
ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины (РШСУ- 98) – Одесса, ЮжНИИМФ, 1998. – 96 с.
2. Резолюция ММО.А.953 (23)-2003 г. – [Электронный ресурс]
3. Богомья В. И., Давыдов В. С., Кожухаренко Р. В. Анализ некоторых эксплуатационных свойств современных крупнотоннажных судов, методов и систем их обеспечения при плавании в стеснённых условиях. Водный транспорт. Збірник наукових праць КДАВТ. – К.: КДАВТ, 2014. – №3 (21). – 122 с.
4. Мальцев А. С., Тюпиков Е. Е., Ворохобин И. И. Маневрирование судов при расхождении: 3-е изд. – ОНМА, 2013. – 304 с.
5. Удалов В. И. Управление крупнотоннажными судами. – М.: Транспорт, 1986. – 228 с.

Давыдов В.С., Демичев В.В., Кожухаренко Р.В., Овчинникова А.І.

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВЕЛИКОТОННАЖНИХ СУДЕН ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ECDIS

У статті розглянуто новий спосіб контролю місця розташування країв великотоннажних суден за допомогою рухомого курсору ЕКНІС. Пропонується автоматизувати в ЕКНІС автоматичний захват кінцем рухомого курсору координат орієнтирів, розташованих на ЕК, «прив'язку» і утримання їх в режимі «on-line» для безперервного контролю місця судна на траєкторії руху по пеленгу і дистанції.

Ключові слова: великотоннажне судно, координатний курсор, пеленг, дистанція, безпека плавання, траєкторія руху.

Davydov V., Demichev V., Kozhuharenko R., Ovchinnikova A.

IMPROVING SAFETY INSTRUCTIONS LARGE VESSELS BY OPTIMIZING THE USE ECDIS

The article describes a new way to control the location of the extremities of large vessels with a movable cursor ECDIS. It is proposed to automate the ECDIS automatically capture the end of the movable cursor coordinates of landmarks located in the EC, "binding" and hold them in the "on-line" mode for continuous monitoring of the vessel on the trajectory in bearing and distance.

Keywords: large-capacity vessel, coordinate pointer, bearing, distance, safety of navigation, trajectory.

656.61:629.5.07

Майборода А.Н., Сушко В.Г.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СУДОВОЖДЕНИЯ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В работе на примере гирокомпаса Курс-4М рассмотрена методика оценки надежности технических средств судовождения как возможной темы исследовательской части дипломной работы студентов факультета судовождения.

Ключевые слова: вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ, надежность прибора, регламентные работы.

Анализ современного состояния и постановка проблемы. Одним из разделов дипломной работы является исследовательская часть, в которой студенты демонстрируют умение пользоваться специальной литературой, выполнять необходимые расчёты, анализировать их результаты и делать соответствующие выводы. Существующий перечень рекомендованных тем для этого раздела очень ограничен и требует дополнения.

Цель статьи. В статье предлагается актуальная для будущих судоводителей тема «Оценка надежности электронavigационных и радиотехнических средств судовождения». В частности, рассматривается приближённая методика такой оценки и иллюстрация её применения на примере гирокомпаса Курс-4М (ГК Курс-4М).

Изложение основного материала. Одним из основных показателей безотказности [1], определяемым при проверочном расчете надёжности некоторой структурной составляющей прибора, является суммарное значение интенсивности λ отказов её элементов, которые по признаку однотипности объединяются в соответствующие группы,

$$\lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i, \quad (1)$$

где n – число групп однотипных элементов в структурной составляющей прибора; N_i – число элементов в группе; λ_i – интенсивность отказов элемента данного типа.

В период нормальной эксплуатации интенсивность отказов практически остаётся постоянной, при этом отказы носят случайный характер и появляются внезапно, прежде всего, из-за случайных изменений нагрузки, несоблюдения условий эксплуатации, неблагоприятных внешних факторов и т.п.

