, Edition September 2018. – 111 p.
4. Guidelines for Autonomous Shipping / Bureau Veritas, October 2019. – 38 p.
5. IMO takes first steps to address autonomous ships. URL: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/Press-Briefings/Pages/08-MSC-99-MASS-scoping.aspx> (data obrashcheniya 07.06.2022)
6. ShipRightDesign and Construction. Additional Design Procedures. Design Code for Unmanned Marine Systems / Lloyd's Register, February 2017. – 39 p.
7. Kondrat'ev S.I., Boran-Keshish'yan A.L., Popov V.V. Optimizaciya nadezhnosti kanalov obmena dannyh v svyaznyh sistemah nacional'noj koncepcii rossijskogo segmenta E-navigacii azovo-chernomorskogo bassejna// Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2018. № 3-1 (41). S. 162-169.
8. Boran-Keshish'yan A.L. Ispol'zovanie veroyatnostnoj i vozmozhnostnoj mer v vide nechetkih veroyatnostej dlya ocenki nadezhnosti programmnogo obespecheniya integrirovannyh sistem hodovogo mostika [Tekst] / A.L. Boran-Keshish'yan, S.I. Kondrat'ev // ZHurnal universiteta vodnyh kommunikacij. 2012. № 3. S. 55a-59.
9. Kondrat'ev S.I. Manevrirovanie krupnotonnazhnyh sudov i modelirovanie ih dvizheniya. uchebnoe posobie / S. I. Kondrat'ev, A. I. Karapuzov, A. V. Mironov // Federal'noe gos. obrazovatel'noe uchrezhdenie vyssh. prof. obrazovaniya Morskaya gos. akad. im. admirala F. F. Ushakova. Novorossiysk, 2007.