Тяжов А.А., Гурвич Ю.А.

Факультет гражданской авиации в Белорусской государственной академии авиации

Расчет количества вычислительных процедур методом сеток

Многокритериальный выбор представляет собой выбор оптимальных значений параметров по двум или более критериям. Поиск оптимальных параметров машин является одной из самых распространенных научно-технических задач, которые возникают при исследовании процессов, когда нужно найти наилучшие (оптимальные) решения.

При выборе метода оптимизации возникают вопросы:

1) Как минимизировать количество вычислительных процедур?
2) Как сократить время счета?

При решении задач о многокритериальном выборе параметров в качестве основы для расчётов и проведения оптимизации этих параметров может быть использован простейший метод оптимизации – метод сеток (или метод перебора значений всех параметров). Этот метод является наиболее простым методом оптимизации вследствие простого алгоритма его реализации. Расчеты проводятся на примере управляемого колеса.

Ответ на поставленный нами вопрос, полученный после сравнения результатов вычислений, которые занесены в таблицу (1), содержащую количество зон устойчивости движения управляемых колес машины $W_f^n(к_1)$ при одновременном варьировании сначала одного параметра ($к_1 = 1$) из десяти различных совокупностей, включающих в себя от 1 до 10 параметров, следующий: оказалось, что при одновременном варьировании n параметров необходимо строить всего лишь одну n-мерную картину устойчивости. Это позволяет из имеющегося большого количества методов нелинейного программирования выбрать методы случайного поиска.

Рассмотрим примеры расчета из таблицы (1) :

1) При $n = 10$, $k_1 = 2$, $f = 3$, $W_f^{10}(2) = 45\ f^{\,8} = 45\times3^8 = 45\times6561=295245$.

   Количество слагаемых здесь рассчитано по формуле $n\ (n-1)/2 = 8$.

2) При $n = 10$, $k_1= 9$, $f = 3$, $W_f^{10}(9) = 10\ f^{\,1} = 10\times3 = 30$.

Количество слагаемых в данном случае равно количеству параметров $n = 10$.

Видно, что при увеличении количества одновременно варьируемых параметров ($n = 10$, $f = 3$), количество вычисляемых процедур значительно сокращается:

$$W_f^{10}(2) > W_f^{10}(9),$$
$$295245 > 30\ .$$

Из таблицы следует, что при варьировании всех параметров системы, т.е. $n = k_1$, необходимо построить лишь 1 n-мерную картину устойчивости.

Все вышесказанное (исходя из оценки современного процесса проектирования машин) послужило основанием для подбора оптимального решения многокритериальных задач на проектирования машины с помощью ЭВМ. Данная работа впервые позволяет ускорить и упростить вычисления, а не проводить дорогостоящие и долговременные эксперименты.

Теоретическая значимость решения поставленных задач заключается в выводе новых формул и построении картин устойчивости (неустойчивости), что позволяет наглядно представить материал. Кроме того, при решении поставленной задачи было использовано правило круговой подстановки, что значительно ускоряет процесс вычисления.

Научная новизна работы заключается в том, что формулы и таблица для расчета количества вычислительных операций для управляемого колеса, используются впервые.

Применение данного метода на практике позволит получить картину устойчивости системы в кратчайшие сроки, что в значительной степени снижает затраты на разработку и проектирование машины.

Привести таблицу в полном объеме не представляется возможным, поэтому приведён фрагмент таблицы.

Таблица 1 – Число сечений зон устойчивости движений управляемых колёс машин $W_f^n(k_1)$ при различном количестве одновременно варьируемых параметров $(k_1 = \overline{1,n})$

Количество сечений зон устойчивости движений управляемых колёс машин $W_f^n(k_1)$ при различных $k_1 = \overline{1,n}$																	
			$W_f^n(10)$		$W_f^n(9)$		$W_f^n(8)$	$W_f^n(7)$	$W_f^n(6)$	$W_f^n(5)$	$W_f^n(4)$	$W_f^n(3)$	$W_f^n(2)$	$W_f^n(1)$	W_f^n	f	n
1	$W_f^1(k_1)$		f^0	f^0	$10f^1$		$45f^2$	$120f^3$	$210f^4$	$252f^5$	$210f^6$	$120f^7$	$45f^8$	$10f^9$	$W_f^{10}(k_1)$		10
	2	2	1	1	20		180	960	3360	8064	13440	15360	15360	5120	1024	2	
	3	3	1	1	30		405	3240	17010	61236	153090	264440	264440	196830	59049	3	
	4	4	1	1	40		720	7680	53760	258048	860160	1966080	1966080	2624440	1048576	4	
	5	5	1	1	50		1125	15000	131250	787500	3281250	9375000	9375000	19531250	9765625	5	
	6	6	1	1	60		1620	25920	272160	1959552	9797760	33592320	33592320	100776960	60466176	6	
2	$W_f^2(k_1)$		$2f^1$		f^0	f^0	$9f^1$	$36f^2$	$84f^3$	$126f^4$	$126f^5$	$84f^6$	$36f^7$	$9f^8$	$W_f^{10}(k_1)$		9
	2	4	4		1	1	18	144	672	2016	4032	5376	4608	2304	512	2	
	3	9	6		1	1	27	324	2268	10206	30618	61236	7732	59049	19683	3	
	4	16	8		1	1	36	576	5376	32256	393750	344064	589824	589824	262144	4	
	5	25	10		1	1	45	900	10500	78750	129024	1312500	2812500	3515625	1953125	5	
	6	36	12		1	1	54	1296	18144	163296	979776	3919104	10077696	15116544	10077696	6	
n	f	W_f^n	$W_f^n(1)$		$W_f^n(2)$												