

УДК 656.61.052

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОПЕРАТОРА С СИТЕМОЙ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Лелеко Н. В., аспирант кафедры эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики Херсонской государственной морской академии, e-mail: leleko2k@gmail.com

Системы динамического позиционирования нашли широкое применение на современном флоте. Ввиду их эффективности и многофункциональности установка систем динамического позиционирования стала массовым явлением – судовладельцы все чаще устанавливают их на свои суда, что в свою очередь стимулирует их дальнейшее развитие и совершенствование.

В статье проведен анализ современных систем динамического позиционирования и выделены главные направления в их развитии – модульная архитектура, широкий ряд референциальных систем, повышение уровня автоматизации, повышение надежности и упор на борьбу с человеческим фактором. С ростом спроса на эти системы, с повышением их сложности и многофункциональности растут и требования к подготовке операторов управляющих данными системами.

В статье рассматриваются недостатки современных методов подготовки операторов систем динамического позиционирования, а именно: они не учитывают индивидуальные особенности обучаемых (их способность к обучению, стрессоустойчивость, умение принимать решения в экстремальных ситуациях), отсутствует четкий механизм выявления ошибок при выполнении практических упражнений и механизм закрепления полезных навыков при исправлении этих ошибок. В качестве решения этой проблемы в исследовании предлагается структура программного модуля для повышения качества взаимодействия оператора с системой.

Данный модуль учитывает индивидуальные особенности обучаемых и позволяет в автоматическом режиме выявлять и исправлять ошибки при выполнении практических упражнений в процессе обучения.

Внедрения этого модуля в практическую подготовку операторов систем динамического позиционирования позволит существенно повысить качество подготовки обучаемых и таким образом снизить уровень человеческого фактора.

Ключевые слова: динамическое позиционирование, эргатическая система, оператор, программный модуль, схема, человеческий фактор, судно, флот, автоматическая система.

Вступление. К современным высокоточным интеллектуальным системам управления движением судна относятся системы динамического позиционирования – ДП системы.

Согласно определению ИМО, система динамического позиционирования – это система, которая автоматически контролирует судно для удержания его позиции и курса исключительно посредством активного использования судовых движителей [1].

За последние 20 лет установка систем динамического позиционирования превратилась с уникального в массовое явление, что привело к их удешевлению и стимулировало судовладельцев к расширению их использования.

В наши дни ДП системы нашли широкое применение на различных типах судов – от оффшорных судов и судов специального назначения до пассажирских судов и яхт. Установка таких систем обеспечивает судам ряд преимуществ в плане безопасности, маневрирования и экономической эффективности, что способствует их повсеместному внедрению и дальнейшему развитию.

С ростом актуальности ДП систем растет и актуальность качественной подготовки ДП операторов [2], а также актуальность вопроса человеческого фактора в оффшорной индустрии.

Актуальность. Невзирая на экономический кризис в сфере оффшорной индустрии в области добычи нефти, что связано со снижением ее цены, а также с активной разработкой альтернативных, возобновляемых источников энергии и борьбой с загрязнением окружающей среды при сжигании ископаемого топлива, спрос на высокоточные интеллектуальные системы управления движением судов растет. Это связано с активным развитием других областей оффшорного флота: установка и обслуживание ветрогенераторов (особенно активное развитие наблюдается в Северном море, у побережья

Дании, Голландии, Соединенного Королевства), подводная укладка труб и кабеля, а также их обслуживание, обеспечение водолазных работ, дноуглубительные работы, океанографические и гидрографические исследования. Активное развитие этих отраслей выдвигает все более жесткие требования к точности и надежности систем управления движением судов, задействованных в соответствующих операциях.

Развитие таких систем является особенно актуальным в разрезе борьбы с человеческим фактором [3] – главной причиной аварийности на флоте, так как их внедрение позволяет существенно снизить роль человека в процессе управления движением судна.

