

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СТРАНЫ

УДК 629.7+311.218

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ОТКАЗОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

И.С. Волков
(ФГУП «НПП ВНИИЭМ»)

А.А. Потюпкин
(ВА РВСН им. Петра Великого)

Рассматривается методика анализа отказов сложного высокотехнологичного оборудования на этапах производства и испытаний. Предложено использовать срезы информации, получаемые с помощью стандартного пакета MS Excel. Приведены примеры, иллюстрирующие методику.

Ключевые слова: анализ, бортовая система, диаграмма, испытания, материалы, отказ, персонал, производство, программное обеспечение, срез информации, технология.

В настоящее время эксплуатация сложного высокотехнологичного оборудования связана с периодическим возникновением отказов, вызванных различными причинами. При этом, наряду с задачей устранения отказов по мере их накопления, возникает и задача анализа отказов и причин возникновения.

Результаты решения данной задачи позволяют не только выявить сами причины, но и определенные, неизвестные ранее, закономерности и тенденции возникновения отказов. Однако часто выявляются лишь причины возникновения отказа, определяются меры по его устранению и предотвращению повторного возникновения. Но анализ глобальный, разносторонний, в масштабах целого комплекса, системы, периода эксплуатации, порой остается без внимания. В результате истинные, глубинные причины возникновения отказов и опасные тенденции остаются и дают о себе знать в дальнейшем, как при продолжении эксплуатации анализируемой системы, так и при создании и эксплуатации новых систем и устройств.

Предлагаемая методика поверхностного анализа данных основана на использовании стандартного пакета MS Excel и заключается в проведении последовательных, удобных для пользователя срезов информации путем построения таблиц, графиков и диаграмм, содержащих в себе определенным образом обработанную информацию. Достоинством данной методики является ее очевидная простота и наглядность. К недостаткам можно отнести большое количество «ручных» операций и трудоем-

кость обработки больших массивов информации. Тем не менее, уже такая методика анализа позволяет выявить причины отказов, опасные тенденции и дает основания и наглядный материал для дальнейших исследований по выявлению скрытых закономерностей и проведению углубленного анализа данных.

Рассмотрим условный комплекс «А», состоящий из множества бортовых систем (БС), на этапе производства и этапе испытаний.

На протяжении рассматриваемого периода на комплексе возникали отказы, обусловленные различными причинами. Проведем анализ отказов систем с целью выявления причин их появления.

С этой целью разобьем все отказы на четыре группы:

- технология – отказы, связанные с ошибками при проектировании и производстве;
- материалы, комплектация, оборудование – отказы, вызванные низкокачественной элементной базой;
- программное обеспечение – отказы, связанные с ошибками, допущенными при разработке программного обеспечения;
- квалификация персонала – отказы, вызванные ошибочными и неквалифицированными действиями персонала.

В табл. 1 и 2 представлены количественные данные об отказах, сгруппированные по причинам их возникновения для двух рассматриваемых этапов эксплуатации, а также систем, в которых они возникли.

Таблица 1

Этап	Причины отказов			
	Технология	Материалы, комплектация, оборудование	Программное обеспечение	Квалификация персонала
Бортовая система 1				
Производство	1			
Бортовая система 2				
Производство	1			2
Бортовая система 3				
Производство	1			
Испытания	3		4	
Бортовая система 4				
Производство		1		1
Испытания	2			
Бортовая система 5				
Испытания			2	
Бортовая система 6				
Испытания	3	1	2	3
Бортовая система 7				
Испытания	1		7	
Бортовая система 8				
Испытания	2		3	
Бортовая система 9				
Производство	1	1		
Бортовая система 10				
Производство	1			
Испытания	1			
Бортовая система 11				
Производство				3
Испытания		2		
Бортовая система 12				
Производство	1			
Испытания	1			
Бортовая система 13				
Производство			1	
Испытания		1		
Бортовая система 14				
Испытания		2		1
Бортовая система 15				
Испытания	1	2		1

Таблица 2

Этап	Всего за этап	Причины отказов			
		Технология	Материалы, комплектация, оборудование	Программное обеспечение	Квалификация персонала
Производство	29	20	5	1	3
Испытания	60	28	6	18	8
Всего за период	89				



Рис. 1. Причины отказов на этапе производства, %

Сам анализ проведем поэтапно:

- 1-й этап – анализ отказов по их причинам на этапе производства. Конечный результат – круговая диаграмма процентного соотношения причин отказов на этапе производства (рис. 1);
- 2-й этап – анализ отказов по их причинам на этапе испытаний. Конечный результат – круговая диаграмма процентного соотношения причин отказов на этапе испытаний (рис. 2);
- 3-й этап – анализ отказов в системах и устройствах за рассматриваемый период. Конечный результат – круговые диаграммы и графики процентного соотношения отказов по системам на этапах производства и испытания и за весь рассматриваемый период (рис. 3 – 5).

