УДК 687.023:519.116

АЛГОРИТМ РАСЧЁТА РАЗБИЕНИЙ НА МНОЖЕСТВЕ МОДЕЛЕЙ ШВЕЙНОГО ПОТОКА ПО ЗНАЧЕНИЯМ МОЩНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ОПЕРАЦИЙ

А.М. Рахматуллин
Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет), Москва, Россия.

Аннотация. *В статье рассматривается проблема математического моделирования потока швейного производства. Проанализировано разнообразие моделей швейного потока, представляемое конечным множеством. Сформулировано понятие мощности организационной операции. С целью оптимизации процедур моделирования швейного потока осуществляют разбиение множества. Предложен показатель агрегируемой мощности организационных операций потока в качестве признака разбиения. Автором разработан алгоритм расчёта числа способов, которыми разбивают множество моделей швейного потока на группы.*

Ключевые слова: *швейный поток, математическая модель, разбиение, операция, мощность*.

Введение

Существенными факторами роста конкурентоспособности швейного предприятия являются высокое качество выполнения проектных работ и сокращение сроков технологической подготовки производства. В рыночных условиях предприятие способно оперативно реагировать на запросы потребителей за счет применения современных компьютерных технологий.

Для швейного производства характерна частая сменяемость моделей одежды. На предприятии проектируют потоки в связи с подготовкой и постановкой на производство новых моделей швейных изделий. Таким образом, проектирование швейных потоков относится к постоянной (многократно повторяющейся) процессной деятельности.

Новый подход в методологии проектирования швейных потоков базируется на использовании основных разделов дискретной математики (теории множеств, комбинаторики, теории графов) и методов оптимизации на дискретных моделях.

Объектом настоящего исследования являются процесс проектирования швейного потока, функционирующего по тактовому методу.

Цель работы – описание процесса проектирования швейного потока на основе моделей, методов и алгоритмов решения задач дискретной математики и теории оптимизации. Это обуславливает реализацию проектных процедур посредством специализированных программных приложений, разработанных на основе современных компьютерных технологий.

На начальной стадии процесса проектирования разнообразие моделей швейного потока рассматривают как множество неупорядоченных разбиений неделимых операций по организационным операциям. Количество таких разбиений описывают числом Стирлинга второго рода

$$S = \sum_{x=2}^{\mathfrak{N}} S_x^{(n)}, \quad x, \mathfrak{N}, n \in \mathbb{N},$$

где n – число неделимых операций по технологической последовательности изготовления изделия; $\mathfrak{N}$ – количество исполнителей в швейном потоке; x – переменная, показывающая число организационных операций в потоке. Здесь учитывают возможность комплектования кратных операций, выполняемых двумя или большим числом исполнителей, т.е. когда $x < \mathfrak{N}$.

Таким образом, предварительное множество из S моделей образует поисковое пространство для решения задачи проектирования швейного потока. Однако общее число моделей швейного потока составляет огромную величину. Например, изготовление швейного изделия описано технологической последовательностью, которая содержит 60 неделимых операций $(n = 60)$. Мощность проектируемого швейного потока составляет 13 исполнителей $(\mathfrak{N} = 13)$.

В этом случае предварительное множество для решения задачи проектирования будет содержать $S = \sum_{x=2}^{\mathfrak{N}} S_x^{(n)} = \sum_{x=2}^{13} S_x^{(60)} \approx 1{,}10626 \cdot 10^{57}$ моделей швейного потока.

При комплектовании операций соблюдают технологическое требование, ограничивающее кратность организационных операций и их количество. Такие организационные операции привносят ряд существенных недостатков в функционирование швейного потока.

Наличие $(\text{когда}\, k < \mathfrak{N})$ или отсутствие $(\text{если}\, k = \mathfrak{N})$ кратных организационных операций определяют по соотношению затрат времени наиболее трудоёмких неделимых операций с величиной такта потока. Тогда посредством выполнения определённых расчётов устанавливают конкретное число организационных операций $x = k$ в швейном потоке.

Учёт данного ограничения позволяет отсечь области решений размерностью $\sum_{x=2}^{\mathfrak{N}} S_x^{(n)} - S_k^{(n)}$, значительно сузив поисковое пространство решения задачи. Однако и в этом случае число моделей швейного потока $S_k^{(n)}$остается огромным.