Постоянные значения интенсивности λ_i отказов соответствующих элементов находятся по справочным данным, которые приводятся в пособиях по расчету надёжности [1], где эти значения могут быть обозначены с индексом “Э” как полученные в эксплуатации, так и с индексом “Л” как полученные в лабораторных испытаниях. При расчетах надёжности элементов судового оборудования справочные значения λ_i должны быть откорректированы умножением на поправочный коэффициент $k_{суд}$, учитывающим судовые условия эксплуатации [2]. Для ГК Курс-4М примем $k_{суд} = 20$ для значений λ_i , полученных в лабораторных испытаниях, и $k_{суд} = 2.0$ – для полученных в условиях эксплуатации.

Из теории надёжности [1] известно, что вероятность $P(t)$ безотказной работы системы описывается экспоненциальным законом

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T_{cp}}}, \quad (2)$$

где T_{cp} – средняя наработка на отказ, которая выражается через суммарное значение интенсивности λ отказов элементов системы как

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda}, \quad (3)$$

или, с учётом (1) имеем

$$T_{cp} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n N_i \lambda_i} \quad (4)$$

Исходя из изложенного, можно принять следующую процедуру оценки надёжности гирокомпаса Курс-4М. Из технической документации ГК Курс-4М [3] по каждому из приборов, составляющих комплект гирокомпаса, выбираются группы однотипных элементов. Данные по элементам заносятся в таблицу и обрабатываются с целью получения средней наработки на отказ для каждого прибора. В табл. 1. приводится пример обработки данных по двум приборам из комплекта ГК Курс-4М, а именно – прибору 1П и прибору 4Д.

Выполнив в соответствии с табл. 1 обработку данных всех приборов комплекта гироскопа (состав и количество приборов в комплекте конкретизируется для каждого судна) и складывая суммарные интенсивности их отказов, можно получить аналогично представлению (4) среднюю наработку на отказ $T_{cp} = 225$ ч всего комплекта ГК Курс-4М.

Таблица 1

Расчёт средней наработки на отказ

Группа элементов прибора [3]	Индекс величин [1]	Интенсивность отказа элемента λ_i [1]	Поправочный коэффициент $k_{суд}$	Интенсивность отказов в судовых условиях $\lambda_{iсуд} = k_{суд} \lambda_i$	Количество элементов в группе N_i [3]	$N_i \lambda_{iсуд}$, 10^{-5} 1/ч
Прибор 1П						
Сопrotивление СПО	Э	0,2	2	0,4	2	0,8
Конденсатор МБГП	Э	0,16	2	0,32	6	1,92
Лампа СМ	Э	0,86	2	1,72	3	5,16
Трансформатор ТО	Э	0,5	2	1,0	1	1,0
Тумблер	Л	0,006	20	0,12	1	0,12
Переключатель	Э	0,6	2	1,2	1	1,2
Сельсин БД-404А	Э	2,4	2	4,8	1	4,8
Сельсин БС-404А	Э	2,4	2	4,8	1	4,8
Электродвигатель	Э	2,1	2	4,2	1	4,2
Гнездо	Э	0,1	2	0,2	2	0,4
Вилка	Э	0,1	2	0,2	2	0,4
Пайка	Э	0,01	2	0,02	180	3,6
Провода	Э	0,01	2	0,02	63	1,26
Реле	Э	1,0	2	2	1	2
Гиromотopы	Э	32,0	2	34	2	68
Суммарная интенсивность отказов прибора $\lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i$, 10^{-5} 1/ч						99,66
Средняя наработка прибора на отказ $T_{cp} = \frac{1}{\lambda}$, ч				1003,4		
Прибор 4Д						
Резистор ВС	Э	0,35	2	0,7	3	2,1
Неоновая лампа	Э	1,0	2	2	2	4,0
Переключатель	Э	0,6	2	1,2	1	1,2
Выключатель	Л	0,06	20	1,2	1	1,2
Амперметры	Э	3,0	2	6	3	18,0
Предохранитель	Э	0,44	2	0,88	38	33,44
Токовый сигнализатор	Э	1,0	2	2	1	2
Провода	Э	0,01	2	0,02	65	1,30
Пайка	Э	0,01	2	0,02	174	3,48
Суммарная интенсивность отказов прибора $\lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i$, 10^{-5} 1/ч						66,72
Средняя наработка прибора на отказ $T_{cp} = \frac{1}{\lambda}$, ч				1502,2		

В соответствии с выражением (2) для полученного значения $T_{cp} = 225$ ч средней наработки на отказ закон распределения вероятности безотказной работы комплекта гироскопа имеет вид

$$P(t) = e^{-\frac{t}{225}}, \quad (5)$$

и, в частности, вероятность безотказной работы комплекта за 225 ч составит 36,7 %.