Из диаграммы (см. рис. 1) видно, что основными причинами отказов систем на этапе производства явились причины, отнесенные к группам «технология» и «материалы, комплектация, оборудование», что, скорее всего, обусловливается низкокачественной элементной базой и недочетами при проектировании и производстве.

Результаты анализа причин отказов на этапе испытаний представлены в виде круговой диаграммы (см. рис. 2).

Полученные результаты (см. рис. 2) свидетельствуют о том, что основными причинами отказов на этапе испытаний явились причины, отнесенные к группам «технология» и «программное обеспечение», что, скорее всего, обусловливается, опять же, низкока-



Рис. 2. Причины отказов на этапе испытаний, %

чественной элементной базой и допущенными недочетами при разработке программного обеспечения. Следует отметить тот факт, что причины отказов из группы «технология» являются основными на обоих рассмотренных этапах, что свидетельствует о наличии некоторых серьезных недоработок при проектировании и производстве, которые дают о себе знать на всех этапах эксплуатации оборудования бортовых систем.

В соответствии с выбранной поэтапной схемой проведения анализа, конечным этапом был анализ отказов в бортовых системах за рассматриваемый период.

В табл. 3 представлены количественные характеристики отказов во всех рассматриваемых системах: на этапе производства; на этапе испытаний; за весь рассматриваемый период.

Таблица 3

Отказы бортовых систем						
Система	Этап производства	В % от этапа	Этап испытаний	В % от этапа	Всего	В % от общего
Бортовая система 1	2	6,9	0	0	2	2,25
Бортовая система 2	3	10,34	0	0	3	3,37
Бортовая система 3	1	3,45	7	11,67	8	8,99
Бортовая система 4	2	6,9	2	3,33	4	4,49
Бортовая система 5	0	0	2	3,33	2	2,25
Бортовая система 6	0	0	9	15	9	10,11
Бортовая система 7	0	0	8	13,33	8	8,99
Бортовая система 8	0	0	5	8,33	5	5,62
Бортовая система 9	2	6,9	0	0	2	2,25
Бортовая система 10	1	3,45	1	1,67	2	2,25
Бортовая система 11	2	6,9	3	5	5	5,62
Бортовая система 12	1	3,45	1	1,67	2	2,25
Бортовая система 13	1	3,45	1	1,67	2	2,25
Бортовая система 14	0	0	3	5	3	3,3
Бортовая система 15	0	0	4	6,67	4	4,49