Также, повышению спроса на эти системы способствует возможность отказаться от буксиров при маневрировании в портах и при выполнении швартовочных операций [4], что позволяет судовладельцам существенно экономить в долгосрочной перспективе.

Таким образом, вышеперечисленные факторы, делают внедрение систем динамического позиционирования все более актуальным вопросом и стимулируют их развитие.

Существенный вклад в развитие ДП систем сделала компания Navis. Она первой в 2002 году предложила решение для позиционирования легкокорпусных скоростных судов для доставки экипажей морских платформ. Впервые в истории судоходства успешно решила проблему управления движением судна – ледокола с асимметричной формой корпуса (установка ДП системы на ледокол «Балтика» (Росморречфлот, Россия). Также компания расширила функционал ДП систем специальными режимами для дноуглубительных судов, успешно решив проблему возникновения паразитических сил во время протаскивания землечерпалок и других подводных устройств.

ДП система от компании Navis – NavDP 4000 установлена более чем на 500 судах и обладает следующим функционалом [5]: перемещение судна в заданном направлении с заданными параметрами движения; позиционирование относительно множественных целей; режим следования за целью; возможность позиционирования с помощью широкого ряда сенсоров (DGPS, гидроакустика, лазерные дальнометры); диаграмма обеспечения необходимых упоров [6]; контроль силовой системы и предупреждение аварийного отключения [7]; автоматическое перераспределение упоров между трастерами в случае изменения конфигурации силовой системы. Широкий функционал, модульная архитектура, контроль параметров безопасности и исправности системы позволяют устанавливать NavDP 4000 на оффшорные суда-снабженцы – OSV (Offshore Support vessels) и PSV (Platform Supply Vessels), оффшорные суда доставки персонала – Crew Boat, FSIV (Fast Speed Intervention Vessels), буксиры-якорукладчики – AHTS (Anchor Handling Tug Supply), суда обеспечения водолазных работ – DSV (Diving Support Vessel), полупогружные грузовые суда, челночные танкеры, земснаряды, круизные суда и мега-яхты, гидрографические суда, лоцманские суда и суда-кабелеукладчики.

Помимо NavDP 4000 компания Navis предлагает ДП систему JP4000, предназначенную для установки на яхты, мега-яхты и суда свободного назначения. Функционал этой системы ниже, чем у NavDP 4000 и сводится к перемещению судна в заданном направлении с заданными параметрами движения, возможности позиционирования с помощью DGPS и режиму авторулевого.

Крупным производителем ДП систем является компания Kongsberg. Первая ДП система от этой компании была выпущена в 1977 году, и с тех пор она поставила на рынок более 4000 систем.

ДП система от Kongsberg – K-Pos DP обладает следующим функционалом [8]: перемещение судна в заданном направлении с заданными параметрами движения; возможность позиционирования с помощью различных сенсоров (DGPS, лазерные дальнометры, гидроакустика, относительное позиционирования); программное обеспечение с функцией «**FaultTolerance**» (система выявляет ошибки и автоматически исправляет их); защита всей системы от выхода из строя в случае поломки отдельных компонентов. Даная система предназначена для установки практически на любых типах оффшорных судов.

Помимо Navis и Kongsberg лидерами в области разработки и совершенствования систем динамического позиционирования являются следующие производители: Rolls-Royce (IconDP) [9], TwinDisc (EC300DP), COMEX (DPCx), NAUDEQ (VR-DYPO) и MarineTechnology (BridgeMateDP).

Повсеместное внедрение ДП систем и увеличение их сложности и функционала способствует росту спроса на квалифицированных ДП операторов. Поэтому вопрос качественной подготовки операторов ДП систем, повышение эффективности и качества взаимодействия операторов с системой набирает актуальности [10]. Серьезной проблемой в этой сфере является проблема человеческого фактора [11, 12], так как, невзирая на попытки производителей максимально упростить интерфейс, группировать информацию по логическим категориям, ДП системы по-прежнему являются очень сложными в виду их многофункциональности [13].

