

*Черепков С.Т., Колесник А.П.*

## **ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДПОСЫЛОК К ИЗМЕНЕНИЮ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ КЛАССИФИКАЦИИ СИСТЕМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В НАЦИОНАЛЬНЫХ МОРСКИХ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВАХ**

*Проводится обзор классификаций систем динамического позиционирования (СДП) международных классификационных обществ с целью обоснования предпосылок к дополнению действующей классификации. Впервые сравниваются обозначения классов СДП Регистра судоходства Украины с обозначениями международных классификационных обществ.*

**Ключевые слова:** *система динамического позиционирования, классификация систем динамического позиционирования, показатели качества систем динамического позиционирования.*

**Введение.** Динамическое позиционирование - относительно новая технология, появившаяся в результате увеличивающихся требований быстро развивающейся нефтяной и газовой промышленности и необходимости проведения глубоководных и поисково-разведочных работ [1]. Экономическая целесообразность разработки ранее нерентабельного континентального шельфа морскими государствами для добычи углеводородов, прокладки сети трубопроводов, кабелей, а также установка и обслуживание ветровых турбин потребовали технологий безъякорного удержания судна в заданной точке или его точного следования по курсу. Для данных целей были разработаны СДП, которые классифицированы национальными классификационными обществами в соответствии с рекомендуемыми требованиями ИМО. Как показывают исследования, классификация отражает нормы безопасности при разработке континентального шельфа принятые по отрасли.

В дальнейшем СДП были применены на круизных судах [5] и танкерах как система, повышающая маневренные характеристики судна, а также позволяющая сократить энергопотребление [6,7]. Однако, район плавания круизных судов и танкеров превышает прибрежный район плавания флота специального назначения и не может быть сведён к локально ограниченному пространству. Как следствие - повышаются требования к надёжности функционирования систем под действием непостоянных внешних воздействий (неоднородность магнитного поля Земли, приём сигнала GPS от разных спутников, различные метеоусловия и т.д.) относительно изменяющего своё положения судна. Очевидно, что из-за расширения области применения СДП классификация СДП (либо его компонентов) должна быть дополнена, в соответствии с вышеизложенным целью данного исследования является выявление предпосылок к дополнению действующей классификации СДП.

**Структура СДП.** СДП относится к системам управления морского подвижного объекта [2]. СДП предназначена для автоматического удержания судна в точке либо его точного следования по заданной траектории. Целью СДП является минимизация расстояния от центра ротации судна до точки позиционирования в конкретный момент времени под действием внешних ветро-волновых возмущений. ДП-система является составной системой, в состав которой входят семь основных компонентов: движители, компьютеры, источники питания, информационно-позиционная система, датчики, интерфейс «человек-машина» и оператор. Из компонентов СДП можно условно выделить три комплекса устройств: измерительный, информационно-командный и движительно-рулевой (рис.1).

СДП обрабатывает информацию о местоположении судна относительно заданной точки позиционирования, далее в информационно-командном комплексе происходит вычисление

сил и моментов, действующих на судно, вырабатываются команды, поступающие в движительно-рулевой комплекс, обработка которых приводит к стабилизации судна относительно заданной точки. В настоящее время в СДП только датчик ветра даёт прямые измерения по скорости и направления ветра. Большая часть параметров внешних воздействий на судно вычисляется путём косвенных измерений на основании данных с датчиков, далее преобразованных по эмпирическим формулам с использованием математической модели движения судна. Математическая модель движения судна является основой информационно командного комплекса судна. Важно отметить, что в информационно-командный комплекс входит фильтр Калмана, связанный с математической моделью судна, физический смысл которого сводится к фильтрации шумов в данных динамической системы на основании предыдущего состояния системы и предсказания последующего.

