

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОРСКОГО СУДНА

А.А. Иванов*

Н.В. Ивановский

Кандидат технических наук, доцент*

*Кафедра судовождения

Керченский государственный морской

технологический университет

ул. Орджоникидзе, 82, г. Керчь, АР Крым,

Украина, 98309

У роботі наводиться опис розробленої моделі стійкості навігаційної системи, яка дозволяє моделювати різні позаштатні ситуації. В результаті моделювання було з'ясовано, що автоматичний режим роботи залежить від одного єдиного параметра - глобальної супутникової системи. Одним з основних результатів досліджень можна вважати оцінку необхідної компетентності судноводія

Ключові слова: навігаційна система морського судна, стійкість системи, рівень необхідної підготовки судноводія

В работе приводится описание разработанной модели устойчивости навигационной системы, которая позволяет моделировать различные внештатные ситуации. В результате моделирования было выяснено, что автоматический режим работы зависит от одного единственного параметра – глобальной спутниковой системы. Одним из основных результатов исследований можно считать оценку требуемой компетентности судоводителя

Ключевые слова: навигационная система морского судна, устойчивость системы, уровень требуемой подготовки судоводителя

1. Введение

На современном уровне развития технологий и способов автоматизации использование (но не наличие) простых автономных средств навигации, таких как классический магнитный компас (заменяется электронным магнитным компасом), классический гирокомпас (заменяется оптоволоконными, спутниковыми, лазерными), классический эхолот (заменяется гидролокатором секторного или кругового обзора) отходит на второй план.

Многие современные учебные заведения и УТЦ предлагают обучение новейшим системам, позволяющим с точностью до сантиметров определять параметры судна и окружающих его надводных и подводных объектов.

Постановка проблемы в общем виде

Внешний вид современного ходового мостика представляет собой «панель управления космического корабля из фантастического фильма».



а)

б)

Рис. 1. Внешний вид ходового мостика в разные периоды времени

На рис. 1 показана трансформация навигационной системы за последние 20 лет. На рис. 1а приведен внешний вид ходового мостика двадцатилетней давности, а на рис. 1б показан вариант оснащения современного ходового мостика. Как видим, произошел резкий технологический скачок в навигационном оборудовании морского судна. Возникает вопрос о роли судоводителя в управлении современной навигационной системой морского судна, о соответствии его уровня подготовки современным требованиям.

Сейчас не редко можно услышать мнение, что судоводителю неважно знать устройство современного навигационного оборудования, если и возникают проблемы, то их должно решать сервисное обслуживание. Но, как известно, на современном этапе, решение практически всех навигационных задач происходит в автоматическом режиме без участия человека. Поэтому мнение, что за нас все решит навигационная система – опасно, т.к. это приводит к тому, что современные мореходные школы под давлением данного мнения снижают уровень подготовки по базовым понятиям навигации, управления судном, техническим средствам судовождения и т.д.

Но что произойдет, если судно попало в нестандартную ситуацию, будь то удары волн и молний во время шторма, короткие замыкания в результате затопления или пожара, потеря сигнала от спутника по любой причине, нападение пиратов? Какова стабильность современной

навигационной системы? Что необходимо сделать для того, чтобы вывести навигационную систему из работоспособности?

Предлагаем сделать небольшой шаг в направлении решения этого вопроса.

2. Анализ последних достижений и публикаций

В работах [1-3] изложены основные результаты исследований в данном направлении. В основном исследования направлены на автоматизацию процесса управления судном и повышения точности обработки навигационной информации. Вопрос устойчивости системы «судоводитель – навигационный комплекс» мало исследован.

3. Постановка задачи

Необходимо разработать математическую модель взаимодействия навигационного оборудования и оценить ее устойчивость во внештатных ситуациях, а также определить необходимый уровень компетентности судоводителя при управлении современным навигационным комплексом.

4. Изложение материала исследования

В современных условиях чаще встречается перенапряжение оборудованием, нежели его незначительная, и это зачастую оправдано.

Груз и судно стоят не мало, и не в интересах судовладельца и грузоотправителя терять эти деньги, по причине поломки навигационного оборудования, затраты на которое на фоне стоимости судна и груза не столь велики.

Предлагаем рассмотреть основные условия устойчивости судовой навигационной системы, работающей в автоматическом режиме.

К элементам этой системы можно отнести:

Спутниковый гироскоп, позволяющий определить:

1. Курс судна.
2. Координаты судна.
3. Скорость судна.
4. Точное UTC.
5. Снос и путевой угол.
6. Скорость поворота судна.

GPS/ГлоНаСС приемник, позволяющий определить:

1. Координаты судна.
2. Точное UTC.
3. Скорость судна.
4. Снос и путевой угол.