Цель исследования. Вопрос качественной подготовки операторов систем динамического позиционирования является очень актуальной проблемой в разрезе сложности ДП систем и частым проявлением человеческого фактора в этой сфере. Целью данного исследования является разработка программного модуля для повышения качества взаимодействия ДП оператора с системой путем учета индивидуальных особенностей обучаемых и автоматического выявления ошибок в ходе выполнения практических упражнений.

Основная часть. Современные системы динамического позиционирования обладают широким рядом функций и режимов. Рост спроса на ДП системы, их повсеместное внедрение и расширение сферы применения стимулируют их дальнейшее совершенствование и развитие.

Проанализировав функционал современных ДП систем, можно выделить следующие тренды в их развитии:

- модульная архитектура. Такое строение систем делает их универсальными и позволяет приспособлять практически к любой конфигурации пропульсивного и силового оборудования судна.
- расширение ряда референциальных систем (датчиков позиции) что делает ДП системы более надежными и дает возможность оператору выбирать датчик позиции в зависимости от ситуации и требуемой точности.
- упор на борьбу с человеческим фактором – главной причиной аварийности на флоте. Большинство производителей наделяют свои системы интуитивным и максимально понятным интерфейсом. Группируют информацию, выводимую оператору, по логическим категориям, в виде максимально удобном для восприятия. Все это сделано для того, чтоб свести вероятность ошибки оператора к минимуму.
- повышение уровня автоматизации систем. Так многие производители оснащают свои системы функциями «следования за целью», «автоматическая укладка кабеля/трубопровода». Все это делается для того чтоб максимально автоматизировать процесс управления судном и снизить в нем роль оператора, снизив таким образом влияние человеческого фактора.
- повышение уровня надежности самих систем за счет модулей непрерывного мониторинга исправности и немедленного оповещения оператора о выходе компонентов системы из строя.

Однако, невзирая на все эти новаторства и высокий уровень надежности, ДП системы по-прежнему остаются эргатическими системами и роль оператора в них все еще велика. Оператор по-прежнему остается компонентом системы, принимающим решения, а значит, человеческий фактор по-прежнему остается актуальной проблемой, которая требует решения.

Особенно сильно эта проблема обостряется в случае возникновения внештатных ситуаций, таких как уход судна из позиции, внезапное воздействие порывов ветра или волн, неполадки системы, требующие удержания судна в позиции в ручном режиме, а также отказ

судового оборудования. В таком случае оператор вынужден принимать управляющее решение незамедлительно, основываясь только на своем опыте и ограниченном наборе информации, что естественным образом способствует проявлению человеческого фактора.

Еще одним аргументом, который повышает вероятность ошибки по вине человеческого фактора, является сложный интерфейс ДП систем и их многофункциональность – оператор может попросту запутаться в сложных, многоуровневых меню самой системы.

Одним из направлений решения этой проблемы является повышение качества взаимодействия оператора с ДП системой в процессе прохождения ДП курсов.

Современные курсы подготовки ДП операторов ставят перед собой цель ознакомить специалистов со сложным оборудованием, дать необходимый минимум теоретических материалов и практические навыки работы с системой. При этом индивидуальные качества обучаемых, такие как: уже имеющиеся знания и навыки, умение принимать решения в экстремальных ситуациях, тип личности и способность к обучению не учитываются. Также отсутствует четкий механизм выявления ошибок, допущенных оператором, в процессе выполнения практических упражнений и дальнейший контроль их исправления. В данном случае эту функцию выполняет инструктор, который сам является человеком, и, следовательно, тоже подвержен человеческому фактору – он может попросту не заметить некоторые ошибки, допущенные обучаемым, также как и не заметить пробелы в знаниях обучаемого.

Также слабо реализованы сценарии внештатных ситуаций (отработка на тренажерах различных неисправностей). Как правило, акцент делается на использование ДП системы в штатном режиме, в то время как отработка экстремальных ситуаций затрагивается вскользь.

