

## **АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СУДОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

**ТЕРЕЩЕНКОВА О.В.**

*кандидат технических наук, доцент,*

*доцент кафедры информационных технологий*

*Херсонская государственная морская академия,*

*г. Херсон, Украина*

**КОНДРАШОВ К.В.**

*аспирант*

*кафедра эксплуатации судового электрооборудования и средств*

*автоматики*

*Херсонская государственная морская академия,*

*г. Херсон, Украина*

Безопасность мореплавания является главным качеством морского флота и представляется важнейшим условием возможности эффективной эксплуатации судов.

На морском флоте, в век стремительного развития компьютерных технологий и автоматизации различных процессов, особое внимание уделяется количеству и качеству возможностей имеющимися современными системами контроля за неисправностями. Несмотря на постоянные усовершенствования систем АПС (аварийно-предупредительная система) судов и расширением их функций, статистика неисправностей судового оборудования показывает, что с ростом автоматизации и компьютеризации процессов, растёт и рост поломок судовых систем и механизмов. Судовладельцу приходится регулярно снабжать, даже только что построенное судно, постоянно новыми и новыми запчастями.

Чем сложнее оборудование, контролируемое системой АПС, тем труднее выявить и устранить причину неисправности в случае её возникновения. Для

выбора метода диагностики и определения первичных и вторичных симптомов отказа необходимо уметь классифицировать неисправность, т. к. первичный отказ часто вызывает целый спектр отказов вторичных, являющихся следствием первичного и затеняющих причину неисправности [1].

Анализируя возможности системы АПС (журнал учета поломок) проследим среднее количество неисправностей за месяц, классифицируем их по уровням сложности, а также категориям неисправности. Результаты полученных данных выразим в виде таблицы, как исходные данные для дальнейшего расчета. (Для статистических данных использовался архивный журнал системы АПС Kongsberg K-Chief 600, контейнеровоза MSC “Brunella” 2016г. постройки. Общее количество контролируемых системой АПС параметров для этого судна равняется 3410 [2,3]):

Таблица 1. Исходные данные по журналу АПС

№	Переменная	Значение	Характеристика
1	M	30	количество дней в течении которых регистрировались неисправности;
2	n	87	среднее количество неисправностей за месяц
3	m	5	количество категорий неисправностей по уровню сложности
4	H <sub>1</sub>	от 2 – до 6	количество возможных причин поломки для 1-й категории неисправностей
5	H <sub>2</sub>	от 6 – до 12	количество возможных причин поломки для 2-й категории неисправностей
6	H <sub>3</sub>	от 12 – до 18	количество возможных причин поломки для 3-й категории неисправностей
7	H <sub>4</sub>	от 18 – до 24	количество возможных причин поломки для 4-й категории неисправностей
8	H <sub>5</sub>	от 24 – до 30	количество возможных причин поломки для 5-й категории неисправностей
9	X <sub>1</sub>	4	среднее количество возможных причин поломки для 1-й категории неисправностей
10	X <sub>2</sub>	9	среднее количество возможных причин поломки для 2-й категории неисправностей
11	X <sub>3</sub>	15	среднее количество возможных причин поломки для 3-й категории неисправностей
12	X <sub>4</sub>	21	среднее количество возможных причин поломки для 4-й категории неисправностей

1 3	$X_5$	27	среднее количество возможных причин поломки для 5-й категории неисправностей
1 4	$N_1$	4	средняя частота поломок за месяц, относящихся к 1-й категории неисправностей
1 5	$N_2$	21	средняя частота поломок за месяц, относящихся ко 2-й категории неисправностей
1 6	$N_3$	33	средняя частота поломок за месяц, относящихся к 3-й категории неисправностей
1 7	$N_4$	27	средняя частота поломок за месяц, относящихся к 4-й категории неисправностей
1 8	$N_5$	2	средняя частота поломок за месяц, относящихся к 5-й категории неисправностей

Используя выше приведенные данные, построим вариационно-частотный ряд наблюдений для среднего количества неисправностей, случившихся в течение месяца на судне и средним количеством возможных причин этих неисправностей, которые необходимо проверить, чтобы устранить их:

Таблица 2. Вариационно-частотный ряд наблюдений среднего количества неисправностей случающимися в течение месяца на судне и средним количеством возможных причин этих неисправностей.

<i>Категория неисправности</i>	<i>1-я</i>	<i>2-я</i>	<i>3-я</i>	<i>4-я</i>	<i>5-я</i>	
$X_i$	4	9	15	21	27	$\Sigma$
$N_i$	4	21	33	27	2	n=87
<i>Уровень сложности системы</i>	<i>1-й</i>	<i>2-й</i>	<i>3-й</i>	<i>4-й</i>	<i>5-й</i>	

На основании вариационно-частотного ряда, построим полигон выборки:

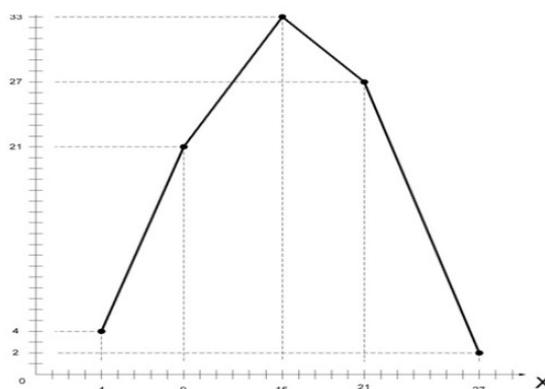


Рис. 1. Полигон выборки.

Для более наглядного представления выборки построим её гистограмму. В интервал гистограммы  $H_j$  включим количество возможных причин поломки для каждой категории неисправности.

