

Лабораторная работа 4

Балансовые экономико-математические модели и их моделирование на Excel и MathCad

Цель работы – приобретение навыков построения балансовых экономико-математических моделей и решения их в Microsoft Excel и Mathcad.

Порядок выполнения работы

Представлен межотраслевой баланс отчетного периода: конечная продукция отраслей (Y) и межотраслевые потоки (X). Определить

1. Недостающие данные в таблице.
2. Определить коэффициенты прямых материальных затрат (a_{ij}).
3. Составить плановый межотраслевой баланс, исходя из предположения, что конечный продукт в первой и во второй отраслях возрастет по сравнению с отчетным периодом на 5%, а в третьей отрасли на 2%. (Коэффициенты прямых материальных затрат те же, что и в отчетном периоде).

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	22	15	35	48	
2	34	18	12	24	
3	47	22	17	28	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					

Решение задачи в Microsoft Excel.

На листе электронной таблицы Excel подготовить таблицу с исходными данными (рисунок 1).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример							
2		МОБ отчетного периода						
3					Конеч. прод.	Вал. прод.		
4		1	2	3				
5	1	22	15	35	48			
6	2	34	18	12	24			
7	3	47	22	17	28			
8	Ус.-чист. прод.							
9	Вал. прод.							
10								

Рис. 1 Таблица с исходными данными

1. Валовая продукция для каждой отрасли рассчитывается как сумма межотраслевого потока отрасли и конечной продукции. Валовая продукция по строкам и соответствующим столбцам совпадает. Условно-чистая продукция каждой отрасли – это разница между валовой продукцией отрасли и суммой межотраслевых потоков отрасли. Чтобы рассчитать сумму каких-либо величин используется встроенная функция СУММ.

Расчет валовой продукции и условно-чистой продукции по каждой отрасли в Excel приведен на рис. 2.

	A	B	C	D	E	F
1	Пример					
2	МОБ отчетного периода					
3					Конеч. прод.	Вал. прод.
4		1	2	3		
5	1	22	15	35	48	=СУММ(B5:E5)
6	2	34	18	12	24	=СУММ(B6:E6)
7	3	47	22	17	28	=СУММ(B7:E7)
8	Ус.-чист. прод.	=B9-СУММ(B5:B7)	=C9-СУММ(C5:C7)	=D9-СУММ(D5:D7)	=СУММ(E5:E7)	
9	Вал. прод.	=F5	=F6	=F7		=СУММ(F5:F7)
10						
11						
12						
13						

Рис. 2 Расчет валовой продукции и условно-чистой продукции по каждой отрасли

Результаты расчетов приведены на рис. 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример							
2	МОБ отчетного периода							
3					Конеч. прод.	Вал. прод.		
4		1	2	3				
5	1	22	15	35	48	120		
6	2	34	18	12	24	88		
7	3	47	22	17	28	114		
8	Ус.-чист. прод.	17	33	50	100			
9	Вал. прод.	120	88	114		322		
10								
11								
12								
13								

Рис.3 Результаты расчетов недостающих данных в таблице

2. Коэффициенты прямых материальных затрат a_{ij} рассчитываются по формуле

$$a_{ij} = x_{ij}/x_j,$$

где x_{ij} – межотраслевые потоки;

x_j – валовая продукция j -ой отрасли.

Расчет матрицы коэффициентов прямых материальных затрат A в Excel приведен на рис. 4. Результаты расчетов приведены на рис. 5.

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Пример								
2		МОБ отчетного периода							
3					Конеч. прод.	Вал. прод.			
4		1	2	3					
5	1	22	15	35	48	120			
6	2	34	18	12	24	88			
7	3	47	22	17	28	114			
8	Ус.-чист. прод.	17	33	50	100				
9	Вал. прод.	120	88	114		322			
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20		=B5/\$B\$9	=C5/\$C\$9	=D5/\$D\$9					
21	A=	=B6/\$B\$9	=C6/\$C\$9	=D6/\$D\$9					
22		=B7/\$B\$9	=C7/\$C\$9	=D7/\$D\$9					
23									

Рис. 4 Расчет матрицы коэффициентов прямых материальных затрат

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Пример								
2		МОБ отчетного периода							
3					Конеч. прод.	Вал. прод.			
4		1	2	3					
5	1	22	15	35	48	120			
6	2	34	18	12	24	88			
7	3	47	22	17	28	114			
8	Ус.-чист. прод.	17	33	50	100				
9	Вал. прод.	120	88	114		322			
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20		0,1833333	0,1704545	0,3070175					
21	A=	0,2833333	0,2045455	0,1052632					
22		0,3916667	0,25	0,1491228					
23									

Рис. 5 Матрица коэффициентов прямых материальных затрат

3. Расчет межотраслевого баланса планового периода начнем с расчета конечной продукции, в первой и второй отраслях она увеличилась на 5%, а в третьей на 2% (рис. 6). Результаты расчетов представлены на рис. 7.

