

$$\frac{\partial f}{\partial a_{ij}} = \sum_{(a_1 \dots a_{i-1} a_{i+1} \dots a_n)} (-1)^k a_{1a_1} \dots a_{i-1, a_{i-1}} a_{i+1, a_{i+1}} \dots a_{na_n} = M_{ij},$$

где M_{ij} — минор элемента a_{ij} в определителе f . Таким образом

$$df = \sum_{i, j=1}^n M_{ij} da_{ij}. \quad (4)$$

Так как в статистическом анализе знак da_{ij} не определяется, то, во-первых, внесение da_{ij} непосредственно в определитель f не представляется возможным и, во-вторых, вместо формулы (4) для определения df используется достижимая оценка $|df|$:

$$|df| = \sum_{i, j=1}^n |M_{ij}| \cdot |da_{ij}|. \quad (5)$$

В анализе определителей матрицы системы уравнений регрессии формула (3) выглядит несколько проще

$$|df| = \sum_{i=1}^n |M_{ii}| \cdot |da_{ii}|. \quad (6)$$

В качестве $|da_{ii}|$ берется математическое ожидание $m(\beta_i)$, где β_i — точность i -го уравнения регрессии.

Вопрос о равенстве нулю определителя решается сравнением $|f|$ и $|df|$: если $|df| \geq |f|$, то определитель f считается нулем; в противном случае определитель признается отличным от нуля, причем чем больше $|f| - |df|$, тем убедительнее выглядит это признание.

Второй из вычислительных вопросов связан с выражением несвободных переменных системы (3) через свободные или, более общо, с решением системы (3). Нетрудно показать, что представляется весьма целесообразным получать выражение несвободных переменных через свободные непосредственным корреляционным анализом.

Замечания: 1. Реализация принципа статистического планирования существенно связана с проблемой устойчивости свободных переменных: будут ли свободные до настоящего времени переменные свободными и в планируемом периоде. Ясно, что это будет так, если статистические зависимости в планируемом периоде остаются неизменными. Однако эта неизменность весьма неправдоподобна: почти достоверно, что коэффициенты регрессии будут меняться, оказывая тем самым влияние на решение вопроса о свободности или несвободности переменных.

Таким образом, проблема устойчивости свободных переменных оказывается разновидностью проблемы статистического прогноза, а именно, прогноза тенденции коэффициентов регрессии.

2. Данное замечание имеет своей целью подчеркнуть определенную ограниченность принципа статистического планирования, обусловленную как рамками матрицы национальных счетов (эта причина может быть нейтрализована широким привлечением внематричных факторов), так и общей ограниченностью статистических выводов на основе анализа информации за предшествующий плановому период (эта причина, по крайней мере теоретически, нейтрализуется заменой чисто статистических связей причинно-следственными).

Поступила в редакцию
27/II 1968

МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ С БОЛЬШИМИ РАЗМЕРАМИ ИСХОДНЫХ МАТРИЦ

В. Ф. БЕСЕДИН

(Киев)

В практике перспективного планирования народного хозяйства и отдельных отраслей довольно часто возникают задачи оптимального размещения производства одного или нескольких ресурсов.

В таких задачах предполагаются заданными: месторасположение потребителей; объем производства продукции в каждом пункте потребления ресурсов; гамма ресурсов, которые могут быть использованы каждым потребителем; возможные пункты производства ресурсов; производственная мощность пунктов производства ресурсов; затраты на производство ресурсов в каждом пункте производства; стоимость транспортировки ресурсов от каждого пункта производства к каждому пункту потребления; затраты на использование каждого ресурса каждым потребителем; нормы расхода ресурсов для производства единицы продукции.

Требуется определить месторасположение предприятий по выработке соответствующих ресурсов при минимальных суммарных затратах на производство, транспорт и использование ресурсов потребителями. При этом возможный объем выработки ресурсов в каждом пункте производства должен быть не выше его производственной мощности, а потребности потребителей должны удовлетворяться полностью только за счет тех видов ресурсов, которые могут использоваться данным потребителем для вырабатываемой им продукции.

Для соблюдения последнего условия в клетках матрицы, соответствующих j -му потребителю, $j = 1, 2, \dots, m$, который не может для выработки своей продукции использовать ресурс i -го поставщика, ставятся запретительные (неизмеримо высокие) суммарные затраты.

