

УДК 681.5.015.3

DOI: 10.34046/aumsuomt104/7

НАДЕЖНОСТЬ СУДОВОГО НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ КРИТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ ВЫРАБОТКЕ МНОЖЕСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Д.О. Бирменко, аспирант

Судовой навигационный мостик представляет собой сложную интегрированную схему, состоящую из множества приборов. Заданная тенденция постепенной автоматизации вычислительных процессов в полной степени также затрагивает судовождение. Поэтому тут необходимо отметить, что ежегодное усовершенствования мостика не может оставаться незамеченным в вопросах надежности. Причиной того является относительно неизменная пропускная способность взаимодействия приборов. Одним из таких процессов можно выделить работу таких приёмников как АИС, НАВТЕКС и ГНСС.

Ключевые слова: автоматизация судовождения, навигационное оборудование.

RELIABILITY OF SHIP NAVIGATION EQUIPMENT UNDER CONDITIONS OF CRITICAL LOADS IN THE DEVELOPMENT OF MULTIPLE VALUES

D.O. Birmenko

The ship's navigation bridge is a complex integrated circuit consisting of a variety of instruments. The given trend of gradual automation of computing processes also fully affects navigation. Therefore, it should be noted here that the annual improvement of the bridge cannot go unnoticed in matters of reliability. The reason for this is the relatively constant bandwidth of the interaction of devices. One of such processes can be distinguished by the work of such receivers as AIS, NAVTEX and GNSS.

Keywords: automation of navigation, navigation equipment.

Современный интерес к надежности приборов в значительной степени многогранен. Затрагиваются обширные аспекты развития в технологической, конструктивной и вычислительной сферах. Совокупность всех навигационных приборов ставит задачи, которые должны выполняться безупречно на протяжении всего периода работы. Надежность сказывается на стоимости, на временных затратах, психологически в виде неудобств, а в определенных случаях грозит также безопасности людей. Любого рода отказы, перебои или сбои могут привести к катастрофическим последствиям.

Учитывая закономерность возникновения отказов при предварительных расчетах работы приборов, становится возможным минимизировать и устранить такого рода ошибки к нулю.

Необходимо помнить, что в процессе эксплуатации изделие также попадает в разные условия работы такие как воздействия погоды, влияние электромагнитной обстановки, внешнее воздействие на поступающий сигнал и прочие случайные воздействия. Естественно такое взаимодействие влияет на длительность безотказной работы.

Одной из весьма заманчивых задач в нынешней разработке является выявление модели, позволяющей сохранять рабочее состояние даже при выходе из рабочего состояния некоторой части составляющих элементов устройства [1, 2, 6].

Вопросы относящиеся к обеспечению безопасности необходимо рассматривать на стадии

проектирования именно в тот момент, когда создается модель устройства, чтобы прописать принцип его работы в случае пребывания прибора в критическое состояние. Современное обеспечение судов дублирующим оборудованием, заставляет принимать во внимание их взаимодействие и взаимозаменяемость друг с другом. Такими примерами могут быть приёмники ГНСС, репитеры компасов, радары, ЭКНИСы, и прочие навигационное оборудование. Также к этому стоит отнести функциональность самого прибора с возможностью получения различных сигналов и умением исключать неактивные и значительные от номинальных показания, как например мультиприёмник ГНСС [1, 2].

Предположим, что система состоит из идентичных и независимых элементов $F(t)$, значит элемент надежности будет $p=F(t)$, и зададим саму функцию надежности как $h(p)$. Для получения значения интенсивности отказов элементов нам необходимо прежде всего учитывать распределение времени безотказности F , и плотность безотказности f , позволяющим таким образом определить интенсивность отказа элементов r , и системы R .

$$r(t) = f(t)/F(t) \quad (1)$$

$$\frac{R(t)}{r(t)} = \frac{ph(p)}{h(p)} \quad (2)$$

Полученная закономерность дает нам достаточное условие того, что система имеет идентичную и независимую интенсивность отказов, в связи с чем результат работы отдельных элемен-

тов не является фактором для отказа целой системы. В данном случае необходимо учесть, что время отказа имеет экспоненциальное значение и выражается $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$. Учитывая зависимость времени и интенсивности, то получаем следующее выражение.

