

УДК 621

DOI: 10.34046/aumsuomt102/26

КОНЦЕПЦИЯ МИНИМИЗАЦИИ ОБСЛУЖИВАЕМЫХ МЕХАНИЗМОВ НА БОРТУ СУДНА В УСЛОВИЯХ УСТАНОВЛЕННОГО МАРШРУТА ДЛЯ ПЕРЕХОДА

М.Д. Сахаров, курсант

Р.Л. Майоров, курсант

А.И. Епихин, кандидат технических наук, доцент

М.А. Модина, кандидат технических наук, доцент

В.В. Шкода, кандидат педагогических наук, доцент

Статья посвящена рассмотрению направлений и методов, позволяющих упростить переход на БЭС. В процессе исследования предложены идеи и методы, позволяющие осуществить скорейший переход к полной автоматизации судна. Рассмотрены варианты автоматизации ГД, грузовых операций, балластных операций. Предложены капсульное обслуживание танкеров. Рассмотрен морской переход без участия членов экипажа, а также современные направления и перспективы научных исследований в сфере управления судовыми энергетическими установками и системами, их обслуживающими, применительно к концепции автоматизации судна с системами капсульного оборудования и безэкипажного (беспилотного) судоходства, а также стремление к приближению к ужесточающимся требованиям международного морского законодательства по предотвращению загрязнения атмосферы с судов.

Ключевые слова: Безэкипажное судно, судовая энергетическая установка, главная энергетическая установка, безвахтенное обслуживание, центральный пост управления, автоматизированный морской переход, капсульное обслуживание.

THE CONCEPT OF MINIMIZING THE SERVICED MECHANISMS ON BOARD THE VESSEL IN THE CONDITIONS OF THE ESTABLISHED ROUTE FOR THE TRANSITION

M.D. Sakharov, R.L. Majorov, A.I. Epikhin, M.A. Modina, V.V. Skoda

The article is devoted to the consideration of directions and methods that simplify the transition to BES. In the process of research, ideas and methods are proposed to make an early transition to full automation of the vessel. Options for automation of the Main Engine, cargo operations, ballast operations are considered. Capsule maintenance of tankers is offered. The sea transition without the participation of crew members, as well as modern directions and prospects for scientific research in the field of management of ship power plants and systems servicing them, in relation to the concept of ship automation with capsule equipment systems and unmanned (unmanned) navigation, as well as the desire to approach the narrowing requirements of international maritime legislation to prevent air pollution from ships, are considered.

Key words: Armed vessel, ship power plant, main power plant, shift-free maintenance, central control post, automated sea crossing, capsule service.

Введение

На сегодняшний день тема автоматизации судов и перевод экипажа на удаленное управление является очень актуальной. Ведущие морские страны мира работают над переходом к безэкипажным судам. Это обеспечивает безопасность обслуживающего персонала, а также значительное сокращение его численности. Часто аварийные ситуации на судах вызваны пресловутым «человеческим фактором» и переход к морским автономным надводным судам (МАНС) может решить эту проблему. Однако не всегда аварийная ситуация вызвана человеческим фактором, а изношенностью механизмов, проявлению дефектов изготовления и т.п., и тогда, как раз-таки человек может быстро устранить ту или иную поломку [1, 2, 9, 10]. К сожалению, полный переход к МАНС в нынешних реалиях невозможен по ряду причин. Основные течения перехода к МАНС на сегодняшний день - это создание но-

вых алгоритмов управления, сокращение количества механизмов на борту судна, использование нейросетей. Освоение новой морской робототехники требует развития теоретических, проектно-конструкторских, производственных, организационных аспектов. Опыт эксплуатации автоматизированных транспортных судов подтверждает технико-экономическую целесообразность дальнейшего развития автоматизации судовых технических средств, что предъявляет более жесткие требования к основному судовому оборудованию в отношении приспособленности его к условиям безвахтенного обслуживания. Очевидно, что технический прогресс автоматизации судов в дальнейшем во многом будет зависеть от успехов промышленности по значительному повышению надежности судового оборудования и систем автоматизации. Цель данной статьи рассмотреть методы, позволяющие упростить переход к МАНС [1, 2, 3].

1. Навигационная система

Поднимая вопрос автоматизации навигационного управления судна в условиях заданного перехода, совершаемого циклически (т.е. постоянно только между двумя одними и теми же портами), можно рассмотреть возможность

создания системы, приближенной к автоматическому навигационному переходу. На данный момент технологии позволяют создать концепцию системы, состоящей из 4 основных структур, без которых максимально автоматизированный навигационный переход невозможен.