Индекс i заменяет сложный индекс $\alpha\beta$ ($\alpha = 1, 2, \dots, a$ — территориальные районы производства ресурсов, $\beta = 1, 2, \dots, b$ — вид вырабатываемого ресурса) и характеризует номер предприятия, которое расположено в определенном территориальном районе и вырабатывает определенный ресурс. Если предприятие вырабатывает несколько ресурсов, то оно подразделяется на соответствующее количество пунктов производства.

Аналогичным образом индекс j характеризует номер потребителя, расположенного в определенном γ -м районе, $\gamma = 1, 2, \dots, 2$ и вырабатывающего d -й вид продукции, $d = 1, 2, \dots, g$.

Математически задача формулируется следующим образом: найти минимум функционала

$$\sum_{ij} (c_i + c_{ij} + c'_{ij}) x_{ij} \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_j x_{ij} \leq P_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

$$\sum_i x_{ij} \frac{1}{\lambda_{ij}} = B_j, \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad (4)$$

где c_i , c_{ij} , c_{ij}' — приведенные затраты соответственно на производство, транспорт и потребление i -го ресурса j -м потребителем; x_{ij} — объем использования i -го ресурса j -м потребителем; P_i — производственная мощность i -го поставщика; B_j — выработка продукции j -м потребителем; λ_{ij} — норма расхода i -го ресурса на выработку единицы j -й продукции.

Приведенные затраты определяются по известной формуле

$$c = z + E_k, \quad (5)$$

где z — эксплуатационные расходы; E — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; k — удельные капитальные затраты.

При небольших размерах исходной матрицы задача может быть решена при помощи известных методов. В тех случаях, когда размер матрицы довольно велик, решение задачи в полном объеме в масштабе страны, а иногда и республики или района, невозможно из-за ограниченных возможностей электронно-вычислительной техники. Так, при решении задачи размещения предприятий топливной промышленности СССР размер исходной матрицы примерно равен 700×5000 . Практическая реализация таких задач требует уменьшения размеров исходной матрицы на основе группировки предприятий поставщиков и потребителей. Группировка предприятий путем взвешивания экономических показателей снижает точность расчетов, а при решении задач размещения предприятий может привести к ошибочным выводам.

Идея предлагаемого метода решения задач размещения предприятий с большими размерами исходных матриц заключается в сокращении числа строк (поставщиков) исходной матрицы посредством объединения их в районы поставки ресурсов с соответствующим образом рассчитанными характеристиками, а затем в решении полученной матрицы методом последовательных итераций.

Число столбцов матрицы (потребителей) можно уменьшить в рассматриваемой задаче путем агрегирования потребителей, которые расположены в одном территориальном районе, имеют примерно одинаковые приведенные затраты на потребление соответствующих ресурсов и предъявляют одинаковые требования к гамме используемых ресурсов. При соблюдении этих условий агрегирования потребителей результаты расчета будут незначительно отличаться от решения задач без объединения потребителей, и поэтому подобный подход к решению задач размещения предприятий можно считать вполне допустимым.

Для группировки и включения в расчет экономических характеристик районов производства ресурсов с учетом показателей каждого предприятия предлагается следующий метод определения производственных мощностей и приведенных затрат по каждой группе поставщиков. В каждом множестве возможных пунктов производства ресурсов почти всегда можно выделить некоторые подмножества, характеризующиеся следующими признаками: 1) месторасположение возможных пунктов производства в одном районе; 2) примерно одинаковая качественная характеристика ресурсов.

Первый признак агрегирования поставщиков предполагает одинаковый размер затрат на транспорт ресурсов от каждого из предприятий данного подмножества к потребителям. Конечно, затраты на транспорт ресурсов от предприятий одного подмножества к потребителям не могут быть абсолютно равны, но в пределах точности исходной информации

этим различиями можно пренебречь. Например, при решении задачи размещения предприятий топливной промышленности в одно подмножество можно включить предприятия по добыче ресурса в данном бассейне (угольные шахты Донбасса, шахты Львовско-Волынского бассейна и т. п.).

Второй признак агрегирования предполагает равенство затрат на использование и норм расхода ресурса при производстве соответствующих видов продукции потребителями. В соответствии с этим признаком в указанной выше задаче в каждом территориальном районе в одно подмножество должны объединяться предприятия, производящие качественно однородные ресурсы (например, в Донецком бассейне в такие подмножества могут быть выделены шахты, добывающие одинаковые марки угля и т. п.).