Дополнением к условию задачи предлагаются следующие исходные данные. Затраты времени на выполнение неделимых операций таковы, что одна организационная операция в потоке является двукратной по числу исполнителей, остальные одиннадцать организационных операций – некратные $(k = 1 \cdot 2 + 11 \cdot 1 = 12$ или $k = \mathfrak{N} - 1 = 12)$.

Тогда размерность исследуемой части предварительного множества из моделей швейного потока уменьшится и составит $S_k^{(n)} = S_{12}^{(60)} \approx 1{,}10144 \cdot 10^{56}$ альтернатив.

Указанные результирующие величины $\left(S = \sum_{x=2}^{\mathfrak{N}} S_x^{(n)} \text{ и } S_k^{(n)}\right)$ получены рекурсивным способом с помощью специализированного приложения, разработанного автором настоящей публикации в среде Visual Basic for Application для программного пакета Microsoft© Excel 2010.

Однако на пути формирования пространства из моделей швейного потока возникает сложная проблема. Здесь проявляется противоречие, существующее между потребностями и ресурсами для решения поставленной задачи.

В данном случае потребностью является необходимость перечислить и запомнить все $S_k^{(n)}$ моделей швейного потока из предварительного множества. Вместе с тем для запоминания такого огромного массива данных не хватает оперативной памяти персонального компьютера.

Задачу можно решить методом полного перебора (методом «грубой силы», англ. *brute force*) комбинаторных объектов – моделей швейного потока [1]. Тогда оказывается недостаточной скорость обработки всей информации за промежуток времени, приемлемый для подготовки швейного производства. Для алгоритмов полного перебора комбинаторных объектов характерна существенная трудоёмкость решения задач, экспоненциально возрастающая с увеличением значений аргументов функции. На основе реальных исходных данных $(n,\ \mathfrak{N}$ и $k)$ для проектирования швейного потока, расчёты на компьютере в автоматическом режиме составят значительный по продолжительности период времени: несколько дней и даже месяцев работы. Таким образом, у современного персонального компьютера не хватает ресурсов для решения прикладных задач таких размерностей.

В данных обстоятельствах следует применить ветвление поискового пространства решения задачи, т.е. использовать метод ветвей и границ. При этом задачу большой размерности разбивают на несколько подзадач меньшей размерности. Решение получают на основе анализа всех подзадач наиболее низкого уровня. Метод позволяет отбросить те области поискового пространства, которые заведомо не содержат решений исходной задачи. Для рекурсивной процедуры приём ветвления позволяет построить более эффективный алгоритм решения задачи [2].

Таким образом, требуется найти и сформулировать признак, по которому будет осуществляться ветвление изучаемого пространства из моделей швейного потока.

Алгоритм расчёта разбиений на множестве моделей швейного потока по значениям мощности организационных операций

Швейный поток есть система из совокупности взаимосвязанных организационных операций, образующих его структуру. Модель швейного потока математически описывают как объединение организационных операций.

$$A = A_1 \cup A_2 \cup \ldots \cup A_k \text{ при условии } A_i \cap A_j = \emptyset,$$

где A – множество неделимых операций из технологической последовательности изготовления модели швейного изделия; i или j – переменные, указывающие на порядковый номер организационной операции, причем $i \neq j$; $i, j \in \{1, 2, \ldots, k\}$; A_i, A_j – соответственно, i и -я организационные операции швейного потока.

В математике используют понятие «мощности» для характеристики конечного множества элементов. Мощность – это класс эквивалентности множеств. Мощность показывает количество элементов, которое содержит данное множество [3].

Организационная операция представляет собой некоторое подмножество из множества n неделимых операций по технологической последовательности, описывающей изготовление модели швейного изделия. В этой связи имеет смысл ввести понятие «мощности организационной операции» швейного потока.

Под мощностью организационной операции следует понимать количество сочетаемых в ней технологически неделимых операций. Тогда число $|A_i|$ для подмножества A_i, показывает количество технологически неделимых операций в составе *i*-й организационной операции. Очевиден тот факт, что $\sum_{i=1}^{k}|A_i| = |A| = n$.