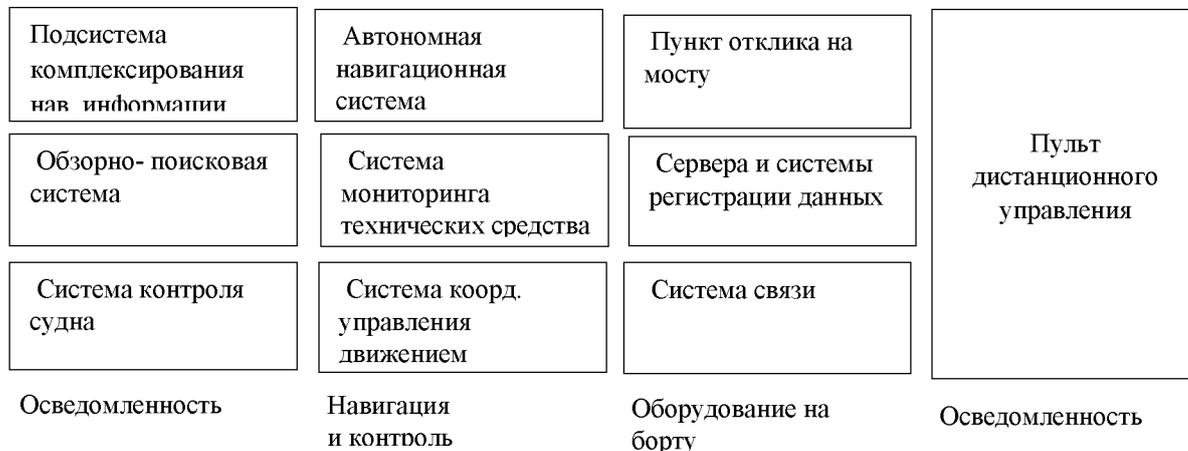


Рисунок 1 – Структурная модель автоматизации управления судна

1) Осведомленность судна.

Данный аспект служит для помощи в выполнении функций управления судном экипажу при помощи автоматических или же дистанционных средств. Это, прежде всего осведомленность о ситуации вокруг/внутри судна.

Система комплексирования навигационной информации – является механизмом сбора данных навигационных приборов и интерпретирования их (т.е. сопоставление полученной информации между собой для создания общей картины) [4,5,7].

Обзорно-поисковая система – в автоматическом режиме фиксирует окружающие объекты и автоматически в машинно-читаемом виде передает данные в навигационную систему.

Система контроля судна – внутренняя система видеонаблюдения судна.

2) Навигация и контроль (Управление движением судна).

Автономная навигационная система позволяет собрать полученную информацию о навигационной обстановке, учесть данные мониторинга информации технических средств. Затем структурирует полученную информацию и принимает решение о совершении действия. Здесь на помощь приходит телеметрия.

Система координированного управления – позволяет управлять исполнительными устройствами судна из единой точки.

3) Оборудование на борту.

Необходимо появление на судне дополнительного оборудования:

- Два серверных шкафа. Один в качестве резерва в случае сбоя.
- Система регистрации полученных данных не только в текущий момент времени, но и за любой заданный период для прогнозирования действий с использованием искусственного интеллекта.
- Пункт отклика – это планшеты, позволяющие экипажу взаимодействовать с автоматическими системами навигации и с операторами на берегу.
- Дополнительная система связи

4) Пункт дистанционного управления (который может находиться на берегу), а удаленное управление будет осуществляться из центров управления судоходных компаний. В случае караванного подхода к управлению автономными судами пункт управления размещается на ведущем (трамповом) судне и управление группой судов может происходить одним экипажем на весь «караван».

2. Концепция энергетической составляющей судна. (Машинное отделение)

Большие потенциальные возможности современного уровня развития техники и элементов автоматизации определяют широкие перспективы ее применения на транспортном флоте.