$$R(t) = \lambda \frac{ph(p)}{h(p)} \quad (3)$$

Система может состоять как с зависимыми друг от друга элементов, так и с независимыми или частично зависимыми, для значений вероятности отказа S этот фактор будет учитываться только в кратности распределения, тем самым получая значение вероятности отказа система R :

$$S(t) = 1 - (1 - e^{-t})(1 - e^{-kt}) \quad (4)$$

$$R(t) = -\frac{S'(t)}{S(t)} = \frac{e^{-t} + ke^{-kt} - (k+1)e^{-(k+1)t}}{e^{-t} + e^{-kt} - e^{-(k+1)t}} \quad (5)$$

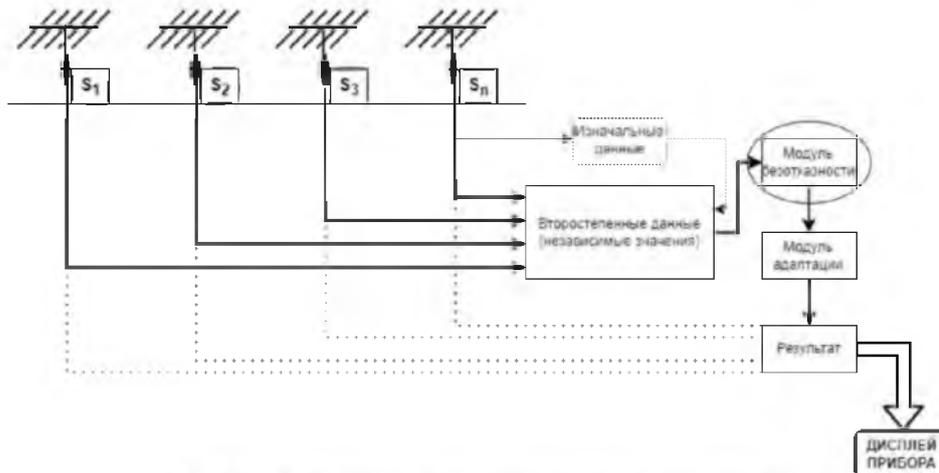


Рисунок 1 – Система с активно заменяемыми элементами

Обосновав закономерность наработки информации в системе появляется возможность определить предупредительную замену, при которой элемент заменяется через либо через определенное количество часов, либо до наступления момента отказа, в зависимости от того что наступит раньше. Такая модель взаимозаменяемости может быть внедрена в модуле безотказности, изображенного на рисунке 2, где каждый элемент всего модуля заменяем и не зависит друг от друга, что позволяет функционировать без каких-либо остановок с выбором оптимального или даже единственного варианта. Важно знать распределение количество замен либо отказов в этой системе, для того чтобы различать предупредительные замены между сенсорами и аварийными отказами. Такие моменты будут предполагаться известными исходя из предварительного эксперимента с последующем заданием значения постоянной переменной. Добавим возможность заменить элементы системы в случае их выхода из строя или отказа во время потери сигнала и перехода на вторичные системы. Именно так вероятность отказа S имеет прямую зависимость между временем работы F и активным использованием T самого прибора.

$$S_T(t) = [F(T)]^n F(t - nT) \quad (6)$$

$$S_T(t) \geq F(t) \quad (7)$$

где: F – распределение времени работы элемента до отказа;

T – часов после установки данного элемента;

t – момент времени.

Исходя из вышеописанных выражений, становится возможно получить значение времени до первого отказа в процессе функционирования, взяв во внимание момент отказа $S_T(t)$ как момент отказа $E(t)$ при активном функционировании.

$$E_1(T) = \frac{\int_0^T F(x) dx}{F(T)} \quad (8)$$

Простой какого-либо прибора имеет временное распределение застоя и восстановления. Обозначив и описав отказ системы, необходимо определить количество времени $\Omega(t, x)$ которое необходимо для полного восстановления отказавшего элемента. Для решения такой задачи зададим такое понятие как доля времени $Y(t)$ в течении которого элемент находится в состоянии отказа на промежутке интервала от 0 до момента отказа. [1] Иными словами, назовем этот интервал величиной в течении, которого элемент неактивен.

$$\Omega(t, x) = P[Y(t) \leq x] \quad (9)$$

$$\Omega(t, x) = \sum_{n=0}^{\infty} G^{(n)}(x) [F^n(t - x) - F^{(n+1)}(t - x)] \quad (10)$$