Для решения проблемы человеческого фактора, такие курсы должны не только отвечать всем требованиям международных организаций и классификационных обществ к подготовке специалистов, но и соответствовать мировым тенденциям развития ДП оборудования – делать упор на борьбу с ошибками операторов и повышения качества взаимодействия человек – система.

Проблема оптимизации программы подготовки ДП операторов и повышения качества их взаимодействия с системой может быть решена путем создания программного модуля (рис. 1), в задачи которого входит:

- отработка внештатных ситуаций (отказ системы, уход судна с ДП, поломки судового оборудования), для того, чтоб операторы не только умели работать с ДП системами, но и имели навыки принятия решений в экстремальных ситуациях;
- учет индивидуальных особенностей обучаемых – их знания, навыки и способность к обучению;
- функция автоматического реестра ошибок, допущенных ДП оператором в процессе выполнения практических заданий. Система должна анализировать действия обучаемого в процессе выполнения практических упражнений и сравнивать их с требуемыми, правильными действиями для анализа эффективности и выявления ошибок;
- автоматическая перенастройка упражнений, таким образом, чтоб акцент делался на многократной симуляции ситуаций и условий, способствующих допущению ошибки. Таким образом, система сможет выявлять слабые места в практической подготовке операторов, используя индивидуальный подход, и автоматически фокусироваться на них для дальнейшего устранения.

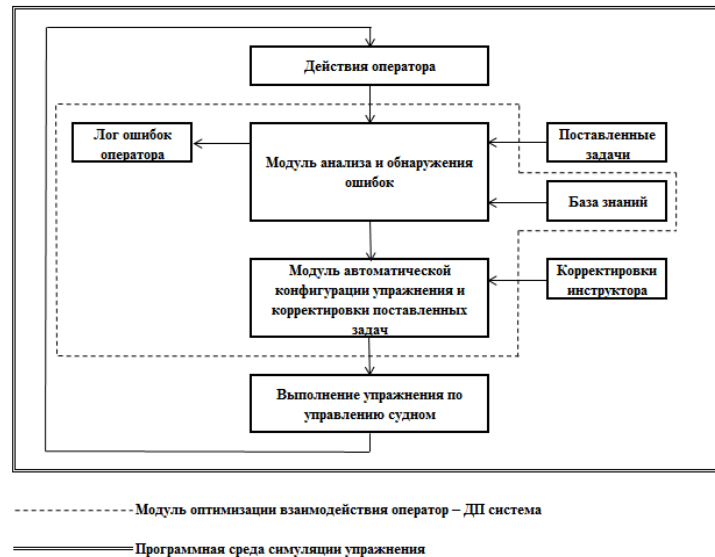


Рисунок 1 – Структурная схема модуля оптимизации взаимодействия оператор – ДП система

Использование данного модуля для подготовки ДП операторов позволяет подобрать индивидуальный подход к каждому обучаемому в соответствии с его личностными качествами и навыками и таким образом сосредоточить тренинг в тех областях, где это действительно необходимо, так как структура данного модуля направлена именно на выявления ошибок обучаемого в каждой конкретной ситуации в ходе выполнения упражнения.

Преимуществом данной модели является и то, что она автоматизирована, а значит, позволяет снизить влияние человеческого фактора и со стороны инструктора, так как система будет непрерывно следить за оператором и сама выявлять ошибки в его действиях.