АИС приемник, позволяющий определить:

1. Координаты судна.
2. Точное UTC.
3. Скорость судна.
4. Снос и путевой угол.
5. Место положения цели.
6. Скорость цели.
7. Курс цели.

8. Дистанцию до цели.

9. Пеленг на цель.

Но у всех этих замечательных приборов есть один общий недостаток – зависимость от спутникового сигнала. Если сигнал от спутника пропадет, то эти приборы становятся абсолютно неспособными выполнять свою прямую задачу. Помимо этого у АИС есть дополнительная слабость – зависимость от оператора на судне-цели. Точность и полнота информации, вводимой оператором, может напрямую повлиять на корректную работу АИС. А в пиратских зонах АИС предпочитают вообще не включать, ровно, как и большинство радионавигационного оборудования, которое может, так или иначе, выдать место положения судна, т.н. «режим затемнения».

Тем не менее, при нормальных условиях плавания, современные навигационные системы способны обеспечить полную автоматику таких действий, как:

- ОМС судна.
- Удержание судна на курсе.
- Счисление пути.
- Маневр судна вдоль линии курса.

Хотя, по-прежнему остается очевидная необходимость личного участия оператора в таких задачах, как:

- Расхождение с судном.
- Плавание в узкости.
- Плавание на мелководье.
- Плавание в ограниченной видимости.
- Плавание во льдах.

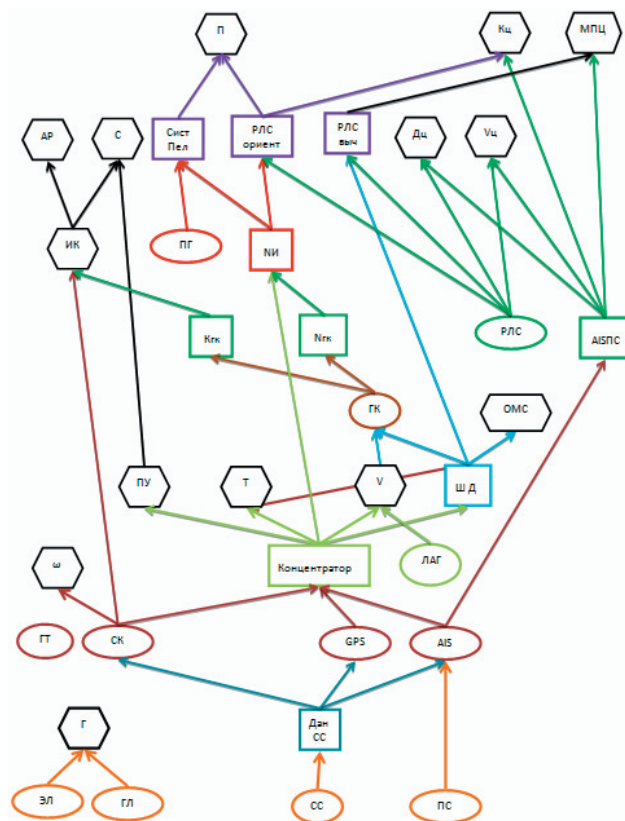


Рис. 2. Взаимосвязь навигационных параметров

где Оп – оператор, Эл – эхолот, ГЛ – гидролокатор, СС – спутниковый сегмент, ПС – информация от под-

вижных станций, Г – глубина, Дан СС – информация от СС, ГТ – гиротахометр, СК – спутниковый компас, GPS – GPS приемник, AIS – AISприемник, ω – угловая скорость, Лаг – Лаг, ПУ – путевой угол, Т – время, V – скорость, Ш Д – Широта долгота, ГК – гирокомпас, ОМС – определение места судна, Нгк – норд гирокомпасный, Кгк – курс гирокомпасный, РЛС – Судовая РЛС САРП, AISПС – AISинформация подвижных служб, ИК – истинный курс, ПГ – пеленгатор, Ни – норд истинный, АР – авторулевой, С – снос, Сист Пел – Система пеленгования, РЛС ориент – ориентация РЛС САРП, РЛС выч – параметры вычисляемые РЛС САРП, Дц – дистанция до цели, Vц – скорость цели, П – пеленг, Кц – курс цели, МПЦ – место положения цели.

Несмотря на это навигационная система способна рассчитать максимально приемлемое решение задачи в данной ситуации и предложить его оператору, как альтернативу.