Морские суда по уровню автоматизации управления и контроля за работой энергетического оборудования могут быть условно разделены на следующие группы:

- суда, на которых управление и контроль за работой энергетического оборудования осуществляют круглосуточно, дистанционно, вахтой из центрального поста управления (ЦПУ), находящегося в пределах машинного отделения. Пост хорошо звукоизолирован и оборудован системой кондиционирования воздуха. К таким судам относится около 15% общего числа автоматизированных судов, и этот процент все время уменьшается [7, 8, 9, 10];

- суда, на которых управление и контроль за работой энергетического оборудования осуществляют дистанционно из рулевой рубки или, при необходимости, из ЦПУ, где круглосуточно несется вахта, ведущая наблюдение за работой механизмов. Вахтенные периодически обходят и осматривают их, включая и останавливая редко используемые механизмы. К таким судам относится более 60% всех автоматизированных судов;

- суда, на которых управление и контроль за работой энергетического оборудования осуществляют из рулевой рубки. В машинном отделении предусматривается ЦПУ или центральный пост контроля, в котором вахту несут только 6—8 ч. В остальное время, а также в ночные часы в машинном отделении и ЦПУ вахту не несут. К данной группе судов относится приблизительно

25% всех автоматизированных судов, и этот процент постоянно увеличивается.

Следующей формой развития автоматизации судов является переход на полное безвахтенное обслуживание энергетической установки, включая механизмы и системы. В данном случае судомеханик прибывает в машинное отделение исключительно по вызову сигнализации для устранения неисправностей в работе механизмов. Профилактикой и ремонтом оборудования занимается соответствующий персонал в дневное время [6, 7, 9, 10].

С целью максимального обеспечения автономности в машинном отделении следует рассмотреть следующие концепции:

1) Концепция капсульного (модульного) машинного отделения

Условно разбив механизмы МО на 2 группы:

- 1) Механизмы, которые необходимы для перехода судна из порта в порт.
- 2) Механизмы, необходимые при осуществлении грузовых операций.

Можно сократить количество механизмов в МО, тем самым оставив только установки необходимые для перехода, а механизмы для выгрузки будут находиться в портах, между которыми совершаются переходы.

Таблица 1 – Основные изменения в эксплуатационных системах на танкерах (в сравнении с актуальным обеспечением системами на танкерном флоте)

Механизмы в МО на традиционном танкере	Механизмы в МО при использовании капсульной концепции
Два вспомогательных котла + утилизационный котёл	Один утилизационный котёл композитного типа
Три грузовых насоса и два балластных	Один грузовой насос и один балластный с электрическим приводом (для использования в аварийных случаях)
Вакуумный конденсатор	_____
Воздушный эжектор для вакуумного конденсатора	_____
Система инертного газа	Сигогенератор или генератор азота

Это намного упростит задачу автоматизации судна и сведет воздействие экипажа на повседневное обслуживание к минимуму.

При заходе в порт к грузовым манифолдам подсоединяют шланги и береговыми винтовыми насосами производят выгрузку танкера.

2) Автоматизация ГЭУ

Главный двигатель (ГД) один из самых дорогостоящих механизмов в МО. Поэтому за его обслуживанием и работой тщательно следят. Переход на полностью автономный ГД - очень ответственен и сложен. На современных судах применяются автоматизированные двигатели, однако

из-за некоторых нюансов эксплуатации полностью автоматизировать их проблематично. В процессе пуска ГД вахтенному механику необходимо проверить его на наличие протечек при помощи индикаторных кранов (Проверить ГД валоповоротным механизмом с открытыми индикаторными кранами. Произвести пуск ГД на воздухе).

Для того, чтобы решить этот вопрос необходимо поставить автоматические индикаторные краны, откуда пойдёт трубопровод в резервуар. В трубопроводе установить датчик протока жидкости, который, в случае, если в цилиндрах окажутся протечки, не допустит пуск ГД.

Также в резервуаре должен быть установлен манометр и клапан отвода газов из резервуара. После старта на воздухе, давление из цилиндров через индикаторные краны попадет в резервуар, и если там не окажется никакой жидкости, то автоматические индикаторные краны закроются, и ГД будет готов к пуску на топливе.

3) Автоматизация «ПУГО»

При выгрузке танкера вахтенные помощники капитана отвечают за правильную, а главное безопасную выгрузку. Под правильной подразумевается выгрузка, которая не нарушит остойчивость судна. При автоматизации судна можно установить системы контроля грузовых операций. Они в автоматическом режиме будут рассчитывать остойчивость, порядок выгрузки/погрузки танков, подпитку танков инертным газом, исходя из заданных оператором входных параметров (кол-во груза) и согласно плану остойчивости. Это позволяет снизить риск при грузовых операциях, т.к. полностью исключает человеческий фактор. Контроль за осуществлением грузовых операций будет осуществлять оператор терминала и оператор судна, в случае аварийной неисправности они могут дистанционно прекратить все операции до исправления поломки.

