

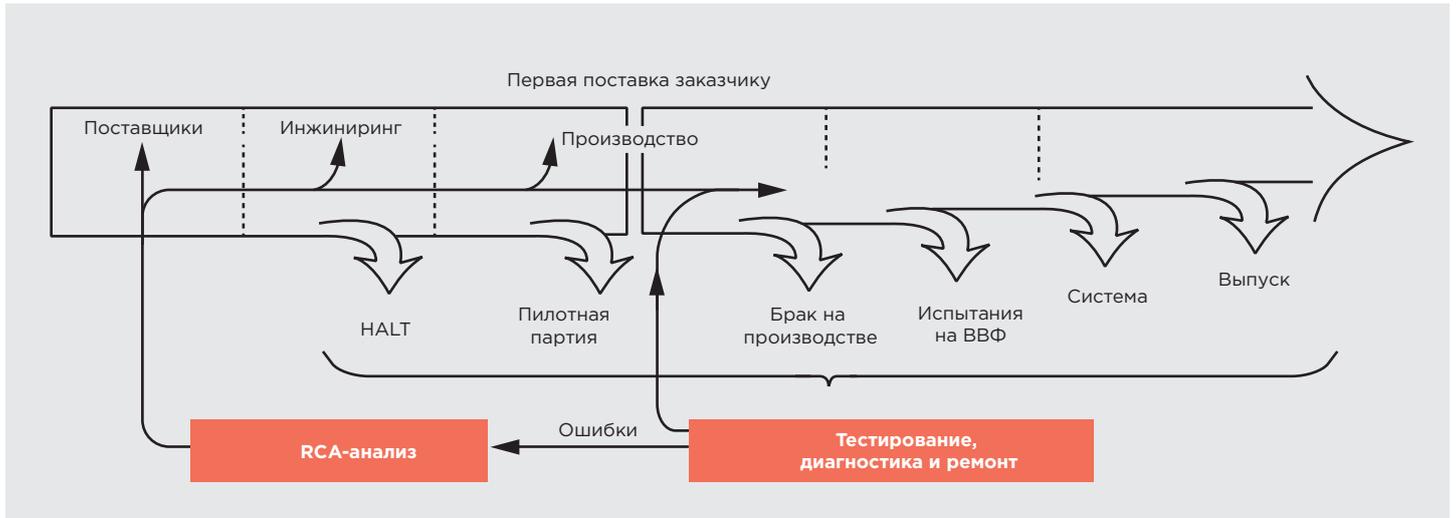
# Внедряй и считай. Прибыльный испытательный центр – миф или реальность?



Текст: Анатолий Лютов

»

В журнале «Вектор высоких технологий» №4 (33) в статье «Испытай меня, если сможешь» был представлен обзор комбинированных установок Qualmark, приведены кейсы крупнейших корпораций, которые уже внедрили это оборудование на своем производстве. Цель данной статьи – опровергнуть миф о том, что испытательный центр – статья расхода.



1  
Элементы ускоренных испытаний

Когда перед предприятием встает вопрос о переоснащении парка оборудования, возникает множество вопросов не по выбору, а по окупаемости. Выбор оборудования широк, понятен и ясен. А вот как просчитать экономический эффект от внедрения установок? Как сильно изменится конструкция изделия после проводимых испытаний? Какие издержки можно сократить в будущем, приобретая эту единицу? Что в итоге получат предприятие и потребитель в качестве конечного продукта?

Проясним часть этих вопросов в статье в разрезе HALT-испытаний.

Цель ускоренных испытаний – реализовать и обеспечить ряд таких улучшений, которые могут повлиять на надежность изделия. Для этого нужно проводить исследования и испытания вне заложенного конструкторами предела прочности изделия. Элементы ускоренных испытаний представлены на рис 1.

Рассмотрим экономическую составляющую HALT независимо от других ускоренных испытаний.