На рис. 2 приведена структурная схема модели навигационной системы. Взаимосвязь элементов системы описывается следующими зависимостями:

$$\begin{aligned}
 &Г = ЭЛ \wedge ГЛ \\
 &\omega = ГТ \wedge СК \\
 &ПУ = ПУ(СК) \wedge ПУ(GPS) \wedge ПУ(AIS) \\
 &Т = Т(СК) \wedge Т(GPS) \wedge Т(AIS) \\
 &V = V(СК) \wedge VGPS) \wedge (AIS) \wedge V(ЛАГ) \\
 &ОМС = ШД(СК) \wedge ШД(GPS) \wedge ШД(AIS) \\
 &ИК = ИК(СК) \wedge [Кгк \vee Оп] \\
 &АР = ИК \\
 &С = [ИК \vee ПУ] \\
 &Дц = Дц(РЛС) \wedge Дц(AISПС) \\
 &Vц = Vц(РЛС) \wedge Vц(AISПС) \\
 &П = [РЛС \vee Ни] \wedge [ПГ \vee Ни] \\
 &Кц = [РЛС \vee Ни] \wedge AIS ПС \\
 &МПЦ = [РЛС \vee ШД] \wedge AISПС
 \end{aligned}$$

На основании полученных зависимостей был разработан программный продукт (рис. 3) для моделирования работы навигационной системы. В результате моделирования было показано, что система полностью теряет автоматический режим при отсутствии спутникового сигнала и требует вмешательства оператора.

Лаг	<input checked="" type="checkbox"/>	Спутниковый компас	<input checked="" type="checkbox"/>	Гирокомпас	<input checked="" type="checkbox"/>
Vл	<input checked="" type="checkbox"/>	Vск	<input checked="" type="checkbox"/>	Кгк	<input checked="" type="checkbox"/>
		ОМСк	<input checked="" type="checkbox"/>	Мгк	<input checked="" type="checkbox"/>
МК	<input checked="" type="checkbox"/>	Кск	<input checked="" type="checkbox"/>	ΔГК	<input checked="" type="checkbox"/>
Км	<input checked="" type="checkbox"/>	Тск	<input checked="" type="checkbox"/>	Икм	<input checked="" type="checkbox"/>
Нм	<input checked="" type="checkbox"/>	Пск	<input checked="" type="checkbox"/>	Мгк	<input checked="" type="checkbox"/>
ΔМК	<input checked="" type="checkbox"/>	оск	<input checked="" type="checkbox"/>		
Икм	<input checked="" type="checkbox"/>	Сск	<input checked="" type="checkbox"/>	AIS	<input checked="" type="checkbox"/>
Н/Им	<input checked="" type="checkbox"/>	Н/Кск	<input checked="" type="checkbox"/>	Vчб	<input checked="" type="checkbox"/>
				ОМСчб	<input checked="" type="checkbox"/>
гиротахометр	<input checked="" type="checkbox"/>	РЛС САРП	<input checked="" type="checkbox"/>	Тчб	<input checked="" type="checkbox"/>
ог	<input checked="" type="checkbox"/>	Пгк	<input checked="" type="checkbox"/>	Пчб	<input checked="" type="checkbox"/>
		ДЦгк	<input checked="" type="checkbox"/>	Счб	<input checked="" type="checkbox"/>
Эхолот	<input checked="" type="checkbox"/>	VЦгк	<input checked="" type="checkbox"/>	МПчб	<input checked="" type="checkbox"/>
гэх	<input checked="" type="checkbox"/>	КЦгк	<input checked="" type="checkbox"/>	Vчб	<input checked="" type="checkbox"/>
		МПЦгк	<input checked="" type="checkbox"/>	Кчб	<input checked="" type="checkbox"/>
спутник	<input checked="" type="checkbox"/>			Дчб	<input checked="" type="checkbox"/>
S	<input checked="" type="checkbox"/>	Гидролокатор	<input checked="" type="checkbox"/>	Пчб	<input checked="" type="checkbox"/>
		Пл	<input checked="" type="checkbox"/>	Нчб	<input checked="" type="checkbox"/>
Пеленгатор	<input checked="" type="checkbox"/>	ДЦл	<input checked="" type="checkbox"/>		
Пп	<input checked="" type="checkbox"/>	VЦл	<input checked="" type="checkbox"/>	GPS	<input checked="" type="checkbox"/>
		КЦл	<input checked="" type="checkbox"/>	Vггс	<input checked="" type="checkbox"/>
Оператор	<input checked="" type="checkbox"/>	МПЦл	<input checked="" type="checkbox"/>	ОМСггс	<input checked="" type="checkbox"/>
Оп	<input checked="" type="checkbox"/>	Гл	<input checked="" type="checkbox"/>	Тггс	<input checked="" type="checkbox"/>
				Пггс	<input checked="" type="checkbox"/>
Хронометр	<input checked="" type="checkbox"/>	Авторулевой	<input checked="" type="checkbox"/>	Сггс	<input checked="" type="checkbox"/>
Т	<input checked="" type="checkbox"/>	АР	<input checked="" type="checkbox"/>	Мггс	<input checked="" type="checkbox"/>
Стандартные задачи		Стандартные задачи		Особые задачи	
Автомат. режим		Полу-автомат. режим		Полу-автомат. Режим	
ОМС	<input type="checkbox"/>	ОМС	<input type="checkbox"/>	Плавание во льдах	<input type="checkbox"/>
ОМСа					
Удержание на курсе	<input type="checkbox"/>	Удержание на курсе	<input type="checkbox"/>	Плавание в узкости	<input type="checkbox"/>
Уна					
Маневрирование	<input type="checkbox"/>	Маневрирование	<input type="checkbox"/>	Плавание на мелководье	<input type="checkbox"/>
Мна					
Скление пути	<input type="checkbox"/>	Скление пути	<input type="checkbox"/>	Плавание в отр. видимости	<input type="checkbox"/>
Спа					
				Плавание в акватории порта	<input type="checkbox"/>
				Расхождение	<input type="checkbox"/>
Автоматический	ИСТИНА	Полу-автоматический	ИСТИНА		
V	ИСТИНА	V	ИСТИНА		
Vц	ИСТИНА	Vц	ИСТИНА		
T	ИСТИНА	T	ИСТИНА		
K	ИСТИНА	K	ИСТИНА		
Кц	ИСТИНА	Кц	ИСТИНА		
Дц	ИСТИНА	Дц	ИСТИНА		
п	ИСТИНА	п	ИСТИНА		
Пв	ИСТИНА	Пв	ИСТИНА		
с	ИСТИНА	с	ИСТИНА		
ОМС	ИСТИНА	ОМС	ИСТИНА		
МПЦ	ИСТИНА	МПЦ	ИСТИНА		
ω	ИСТИНА	ω	ИСТИНА		
г	ИСТИНА	г	ИСТИНА		
АР	ИСТИНА	АР	ИСТИНА		
		Оп	ИСТИНА		

