

отображения полученных результатов в виде вектора состояния параметров и соответствующих графиков.

Приведенный метод определения динамической погрешности путем компьютерного моделирования позволяет наглядно оценить передаточные свойства измерительных цепей и их влияние на функционирование систем управления.

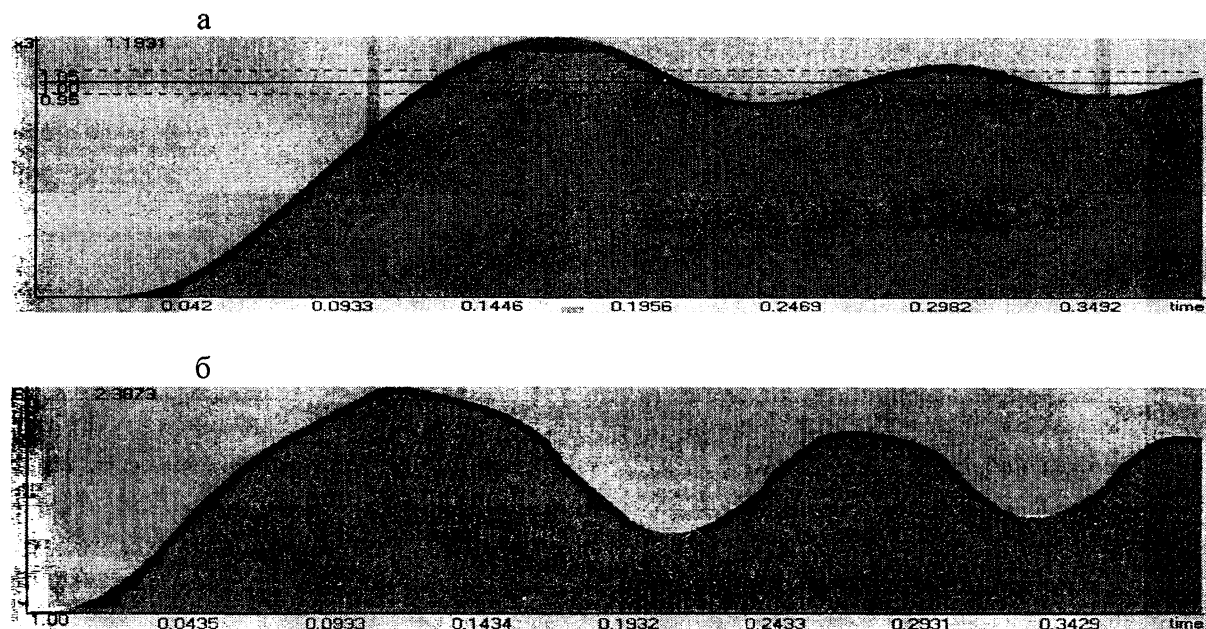


Рис. 1 Динамические характеристики измерительного устройства:
а – переходной процесс при единичном входном сигнале;
б – динамическая погрешность

Литература. 1. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем.: – Мн.: ДизайнПРО, 1997. – 640с. 2. Измерения в промышленности. Справ. изд. Под ред. П.Профоса. пер. с нем.: - М. : Металлургия, 1980. – 648 с.

УДК 539.3

А. Н. Панов

СИСТЕМНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА, НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ МАШИН

*Институт надежности и механики машин НАН Беларуси
Минск, Беларусь*

Целью работы является анализ главных факторов влияния на качество и синтез подхода к системе планирование качества, надежности и безопасности машин и технических систем исходя из новых условий.

В настоящее время существенными (определяющими) факторами, определяющими проблему качества, надежности и безопасности машин являются:

- законодательные ограничения [1], изложенные в виде нормативных документов (стандартов и т.п.);

- требования потребителя и глобальная конкуренция;
- системы менеджмента организации (качества, экологии, рисков и т.п.) [2];
- возможности адаптации организации к изменяющимся условиям (требования среды, бизнес-процессы в организации, цели лидеров и рядовых членов организации) [3];
- гармоничное удовлетворение требований потребителя, собственника, персонала организации, поставщиков, общества в целом [3];
- сокращение запасов ресурсов;
- увеличение рисков техногенных аварий и катастроф.