E20								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример							
2	МОБ отчетного периода							
3					Конеч. прод.	Вал. прод.		
4		1	2	3				
5	1	22	15	35	48	120		
6	2	34	18	12	24	88		
7	3	47	22	17	28	114		
8	Ус.-чист. прод.	17	33	50	100			
9	Вал. прод.	120	88	114		322		
10								
11	МОБ планового периода							
12					Конеч. прод.	Вал. прод.		
13		1	2	3				
14	1				=E5*1,05			
15	2				=E6*1,05			
16	3				=E7*1,02			
17	Ус.-чист. прод.				=СУММ(E14:E16)			
18	Вал. прод.							
19								
20		0,183333	0,170455	0,307018				
21	A=	0,283333	0,204545	0,105263				
22		0,391667	0,25	0,149123				
23								

Рис. 6 Расчет конечной продукции отраслей в плановом периоде

E22								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример							
2	МОБ отчетного периода							
3					Конеч. прод.	Вал. прод.		
4		1	2	3				
5	1	22	15	35	48	120		
6	2	34	18	12	24	88		
7	3	47	22	17	28	114		
8	Ус.-чист. прод.	17	33	50	100			
9	Вал. прод.	120	88	114		322		
10								
11	МОБ планового периода							
12					Конеч. прод.	Вал. прод.		
13		1	2	3				
14	1				50,4			
15	2				25,2			
16	3				28,56			
17	Ус.-чист. прод.				104,16			
18	Вал. прод.							
19								
20		0,183333	0,170455	0,307018				
21	A=	0,283333	0,204545	0,105263				
22		0,391667	0,25	0,149123				
23								

Рис. 7 Конечная продукция отраслей в плановом периоде

Далее рассчитываем вектор валовой продукции отраслей в плановом периоде по формуле

$$X = (E - A)^{-1} Y = SY.$$

Сначала рассчитаем матрицу $(E-A)$. Расчет приведен на рис. 8, а результаты расчета на рис. 9.

	A	B	C	D	E	F	G	H
10								
11	МОБ планового периода							
12					Конеч. прод.	Вал. прод.		
13		1	2	3				
14	1				50,4			
15	2				25,2			
16	3				28,56			
17	Ус.-чист.прод.				104,16			
18	Вал. прод.							
19								
20		0,183333	0,170455	0,307018				
21	A=	0,283333	0,204545	0,105263				
22		0,391667	0,25	0,149123				
23								
24		=1-B20	=0-C20	=0-D20				
25	E-A=	=0-B21	=1-C21	=0-D21				
26		=0-B22	=0-C22	=1-D22				
27								
28								

Рис. 8 Расчет матрицы $(E-A)$

	A	B	C	D	E	F	G	H
10								
11	МОБ планового периода							
12					Конеч. прод.	Вал. прод.		
13		1	2	3				
14	1				50,4			
15	2				25,2			
16	3				28,56			
17	Ус.-чист.прод.				104,16			
18	Вал. прод.							
19								
20		0,1833333	0,1704545	0,3070175				
21	A=	0,2833333	0,2045455	0,1052632				
22		0,3916667	0,25	0,1491228				
23								
24		0,8166666667	-0,1704545455	-0,3070175439				
25	E-A=	-0,2833333333	0,7954545455	-0,1052631579				
26		-0,3916666667	-0,2500000000	0,8508771930				
27								
28								

Рис. 9 Матрица $(E-A)$

Расчет матрицы B – обратной к матрице $(E-A)$ проводим с помощью встроенной функции **МОБР**. Ячейку B28 делаем активной, и в нее вставляем функцию МОБР (рис. 10), результатом расчета является одна заполненная ячейка B28 (рис. 11), далее необходимо скопировать данную формулу во все ячейки массива, для этого выделяем диапазон ячеек B28:D30, начиная с ячейки B28, затем нажимаем клавишу F2, после этого комбинацию клавиш Ctrl+Shift+Enter. Результатом данных действий будет заполнение выделенного диапазона ячеек числовыми данными (матрица B) (рис. 12).