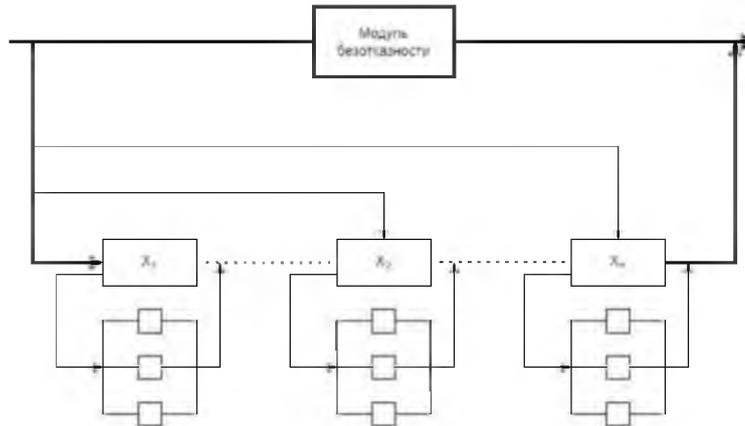


Рисунок 2 – Принцип работы модуля безопасности

Для определения возобновления функционирования воспользуемся вычислениями асимптотического распределения времени восстановления и временем работы. Предложенная и доказанная теорема Лайюша Такача позволяет вычислить вероятность того, что элемент будет находиться в состоянии функционирования более чем в состоянии простоя [2, 6]. Время работы до отказа и время восстановления конечно же неизвестны, но получены на основании эксперимента с следующими оценками функционирования μ_1 , ν_1 и средне арифметических квадратов отклонений данных величин, дисперсий σ_1^2 , σ_2^2 .

$$\lim_{t \rightarrow \infty} P \left\{ \frac{\gamma(t) - \nu_1 t / (\mu_1 + \nu_1)}{\sqrt{\nu_1^2 \sigma_1^2 + \mu_1^2 \sigma_2^2} t / (\mu_1 + \nu_1)^2} \right\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-u^2/2} du \quad (11)$$

Определенные ранее значения, требуемые для максимизации вероятности безотказной системы за некоторое заданное время позволяет отобразить зависимость частоты отказов. Однако длительность периода неактивного функционирования бывает неизвестна и сильно зависит от внешних факторов. Поэтому для таких случаев целесообразным является максимизация среднего времени безотказной работы системы.

Для решения случая экспоненциального и равномерного распределения отказов получим общее выражение для ожидаемого времени работы всех элементов [3, 4]. Рассмотрим представленную систему состоящую из n параллельных цепочек, предварительно допустив, что все элементы независимы и каждый элемент имеет собственное время безотказной работы с распределением $F(t)$, обозначив вероятность отказа $p > 0$ и получим значение $L_m(p)$ с ожидаемым временем жизни системы.

$$\Delta L_n(p) = L_{n+1}(p) - L_n(p) \quad (12)$$

Такое приращение показывает, что отказ n может быть любого типа, и при этом может иметь

$n - 1$ отказ по типу обрыва сигнала, короткого замыкания и прочего характера технически неустойчивой обстановки. Таким образом, значение n максимизирует ожидаемое время жизни всей системы для заданного значения вероятности p .

Тем самым резюмируя можно смело утверждать, что любой элемент навигационного оборудования является взаимозаменяемым с возможностью задания принудительного распределения независимых источников для продолжения непрерывной работы до момента восстановления. Данная концепция имеет возможность быть реализованной на любом объекте водного транспорта для улучшения процесса автоматизации судовождения.

Литература

1. Барлоу Р., Прошан Ф. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. /пер. с англ. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 328 с.
2. Барлоу Р., Прошан Ф. Математическая теория надежности. Перевод с англ., под ред. Б. В. Гнеденко. – М.: Советское радио, 1969. – 488 с.
3. Кондратьев С.И. Основные принципы оптимизации движения крупнотоннажных судов методами математического моделирования [Текст] / С.И. Кондратьев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2003. – № 8. – С. 27-30.
4. Кондратьев С.И. Использование вероятностной и возможностной мер в виде нечетких вероятностей для оценки надежности программного обеспечения интегрированных систем ходового мостика [Текст] / С.И. Кондратьев, А.Л. Боран-Кешишьян // Вестник государственного морского университета им. адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2013. – №3. – С. 46-47.
5. Астреин В.В. Задача самоорганизации групп судов для предупреждения столкновений [Текст] / В.В. Астреин, С.И. Кондратьев, А.Л. Боран-Кешишьян // Эксплуатация морского транспорта. – 2016. – № 1 (78). – С. 32-38.