Журналом IEEE<sup>1</sup> (октябрь 2008) был проведен опрос, цель которого – узнать отношение пользователей, операторов, наладчиков испытательного оборудования к ускоренным испытаниям. Вопрос звучал так: «Где вы видите применение ускоренных испытаний в рамках вашей компании и почему именно там? В чем вы видите плюсы и минусы ускоренных испытаний?» В опросе приняли участие 32 респондента из 22 компаний (результаты представлены далее).

Решение проводить или не проводить ускоренные испытания для специфичных продуктов – это проблема «цена/качество» (T1), с которой сталкиваются все компании. Одна из составляющих качества – надежность и долговечность изделий. Параметр надежности доступен для оценки только после выпуска изделия и его тестирования.

T1  
Причины проведения HALT-испытаний

ПРИЧИНЫ «ЗА» ПРОВЕДЕНИЕ HALT-ИСПЫТАНИЙ		
КОЛ-ВО	ПРИЧИНА	КОММЕНТАРИЙ
25	Увеличение надежности	Сложно измерить – сложно определить преимущества
7	Повышение уровня удовлетворенности клиентов / преимущество при продажах	Тот же комментарий, плюс сложнее идентифицировать и посчитать
ПРИЧИНЫ «ПРОТИВ» ПРОВЕДЕНИЯ HALT-ИСПЫТАНИЙ		
19	Дополнительная стоимость	Расходы и прибыль четко не идентифицируются. Преимущества не ясны
5	Дополнительное время	Непонятный новый метод

<sup>1</sup> Журнал Международного института инженеров электротехники и электроники, профессиональной некоммерческой ассоциации



2

Исходные характеристики продукта

Среди опрошенных респондентов преобладали следующие мнения относительно недостатков проведения HALT-испытаний:

- Затраты и прибыль не дифференцированы.
- Новизна метода – дополнительное время.
- Преимущества не так явны, как недостатки.

Комментарии «За»:

- Сокращение времени выхода на рынок нового продукта.
- Сокращение гарантийных издержек.
- Увеличение гарантийного периода.
- Дифференциация продукта (пример с ноутбуком Tecra A9 в предыдущей статье, компания Toshiba).
- Демонстрация надежности продукта.

До конца XX века компания Tandem Computers Inc. (США) специализировалась на изготовлении отказоустойчивых компьютерных систем для сетей банкоматов, банков, фондовых бирж, АТС и других подобных сфер, где требуется максимальное время непрерывной работы и полное исключение потери данных, т. е. – максимальная надежность. До 1997 года Tandem Computers оставалась независимой компанией, пока не была поглощена Compaq. А в 2002 году компания Compaq, в свою очередь, была поглощена компанией Hewlett-Packard. Сегодня Tandem Computers – северное подразделение компании Hewlett Packard Enterprise.

Чтобы наглядно показать необходимость проведения HALT-испытаний, на примере компании Tandem Computers посчитаем ROI от внедрения HALT-испытаний, в частности, оборудования Qualmark, и выявим, какие издержки были сокращены в результате внедрения.

## Алгоритм расчета

- Определение плановых годовых показателей по выпуску продукта (общая цена, количество отгружаемых изделий, процент возврата изделий).
- Определение ресурсов (количество операторов и длительность испытаний).
- Определение стоимости оборудования и затрат на оснащение испытательной лаборатории (в т. ч. амортизация).
- Оценка стоимости корректирующих мероприятий.
- Годовые затраты на проведение HALT-испытаний.
- Определение процента возвращенных изделий в первый год отгрузки.
- Общая оценка количества отказов, устраняемых с помощью HALT-испытаний, и потенциально утерянной прибыли.
- Расчет ROI.

На рис. 2 показано нормальное распределение отказов ЦПУ (центральное процессорное устройство) компании Tandem. Все ЦПУ были подвергнуты HALT-испытаниям. Для изделий, представленных на рисунке, первоначально высокий уровень отказов сглаживается и стремится к горизонтальной асимптоте в течение ближайших двух лет. Это является классической характеристикой продукта, которая свойственна HALT-испытаниям.

Большинство отказов происходит в первый год обслуживания (период от 3 до 12 месяцев). Эти поломки могут быть обнаружены при помощи HALT-испытаний.