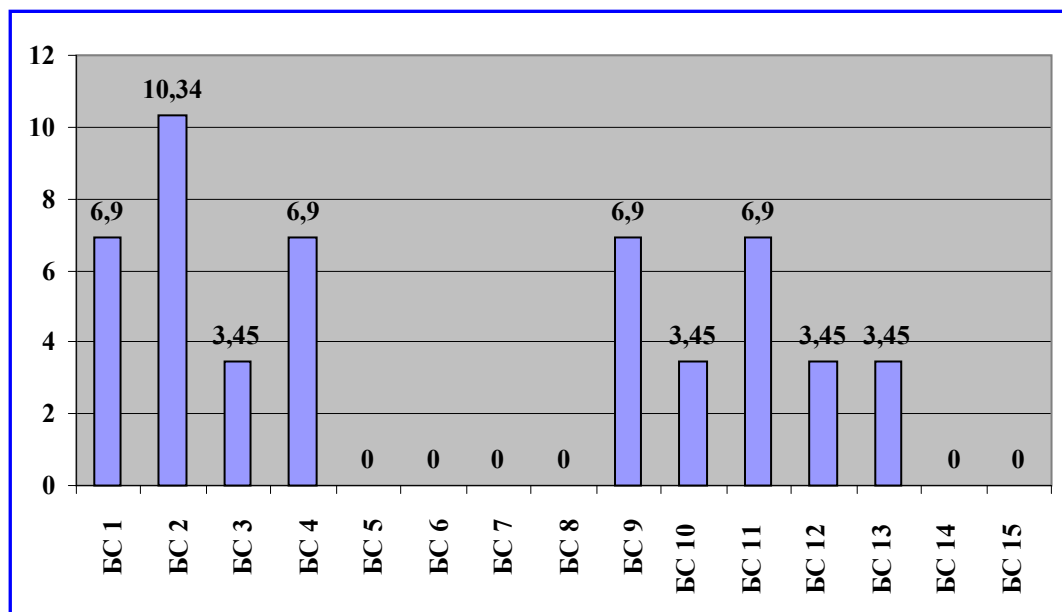


Рис. 3. Отказы систем на этапе производства

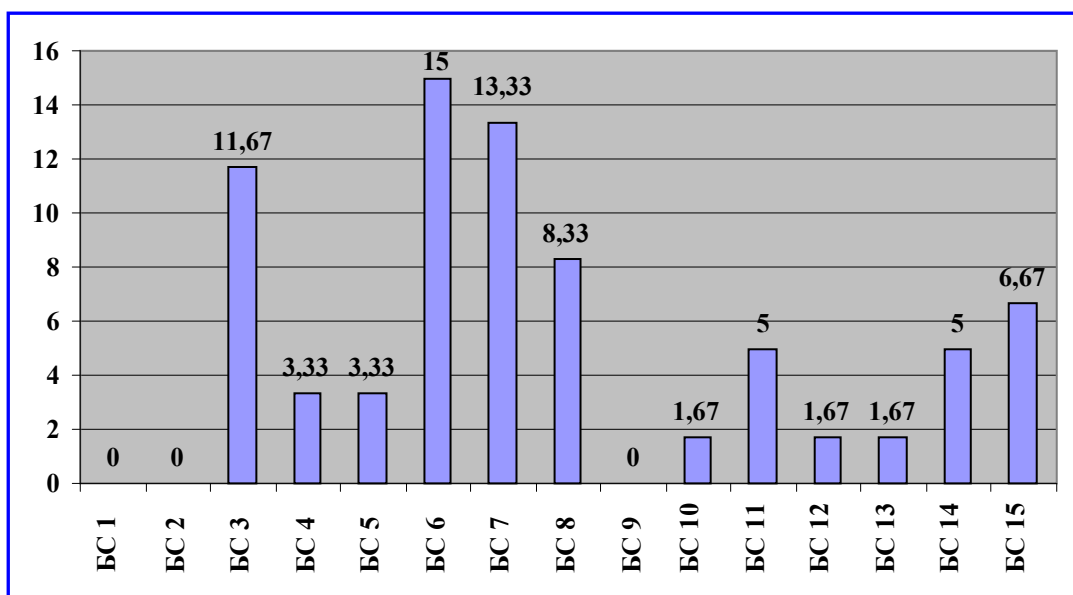


Рис. 4. Отказы систем на этапе испытаний, %

Результатом анализа явились графики процентного соотношения отказов по системам на рассматриваемых этапах (рис. 3, 4) и круговая диаграмма процентного соотношения отказов за весь рассматриваемый период (рис. 5).

Результаты анализа отказов бортовых систем на этапе производства показывают, что наибольшие проблемы возникли с бортовой системой 2. Более детальный анализ с помощью табл. 1 позволяет установить, что к отказам привели причины из

групп «технология» и «проектирование и квалификация персонала».

По результатам анализа отказов на этапе испытаний с бортовой системой 2, напротив, не возникло проблем. Наибольшее количество отказов возникло на бортовых системах 6, 7 и 3 – 15%, 13,33% и 11,67% отказов соответственно. Основными причинами отказов явились причины групп «технология» и «программное обеспечение».