Таблица 3. Вариационно-частотный ряд наблюдений среднего количества неисправностей случающимися в течение месяца на судне и количеством возможных причин этих неисправностей.

Категория неисправности	1- я	2- я	3-я	4-я	5-я	
$H_j$	2-6	6-12	12-18	18-24	24-30	$\Sigma$
$N_j$	4	21	33	27	2	n=87
Уровень сложности системы	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	

$H_j$  – интервал гистограммы (кол-во возможных причин поломки для конкретной категории неисправности);

$N_j$  – частота поломок на заданном интервале принадлежащему к конкретной категории неисправности.

Гистограмма с учетом всех данных будет иметь следующий вид:

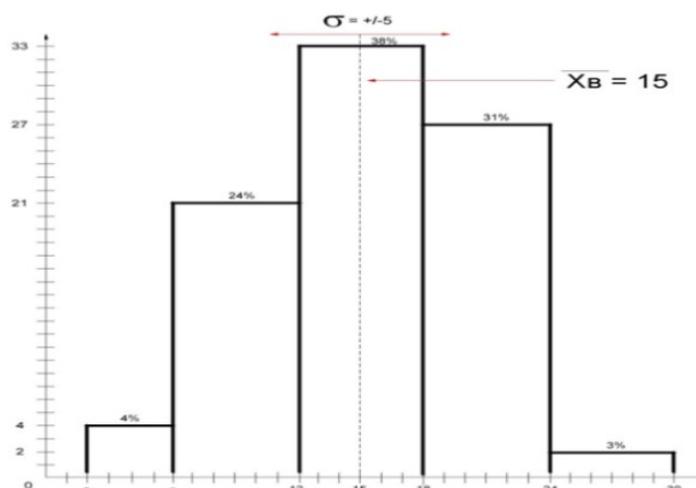


Рис. 2. Гистограмма выборки.

Мы видим, что крайние интервалы – наименее часто встречаются, то есть количество поломок, в течении месяца, относящихся к 1-й и 5-й категории неисправностей встречаются наименьшее количество раз.

Рассмотрим числовые представления о зависимости среднего количества неисправностей случающихся в течении месяца и средним количеством возможных причин этих неисправностей за тот же период.

$$\overline{X_e X_e} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m * N_i * X_i, \quad \text{где } \overline{X_e X_e} \text{ – выборочное среднее.}$$

Для определения выборочного среднего найдем значение произведения варианты на её частоту  $X_i * N_i$  для каждой варианты, данные заполним в таблицу.

Найдем выборочное среднее  $\overline{X_e X_e}$ .

$$\overline{X_e} = \frac{16 + 189 + 495 + 567 + 54}{87} = \frac{1331}{87} \approx 15$$

Для каждой варианты найдем отклонение от среднего значения -  $X_i - \overline{X_e X_e}$ .

Следующая выборочная характеристика, которую мы найдем, будет дисперсия. То есть средний квадрат отклонения от среднего значения  $\overline{X_e X_e}$ .

$$D_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n * (X_i - \overline{X_e X_e})^2, \quad \text{где } D_B \text{ – выборочная дисперсия.}$$

В нашем случае выборочная дисперсия  $D_B$  будет иметь следующий вид:

$$D_B = \frac{484 + 756 + 0 + 972 + 288}{87} = \frac{2500}{87} = 28,7$$

Зная выборочную дисперсию  $D_B$ , найдем среднее квадратичное отклонение от среднего значения  $\sigma_{\sigma_B}$ .

$\sigma_{\sigma_B} = \sqrt{D_B} \sqrt{D_B}$ , где  $\sigma_{\sigma_B}$  – среднее квадратичное отклонение от среднего значения.

$$\sigma_{\sigma_B} = \sqrt{28,7} \approx 5 \sqrt{28,7} \approx 5$$

Обозначим  $\sigma_{\sigma_B}$  и  $\overline{X_e X_e}$  на ранее построенной гистограмме.

Все полученные расчеты сведем в таблицу 4.

Таблица 4. Выборочные характеристики

$X_i$	4	9	15	21	27	$\Sigma$
$N_j$	4	21	33	27	2	n=87
$X_i * N_j$	16	189	495	567	54	1321
$X_i - \overline{X_e X_e}$	-11	-6	0	6	12	
$N_j (X_i - \overline{X_e X_e})^2$	484	756	0	972	288	2500

Анализ показал, что среднее количество возможных причин поломки, зарегистрированной системой АПС,  $\overline{X_e X_e} = 15$  со средним квадратичным отклонением  $\sigma_{\sigma_b} = 5$ .

В связи с изложенным выше сделаем вывод, что даже опытные специалисты электромеханики тратят много времени на предположения и догадки причин поломки и способов её устранения. Нередко также принимаются неверные решения в способах исправления поломки, что влечёт за собой, выход из строя, порой, целых судовых комплексов, а иногда, и приводят к аварии судна. Отсутствие грамотных действий в поиске причин поломки и правильных – в её устранении, приводят, не только, к преждевременному выходу из строя судового оборудования, но и, порой, к риску для жизни обслуживающего персонала.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковтун Л. И. Мониторинг, упреждающее моделирование и ситуационный анализ аварийных процессов и мер противодействия для систем автоматизированного управления сложными комплексами машиностроения

морской техники: программная разработка для ЭВМ / Л. И. Ковтун, Н. А. Шарков, Н. Л. Ковтун. — № 2010613335, от 20 мая 2010 г.

2. KONSBERG. Standard K-Chief 600 Alarm and Monitoring System March 2013

3. KONSBERG. Kongsberg K-Chief 500/600 Marine Automation System  
Installation Manual /311956/F March 2013 © Kongsberg Maritime AS