Рассматривая организационную операцию как подмножество технологически неделимых операций, появляется возможность каждую модель швейного потока характеризовать через агрегируемую мощность организационных операций. Тогда многообразие всех моделей швейного потока следует группировать по данному признаку.

Понятие «агрегат» (от лат. *складываемый, суммируемый*) представляет собой набор несуммируемых или несоизмеримых элементов. Тогда агрегирование представляет собой объединение, укрупнение показателей по какому-либо признаку. Сущность этого преобразования заключается в соединении однородных элементов в более крупные системы. Среди способов агрегирования применяют сложение показателей, представление группы агрегируемых показателей через их среднюю величину, использование различных взвешивающих коэффициентов, баллов и т. д.

В данном случае для швейного потока агрегируемую мощность достаточно представить в виде суммы её значений по всем организационным операциям. При описании агрегируемой мощности организационных операций принят невозрастающий порядок для составляющих значений. Для упомянутого примера швейного потока одним из таких показателей служит, в частности, следующая сумма из 12-ти слагаемых – значений мощности организационных операций: $14+8+7+6+6+6+5+3+2+1+1+1$.

Таким образом, агрегируемая мощность организационных операций является свойством модели швейного потока. Данное свойство является признаком ветвления предварительного множества из моделей швейного потока. Тогда для швейного потока необходимо подсчитать и перечислить все возможные варианты агрегируемой мощности организационных операций.

Задача по расчёту количества таких групп (или способов разбиения) аналогична задаче дискретной математики о представлении натурального числа в виде суммы натуральных слагаемых [4], которая по своей сути также является разбиением. При решении поставленной задачи суммы следует считать эквивалентными, если они отличаются только порядком слагаемых. В данном случае наличие эквивалентных сумм среди разбиений значения не имеет. Например, разбиения 6=1+5 и 6=5+1 представляют как неразличимые.

Кроме того, любому разбиению числа n на k слагаемых, представленному в виде $n = a_1 + a_2 + \ldots + a_k$, где $k, a_1, \ldots a_k > 0$, соответствует такое эквивалентное разбиение $n = b_1 + b_2 + \ldots + b_k$, что выполняется условие: $b_{i-1} \geq b_i$. Такие разбиения будут записаны в фигурных скобках перечислением их через запятую в невозрастающем порядке. Например, одно из разбиений числа 6 записывают как $\{4, 1, 1\}$.

Число всех разбиений натурального числа n обозначено через $p(n)$. Так, число 6 разбивают на слагаемые 11-ю способами:

$$p(6) = 11: \ \{6\}, \{5,1\}, \{4,2\}, \{3,3\}, \{4,1,1\}, \{3,2,1\}, \{2,2,2\}, \{3,1,1,1\}, \{2,2,1,1\}, \{2,1,1,1,1\}, \{1,1,1,1,1,1\}.$$

Этот результат получен тривиальным перечислением всех разбиений. Однако для больших значений натуральных чисел определение количества способов разбиения на слагаемые представляет собой решение непростой задачи.

Число способов разбиения натурального числа на натуральные слагаемые находят на основе пентагональной теоремы Л. Эйлера [5], выраженной формулой $\prod_{k=1}^{\infty}(1-x^k) = \sum_{q=-\infty}^{\infty}(-1)^q \cdot x^{(3q^2+q)/2}$, где $k \in \mathbb{N},\ q \in \mathbb{Z}$.

Результат произведения в левой части представленного уравнения называют производящей функцией [4, 6-8] для последовательности чисел $p(0),\ p(1),\ p(2),\ p(3), \ldots$

$$\prod_{k=1}^{\infty}(1-x^k) = p(0) + p(1)\cdot x + p(2)\cdot x^2 + p(3)\cdot x^3 + \ldots$$

Таким образом, в полученном степенном ряду коэффициент при x^n показывает число разбиений $p(n)$ для натурального числа n. Данную величину находят методом рекуррентных соотношений по формуле

$$p(n) = \sum_{q=-\infty}^{\infty}(-1)^{q+1}\cdot\left[p\cdot\left(n-\frac{3q^2-q}{2}\right) + p\cdot\left(n-\frac{3q^2+q}{2}\right)\right].$$

Тогда, считая $p(n) = 0$ для всех $n \leq 0$, получают $p(6) = p(6-1) + p(6-2) - p(6-5) - p(6-7) + \ldots = p(5) + p(4) - p(1) - 0 = 7 + 5 - 1 = 11$.