Для закона $P(t)$ (5) можно определить вероятность безотказной работы гироскопа для заданной продолжительности его работы и построить соответствующий график (рис. 1).

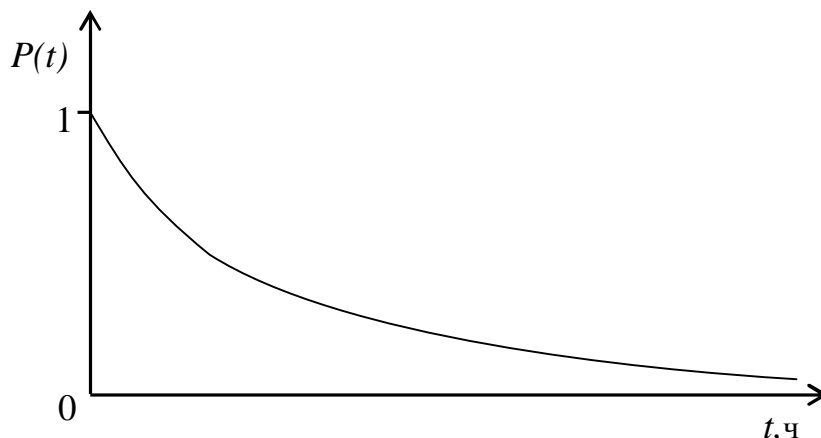


Рис. 1. Распределение вероятности безотказной работы ГК Курс4-М

С помощью графика (рис. 1) можно найти вероятность безотказной работы ГК Курс-4М в рейсе заданной продолжительности или определить время, в течение которого будет сохраняться заданная вероятность безотказной работы гироскопа.

График регламентных работ по отдельным приборам комплекта ГК Курс-4М рассчитывается исходя из заданной вероятности безотказной работы соответствующего прибора в процессе эксплуатации. Примем, например, что необходимо обеспечить вероятность безотказной работы каждого прибора $P=90\%$. Для полученных в результате обработки по типу табл. 1 средних наработок на отказ T_{cp} каждого прибора комплекта по выражению (2) определяется время t работы прибора с вероятностью безотказной работы $P=0,9$. Результаты расчётов сводятся в таблицу 2 (для примера приведены только обработанные в табл. 1 приборы 1П и 4Д).

Таблица 2

Время работы приборов с вероятностью безотказной работы 0,9

Прибор	Средняя наработка на отказ T_{cp} , ч	Время безотказной работы с вероятностью 0,9 t , ч	Назначенный период регламентного обслуживания, ч
Прибор 1П	1003,4	100,34	100
Прибор 4Д	1502,2	150,22	200
....
ГК Курс-4М	225	22,5	20

По данным табл. 2 строится график периодичности регламентных работ по отдельным приборам и комплекту ГК 4-М (рис. 2).