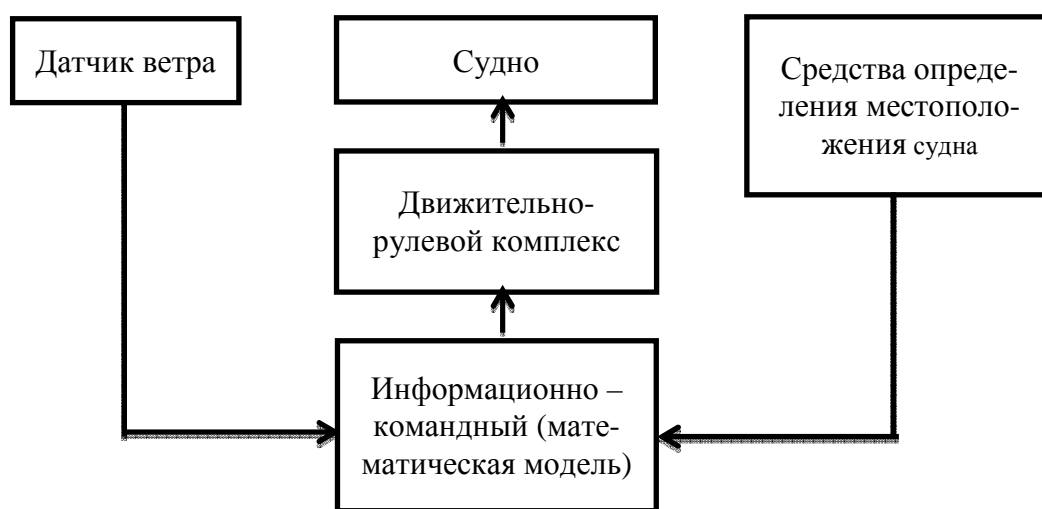


Рис. 1. Структура СДП

Подстройка результатов расчетов по математической модели под натурный эксперимент связывается с задачей идентификации, которая понимается как способ восстановления или уточнения математической модели судна по результатам измерений его кинематических параметров движения, полученным в процессе эксперимента [3]. Таким образом, натурный эксперимент является важным для надёжного функционирования СДП, особенно в условиях неограниченного района плавания.

**Классификация судов с системой динамического позиционирования.** Международная морская организация ИМО в публикации 645 от 1994г. (MSC/CIRC June 1994) «Руководящие принципы для судов с системой динамического позиционирования» классифицирует СДП следующим образом: класс 1 – СДП не имеет дублирования. Потеря позиции может произойти при единичном отказе; класс 2 – СДП дублируется, единичный отказ в активной СДП не приводит к отказу в целом. Потеря позиции не должна возникать вследствие ошибки одного из активных компонентов системы, таких как генератор, двигатель, коммутатор, дистанционно управляемые клапаны, и т.д. Однако, может возникнуть после отказа статичных компонентов, таких как кабели, трубы, клапаны, и т.д.; класс 3 – СДП обеспечивает удержание объекта над точкой позиционирования при единичном отказе активных или пассивных элементов, которые находятся в каком-либо из водонепроницаемых отсеков либо пожарозащищённых зон, в случае затопления, пожара или взрыва.

Класс 0 некоторые морские классификационные общества присваивают судам с таким установленным на судне оборудованием, которое позволяет выполнять автоматический контроль курса (режим автокурса) и ручной контроль позиции оператором.

В соответствии с Правилами классификации и постройки судов Регистра судоходства Украины СДП классифицируются следующим образом: DP 1, DP 2, DP 3. DP 1 соответствует классу 1 с минимальным резервированием её подсистем. При этом потеря положения над координатой позиционирования может произойти при единичном отказе одного активного элемента либо одного пассивного элемента.