Мощность швейного потока выражают числом исполнителей ($\mathfrak{N}$). В связи с этим вызывают интерес не все разбиения, а только разбиения на конкретное число слагаемых (k). Последняя величина отражает количество организационных операций в швейном потоке.

Количество разбиений числа n на k слагаемых обозначено в виде $p(n,k)$. Очевидным является тот факт, что общее количество разбиений $p(n)$ представляет собой сумму разбиений числа n по конкретным значениям количества слагаемых i $(i = 1,2, \ldots k)$: $p(n) = \sum_{i=1}^{k} p(n,i)$ (рис. 1).

$$\begin{Vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} \end{Vmatrix}$$

Натуральное число	Количество разбиений по числу слагаемых								Общее число разбиений
	0	1	2	3	4	5	6	7	
1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2	0	1	1	0	0	0	0	0	2
3	0	1	1	1	0	0	0	0	3
4	**0**	**1**	**2**	1	1	0	0	0	5
5	0	1	2	2	1	1	0	0	7
6	0	1	$\boxed{\mathbf{3}}$	3	2	1	1	0	11
7	0	1	3	4	3	2	1	1	15

Рис.1. Расчёт числа разбиений натуральных чисел на слагаемые

Поставленную задачу решают по следующей теореме [8]:

Количество разбиений числа n на k слагаемых равно количеству разбиений числа n на слагаемые, наибольшее из которых равно k. Обратное также является справедливым.

Данное утверждение наглядно представляют посредством диаграмм Ферре (Ferrer) [7-8]. На рисунке 2,*а* разбиение $n = b_1 + b_2 + \ldots + b_k$ $(n = 10)$ показано в виде k строк $(k = 4)$, причем слагаемое b_i расположено на *i*–й строке. Поменяв в исходной диаграмме строки на столбцы, получают диаграмму, изображенную на рисунке 2,*б*.

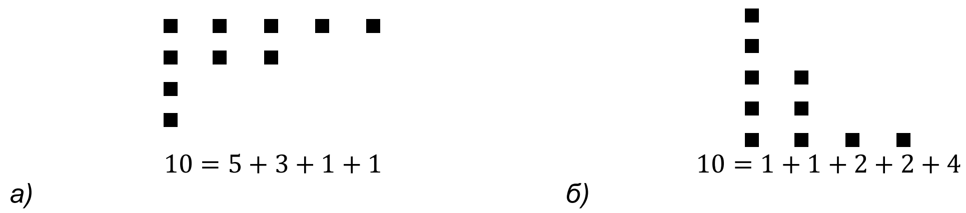


Рис. 2. Диаграммы Ферре

Таким образом, означенная теорема определяет способ подсчёта числа разбиений с помощью формулы

$$p(n,k) = \sum_{i=0}^{k} p(n-k, i), \qquad (1)$$

где
$p(n,0) = 0, \quad p(n,1) = p(n,n) = 1, \quad 1 \leq k \leq n$.

Например, шесть неделимых операций разбивают на две организационные операции тремя способами (рисунок 3).

Рис. 3. Способы разбиения шести неделимых операций на две организационные операции