Советская инженерная школа прямо или косвенно стандартизировала многие пути решения проблемы создания продукции и процессов заданных качества, сроков и цены. Например, порядок разработки и постановки продукции на производство; систему стандартов разработки конструкторской и технологической документации, технологической подготовки производства; комплексную систему управления качеством продукции, а в последние годы отечественная инженерная школа адаптируется к системе сертификации продукции, менеджмента качества и т.п. [1-3]. Необходимо отметить и концептуальные традиции:

- «допусковое мышление» - когда принято считать соответствие требованиям - попадание в границы поля допуска требуемого параметра (например, в документации размер $20 + 0,125$) с вероятностью 99,7 % («концепция шести сигм»);

- планирование продукта – проектирование изделия, планирование процесса - проектирование процесса (обратим внимание на то, что планирование контрольных операций технологического процесса направленных на подтверждение того, за что платит потребитель, описывается в конце технологического процесса без прозрачного обоснования);

- прогнозирование вероятности соответствия установленным требованиям (например, долговечности) в зависимости от важности элемента машины (вероятность отказа 0,999) [4].

Существующий подход (кроме неупомянутых проблем [2,3]) тиражирует продукцию, которая уступает конкурентам. При использовании аналогичных конкурентам «трехэтажных формул» при расчете, оборудования при производстве и т.п. продукция уступает по качеству и цене. При рассмотрении причин возникновения отказов и степени их интенсивности на всех этапах жизненного цикла машин («приработка», «нормальная эксплуатация» и «старение») можно отметить следующие: брак при проектировании и производстве, рассеивание свойств («допусковый»), несоответствующие условия эксплуатации и обслуживания. На наш взгляд решение проблемы вследствие чего возникают отмеченные причины, лежит в нескольких аспектах. В первую очередь в системности [1-3]. В данной работе отметим только следующие аспекты.

Для системного планирования качества, надежности и безопасности машин и технических систем необходимо:

- 1) Функционирование гармоничной системы менеджмента организации (качества, рисков, финансового и т.д.) направленной на удовлетворение требований заинтересованных сторон – потребителя, собственника, персонала, поставщиков, общества в целом [3, 5];

- 2) Рассчитывать затраты на качество деятельности [5];

- 2) Эффективное функционирование системы стандартизации, метрологии и сертификации для удовлетворения заинтересованных сторон [1];

- 3) Рассмотрение планирования качества, надежности и безопасности в рамках жизненного цикла организации, проектов и продукции [3, 5];

КЛАССИФИКАЦИЯ КРИТЕРИЕВ

Значение показателя	Серьезность последствий	Вероятность появления несоответствия			Вероятность не выявления при контроле		Надежность метода доказательств
		Словесное описание	Результаты исследования процесса Срк	Численность значения	Словесное описание	Численные значения	
1	2	3	4	6	7	8	9
10, К	Внезапный отказ связан с угрозой безопасности человека, окружающей среды, нарушение законодательных требований потребителя	Несоответствие неизбежно	0,33	1 и более из 2 (0,5 и более)	Очень высокая вероятность, что несоответствующий продукт появится у потребителя. Отсутствие контроля	0,86...1,0	90%
9	Постепенный отказ связан с угрозой безопасности человека, окружающей среды, нарушение законодательных требований	Очень высокая вероятность появления причины	0,33	1 из 3 (0,1)	Очень незначительная вероятность выявления несоответствия	0,76...0,85	
8	Отказ не связан с безопасностью человека, полная потеря функции продукта	Высокая вероятность появляющихся неисправностей. Основана на предыдущих наблюдениях	0,50	1 из 8 (0,05)	Высокая вероятность того, что несоответствующий продукт достигает потребителя	0,66...0,75	98%

4) Использование гармоничной взаимосвязанной классификации критериев серьезности последствий несоответствий, вероятности появления несоответствий, вероятности выявления при контроле и надежности метода доказательств (см. например, табл.1) при планировании качества, надежности и безопасности;

5) Внедрение концепции планирования качества перед планированием продукта (проектированием) и процесса (разработкой технологического процесса) (см. например, табл.2, 3).