Каждый район I производства ресурсов, $I = 1, 2, \dots, U$, в задаче размещения предприятий характеризуется двумя показателями — производственной возможностью и соответствующими приведенными затратами. Производственная возможность каждого района производства ресурсов складывается из производственных мощностей действующих предприятий к соответствующему периоду и возможности прироста за счет реконструкции действующих предприятий и строительства новых.

Вполне понятно, что и приведенные затраты для каждого района поставки не будут оставаться неизменными при изменении объема производства, так как каждому объему производства соответствует определенный набор предприятий, а приведенные затраты определяются путем взвешивания затрат каждого предприятия по производственной мощности.

Приведенные затраты района поставки c_I можно представить как функцию объема производства x_I

$$c_I = f(x_I), \quad (6)$$

если построить кривую затрат на производство продукции в I -м районе или задать ее таблично.

Построение кривой затрат на производство продукции в каждом районе осуществляется следующим образом.

При помощи существующих методов рассчитываются по каждому действующему, реконструируемому или новому предприятию эксплуатационные и удельные капитальные затраты и производственные мощности. Затем для каждого предприятия определяется величина приведенных затрат по формуле (5).

Далее каждому предприятию присваивается порядковый номер по признаку возрастания приведенных затрат. Причем для каждого реконструируемого и нового предприятия делается проверка на соблюдение условия

$$c_n + E k_c' < c_s, \quad (7)$$

где c_n — приведенные затраты нового или реконструируемого предприятия (руб/т); k_c' — неиспользуемые удельные капиталовложения при ликвидации старых (действующих) предприятий, имеющих более высокий порядковый номер по сравнению с рассматриваемым новым или реконструируемым (руб/т); c_s — приведенные затраты старых предприятий, по мощности соответствующих рассматриваемому новому и имеющим ближайшие более высокие порядковые номера (руб/т).

Это условие означает, что приведенные затраты нового предприятия с учетом неиспользуемых при ликвидации старых предприятий капиталовложений должны быть меньше приведенных затрат на старых действующих предприятиях с ближайшими большими номерами.

Таблица 1

Порядковый номер предприятия по возрастанию приведенных затрат	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Предприятие	Характер эксплуатации готов-		ности предприятия		Производственная мощ-		ность предприятия, ед. изм.		Производственная мощ-		ность предприятия, ед. изм.		Производственная мощ-		ность предприятия, ед. изм.	
Приведенные затраты, руб/ед. изм.	всего	эксплуатационные расходы	капитальные затраты	в том числе	всего	в том числе кап. затраты	Сумма приведенных затрат воз-растающим ито-гом, руб.		Производственная мощ-ность предприятия, ед. изм.		Взвешенные удельные за-траты возрастающим итогом, руб/ед. изм.		Производственная мощ-ность предприятия, ед. изм.		Взвешенные удельные за-траты убывающим итогом, руб/ед. изм.	
$c_i = z_i + \sum k_i$	z_i	k_i	$\sum c_i P_i$	$\sum k_i P_i$	$\sum P_i$	$c_I = \frac{\sum c_i P_i}{\sum P_i}$	$k_I = \frac{\sum k_i P_i}{\sum P_i}$	$\bar{c}_I = \frac{\sum c_i P_i}{\sum P_i}$								

Если указанное условие не соблюдается, то новому предприятию присваивается более высокий порядковый номер, при котором оно будет выполняться.

Данные в соответствии с порядковыми номерами предприятия записываются в табл. 1.

Обработка табл. 1 сводится к расчету указанных в ней параметров, т. е. к нахождению возрастающим (Σ) или убывающим ($\bar{\Sigma}$) итогом производственных мощностей района и соответствующих средневзвешенных приведенных затрат.

Таким образом, в результате заполнения табл. 1 получается полная картина изменения приведенных затрат района поставки в зависимости от объема производства в нем.

Кривую затрат на производство ресурса в I -м районе можно построить в координатах производственных возможностей района и приведенных затрат (см. рисунок), пользуясь данными табл. 1.

Выразив кривую затрат математически в виде многочлена высокого порядка, можно включить его в целевую функцию рассматриваемой задачи.

