

Реализация метода Волковича и Михалевича при проектировании системы автоматического регулирования параметра технологического процесса

Надёжность систем автоматизированного сбора данных и управления является одним из их важнейших показателей. В состав каждой АСУ входит набор различных элементов, выполняющие различные функции. Причём один элемент может выполнять несколько функций и, наоборот, одна функция может выполняться несколькими элементами. [1]

Возможным способом повышения надёжности является резервирование. Под резервированием понимается применение определённых технических средств с целью обеспечения работоспособности объекта при отказе. В системах с резервированием выделяют основной и резервный элементы: первый представляет собой элемент структуры объекта, отказ которого при отсутствии резервирования приводит к потере работоспособности объекта, второй — элемент, предназначенный для обеспечения работоспособности объекта в случае отказа основного элемента. [2]

Различают общее и отдельное резервирование. При общем резервировании резервируется вся система в целом, при отдельном – резервируются отдельные элементы системы. Количественным показателем резервирования является кратность резервирования λ . Эта величина показывает отношение числа резервных агрегатов к числу резервируемых (основных).

И одним из методов проектирования систем в которых надёжность повышается путём резервирования является метод, разработанный Волковичем и Михалевичем.[3]

Данный метод применим ко множеству различных технических систем, но в данной статье мы рассмотрим применение этого метода для типичной системы автоматического регулирования температуры в теплообменнике, построенной на элементной базе Advantech. Резервирование выполняется по принципу системы с постоянно включенным нагруженным резервом.

Рассматриваемая система состоит из следующих элементов

- Термопреобразователь
- Блок питания
- Модуль аналогового ввода
- Модуль центрального процессора
- Модуль аналогового вывода
- Электропневмопреобразователь

Ограничение ресурсов: Потребляемая мощность, стоимость, трудоёмкость.

Ограничение по стоимости – 150000

Ограничение по мощности – 27

Ограничение по трудоёмкости – 30

Несмотря на то, что в системе теоретически присутствуют несколько блоков питания, ограничение идёт по мощности, выдаваемой одним блоком, потому что в минимальной рабочей конфигурации в системе в строю один блок.

Сведём данные мультиверсии модулей в таблицу

Таблица 1

N	Название модуля	Тип мультиверсии	Стоимость	Мощность	Трудоёмкость	Надёжность
1.1	Термопреобразователь	Метран 2700	5000	1,2	2	0,85
1.2		Метран 270	3500	1,2	1	0,7
1.3		Метран 280	5900	1	2	0,9
2.1	Блок питания	Метран 602-036-50-01	3300	0	3	0,8
2.2		Метран 602-036-80-01	3500	0	2	0,9
2.3		Метран 602-036-100-01	3800	0	2	0,9
3.1	Модуль аналогового	SM 431-	15800	1,8	4	0,8

	ввода	1KF00				
3.2		SM 431-1KF10	23500	3,5	3	0,7
3.3		SM 431-1KF20	36700	4,9	3	0,8
4.1	Модуль аналогового вывода	SM 432-1HF00	37000	9	2	0,85
5.1	Электропневмо-преобразователь	ЭП-3211	7000	0	3	0,7
5.2		ЭП-3312	5900	0	3	0,85
5.3		ЭП-3324	5500	0	3	0,8

Для упрощения расчётов примем ограничения по мощности блоков контроллера равными ограничениям модуля термопреобразователя.

Мощность блока питания указана, как «0», потому что он является источником энергии, а не приёмником.

Мощность электропневмопреобразователя указана, как «0», потому что он не имеет электропитания.

Каждый модуль должен иметь как минимум одну версию.

Определим «допуск» по каждому ресурсу по формуле

$$\Delta g_p^j = g_p^* - g_p^s, \quad (1)$$

где g_p^s - минимально возможный расход ресурса p

g_p^* - ограничение ресурса p

Результаты расчета допусков сведём в таблицу

Таблица 2

	Стоимость, руб	Мощность, Вт	Трудоёмкость, ч
Термопреобразователь	146500	25,8	29
Блок питания	146700	27	28
Модуль аналогового ввода	134200	25,2	27
Модуль аналогового вывода	113000	18	28
Электропневмо-преобразователь	144500	27	27

Исходя из этого, отсеем непрошедшие мультиверсии и определим глубину резервирования

Таблица 3

	Термопреобразователь	Блок питания	Модуль аналогового ввода	Модуль аналогового вывода	Электропневмо-преобразователь
Тип 1	14	9	6	2	9
Тип 2	21	14	5	-	9
Тип 3	14	14	3	-	9

Приступим к оптимизации целевой функции

Функция имеет вид

$$f(v) = \sum_{j=1}^5 (c_0 \cdot \log P_j + c_1) \quad (2)$$

, где P_j - надёжность j -того модуля, c_0, c_1 – коэффициенты для удобства расчёта.

Составим минимально работающую систему и затем проведём итерационную процедуру. Её целью будет максимизация целевой функции

Суть каждой итерации заключается в том, чтоб добавлять по одной мультиверсии в модуль и вычислять целевую функцию. Оптимум будет достигнут, когда функция фактически перестанет увеличиваться.

Примем $c_0=10$, $c_1=0$

Минимально работающая система состоит из следующих элементов:

Таблица 4

Модуль	Тип	Надёжность
1	3	0,9
2	2	0,95
3	1	0,8
4	1	0,9
5	2	0,85

Целевая функция данной системы $f_1(v)=-3,32$

Начнём вводить в модули резервные элементы

Таблица 5

N п.п	Модуль	Тип	Целевая функция	Неизрасходованные ресурсы		
				Стоимость	Мощность	Трудоёмкость
1	1	3	-2,94	81900	15,2	17
2	2	2	-2,73	78400	15,2	15
3	3	1	-1,93	62600	13,4	11
4	4	1	-1,14	25600	4,4	9
5	5	2	-0,54	19700	4,4	6
6	1	3	-0,5	13800	3,2	4
7	2	2	-0,46	10300	3,2	2
8	1	2	-0,45	6800	1	0

Как мы видим, пользуясь этим методом, мы составляем систему, обладающую оптимальной надёжностью. Оптимальность данной конфигурации обуславливается использованием наиболее надёжных элементов и равномерностью их распределения по модулям, так как в случае параллельного соединения наиболее надёжной конфигурацией является соединение равнонадёжных элементов.

Библиографический список

1 ГОСТ 24.701-86 Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения [Текст]. –введ. 01.07.87. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 11с.

2 Кучер В.Я. Основы технической диагностики и теории надежности: Письменные лекции [Электронный ресурс].- <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/967/24967/7580>

3 Михалевиц В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем.-М.:Наука,1982.-286с.