Чтобы оценить все достоинства HALT, необходимы начальные (исходные) характеристики ЦПУ:

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКТА	ЗНАЧЕНИЕ
Общая цена за продукт (\$)	10 000
Ожидаемый процент возврата изделий, %	5
Кол-во отгружаемых единиц продукции за первый год, ед.	5 000

**ROI** (Return On Investment) — это коэффициент возврата инвестиций, показатель рентабельности вложений. В процентном соотношении демонстрирует прибыльность или убыточность конкретной суммы вложения денежных средств в определенный проект.

Для расчета этого показателя используются следующие данные:

- себестоимость продукции;
- доходы;
- сумма инвестиций.

### HALT ROI = (доход – расход) / расход (%) (1)

Применим эту формулу только для тех изделий, отгрузки по которым были зафиксированы в течение первого года.

### Затраты на HALT-испытания

Затраты на HALT будем оценивать на основе опыта предыдущих внедрений подобного оборудования. Затраты на персонал – в течение проведения HALT-теста (в США работа оплачивается, исходя из количества отработанных часов). Для комплексных систем выдвинем предположение, что будут проведены два теста: первый для обнаружения первичного отказа изделия, второй – на проверку этого отказа и внедрение корректирующих мероприятий:

ОПЕРАТОРЫ И ИСПЫТАНИЯ	
Длительность (недели)	2
Персонал (кол-во операторов)	1
Зарплата (полная загрузка, неделя на человека)	2 000
Итого:	4 000

Расходные материалы – это электроэнергия, обслуживание сосуда с жидким азотом в течение испытаний. Тарифы на коммунальное обслуживание везде разные, возьмем среднюю стоимость для Силиконовой Долины как 500\$.

Далее необходимо учесть затраты на ремонт вновь создаваемого помещения, заложить стоимость камеры (для примера: Qualmark OVS4) и количество жидкого азота для проведения испытаний (2000 галлонов = 7,56 м<sup>3</sup>):

ОСНОВНЫЕ РАСХОДЫ	
Стоимость камеры (\$)	200 000
Трубопровод и жидкий азот (\$)	150 000
Подготовка и ремонт помещения (\$)	50 000
Время испытаний (неделя)	2
Амортизация, (лет)	5
Амортизационные отчисления (\$)	6 666,67

После того, как мы установили запас прочности изделия, обнаружили дефекты после испытаний и внедрили корректирующие мероприятия по их устранению, получается:

КОРРЕКТИРУЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ	ЗНАЧЕНИЕ
Длительность (недель)	2
Персонал (# кол-во старших инженеров)	1
Зарботная плата (\$/человек/неделя, полная нагрузка) (\$)	1 500
Корректирующие мероприятия	3 000

Общие затраты на проведение HALT-испытаний:

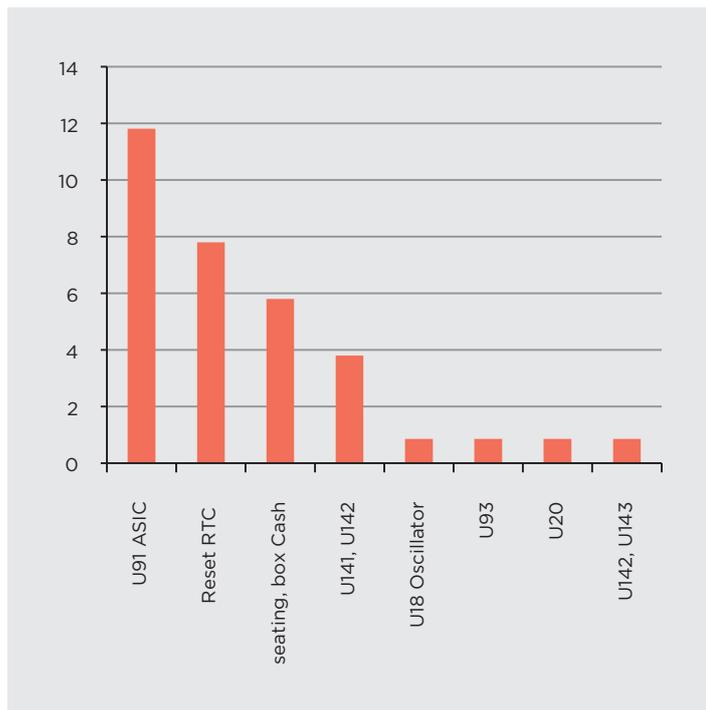
ОСНОВНЫЕ РАСХОДЫ	
Цена изделия (на испытании, не отгружено) (\$)	10 000
Персонал (\$)	4 000
Коммунальные расходы (\$)	500
Корректирующие действия (\$)	3 000
Амортизационные отчисления (\$)	6 666,67
Итого:	20 566,67