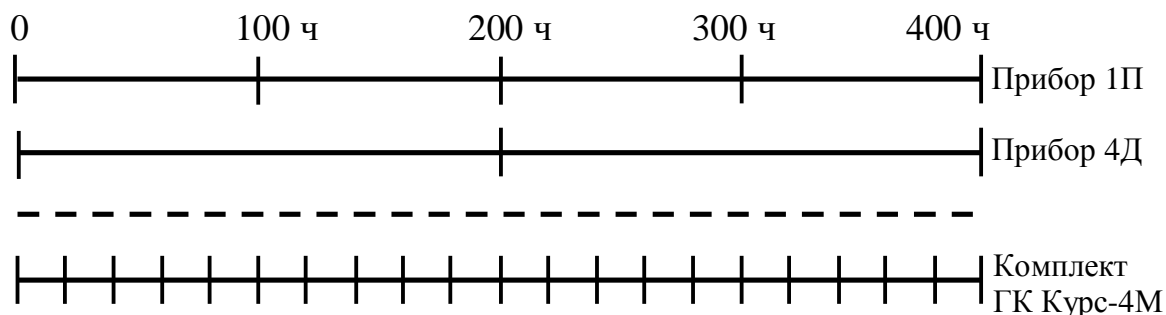


Рис. 2. График периодичности регламентных работ ГК Курс- 4М

Кроме этого, необходимо выяснить, на какие элементы надо обратить особое внимание при проведении регламентных работ. Для этого составляется таблица 3, в которой отображаются группы элементов каждого прибора ГК Курс-4М в порядке убывания вероятности выхода из строя прибора вследствие отказа данного элемента группы. Эта вероятность рассчитывается как процентное отношение интенсивности $\lambda_{i\text{суд}}$ отказа в судовых условиях элемента данной группы к суммарной интенсивности отказов прибора.

Таблица 3

Степени надёжности элементов приборов ГК Курс 4-М

Прибор 1П		Прибор 4Д		И т.д. по всем приборам	
Гиромоторы	68	Предохранители	50		
Сельсины	9	Амперметры	27		
Пайка провода	5,1	Провода и пайки	7		
Лампа	5	Неоновые лампы	6		
Электродвигатель	4	Переключатели	4		
Конденсатор	2	Токовый сигн	3		
Трансформатор	1	Резистор	3		
Переключатель	1				
Реле	1				
Разъемы	0,8				
Сопротивление	0,8				

Из табл. 3, например, для приведенных данных по приборам 1П и 4Д видно, что при проведении регламентных работ особое внимание нужно уделять соответственно гиромоторам и предохранителям, т.к. они являются самыми ненадежными в указанных приборах.

Выводы и рекомендации. Предлагаемая методика позволяет:

- ✓ определить основные показатели надёжности каждого прибора и всего комплекта ГК Курс-4М;
- ✓ назначить обоснованную последовательность и периодичность проведения регламентных работ;
- ✓ выделить элементы приборов, наиболее ответственные за надёжность работы оборудования;
- ✓ обосновать рекомендации по пополнению ЗИП'а.

Методика может быть рекомендована для использования в исследовательской части дипломной работы студентов факультета судовождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов Б. А., Ушаков И. А. Справочник по расчету надежности. – М.: Советское радио, 1975.– 159 с.
2. Ксенз С. П., Ярцев О. М. Теория эксплуатации радиоэлектронных систем. – М.: Воениздат, 1975. – 355 с.
3. Техническая документация ГК Курс-4М.

Майборода О.М., Сушко В.Г.

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ СУДНОВОДІННЯ В ДОСЛІДНИЦЬКІЙ ЧАСТИНІ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

У роботі на прикладі гірокомпасу Курс-4М розглянуто методику оцінки надійності технічних засобів судноводіння як можливої теми дослідницької частини дипломної роботи студентів факультету судноводіння.

Ключові слова: імовірність безвідмовної роботи, середнє напрацювання на відмову, надійність приладу, регламентні роботи.

Mayboroda O., Sushko V.

ASSESSMENT OF RELIABILITY OF TECHNICAL MEANS OF NAVIGATION IN RESEARCH PART OF THE THESIS OF STUDENTS

In work on the example of a gyrocompass the Course-4M the technique of an assessment of reliability of technical means of navigation, as possible subject of research part of the thesis of students of faculty of navigation is considered.

Keywords: probability of no-failure operation, average time between failures, reliability of the device, procedural works.

УДК 621.822.172

Дем'яненко С.К.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РАДІАЛЬНОГО ГІДРОСТАТИЧНОГО ПІДШИПНИКА ТА ЙОГО СИЛОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

У статті викладені основні положення методики уточненого розрахунку характеристик радіального гідростатичного підшипника. Здійснено опис геометрії підшипника у вигляді розкладу в ряд Фур'є значень радіального зазору по всіх перерізах підшипника. Знайдені основні гідравлічні характеристики підшипника, їх порівняння для кожного кармана встановлює зв'язок особливостей геометрії підшипника та його силових та енергетичних характеристик.

Ключові слова: математична модель, гідростатичний підшипник, ряд Фур'є.

Актуальність. Питанню вдосконалення сучасних високоточних підшипників рідинного тертя та розробки нових математичних методів моделювання таких технічних об'єктів, як гідростатичні підшипники приділяється першочергова увага протягом тривалого часу.