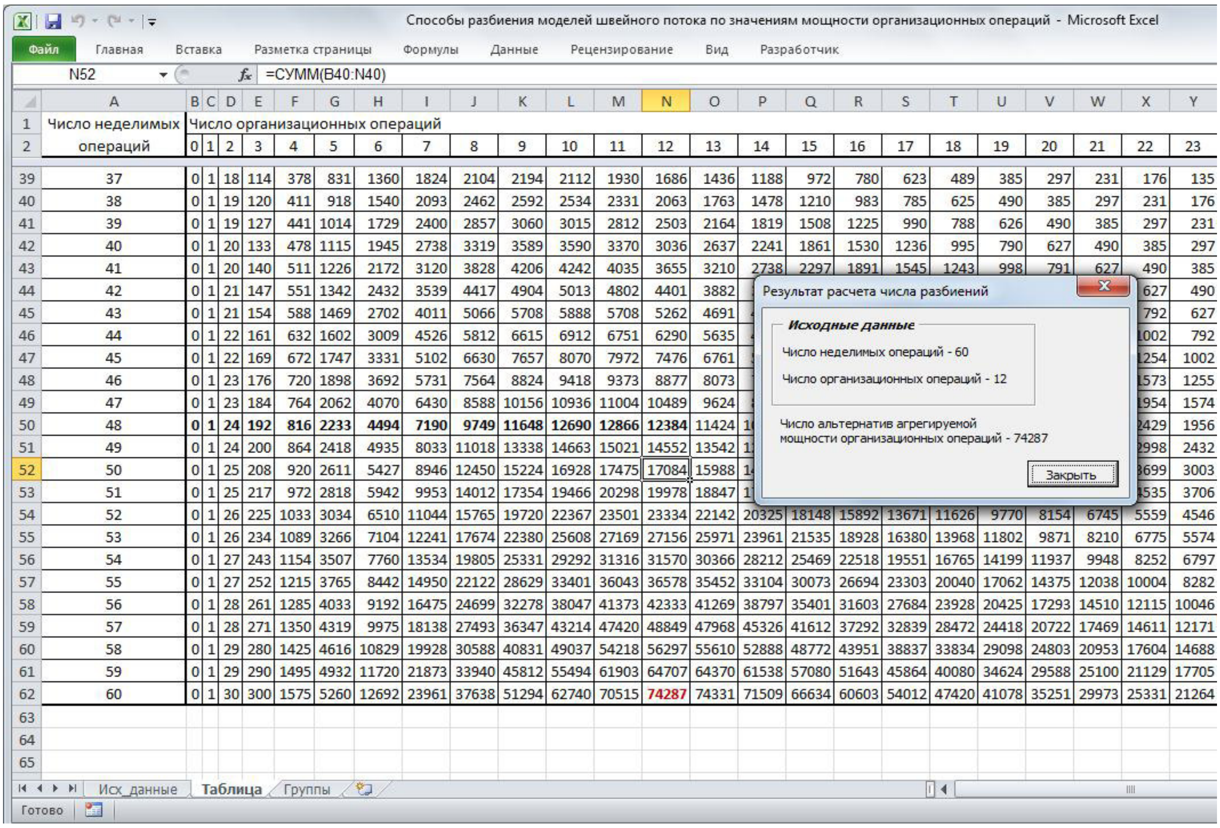
Для автоматического расчета количества разбиений натурального числа на натуральные слагаемые в компьютерной программе требуется создать динамический массив, свойством которого является изменение размера по мере выполнения программной процедуры. По умолчанию верхней границей массива является 0. Таким образом, с помощью ключевых слов объявляется массив, представляемый в виде матрицы, с числом строк от 1-й до $(n-k)$ и числом столбцов k. Значения каждого элемента массива последовательно вычисляются по формуле (1).

Для приведенного тривиального примера массив, описываемый матрицей размерностью в четыре строки $(4=6-2)$ и три столбца (с 0-го по 2-й), выделен в таблице серым цветом и пунктирной линией (см. рисунок 1). Количество разбиений натурального числа на слагаемые (на рисунке 1 ячейка таблицы выделена двойной границей, значение - полужирным шрифтом) представляет собой сумму значений массива в последней его строке (выделено полужирным шрифтом):

$$p(6,2)=p(4,0)+p(4,1)+p(4,2)=0+1+2=3.$$

Таким образом, количество разбиений числа n на k слагаемых определяют методом рекуррентных соотношений.