Таблица 1

**Классификация СДП**

Описание	ИМО	Классификационные общества					
		ABS	LRS	DNV	GL	PMPC	PCY
Ручное управление положением и автоматическое управление курсом при определённых максимальных погодных условиях.	-	DPS-0	DP (CM)	DNV-T	-	-	-
Автоматическое и ручное управление положением и курсом при определённых максимальных погодных условиях.	Класс 1	DPS-1	DP (AM)	DNV-AUT DNV-AUTS	DP 1	DUNPOS-S-1	DP 1
Автоматическое и ручное управление положением и курсом, при максимальных погодных условиях, во время единичного отказа в каком-либо элементе. (Две независимые компьютерные системы).	Класс 2	DPS-2	DP (AA)	DNV-AUTR	DP 2	DUNPOS-2	DP 2
Автоматическое и ручное управление положением и курсом, при максимальных погодных условиях, во время и после какого-либо единичного отказа активных и пассивных элементов системы, которые находятся в каком-либо из водонепроницаемых отсеков в случае затопления или пожара. (Не менее двух независимых компьютерных систем с отдельной системой резервного копирования, разделённой в соответствии с классом А-60).	Класс 3	DPS-3	DP (AAA)	DNV-AUTRO	DP 3	DUNPOS-3	DP 3
Примечание: ИМО – Международная морская организация; ABS – Американское бюро судоходства; LRS – Lloyd’s Register of Shipping; DNV – Det Norske Veritas; GL – Germanischer Lloyd; PMPC – Российский морской регистр судоходства; PCY – Регистр судоходства Украины;							

DP 2 соответствует классу 2 резервирования подсистем, которое обеспечивает удержание судна над координатой позиционирования при единичном отказе в любом активном элементе системы, при этом имеется ввиду, что отказ в каком-либо пассивном элементе системы исключён. DP3 соответствует классу 3 резервирования, которое обеспечивает удержание судна над координатой позиционирования в следующих вариантах: единичном отказе в каком-либо одном активном и пассивном элементе, которые находятся в разных водонепроницаемых отсеках или отказе активных и пассивных элементов, которые находятся в каком-либо одном из водонепроницаемых отсеков в результате затопления или пожара, либо отказе активных и пассивных элементов, которые находятся в какой-либо из противопожарных зон в результате пожара или взрыва. Международные морские классификационные общества имеют свои обозначения классов СДП (Табл. 1).

---

Проведённый обзор классификации СДП показывает, что существующая классификация отображает в первую очередь нормы безопасности к проведению технологической операции по отрасли.

**Показатели качества и функционирования СДП.** С усложнением задач управления судном (использование СДП на круизных судах, а также на танкерах) приоритетным становится направление комплексного совершенствования СДП. Процесс совершенствования СДП включает три циклически повторяющихся этапа:

1. Производство СДП по действующей документации;
2. Сбор статистических данных по функционированию СДП на основании эксплуатации СДП (натурный эксперимент);
3. Проектирование нового поколения СДП.

Совокупность показателей качества СДП, обеспечивающих эффективность и безопасную эксплуатацию, можно разделить на группы:

показатели качества функционирования, характеризующие динамические свойства, точность, быстродействие. С ростом уровня автоматизации эти показатели должны, безусловно, повышаться. При этом значительно усложняется конструктивная реализация системы;

показатель надёжности и безопасности, характеризующий вероятность безотказной работы системы. Очевидно, что с усложнением системы показатель надёжности системы снижается. Возможны два пути повышения этих показателей: повышение надёжности комплектующих изделий и применение резервных (дублирующих) способов и соответствующих им резервных конструктивно самостоятельных каналов управления;

обобщенные показатели судовых динамических систем управления характеризуются, прежде всего, массой, габаритами и стоимостью [4].

В результате проведённого исследования очевидно, что пути повышения показателей надёжности и безопасности СДП для разных типов судов будут отличаться. Так, например, для флота специального назначения, работающего в локально ограниченном пространстве, приоритетным будет резервирование оборудования, а для круизных судов – повышение надёжности комплектующих изделий.