В случае больших затруднений при решении задачи с нелинейной целевой функцией высокого порядка можно прибегнуть к последовательным итерациям. При этом первая итерация производится с величиной приведенных затрат, соответствующей полному использованию производственных мощностей каждого района.

В результате первой итерации неиспользованными, как правило, остаются производственные мощности района (районов) производства ресурсов, имеющего наибольшие суммарные затраты. Наиболее вероятно, что в числе неиспользованных мощностей имеются предприятия с меньшими суммарными

ми затратами по сравнению с предприятиями, мощность которых была использована по результатам первой итерации. Такое положение возможно в результате решения задачи на первой итерации со средневзвешенными суммарными затратами. Далее производится проверка возможности «вытеснения» предприятий, включенных в число действующих, предприятием с меньшими затратами из числа не включенных в действующие. Для этого в каждом районе производства ресурсов выделяются подрайоны, объединяющие: 1) предприятия, вошедшие в число действующих, без предприятий с наибольшим порядковым номером (I); 2) предприятие с наибольшим порядковым номером из вошедших в число действующих (I'); 3) предприятие с наименьшим порядковым номером из невошедших в число действующих (I''); 4) остальные предприятия из невошедших в число действующих (I).

Производственные мощности и приведенные затраты каждого подрайона определяются по данным табл. 1 (гр. 4, 5, 10, 11, 13, 14).

Новая матрица, в которой выделены указанные подрайоны производства ресурсов, по размерам значительно меньше исходной и может быть решена одним из известных методов. По результатам решения этой матрицы опять выделяются подрайоны по указанному выше принципу и производится следующая итерация. Итерации повторяются до тех пор, пока не будет достигнут оптимальный вариант размещения предприятий. В этом случае последующая итерация не изменяет план размещения производства ресурсов по предприятиям.

Результаты последней итерации покажут оптимальные объемы производства, которые необходимо иметь в данном районе. Перечень предприятий, которые должны обеспечивать рассчитанную производственную мощность района поставки, легко установить из табл. 1, для чего в столбце производственных мощностей предприятий возрастающим итогом (табл. 1, гр. 10) находится аналогичная производственная мощность, и все записанные выше предприятия составят искомый перечень.

Новые предприятия, которые включены в перечень предприятий, обеспечивающих производственную мощность I -го района, должны быть введены в число действующих к рассматриваемому периоду и, соответственно, обеспечены капиталовложениями, необходимая сумма которых указана в гр. 12 (табл. 1). Действующие предприятия, не вошедшие в перечень, должны быть ликвидированы или законсервированы, что устанавливается дополнительными расчетами.

Покажем применение предлагаемого метода на примере решения простой задачи размещения производства двух ресурсов.

Пусть имеются 15 возможных пунктов производства ресурсов и 3 потребителя. Исходные данные в части производственных мощностей возможных пунктов производства ресурсов и затрат на производство c_{gi} транспорт c_{ti} и использование c_{ni} приведены в табл. 2. В данном примере по описанным выше признакам объединения предприятий в районы поставки