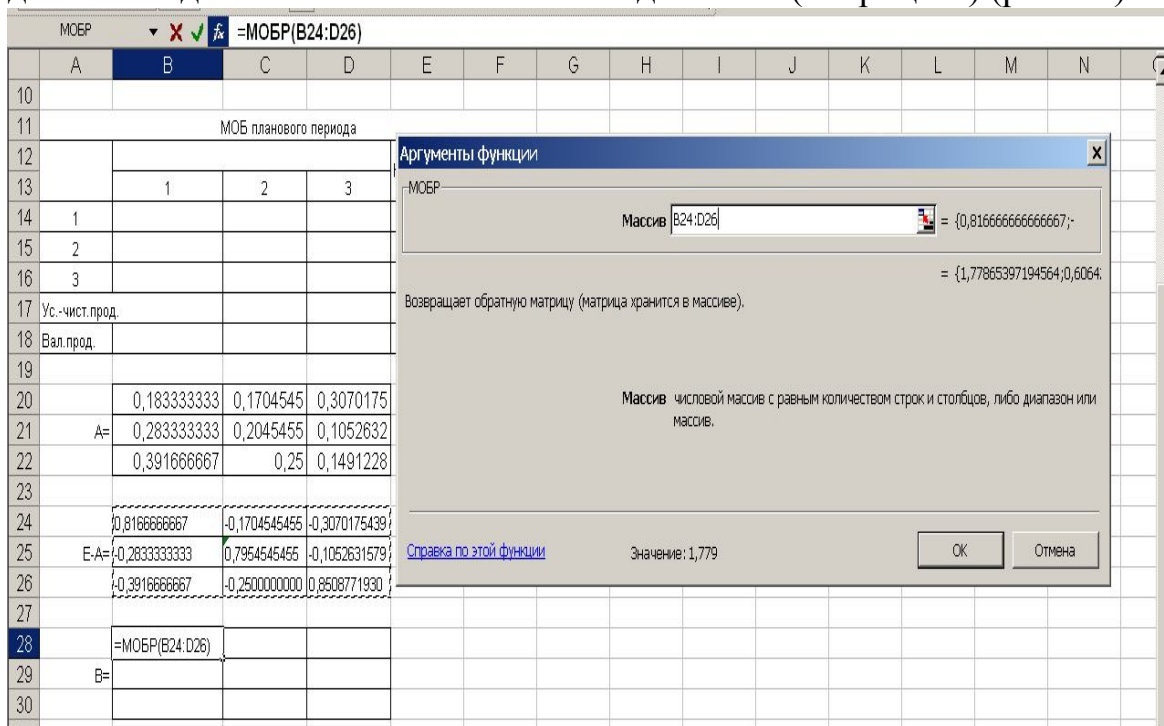


Рис. 10 Встроенная функция МОБР

	A	B	C	D	E	F
10						
11	МОБ планового периода					
12					Конеч. прод.	Вал. прод.
13		1	2	3		
14	1				50,4	
15	2				25,2	
16	3				28,56	
17	Ус.-чист. прод.				104,16	
18	Вал. прод.					
19						
20		0,1833333333	0,1704545	0,3070175		
21	A=	0,2833333333	0,2045455	0,1052632		
22		0,391666667	0,25	0,1491228		
23						
24		0,816666667	-0,17045455	-0,3070175439		
25	E-A=	-0,2833333333	0,7954545455	-0,1052631579		
26		-0,391666667	-0,2500000000	0,8508771930		
27						
28		1,779				
29	B=					
30						
31						

Рис. 11 Результат расчета по функции МОБР

	A	B	C	D	E	F	G	H
10								
11	МОБ планового периода							
12					Конеч. прод.	Вал. прод.		
13		1	2	3				
14	1				50,4			
15	2				25,2			
16	3				28,56			
17	Ус.-чист. прод.				104,16			
18	Вал. прод.							
19								
20		0,183333333	0,1704545	0,3070175				
21	A=	0,283333333	0,2045455	0,1052632				
22		0,391666667	0,25	0,1491228				
23								
24		0,816666667	-0,170454545	-0,3070175439				
25	E-A=	-0,283333333	0,795454545	-0,1052631579				
26		-0,391666667	-0,250000000	0,8508771930				
27								
28		1,779	0,606	0,717				
29	B=	0,772	1,571	0,473				
30		1,046	0,741	1,644				