Закключение:

На экспериментальных судах автоматизация подошла уже к следующему этапу своего развития — применению искусственного интеллекта для комплексного управления судном, включая управление судовым энергетическим оборудованием и контроль за его работой при оптимизации всех процессов [9, 10, 11, 12, 13].

Контроль параметров работы машин и механизмов на современных автоматизированных судах осуществляют, как правило, с помощью электронных автоматических централизованных систем. Наиболее часто применяют системы контроля параметров с помощью машины централизованного контроля (МЦК).

Массовое внедрение автономных судов в мире ожидается в ближайшие пять-десять лет. Благодаря ним судовладельцы смогут экономить на издержках, связанных с содержанием экипажа и его нахождением на борту судна. За счет внедрения технологии автономного судовождения судоходные компании смогут сократить 15–30% операционных затрат, что существенно, учитывая, что рентабельность большинства сегментов морских перевозок «исчисляется единицами процентов». Это также позволит покрыть дефицит

высококвалифицированных моряков, который сейчас достигает 20% от требуемого объема работников. При этом условия работы станут более привлекательными. Для судоходной компании это означает сокращение в разы затрат на экипаж: даже если просто пересадить людей с теми же функциями с борта судна на берег, мы получим сокращение затрат на порядок за счет экономии на обеспечении жизнедеятельности, страховании, оплаты морских условий и т.д.

Литература

1. Худяков С.А., Игнатенко А.В. Современные судовые малооборотные дизельные двигатели: состояние, перспективы и проблемы // Эксплуатация морского транспорта. – 2020. – №1 (94). – 2020.
2. Maritime forecast to 2050. Energy Transition Outlook 2020. [Электронный ресурс] <https://eto.dnv.com/2020>
3. Горева Т.И., Порнягин Н.Н., Пюкке Г.А. Нейросетевые модели диагностики технических систем. // Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. Петропавловск-Камчатский. – 2012. – №1.
4. Епихин А.И. Диагностические модули системы поддержки принятия решений для танкеров-газовозов. // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия «Морская техника и технология». – 2017. – Выпуск №2.
5. Епихин А.И., Хекерт Е.В., Модина М.А. Принципы нейро-управления и варианты архитектуры нейронных сетей, применительно к сложной динамической системе СЭУ-судно. // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – №4 (50). – т.4.
6. Пат. РФ № RU 2737457 С1. Епихин А.И. Автоматическая система с нейро-нечеткой сетью для комплексной технической диагностики и управления судовой энергетической установкой; опубл. 30.11.2020, Бюл. № 4, «Изобретения. Полезные модели».
7. Hecht-Nielsen, R. (1990), Neurocomputing, Reading, MA: Addison-Wesley, ISBN 0-201-09355-3.
8. Won, Hoyun Neural-Network Vector Controller for Permanent-Magnet Synchronous Motor Drives // IEEE transactions on cybernetics. 2020. Volume 50: Number 7; pp 3218-3230
9. Студеникин Д.Е., Бован С.Д., Хекерт Е.В., Модина М.А. Использование нейронных сетей для организации визуального наблюдения // Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – № 4-3 (46). – С. 91-95.
10. Модина М.А., Шкода В.В. Технологии изготовления магнитопроводов аксиальных генераторов и трансформаторов для морских и воздушных судов // Технические и технологические системы. Материалы девятой Международной

научной конференции «ТТС-17». Кубанский государственный технологический университет, Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени А.К. Серова; под общей редакцией Б.Х. Гайтова.– 2017. –С. 27-31.

11. Кондратьев, С.И. Теоретические основы управления крупнотоннажными судами по критериям безопасности и энергосбережения: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук С.И. Кондратьев.– Новороссийск: Новороссийская государственная морская академия, 2004.
12. Боран-Кешишьян А.Л., Загорёнов М.В., Флоря П.Н., Ярошенко А.А., Кондратьев С.И. Функционирование технической системы с мгновенно пополняемым резервом времени с учетом профилактики// Морские интеллектуальные технологии.– 2021.– Т. 1. № 4 (54).– С. 258-264.
13. Энгватова В.В., Дмитренко Е.В., Шкода В.В., Солонникова Н.В., Модина М.А. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда работников промышленных предприятий: учебное пособие. Часть 2.– Краснодар, 2020.