**Вывод.** Правила национальных классификационных обществ классифицируют суда в соответствии с классом СДП. У большинства классификационных обществ операция соотносится с классом СДП. Наивысший класс СДП определяется максимальной защищённостью СДП к физическим повреждениям за счёт резервирования систем. Эксплуатация СДП в постоянно меняющихся условиях трампового, торгово-промышленного и пассажирского судоходства требует классификации СДП не только в соответствии с защищённостью СДП к физическим воздействиям, но и в соответствии с надёжностью программного обеспечения и комплектующих, подтверждённой натурными испытаниями. Направление дальнейших исследований: выявление в явном виде положений по внесению дополнений в классификацию СДП; выявление факторов, влияющих на повышение надёжности судовых СДП; выявление факторов, влияющих на точность позиционирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стадніченко С.М. Практичні аспекти по організації керування судном : Навчально-практичний посібник. - Одеса: Астропринт, 2004. – 108 с.
2. Лукомский Ю.А., Чугунов В.С. Системы управления морскими подвижными объектами: Учебник – Л.: Судостроение, 1988. – 272 с.
3. Гофман А.Д. Движительно-рулевой комплекс и маневрирование судна: справочник. Л., Судостроение, 1988. –360 с.
4. Куриленко А.М., Ледовский А.Д. Качество судовых динамических систем управления: Учебник.- СПб.: Судостроение, 1994. - 176 с.
5. Юдин Ю.И., Барахта А.В.. Статья Проблемы обеспечения функционирования, безопасности и качества при эксплуатации судов с динамическими системами управления. Вестник МГТУ, т.12, 2, 2009

- 
6. Официальный веб сайт системы производителя систем динамического позиционирования Kongsberg <http://www.kongsberg.com>
  7. Joseph L. DP for cruise ships / <http://www.highbeam.com/doc/1G1-65227149.html>
  8. Wright W. Oasis class cruise ships use DP controls and thrusters for faster berthing / Wright W. // Marine Electronics & Communication. - 2011. – April/May 2011. –P. 56.

**Черепков С.Т., Колесник О.П.**

### **ОБГРУНТУВАННЯ ПОСИЛАНЬ ДО ЗМІНИ ЧИННОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ СИСТЕМ ДИНАМІЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ В НАЦІОНАЛЬНИХ МОРСЬКИХ КЛАСИФІКАЦІЙНИХ ТОВАРИСТВАХ**

*Проводиться огляд класифікацій систем динамічного позиціонування(СДП) міжнародних класифікаційних товариств з метою обґрунтування посилань до доповнення існуючої класифікації. Вперше порівнюються визначення класів СДП Регістру судноплавства України з визначеннями міжнародних класифікаційних товариств.*

**Ключові слова:** система динамічного позиціонування, класифікація систем динамічного позиціонування, показники якості систем динамічного позиціонування.

**Cherepkov S. T., Kolesnyk O.P.**

### **RATIONALE FOR CHANGE PREREQUISITES THE CURRENT CLASSIFICATION SYSTEM OF DYNAMIC POSITIONING IN NATIONAL MARINE CLASSIFICATION SOCIETIES**

*Reviews the classification of the dynamic positioning system (DPS) of international classification societies, to justify the prerequisites to complement the current classification. First compare the class designation DPS Shipping Register of Ukraine with the notation of international classification societies.*

**Keywords:** dynamic positioning, classification of dynamic positioning systems, indicators of quality dynamic positioning systems.

УДК 629.735.05:621.3(045)

**Мачалин И.А.**

### **СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ И СВЯЗИ**

*Предложена методика оптимизации различных вариантов стратегий технического обслуживания транспортных систем навигации и связи с использованием наземных автоматизированных средств контроля. Показаны условия эффективности внедрения каждой из стратегий.*

**Ключевые слова:** техническое обслуживание, контроль работоспособности, автоматизированная система контроля, эксплуатационные затраты.

**Постановка проблемы.** В настоящее время как воздушные, так и морские суда оснащаются сложными системами навигации и связи. Усложнение этих систем с одной стороны обеспечивает повышение безопасности полетов и судовождения, с другой стороны снижает их уровень надежности. Кроме того, современные электронные системы строятся по цифровому принципу, они подвержены сбоям в работе как технических средств, так и программного обеспечения. Это приводит к тому, что по результатам контроля работоспособности (КР) на борту с помощью встроенных систем контроля часть легкоъемных блоков систем, которые демонтированы с борта воздушного судна (ВС), ошибочно признаются неработоспособ-