Рис. 12 Матрица B

Используя матрицу B, по формуле $X = B Y$, рассчитываем валовую продукцию каждой отрасли в плановом периоде. Для этого необходимо матрицу B умножить на вектор-столбец валовой продукции, чтобы это сделать в Excel нужно воспользоваться встроенной функцией МУМНОЖ. Ячейку F14 делаем активной, и в нее вставляем функцию МУМНОЖ (рис.13), результатом расчета является одна заполненная ячейка F14 (рис.14), далее необходимо скопировать данную формулу во все ячейки массива, для этого выделяем диапазон ячеек F14: F17, начиная с ячейки F14, затем нажимаем клавишу F2, после этого комбинацию клавиш Ctrl +Shift+Enter. Результатом данных действий будет заполнение выделенного диапазона ячеек числовыми данными (столбец - валовая продукция) (рис. 15). Валовая продукция планового периода по строкам и соответствующим столбцам совпадает.

Аргументы функции

МУМНОЖ

Массив1 B28:D30 = {1,77865397194564;0}

Массив2 E14:E16 = {50,4;25,2}

= {125,397885020714;92,002}

Возвращает произведение матриц (матрицы хранятся в массивах).

Массив2 первый из перемножаемых массивов, который должен иметь то же число столбцов, что и второй.

Справка по этой функции Значение: 125,397885 OK Отмена

Рис. 13 Встроенная функция МУМНОЖ

F14		={МУМНОЖ(B28:D30;E14:E16)}					
	A	B	C	D	E	F	G
10							
11	МОБ планового периода						
12					Конеч. прод.	Вал. прод.	
13		1	2	3			
14	1				50,4	125,397885	
15	2				25,2		
16	3				28,56		
17	Ус.-чист. прод.				104,16		
18	Вал. прод.						
19							
20		0,183333333	0,1704545	0,3070175			
21	A=	0,283333333	0,2045455	0,1052632			
22		0,391666667	0,25	0,1491228			
23							
24		0,816666667	-0,170454555	-0,3070175439			
25	E-A=	-0,283333333	0,7954545455	-0,1052631579			
26		-0,391666667	-0,2500000000	0,8508771930			
27							
28		1,779	0,606	0,717			
29	B=	0,772	1,571	0,473			
30		1,046	0,741	1,644			

Рис. 14 Результат расчета по функции МУМНОЖ

B18		=F14					
	A	B	C	D	E	F	G
10							
11	МОБ планового периода						
12					Конеч. прод.	Вал. прод.	
13		1	2	3			
14	1				50,4	125,397885	
15	2				25,2	92,002772	
16	3				28,56	118,318913	
17	Ус.-чист. прод.				104,16		
18	Вал. прод.	125,397885	92,002772	118,318913			
19							
20		0,183333333	0,1704545	0,3070175			
21	A=	0,283333333	0,2045455	0,1052632			
22		0,391666667	0,25	0,1491228			
23							
24		0,816666667	-0,170454555	-0,3070175439			
25	E-A=	-0,283333333	0,7954545455	-0,1052631579			
26		-0,391666667	-0,2500000000	0,8508771930			
27							
28		1,779	0,606	0,717			
29	B=	0,772	1,571	0,473			
30		1,046	0,741	1,644			
31							
32							

Рис. 15 Валовая продукция планового периода

Межотраслевые потоки в плановом периоде рассчитываются по формуле $x_{ij} = a_{ij} x_j$. Расчет межотраслевых потоков в Excel приведен на рис.16. Условно-чистая продукция каждой отрасли в плановом периоде – это разница между валовой продукцией отрасли планового периода и суммой межотраслевых потоков отрасли в плановом периоде (рис. 16). Межотраслевой баланс планового периода представлен на рис. 17.