Рис. 3. Основная форма ввода исходных данных для оценки работы навигационной системы

С другой стороны, имеется опасность потери внутренних связей системы.

К примеру, на гирокомпас не подается информация о скорости судна, в результате в его показаниях будет присутствовать скоростная девиация.

Для оператора, не владеющего глубокими знаниями об устройстве системы и ее элементов, этот факт останется незамеченным и как следствие приведет к ошибкам при управлении судном.

5. Вывод

Разработанная модель устойчивости навигационной системы позволяет моделировать различные внештатные ситуации. В результате моделирования было выяснено, что автоматический режим работы зависит от одного единственного параметра – глобальной спутниковой системы. С другой стороны система имеет большое количество внутренних связей. Нарушение одной из них может привести к неправильной работе системы.

Одним из основных результатов исследований можно считать оценку требуемой компетентности судоводителя: по сути, судоводитель является оператором сложной системы, который должен досконально знать принципы ее работы. При потере системой автоматического режима он должен определить причину неисправности и при невозможности ее устранения произвести расчеты в ручном режиме.

Это будет возможным только при высоком уровне подготовки специалистов судоводителей по базовым дисциплинам.

Литература

1. Вагущенко, Л.Л. Судовые навигационно-информационные системы [Текст] / Л.Л. Вагущенко. – Одесса: Латстар, 2004. – 302 с.
2. Вагущенко, Л.Л. Интегрированная система ходового мостика [Текст] / Л.Л. Вагущенко. - Одесса: Латстар, 2003. - 170 с.
3. Интеллектуальные системы в морских исследованиях и технологиях [Текст] / Под ред. Ю.И. Нечаева; В.Л. Александров, А.П. Матлах, Ю.И. Нечаев и др. - СПб: Изд.центр СПбГТМУ, 2001.-391 с.

Abstract

Nowadays it is considered that it is not necessary for a navigator to know the system of the modern navigation equipment, and if problems arise, they must be solved by a service. But as it is famous, nowadays almost all navigation problems are solved automatically, without human intervention. Therefore, the opinion that the navigation system will solve all the problems is dangerous, because it leads to the fact that modern marine school under pressure of this opinion reduce the level of training of the basic concepts of navigation, conning, technical means of navigation, etc.

But what will happen if a ship occurs in a non-standard situation, whether it will be pounding of waves and lightning during a storm, a short-circuit as a result of fire or flooding, loss of signal from a satellite for any reason, pirates' attack? What is the stability of the modern navigation system? What is necessary to do to knock out the navigation system?

The article describes the model of stability of the navigation system, which allows simulating various abnormal situations. As a result of the simulation, it was found that the automatic mode of operation depends on a single parameter - a global satellite system. One of the main results of the research can be considered the assessment of the required competence of a navigator

Keywords: *ship navigation system, system stability, level of the required competence of a navigator*