Алгоритм расчёта числа способов, по которым разбивают модели швейного потока по мощности организационных операций (как и алгоритм перечисления этих способов) формализован в специализированном приложении. Программный продукт разработан в среде Visual Basic for Application и функционирует в пакете Microsoft© Excel 2010.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	Число неделимых	Число организационных операций																							
2	операций	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
39	37	0	1	18	114	378	831	1360	1824	2104	2194	2112	1930	1686	1436	1188	972	780	623	489	385	297	231	176	135
40	38	0	1	19	120	411	918	1540	2093	2462	2592	2534	2331	2063	1763	1478	1210	983	785	625	490	385	297	231	176
41	39	0	1	19	127	441	1014	1729	2400	2857	3060	3015	2812	2503	2164	1819	1508	1225	990	788	626	490	385	297	231
42	40	0	1	20	133	478	1115	1945	2738	3319	3589	3590	3370	3036	2637	2241	1861	1530	1236	995	790	627	490	385	297
43	41	0	1	20	140	511	1226	2172	3120	3828	4206	4242	4035	3655	3210	2738	2297	1891	1545	1243	998	791	627	490	385
44	42	0	1	21	147	551	1342	2432	3539	4417	4904	5013	4802	4401	3882									627	490
45	43	0	1	21	154	588	1469	2702	4011	5066	5708	5888	5708	5262	4691									792	627
46	44	0	1	22	161	632	1602	3009	4526	5812	6615	6912	6751	6290	5635									1002	792
47	45	0	1	22	169	672	1747	3331	5102	6630	7657	8070	7972	7476	6761									1254	1002
48	46	0	1	23	176	720	1898	3692	5731	7564	8824	9418	9373	8877	8073									1573	1255
49	47	0	1	23	184	764	2062	4070	6430	8588	10156	10936	11004	10489	9624									1954	1574
50	48	**0**	**1**	**24**	**192**	**816**	**2233**	**4494**	**7190**	**9749**	**11648**	**12690**	**12866**	**12384**	11424									2429	1956
51	49	0	1	24	200	864	2418	4935	8033	11018	13338	14663	15021	14552	13542									2998	2432
52	50	0	1	25	208	920	2611	5427	8946	12450	15224	16928	17475	17084	15988									3699	3003
53	51	0	1	25	217	972	2818	5942	9953	14012	17354	19466	20298	19978	18847									4535	3706
54	52	0	1	26	225	1033	3034	6510	11044	15765	19720	22367	23501	23334	22142	20325	18148	15892	13671	11626	9770	8154	6745	5559	4546
55	53	0	1	26	234	1089	3266	7104	12241	17674	22380	25608	27169	27156	25971	23961	21535	18928	16380	13968	11802	9871	8210	6775	5574
56	54	0	1	27	243	1154	3507	7760	13534	19805	25331	29292	31316	31570	30366	28212	25469	22518	19551	16765	14199	11937	9948	8252	6797
57	55	0	1	27	252	1215	3765	8442	14950	22122	28629	33401	36043	36578	35452	33104	30073	26694	23303	20040	17062	14375	12038	10004	8282
58	56	0	1	28	261	1285	4033	9192	16475	24699	32278	38047	41373	42333	41269	38797	35401	31603	27684	23928	20425	17293	14510	12115	10046
59	57	0	1	28	271	1350	4319	9975	18138	27493	36347	43214	47420	48849	47968	45326	41612	37292	32839	28472	24418	20722	17469	14611	12171
60	58	0	1	29	280	1425	4616	10829	19928	30588	40831	49037	54218	56297	55610	52888	48772	43951	38837	33834	29098	24803	20953	17604	14688
61	59	0	1	29	290	1495	4932	11720	21873	33940	45812	55494	61903	64707	64370	61538	57080	51643	45864	40080	34624	29588	25100	21129	17705
62	60	0	1	30	300	1575	5260	12692	23961	37638	51294	62740	70515	74287	74331	71509	66634	60603	54012	47420	41078	35251	29973	25331	21264
63																									
64																									
65																									

Рис. 4. Таблица по расчёту числа способов разбиения. Скриншот программы для ЭВМ

По рассматриваемому примеру, швейный поток состоит из 12-ти организационных операций. Установлено, что изучаемое пространство из моделей швейного потока содержит $S_{12}^{(60)} \approx 1{,}10144 \cdot 10^{56}$ альтернатив. По признаку агрегируемой мощности организационных операций данное множество, состоящее из моделей швейного потока, подразделяется на 74287 групп. Результат расчета в виде скриншота программы представлен на рисунке 4. Это – сумма величин в ячейках с B50 по N50, или значение в ячейке N62 таблицы. Результат расчёта программа выводит также во всплывающей форме.