Выводы. Очевидные преимущества систем динамического позиционирования способствуют их широкому внедрению и развитию. Проанализировав существующие разработки, становится очевидным, что вопрос человеческого фактора в таких системах решен не полностью и требует дальнейшей работы и исследований с целью уменьшения аварийности на флоте. В качестве решения этой проблемы в исследовании разработана схема программного модуля, который можно применять при выполнении практических упражнений ДП операторами в ходе их подготовки. Этот программный модуль направлен на повышения качества взаимодействия операторов с ДП системами путем выявления и учета индивидуальных особенностей обучаемых, таких как их способность к обучению, стрессоустойчивость, умения принимать правильные решения в экстремальных ситуациях. Также программа позволяет в автоматическом режиме находить ошибки, допущенные при выполнении упражнений и автоматически перенастраивать упражнения для повторения условий, которые способствовали их допущению для закрепления правильных навыков с целью исключения подобных ошибок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. IMO MSC/Circular 645 - Guidelines for Vessels with Dynamic Positioning Systems. – IMO MSC, 1994. – 12 p.
2. Dynamic positioning operator training : the official guide to the Nautical Institute training standards / by Captain D.J. Bray. – The Nautical Institute, 1999. – 37 p.
3. Berg, H. P. (2013). Human Factors and Safety Culture in Maritime Safety. *TransNav : the International Journal on Maritime Navigation and Safety of Sea Transportation* Vol. 7, Number 3, September 2013. P. 343-352.
4. Liang, C. and Cheng, W. (2004). The optimum control of thruster system for dynamically positioned vessels. *Ocean Engineering*, 31, 97–110.

5. Обзор ДП системы Navis : веб-сайт. URL : <http://www.navis.spb.ru/dp-systems/dp-overview>
6. Proskurnikov A., Ambrosovskaya E. Thrust Ability Diagrams for Multi-Thruster Marine Vessels. 9th IFAC Conference on Manoeuvring and Control of Marine Craft, 2012 The International Federation of Automatic Control September 19-21, 2012. Arenzano, Italy. 152 – 157 p.
7. Wang, S. (2012). DP capability assessment – a class perspective. Offshore support journal, 1, 63–66.
8. Обзор ДП системы Kongsberg. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.km.kongsberg.com>
9. Обзор ДП системы Rolls-Royce. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rolls-royce.com>
10. Buchanan, G. I., *The Modern Dynamic Positioning System*, in the proceedings of The Nautical Institute seminar Proposed Arrangements for Dynamic Positioning Operator Training and Qualification, Aberdeen, November 1982.
11. Бень А.П. Принципи побудови систем підтримки прийняття рішень судноводія. *Матеріали другої науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2010)»*, Херсон, ХДМІ, 25-27 травня 2010 р., Т.1, – С. 8 – 11.
12. Бень А.П. Человеческий фактор при принятии решений в судовождении и пути снижения его влияния / А.П. Бень, И.В. Паламарчук // *Науковий вісник Херсонської державної академії: науковий журнал*. – Херсон: Видавництво ХДМА, 2015. – № 1 (12). – С. 4–9.
13. Charles A. O'Reilly I. Variations in Decision Makers' Use of Information Sources: The Impact of Quality and Accessibility of Information. *Journal Academy of Management - ACAD MANAGE J* December 1, 1982 vol. 25 no. 4 p. 756–771

REFERENCES

1. IMO MSC/Circular 645 - Guidelines for Vessels with Dynamic Positioning Systems. – IMO MSC, 1994. – 12 p.
2. Dynamic positioning operator training : the official guide to the Nautical Institute training standards / by Captain D.J. Bray. — 2nd ed. — The Nautical Institute, 1999. — 37 p.
3. Berg. H.P. 2013. Human Factors and Safety Culture in Maritime Safety. *TransNav, the International Journal on Maritime Navigation and Safety of Sea Transportation* Vol. 7, Number 3, September 2013. Pages 343-352.
4. Liang, C. and Cheng, W. (2004). The optimum control of thruster system for dynamically positioned vessels. *Ocean Engineering*, 31, 97–110.
5. Overview of DP System Navis. [Electronic source]. – Access mode: <http://www.navis.spb.ru/dp-systems/dp-overview>
6. Proskurnikov A., Ambrosovskaya E. Thrust Ability Diagrams for Multi-Thruster Marine Vessels. 9th IFAC Conference on Manoeuvring and Control of Marine Craft, 2012 The International Federation of Automatic Control September 19-21, 2012. Arenzano, Italy. 152 – 157 p.
7. Wang, S. (2012). DP capability assessment – a class perspective. *Offshore support journal*, 1, 63–66.
8. Overview of DP System Kongsberg. [Electronic source]. – Access mode: <https://www.km.kongsberg.com>
9. Overview DP System Rolls-Royce. [Electronic source]. – Access mode: <https://www.rolls-royce.com>
10. Buchanan, G. I., *The Modern Dynamic Positioning System*, in the proceedings of The Nautical Institute seminar «Proposed Arrangements for Dynamic Positioning Operator Training and Qualification», Aberdeen, November 1982.