Таблица 2

МАТРИЦА ВЫБОРА ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ВИДОВ КОНТРОЛЯ И АУДИТОВ ОТ СТЕПЕНИ ВАЖНОСТИ ПАРАМЕТРОВ

№ п/п	Вид затрат	Виды контроля, аудитов продуктов, процессов, объем выборки	Степень важности параметров продукции							План реагирования по контролю и аудиту
			Малозначительные		Значительные			Критические		
			1...6		7 или 8		9	10, К		
			Стойкость процесса (5M)							
			Выс.	Низк.	Выс.	Низк.	Выс.	Низк.	-	
			Показатель FMEA							
Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	-				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	П	Проверка годности и настроенности оборудования (n≥5 шт)	-	-	-	+	+	+	+	Повторные настройка и контроль
			Меньше 100% T		Меньше 50% T	C _m , C _{mk} ≥ 1,33			C _m , C _{mk} ≥ 1,67	
2	П	Проверка первых образцов перед и после окончания работы (n≥2шт)	+	+	+	+	+	+	+	Повторные настройка и контроль
			Меньше 20% T							
3	К	Проверка опытной партии (n≥50шт)	+	+	+	+	+	+	+	Повторные настройка и контроль
							C _p , C _{pk} ≥ 1,33	C _p , C _{pk} ≥ 1,67		
4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Примечание:

- T – поле допуска
- C_m, C_{mk} - статистические показатели годности, настроенности оборудования
- C_p, C_{pk} - статистические показатели годности, настроенности процесса

1	2	3	4	6	7	8	9
7	Функционирование продукта на очень низком уровне, потребитель крайне неудовлетворен	Повторяющиеся неисправности	0,67	1 из 20 (0,01)	Метод контроля ненадежен	0,56...0,65	
6	Продукт функционирует, но его эксплуатационные характеристики снижены, что вызывает раздражение у потребителя	Отказы можно ожидать	0,83	1 из 80 (0,005)	Низкая вероятность обнаружения несоответствий	0,46...0,55	99,7 %
5	Продукт функционирует, но удобство использования на низком уровне, потребитель частично неудовлетворен	Случайные отказы	1,00	1 из 400 (0,001)	Умеренная вероятность обнаружения несоответствия	0,36...0,45	
4	Несоответствие отделки продукта Отклонение замечается большинством потребителей	Умеренная вероятность отказа	1,17	1 из 2000 (0,0005)	Умеренно высокая вероятность обнаружения несоответствия	0,26...0,35	99,9 %
3	Несоответствие отделки продукта Отклонение замечает половина потребителей	Возможность отказа связана с методами расчета	1,33	1 из 15000 (0,0001)	Высокая вероятность обнаружения несоответствия	0,16...0,25	
2	Несоответствие отделки продукта Отклонение замечаются только отдельными потребителями	Низкая вероятность отказа	1,50	1 из 150000	Очень высокая вероятность обнаружения несоответствия	0,08...0,15	99,99%
1	Отсутствуют отклонения	Вероятность появления причины крайне мала Отказа в течение времени ожидать не следует	1,67	1 из 150000 (0)	Контроль почти гарантировано выявит несоответствие	0...0,05	