6. Кондратьев С.И. Задачи синтеза программных движений судов на подходах к портам [Текст] / С.И. Кондратьев Известия высших учебных заведений. // Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки.– 2003.– № S6.– С. 48-50.
7. Боран-Кешишьян А.Л. Положения теории интервальных средних, применительно к анализу надежности технических средств сложных систем при независимых по надежности элементах [текст] / А.Л. Боран-Кешишьян, Е.В. Хекерт // Эксплуатация морского транспорта.– 2014.– № 1 (73).– С. 38-42.
4. Kondrat'ev S.I. Ispol'zovanie veroyatnostnoj i vozmozhnostnoj mer v vide nechetkih veroyatnostej dlya ocenki nadezhnosti programmogo obespecheniya integrirovannyh sistem hodovogo mostika [Tekst] / S.I. Kondrat'ev, A.L. Boran-Keshish'yan // Vestnik gosudarstvennogo morskogo universiteta im. admirala F.F. Ushakova. 2013.№3. S. 46-47.
5. Astrein V.V. Zadacha samoorganizacii grupp sudov dlya preduprezhdeniya stolknovenij [Tekst] / V.V. Astrein, S.I. Kondrat'ev, A.L. Boran-Keshish'yan // Ekspluatatsiya morskogo transporta. 2016. № 1 (78). S. 32-38.

References

1. R. Barlou, F. Proshan. Statisticheskaya teoriya nadezhnosti i ispytaniya na bezotkaznost'. /Per. s. angl. – М.: Nauka, Glavnaya redakciya fiziko-matematicheskoy literatury, 1984. – 328 s.
2. R. Barlou, F. Proshan. Matematicheskaya teoriya nadezhnosti. Perevod s angl., pod red. B. V. Gnedenko. М., izdatel'stvo «Sovetskoeradio», 1969 – 488 s.
3. Kondrat'ev S.I. Osnovnye principy optimizacii dvizheniya krupnotonnazhnyh sudov metodami matematicheskogo modelirovaniya [Tekst] / S.I. Kondrat'ev // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Estestvennye nauki. 2003.№ S. S. 27-30.
6. Kondrat'ev S.I. Zadachi sinteza programmnyh dvizhenij sudov na podhodah k portam [Tekst] / S.I. Kondrat'ev Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. // Severo-Kavkazskij region. Seriya: Tekhnicheskie nauki. 2003.№ S6. S. 48-50.
7. Boran-Keshish'yan A.L. Polozheniya teorii interval'nyh srednih, primenitel'no k analizu nadezhnosti tekhnicheskikh sredstv slozhnyh sistem pri nezavisimyh po nadezhnosti elementah [tekst] / A.L. Boran-Keshish'yan, E.V. Hekert // Ekspluatatsiya morskogo transporta. 2014. № 1 (73). S. 38-42.

УДК 629.123

DOI: 10.34046/aumsuomt104/8

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУДОВОЙ ГНСС

Д.О. Бирменко, аспирант

О.А. Бирменко, капитан дальнего плавания

В целях изучения актуальности применяемых навигационных приёмников спутниковый связи был проведен опрос респондентов для получения актуальной информации об опыте, методе применяемых устройств на судах с последующим ознакомлением с резолюцией комитета по безопасности на море касаясь радионавигационных приемников и постепенной ее интеграцией.

Ключевые слова: ГНСС, позиционирование судна, социологический опрос, резолюция MSC.

ASSESSMENT OF THE USE OF SHIP GNSS

D.O. Birmenko, O.A. Birmenko

In order to study the relevance of the satellite communication navigation receivers used, a survey of respondents was conducted to obtain up-to-date information about the experience, method of devices used on ships, followed by familiarization with the resolution of the Maritime Safety Committee regarding radio navigation receivers and its gradual integration.

Keywords: GNSS, vessel positioning, sociological survey, MSC resolution.

Наиболее эффективным способом изучения различных вариантов сбора информации является сравнение с другими методами, например, типичными или ранее полученными. В работах, посвященных методике любого способа проведения опроса можно найти как общетеоретический план, так и конкретную ситуацию с критериями и условиями [1, 2]. Однако рассмотренное анкетирование по данному вопросу проводилось впервые, что уже несет в себе научную новизну.

Основной задачей исследования является необходимость вывить представление действующего морского состава на судах о имеющихся изменениях и выпущенных конвенциях касающийся навигационного приемника по определению местоположения. Также необходимо определить опыт нахождения в таких аварийных ситуациях. На основании указанных критериев станет возможным определить типичный портрет работника морского транспорта в сфере судовождения