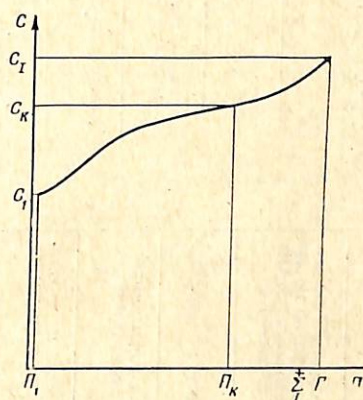


График затрат на производство ресурса в I -м районе

$$(c_l = \sum_{i=1}^k c_i \Pi_i / \sum_{i=1}^k \Pi_i)$$

Таблица 2

Индекс предприятия	Π_i	c_{gi}	$c_{\tau ij}$			$c_{n ij}$			$c_{ij} = c_{gi} + c_{\tau ij} + c_{n ij}$		
			j_1	j_2	j_3	j_1	j_2	j_3	j_1	j_2	j_3
i_1	200	10	1	2	3	3	3	4	14	15	17
i_2	150	12	1	2	3	3	3	4	16	17	19
i_3	200	10	1	2	3	3	3	4	14	15	17
i_4	250	8	1	2	3	3	3	4	12	13	15
i_5	300	7	1	2	3	3	3	4	11	12	14
i_6	200	10	0,5	1	1,5	3	3	4	13,5	14	15,5
i_7	150	12	0,5	1	1,5	3	3	4	15,5	16	17,5
i_8	200	10	0,5	1	1,5	3	3	4	13,5	14	15,5
i_9	250	8	0,5	1	1,5	3	3	4	11,5	12	13,5
i_{10}	200	10	0,5	1	1,5	3	3	4	13,5	14	15,5
i_{11}	300	7	2	1,5	1,0	2	3	2,5	11	11,5	10,5
i_{12}	350	6	2	1,5	1,0	2	3	2,5	10	10,5	9,5
i_{13}	200	10	2	1,5	1,0	2	3	2,5	14	14,5	13,5
i_{14}	250	8	2	1,5	1,0	2	3	2,5	12	12,5	11,5
i_{15}	200	10	2	1,5	1,0	2	3	2,5	14	14,5	13,5

Таблица 3

Номер района производства	Порядковый номер предприятия по возрастанию затрат на производство	Индекс предприятия	Производственная мощность предприятия	Затраты на производство единицы ресурса	Затраты на производство всей продукции	Затраты на производство возрастающим игом	Производственная мощность предприятия возрастающим игом	Взвешенные удельные затраты	Производственная мощность предприятия района убывающим игом	Взвешенные затраты убывающим игом
1	1	i_5	300	7	2100	2100	300	7,00	1100	9,00
	2	i_4	250	8	2000	4100	550	7,45	800	9,75
	3	i_3	200	10	2000	6100	750	8,13	550	10,55
	4	i_1	200	10	2000	8100	950	8,53	350	10,86
	5	i_2	150	12	1800	9900	1100	9,00	150	12,00
		I_1	1100	9						
2	1	i_9	250	8	2000	2000	250	8,00	1000	9,80
	2	i_{10}	200	10	2000	4000	450	8,90	750	10,40
	3	i_8	200	10	2000	6000	650	9,23	550	10,55
	4	i_6	200	10	2000	8000	850	9,42	350	10,86
	5	i_7	150	12	1800	9800	1000	9,80	150	12,00
		I_2	1000	9,8						
3	1	i_{12}	350	6	2100	2100	350	6,00	1300	7,85
	2	i_{11}	300	7	2100	4200	650	6,46	950	8,52
	3	i_{14}	250	8	2000	6200	900	6,88	650	9,23
	4	i_{13}	200	10	2000	8200	1100	7,45	400	10,00
	5	i_{15}	200	10	2000	10200	1300	7,85	200	10,00
		I_3	1300	7,85						

можно выделить три района. Расчет необходимых параметров по каждому району поставки ресурсов приведен в табл. 3. Для определения матрицы критерия оптимальности составлена соответственно для каждой итерации табл. 4. В табл. 5 приведены результаты размещения производства ресур-

Таблица 4

Номер итерации	Индекс района	Индекс подрайона	Π_I	c_{gI}	$c_{\tau Ij}$			c_{nIj}			c_{Ij}		
					j_1	j_2	j_3	j_1	j_2	j_3	j_1	j_2	j_3
1	I_1		1100	9,00	1	2	3	3	3	4	13	14	16
	I_2		1000	9,80	0,5	1	1,5	3	3	4	13,3	13,8	15,3
	I_3		1300	7,85	2	1,5	1	2	3	2,5	11,85	12,35	11,35
2	I_1	$^+ I_1$	550	7,45	1	2	3	3	3	4	11,45	12,45	14,45
		$^+ I_1'$	200	10,00	1	2	3	3	3	4	14	15	17
		$^- I_1'$	200	10,00	1	2	3	3	3	4	14	15	17
		$^- I_1$	150	12,00	1	2	3	3	3	4	16	17	19
	I_2	$^+ I_2$	850	9,42	0,5	1	1,5	3	3	4	12,92	13,42	14,92
		$^+ I_2'$	150	12,00	0,5	1	1,5	3	3	4	15,5	16	17,5
	I_3	$^+ I_3$	1100	7,45	2	1,5	1	2	3	2,5	11,45	11,95	10,95
		$^+ I_3'$	200	10,00	2	1,5	1	2	3	2,5	14	14,5	13,5
		$^- I_3'$											
		$^- I_3$											
3	I_1	$^+ I_1$	750	8,13	1	2	3	3	3	4	12,13	13,13	15,13
		$^+ I_1'$	100	10,00	1	2	3	3	3	4	14	15	17
		$^- I_1'$	100	10,00	1	2	3	3	3	4	14	15	17
		$^- I_1$	150	12,00	1	2	3	3	3	4	16	17	19
	I_2	$^+ I_2$	650	9,23	0,5	1	1,5	3	3	4	12,73	13,23	14,73
		$^+ I_2'$	200	10,00	0,5	1	1,5	3	3	4	13,5	14	15,5
		$^- I_2'$	150	12,00	0,5	1	1,5	3	3	4	15,5	16	17,5
		$^- I_2$											
	I_3	$^+ I_3$	1100	7,45	2	1,5	1	2	3	2,5	11,45	11,95	10,95
		$^+ I_3'$	200	10,00	2	1,5	1	2	3	2,5	14	14,5	13,5
		$^- I_3'$											
		$^- I_3$											