11. Ben A. Principles of Creating Decision Support Systems for Navigator // Materials of the Second Scientific and Practical Conference «Modern Information and Innovative Technologies in Transport (MINTT-2010)», Kherson, KSMI, May 25-27, 2010, T.1, - P. 8 – 11

12. Ben A. The human factor in decision-making in navigation and the ways to reduce its influence / A.P. Ben, I.V. Palamarchuk // Scientific Herald of the Kherson State Academy: Scientific Journal. - Kherson: KSMA Publishing House, 2015. - No. 1 (12). - pp. 4 - 9.

13. Charles A. O'Reilly I. Variations in Decision Makers' Use of Information Sources: The Impact of Quality and Accessibility of Information. Journal Academy of Management - ACAD MANAGE J December 1, 1982 vol. 25 no. 4 p. 756-771

Лелеко М. В. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ОПЕРАТОРА З СИСТЕМОЮ ДИНАМІЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ.

В статті проведений аналіз сучасних систем динамічного позиціонування (ДП), та виділені головні напрямки в їх розвитку. З ростом попиту на ДП системи, з підвищенням їх складності та багатofункціональності ростуть і вимоги до підготовки ДП операторів. В статті розглядаються недоліки сучасних систем підготовки ДП операторів, та пропонується структура програмного модуля для підвищення якості взаємодії оператора з ДП системою. Даний модуль враховує індивідуальні особливості операторів та дозволяє в автоматичному режимі знаходити та виправляти помилки при виконанні практичних вправ в процесі навчання.

Ключові слова: динамічне позиціонування, ергатична система, оператор, програмний модуль, схема, людський фактор, судно, флот, автоматична система.

Leleko M. V. THE WAYS OF IMPROVEMENT OF QUALITY OF INTERACTION BETWEEN OPERATORS AND DP SYSTEMS.

Dynamic positioning systems have found wide application in the modern fleet. In view of their efficiency and versatility, the installation of dynamic positioning systems has become a mass phenomenon - shipowners are increasingly installing them on their ships, which in turn stimulates their further development and improvement.

The research analyzes modern dynamic positioning systems and identifies the main directions in their development - modular architecture, a wide range of referential systems, increasing the level of automation, increasing reliability and focusing on combating the human factor. With the growing demand for these systems, with increasing complexity and multifunctionality, the requirements for training operators operating these systems are also growing.

The research considers the shortcomings of modern methods of training operators of dynamic positioning systems, namely: they do not take into account the individual traits of the trainees (their ability to learn, stress resistance, the ability to make decisions in extreme situations), there is no clear mechanism for identifying errors during conducting of practical exercises and the mechanism the consolidation of useful skills in correcting these errors.

As a solution to this problem, the research proposes the structure of a software module to improve the quality of the operator's interaction with the system. This module takes into account the individual traits of the trainees and allows in an automatic mode to identify and correct errors in the implementation of practical exercises in the learning process. The introduction of this module in the practical training of operators of dynamic positioning systems will significantly improve the quality of training for trainees and thus reduce the level of the human factor.

Key words: dynamic positioning, ergatic system, operator, software module, circuit, human factor, ship, fleet, automatic system.

© Лелеко М. В.

Статтю прийнято
до редакції 20.06.18