References

1. Hudyakov S.A., Ignatenko A.V. Sovremennye sudovye malooborotnye dizel'nye dvigateli: sostoyanie, perspektivy i problemy. Eksplyuatsiya morskogo transporta. 2020. №1 (94). SPb, 2020.
2. Maritime forecast to 2050. Energy Transition Outlook 2020. [Elektronnyj resurs] <https://eto.dnv.com/2020>
3. Goreva T.I., Pomyagin N.N., Pyukke G.A. Nejrosetevye modeli diagnostiki tekhnicheskikh sistem. Vestnik KRAUNC. Fiziko-matematicheskie nauki. Petropavlovsk-Kamchatskij, №1/2012.
4. Epihin A.I. Diagnosticheskie moduli sistemy podderzhki prinyatiya reshenij dlya tankerovgazovozov. «Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta». Seriya «Morskaya tekhnika i tekhnologiya». Vypusk №2. Astrahan', 2017.
5. Epihin A.I., Hekert E.V., Modina M.A. Principy nejro-upravleniya i varianty arhitektury nejronnyh

setej, primenitel'no k slozhnoj dinamicheskoj sisteme SEU-sudno. «Morskie intellektual'nye tekhnologii» №4 (50) t.4. SPb, 2020.

6. Pat. RF № RU 2737457 C1. Epihin A.I. Avtomaticheskaya sistema s nejro-nechetkoj set'yu dlya kompleksnoj tekhnicheskoy diagnostiki i upravleniya sudovoj energeticheskoj ustanovkoj; opubl. 30.11.2020, Byul. № 4, «Izobreteniya. Poleznye modeli».
7. Hecht-Nielsen, R. (1990), Neurocomputing, Reading, MA: Addison-Wesley, ISBN 0-201-09355-3.
8. Won, Hoyun Neural-Network Vector Controller for Permanent-Magnet Synchronous Motor Drives // IEEE transactions on cybernetics. 2020. Volume 50: Number 7; pp 3218-3230
9. Studenikin D.E., Bovan S.D., Hekert E.V., Modina M.A. Ispol'zovanie nejronnyh setej dlya organizacii vizual'nogo nablyudeniya//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2019. № 4-3 (46). S. 91-95.
10. Modina M.A., SHkoda V.V. Tekhnologii izgotovleniya magnitoprovodov aksial'nyh generatorov i transformatorov dlya morskikh i vozdušnyh sudov//Tekhnicheskie i tekhnologicheskie sistemy. Materialy devyatoj Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «TTS-17». Kubanskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet, Krasnodarskoe vysshee voennoe aviacionnoe uchilishche letchikov imeni A.K. Serova; pod obshchej redakciej B.H. Gajtova. 2017. S. 27-31.
11. Kondrat'ev, S.I. Teoreticheskie osnovy upravleniya krupnotonnazhnyimi sudami po kriteriyam bezopasnosti i energosberezheniya [Tekst] / S.I. Kondrat'ev avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk / Novorossijskaya gosudarstvennaya morskaya akademiya. Novorossijsk, 2004.
12. Boran-Keshish'yan A.L., Zamoryonov M.V., Florya P.N., YAroshenko A.A., Kondrat'ev S.I. Funkcionirovanie tekhnicheskoy sistemy s mgnovenno popolnyaemym rezervom vremeni s uchetom profilaktiki//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2021. T. 1. № 4 (54). S. 258-264.
13. Engvatova V.V., Dmitренко E.V., SHkoda V.V., Solonnikova N.V., Modina M.A. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti i ohrana truda rabotnikov promyshlennyh predpriyatij. CHast' 2. Uchebnoe posobie / Krasnodar, 2020.

УДК 621

DOI: 10.34046/aumsuomt102/27

АММИАК КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ТИП ТОПЛИВА

А.И. Золотых, курсант,

Д.Н. Гусев, курсант,

А.И. Епихин, кандидат технических наук, доцент

М.Р. Нейжмак, курсант

Целью данной статьи является рассмотрение аммиака в качестве альтернативы современным топливам. Рассмотрено сравнение его с ними, а также представлена теоретическая компоновка двигателя, работающего на Аммиаке. В статье также рассматриваются следующие вопросы, такие как сравнение