Способы разбиения моделей шв

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензи

D74289 f_x -

	A	B	C	D	E
1	Агрегируемая мощность организационных операций	Номер группы	Число моделей швейного потока	Номер преобра-зованной группы	
2	49+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1	1	3,427E+11	-	
3	48+2+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1	2	9,23577E+13	1	
4	47+3+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1	3	1,47772E+15	2	
5	47+2+2+1+1+1+1+1+1+1+1+1	4	1,10829E+16	3	
6	46+4+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1	5	1,73632E+16	3	
7	46+3+2+1+1+1+1+1+1+1+1+1	6	3,47265E+17	5	
8	46+2+2+2+1+1+1+1+1+1+1+1	7	7,81346E+17	6	
9	45+5+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1	8	1,59742E+17	5	
10	45+4+2+1+1+1+1+1+1+1+1+1	9	3,99355E+18	8	
11	45+3+3+1+1+1+1+1+1+1+1+1	10	2,66236E+18	9	
12	45+3+2+2+1+1+1+1+1+1+1+1	11	3,59419E+19	10	
13	45+2+2+2+2+1+1+1+1+1+1+1	12	3,59419E+19	11	
14	44+6+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1	13	1,19806E+18	8	
15	44+5+2+1+1+1+1+1+1+1+1+1	14	3,59419E+19	13	
16	44+4+3+1+1+1+1+1+1+1+1+1	15	5,99032E+19	14	
74280	6+6+6+6+5+5+5+5+5+4+4+3	74279	6,2509E+52	74277	
74281	6+6+6+6+5+5+5+5+4+4+4+4	74280	3,25568E+52	74279	
74282	6+6+6+5+5+5+5+5+5+5+5+2	74281	1,07158E+51	74276	
74283	6+6+6+5+5+5+5+5+5+5+4+3	74282	1,42878E+52	74281	
74284	6+6+6+5+5+5+5+5+5+4+4+4	74283	2,08363E+52	74282	
74285	6+6+5+5+5+5+5+5+5+5+5+3	74284	7,14388E+50	74281	
74286	6+6+5+5+5+5+5+5+5+5+4+4	74285	4,01843E+51	74284	
74287	6+5+5+5+5+5+5+5+5+5+5+4	74286	2,14317E+50	74284	
74288	5+5+5+5+5+5+5+5+5+5+5+5	74287	1,94833E+48	74286	
74289	**Итого**	**74287**	**1,10144E+56**	-	

Исх_данные Таблица **Группы**

Готово

Рис. 5. Перечень агрегируемой мощности организационных операций

После закрытия всплывющей формы программа автоматически активирует лист «Группы» и генерирует значения показателя агрегируемой мощности организационных операций. Полный перечень значений данного показателя по исходным данным задачи, принятым для проектирования швейного потока, представлен на рисунке 5.

Таким образом, описан и реализован алгоритм расчёта числа способов, которыми разбивают множесто из моделей швейного потока на группы по признаку агрегируемой мощности организационных операций.

Заключение

Впервые в технологии швейных изделий, как прикладной науке, сформулировано понятие «мощность организационной операции». По этим термином понимают число технологически неделимых операций, которое содержит рассматриваемая организационная операция швейного потока. Соответственно, агрегируемая мощность организационных операций становится значимым свойством, характеризующим модель швейного потока. По данному признаку осуществляют ветвление пространства для решения задачи проектирования швейного потока.

Разработан алгоритм расчёта числа способов, которыми разбивают на группы множество из моделей швейного потока по указанному признаку. Данный алгоритм формализован в специализированном приложении программного пакета Microsoft© Excel 2010. Программный продукт имеет прикладное значение: предназначен технологам швейного производства и является инструментом при моделировании потока, функционирующего по тактовому методу.

Последующее изучение групп из моделей швейного потока позволит существенно уменьшить количество рассматриваемых моделей швейного потока, что значительно сократит время на получение готового проектного решения.

Библиографический список

1 Решение задачи разделения труда в швейном потоке методом полного перебора / А.М. Рахматуллин // Технологии XXI века в легкой промышленности: электрон. науч. издание. В 2-х ч. Ч. 2 / учредитель ФГБОУ ВПО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского». – 2012. – №6.