### Экономический эффект HALT

Используя входные данные, можно оценить общее количество возвратов в первый год поставки заказчику. Многие из этих возвратов могут быть связаны не с ошибками, а с логистикой и т.д. Оценив процент возврата из-за ошибок оборудования в 50 % (данные Tandem), мы получим следующее:

ВОЗВРАТ ИЗДЕЛИЙ ЗА ПЕРВЫЙ ГОД	
Общее количество возвратов в первый год	250
% возврата из-за ошибок оборудования	50
Первый год – возвраты	125

Подобные ошибки типичны по ряду причин. Как пример, на рис 3 показана диаграмма Парето отказа изделий в процессе эксплуатации для производства электронных изделий. Основная причина отказов, при подсчете 12 из 34 отказов (35%), – U91 ASIC.



3

Диаграмма Парето отказов

Если основная причина отказов составляет 35 % от всех отказов, то их количество за первый год:

ПРИЧИНЫ ОТКАЗОВ	
Основная причины отказов, %	35
Кол-во отказов из-за данной группы отказов	44

Напомним, что HALT-тест проводят, чтобы устранить дефекты будущих изделий. Только когда ошибка изделия выявлена и устранена, проводятся следующие испытания. Испытания заканчиваются, когда достигается максимально допустимая нагрузка продукта.

Продолжим оценку HALT-теста, измеряя вероятность нахождения главных причин отказа изделия. Какова стоимость таких отказов в рамках продуктовой компании? В первом приближении цена каждого отказа равна цене произведенного продукта, таким образом, предприятие понесет следующие убытки:

ОЦЕНКА ВОЗВРАТОВ ПО ГЛАВНЫМ ПРИЧИНАМ ОТКАЗОВ	
Кол-во отказов	44
Цена отказа (продукта) (\$)	10 000
Итого (\$)	437 500

Наконец, какова вероятность того, что HALT найдет этот отказ (ошибку)? Один из пяти тестов станет результатом корректирующего воздействия – эффект от остальных четырех тестов остается экономически невыгодным.

Вероятность того, что при первом испытании будет обнаружен дефект изделия, %	20
Ожидаемая будущая прибыль от HALT (сокращение издержек) (\$)	87 500

### Возврат инвестиций от HALT

Заменим расходы и доходы в уравнении (1) и получим ROI для HALT:

ROI HALT-МЕТОД	
Общие затраты на HALT	20 566,67
Предполагаемые общие доходы	87 500
Предполагаемый ROI, %	425

### Заключение

ROI для HALT может быть оценено в течение года. Основные расходы: стоимость оборудования, персонал, амортизационные отчисления, корректирующие действия по изменению конструкции. Ключевые преимущества – предотвращение возникновения новых отказов. Наконец, результат и данные об ошибках могут быть получены для верификации первоначальных затрат. Эти данные используют для улучшения будущих продуктов (через HALT-тест) и выбор следующих испытаний. ▾

**Расчет ROI был проведен на примере компании Tandem. Если вы хотите рассчитать ROI своего изделия, отправьте запрос на электронный адрес [test@ostec-group.ru](mailto:test@ostec-group.ru) с темой «Расчет ROI Qualmark», и мы вместе с вами подготовим технико-экономическое обоснование внедрения этого оборудования.**