Таблица 3

ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

<input type="checkbox"/> Прототип		<input checked="" type="checkbox"/> Опытная партия		<input type="checkbox"/> Производство		Контактные имя и телефон Панов А.Н. 245-82-72					Дата (перв.)		Дата (пересмен.)					
Номер программы управления качеством ПАМ7-Г-ВН3201						Основная команда: Панов А.Н. (РП); Матвеев Г.С. (ОГТ); Чухомский А.И. (ОГК); Неверовский В.Э. Комарова Н.В. (ОСК); (ОМ, ИЦ); Щекин О.А. (ОСК); Литяго Д.А. (ОЗ)					Дата тех. согласования потребителем (если требуется)							
Номер части/Уровень последнего изменения ФСПИ.716731.001 без изм.						Дата согласования поставщика/производства					Дата согласования качества потребителем (если требуется)							
Наименование/описание части						Дата других согласований (при необходимости)					Дата других согласований (если требуется)							
Поставщик/участок		Код поставщика				Дата других согласований (при необходимости)					Дата других согласований (если требуется)							
Номер части/процесса	Вязание процесса/описание операции	Производственное оборудование; - Оснастка; - Инструмент; - Измерительные средства	План технического обслуживания, контроля	Защита от несанкционированных действий оператора	Характеристики			Значение показателя			Методы		Аудит продукта	Специальная маркировка продукта	Метод измерения (применение измерительных средств)	План реактрования	Метод анализа данных. Метод архивирования	
					Номер	Продукт	Процесс	Специальные характеристики QS 9000	Потребители	Важности "FENOX"	Требование к специализированному оборудованию	Допуск продукта/процесса						Методика измерения оценки	Объем	Частота
		Профилометр Mahr M4DI	Аттестация оборудования; аттестация оснастки; плановое техническое обслуживание	Инструктаж по ТБ; обучение персонала	1	шероховатость сферы			7	(А)	0,16	На основании ГОСТ 19300	125 шт	из партии 1200-3200 шт	—	Ф-4.8-003	Ф-4.10-027	При обнаружении 1-ой дефектной в выборке – бракуется вся партия СТП 4.13, СТП 4.14
		ШЦ МПУ-ТОУО	То же	То же	2	Ø 32,7 (сферы)			7	(А)	± 0,1	РД 50-98-86	125 шт		—	Ф-4.8-003	Ф-4.10-027	
		3-координатная измер. машина	То же	То же	3	отклонение от сферичности			7	(А)	T 0,02		125 шт		—	Ф-4.8-003	Ф-4.10-027	
		3-координатная измер. машина	То же	То же	4.1	23			7	(А)	± 0,5	РД 50-98-86	125 шт		—	Ф-4.8-003	Ф-4.10-027	
		ШЦ МПУ-ТОУО	То же	То же	4.2	Ø 17			7	(А)	± 0,2	РД 50-98-86	125 шт		—	Ф-4.8-003	Ф-4.10-027	
		3-координатная измер. машина	То же	То же	4.3	конусность			7	(А)	1:8	РД 50-98-86	125 шт		—	Ф-4.8-003	Ф-4.10-027	
		Инструмент для прокатки	Принудительная замена на каждую партию	То же	5	15			10	(А)	+ 0,2	РД 50-98-86, MSA	3 первые + 3 последние детали в партии		—	Ф-4.8-003	Ф-4.5-4.16-037	
		Универс. испытательная машина	Аттестация оборудования; аттестация оснастки; техническое обслуживание	То же	7	относительное удлинение в зоне шейки			10	(А)	≥ 12 %	ГОСТ 1497, MSA	3 обр из партии + стат. регул.	—	Ф-4.8-003	Ф-4.5-4.16-037		
		Испытание на стенде	То же	То же	8	Ударная прочность в зоне шейки			10	(А)	Сохранен целостности	ГОСТ 1497, MSA	3 обр из партии + стат. регул.	—	Ф-4.8-003	Ф-4.5-4.16-037		
		Универс. испытательная машина	То же	То же	9	предел текучести в зоне шейки			10	(А)	≥ 550 МПа	ГОСТ 1497, MSA	3 обр из партии + стат. регул.	—	Ф-4.8-003	Ф-4.5-4.16-037		