сов по 1, 2, 3-й итерациям. После 3-й итерации получено оптимальное размещение производства ресурсов, так как дальнейшие итерации не меняют план производства. Обращаясь к табл. 3, находим, что подрайонам $\bar{I}_1$ и $\bar{I}_2'$ соответствуют предприятия i_2 и i_7 , а подрайону $\bar{I}_1'$ — половина мощности предприятия i_1 .

Таким образом, план производства ресурсов размещается на предприятиях $i_3, i_4, i_5, i_6, i_8, i_9, i_{10}, i_{11}, i_{12}, i_{13}, i_{14}, i_{15}$ в соответствии с их производственными мощностями и 100 единиц — на предприятии i_1 .

В табл. 6 приведен для сравнения оптимальный план размещения производства ресурсов в рассматриваемой задаче без объединения предприятий в районы поставки ресурсов. Как видно из табл. 5 и 6, планы размещения производства ресурсов аналогичны, что наглядно подтверждает возможность применения предлагаемого метода.

Таблица 5

Номер итерации	Район поставки	Подрайон поставки	Π_I	j_1	j_2	j_3	Неисполь- зуемые мощности
				$B_{j_1} = 1000$	$B_{j_2} = 1500$	$B_{j_3} = 500$	
1	I_1		1100	13 700	14	16	400
	I_2		1000	13,3	13,8 1000	15,3	
	I_3		1300	11,85 300	12,35 500	11,35 500	
2	I_1	$^+I_1$	550	11,45 550	12,45	14,45	
		$^+I_1'$	200	14	15 200	17	
		$\bar{I}_1'$	200	14	15 100	17	100
		$\bar{I}_1$	150	16	17	19	150
	I_2	$^+I_2$	850	12,92	13,42 850	14,92	
		$^+I_2'$	150	15,5	16	17,5	150
	I_3	$^+I_3$	1100	11,45 450	11,95 150	10,95 500	
		$^+I_3'$	200	14	14,5 200	13,5	
3	I_1	$^+I_1$	750	12,13 750	13,13	15,13	
		$^+I_1'$	100	14 100	15	17	
		$\bar{I}_1'$	100	14	15	17	100
		$\bar{I}_1$	150	16	17	19	150
	I_2	$^+I_2$	650	12,73	13,23 650	14,73	
		$^+I_2'$	200	13,5	14 200	15,5	
		$\bar{I}_2'$	150	15,5	16	17,5	150
	I_3	$^+I_3$	1100	11,45 150	11,95 450	10,95 500	
		$^+I_3'$	200	14	14,5 200	13,5	

Таблица 6

Индекс предприя- тия	Π_i	j_1	j_2	j_3
		$B_{j_1} = 1000$	$B_{j_2} = 1500$	$B_{j_3} = 500$
i_1	200	14 100	15	17
i_2	150	16	17	19
i_3	200	14 200	15	17
i_4	250	12 250	13	15
i_5	300	11 300	12	14
i_6	200	13,5	14 200	15,5
i_7	150	15,5	16	17,5
i_8	200	13,5	14 200	15,5
i_9	250	11,5	12 250	13,5
i_{10}	200	13,5	14 200	15,5
i_{11}	300	11 150	11,5	10,5 150
i_{12}	350	10	10,5	9,5 350
i_{13}	200	14	14,5 200	13,5
i_{14}	250	12	12,5 250	11,5
i_{15}	200	14	14,5 200	13,5

Поступила в редакцию
5 IX 1966