Окончательным результатом проводимого ана-

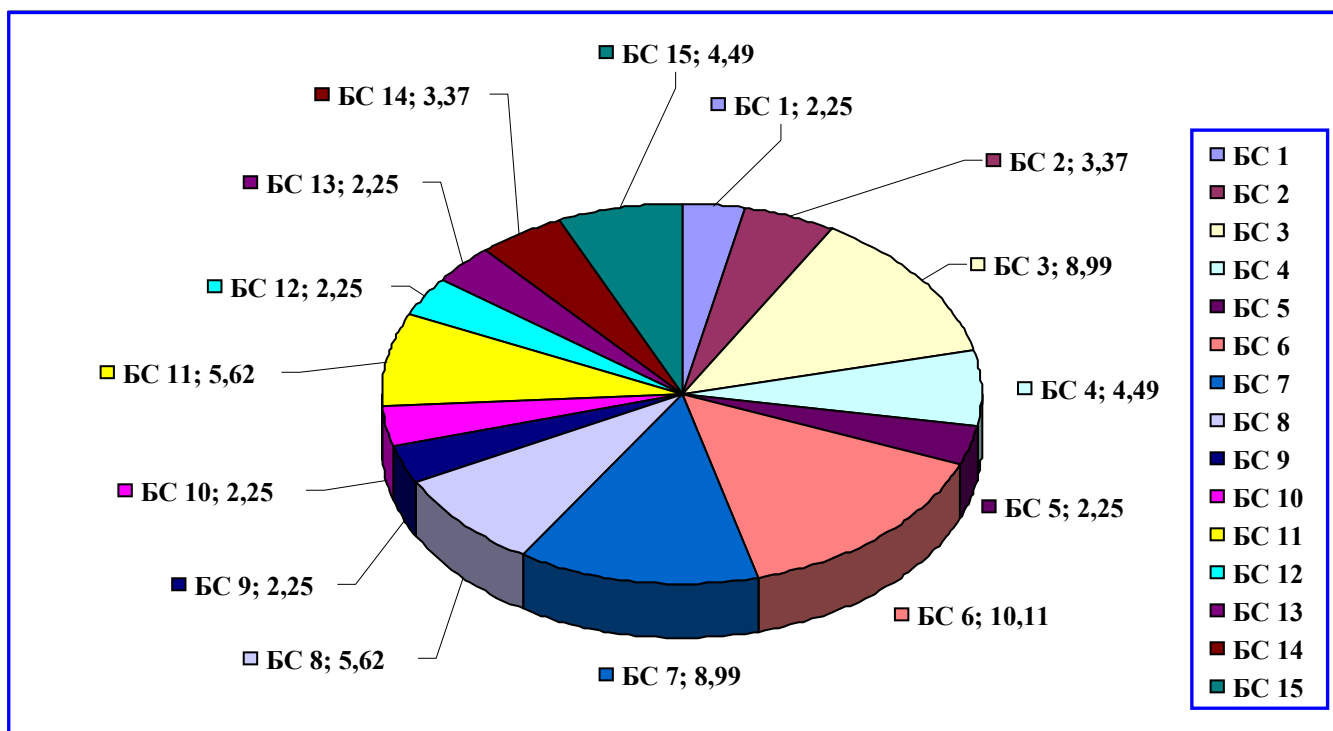


Рис. 5. Отказы в бортовых системах комплекса «А»

лиза является круговая диаграмма отказов в бортовых системах комплекса «А» за анализируемый период (рис. 5).

Из диаграммы видно, что наибольший процент отказов дали уже упомянутые бортовые системы 6 и 7 – 10,11% и по 8,99% соответственно, основными причинами отказов на которых явились причины из групп «технология» и «программное обеспечение». Стоит заметить, что основная масса отказов, в том числе на этих системах, произошла на этапе испытаний. При этом выявленные по 1-му и 2-му этапам проведенного анализа наиболее существенные причины отказов (группы «технология» и «программное обеспечение») подтвердились на 3-м этапе анализа.

Таким образом, по результатам проведенного анализа отказов систем и устройств за рассматриваемый период, было выявлено, что в ходе проек-

тирования и производства систем и устройств, а также при разработке программного обеспечения, был допущен ряд ошибок, приведших к возникновению большого числа отказов, при этом наиболее чувствительными к допущенным ошибкам оказались следующие системы: бортовые системы 6, 7, 3.

Продемонстрированная методика позволила путем несложных операций в среде MS Excel провести подробный и разносторонний анализ отказов бортовых систем комплекса «А», выявить опасные тенденции и получить наглядный материал для принятия решений и проведения дополнительных исследований. Следует отметить, что приведенные результаты проведенного анализа, отображенные в таблицах, диаграммах и графиках, весьма условны и могут осуществляться и иметь необходимый вид в зависимости от желания пользователя.

Поступила в редакцию 27.11.2009

*Игорь Сергеевич Волков, аспирант, зам. руководителя Испытательного центра
ФГУП «НПП ВНИИЭМ», т.8-915-049-08-45, e-mail: vniiem@orc.ru.*

Александр Александрович Потюнкин, науч. сотрудник, т. 8-903-592-77-31, e-mail: FOTIN853@mail.ru.