2 Корнеенко, В.П. Методы оптимизации: Учебник / В.П. Корнеенко. – М.: Высшая школа, 2007. – 664 с.

3 Каазик, Ю.А. Математический словарь / Ю.А. Каазик. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 336 с.

4 Окулов, С.М. Дискретная математика. Теория и практика решения задач по информатике: Учебное пособие / С.М. Окулов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 422 с.: ил.

5 Пойа, Дьёрдь Математика и правдоподобные рассуждения. Т.I: Индукция и анализ в математике. / Дьёрдь Пойа. Пер. с англ. Под ред. С.А. Яновской. Изд. 3-е. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 464 с.

6 Шапорев, С.Д. Дискретная математика: Курс лекций и практических занятий / С.Д. Шапорев. – СПб: БХВ – Петербург, 2009. – 400 с.: ил.

7 Шевелев, Ю.П. Дискретная математика: Учебное пособие / Ю.П. Шевелев. – СПб: Издательство «Лань», 2008. – 592 с.: ил.

8 Андерсон, Д.А. Дискретная математика и комбинаторика / Джеймс А. Андерсон; пер. с англ. М.М. Беловой; под ред. С.С. Шкильняка, М.Р. Саит-Ахметова. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 960 с.: ил.

ALGORITHM OF CALCULATING PARTITIONS ON A SET OF A SEWING FLOW'S MODELS BY THE VALUES OF A CAPACITY OF ORGANIZATIONAL OPERATIONS

A. M. Rakhmatullin

Abstract. The article dwells upon the issue of mathematical modeling of a sewing flow. The variety of models of a sewing flow represented by a finite set is analyzed. The concept of a capacity of organizational operation is formulated. The partition of a set is carried out for the purpose of optimization of modeling procedures. There is offered an index of aggregated capacity of organizational operations of a flow as a partition's sign. The author has developed an algorithm of calculating a variety of ways by which a set of sewing flow's models are divided in groups.

Keywords: sewing flow, mathematical model, partition, operation, capacity.

References

1 Rakhmatullin A.M. *Reshenie zadachi razdeleniya truda v shvejnom potoke metodom polnogo perebora.* Tehnologii 21 veka v legkoj promyshlennosti [The solution of a problem of the labour's division in a sewing flow by the method of complete enumeration]. 2012, no 6. 16 p.

2 Korneenko V.P. *Metody optimizatsii* [Optimization methods]. Moscow. Vysshaya shkola, 2007. 664 p.

3 Kaazik Y.A. *Matematicheskij slovar'* [Mathematical dictionary]. Moscow: FIZMATLIT, 2007. 336 p.

4 Okulov S.M. *Discretnaya matematika. Teoriya i praktika resheniya zadach po informatike* [Discrete Mathematics. Theory and practice of solving problems in computer science]. Moscow, BINOM. Laboratoriya znanij, 2008. 422 p.

5 Polya G. *Matematika i pravdopodobnye rassuzhdeniya. Induktsiya i analiz v matematike* [Mathematics and plausible reasoning. Induction and analysis in mathematics]. Moscow. Knizhny dom «LIBROCOM», 2010. 464 p.

6 Shaporev S.D. *Discretnaya matematika: kurs lekcij i prakticheskikh zanjatij* [Discrete Mathematics: Lectures and workshops]. St. Petersburg: BHV–Peterburg, 2009. 400 p.

7 Shevelev Y.P. *Discretnaya matematika* [Discrete Mathematics]. St. Petersburg: Publishing house «Lan'», 2008. 592 p.

8 Anderson J.A. *Discretnaya matematika i kombinatorika* [Discrete Mathematics and Combinatorics]. Moscow: Publishing house «Williams», 2004. 960 p.

Рахматуллин Айрат Миннигалиевич (Москва, Российская Федерация) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технология и товароведение швейных изделий» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)» (123298, Москва, ул. Народного ополчения, дом 38, корпус 2, e-mail:r-airat@mail.ru).

Ayrat M. Rakhmatullin (Moskow, Russian Federation) – candidate of technical sciences, Associate Professor, Department of technology and merchandizing of garments, the Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovskiy (Narodnogo Opolcheniya Ulitsa, 38k.2, Moscow, Russian Federation, 123298, e-mail: r-airat@mail.ru).