E26						
	A	B	C	D	E	F
10						32:
11	МОБ планового периода					
12					Конеч. прод.	Вал. прод.
13		1	2	3		
14	1	=B20*B18	=C20*C18	=D20*D18	50,4	125,397885
15	2	=B21*B18	=C21*C18	=D21*D18	25,2	92,002772
16	3	=B22*B18	=C22*C18	=D22*D18	28,56	118,318913
17	Ус.-чист. прод.	=B18-СУММ(B14:B16)	=C18-СУММ(C14:C16)	=D18-СУММ(D14:D16)	104,16	
18	Вал. прод.	125,397885	92,002772	118,318913		335,719571
19						335,719571
20		0,183333333	0,170454545	0,307017544		
21	A=	0,283333333	0,204545455	0,105263158		
22		0,391666667	0,25	0,149122807		
23						
24		0,816666667	-0,170454545	-0,3070175439		
25	E-A=	-0,283333333	0,795454545	-0,1052631579		
26		-0,391666667	-0,250000000	0,8508771930		
27						
28		1,779	0,606	0,717		
29	B=	0,772	1,571	0,473		
30		1,046	0,741	1,644		
31						
32						
33						

Рис. 16 Расчет межотраслевых потоков и условно-чистой продукции в плановом периоде

F18							
=СУММ(F14:F16)							
	A	B	C	D	E	F	G
10							
11	МОБ планового периода						
12					Конеч. прод.	Вал. прод.	
13		1	2	3			
14	1	22,990	15,682	36,326	50,4	125,397885	
15	2	35,529	18,819	12,455	25,2	92,002772	
16	3	49,114	23,001	17,644	28,56	118,318913	
17	Ус.-чист. прод.	17,765	34,501	51,894	104,16		
18	Вал. прод.	125,397885	92,002772	118,318913		335,719570	
19							
20		0,18333333	0,1704545	0,3070175			
21	A=	0,28333333	0,2045455	0,1052632			
22		0,3916667	0,25	0,1491228			
23							
24		0,81666667	-0,17045455	-0,3070175439			
25	E-A=	-0,28333333	0,79545455	-0,1052631579			
26		-0,39166667	-0,25000000	0,8508771930			
27							
28		1,779	0,606	0,717			
29	B=	0,772	1,571	0,473			
30		1,046	0,741	1,644			
31							
32							

Рис. 17 Межотраслевой баланс планового периода

Решение задачи в Mathcad.

1. Переменная ORIGIN содержит номер первой строки (столбца) матрицы или первого элемента вектора. По умолчанию ORIGIN:=0. Обычно же в математической записи используется нумерация с 1, поэтому определяем значение этой переменной равным 1.

$$\text{ORIGIN} := 1$$

2. Это матрица межотраслевого баланса, элементами которой являются количество товаров и услуг i -го сектора, потребляемое j -им сектором ($i=1,2,3; j=1,2,3,4$). Смотрите таблицу межотраслевого баланса.

$$M := \begin{pmatrix} 22 & 15 & 35 \\ 34 & 18 & 12 \\ 47 & 22 & 17 \end{pmatrix}$$

3. Первоначальный вектор выпуска, заданный в таблице (общий выпуск).

$$X := \begin{pmatrix} 120 \\ 88 \\ 114 \end{pmatrix}$$

4. Построение структурной матрицы A - количество продукции i -го сектора, которое расходуется при производстве одной единицы продукции j -го сектора (коэффициенты прямых затрат).

$$i := 1..3$$

$$j := 1..3$$

$$A_{i,j} := \frac{M_{i,j}}{X_j}$$

$$A = \begin{pmatrix} 0.183 & 0.17 & 0.307 \\ 0.283 & 0.205 & 0.105 \\ 0.392 & 0.25 & 0.149 \end{pmatrix}$$

5. Построение матрицы полных затрат, где единичная матрица 3-го порядка $E = \text{identity}(3)$ - встроена функция MathCAD.

$$B := (\text{identity}(3) - A)^{-1}$$

$$B = \begin{pmatrix} 1.779 & 0.606 & 0.717 \\ 0.772 & 1.571 & 0.473 \\ 1.046 & 0.741 & 1.644 \end{pmatrix}$$

6. Новый вектор конечного спроса

$$Y := \begin{pmatrix} 50.4 \\ 25.2 \\ 28.56 \end{pmatrix}$$

7. Вычисление вектора выпуска при новом векторе конечного спроса

$$X := B \cdot Y$$

$$X = \begin{pmatrix} 125.398 \\ 92.003 \\ 118.319 \end{pmatrix}$$

Порядок выполнения работы

Представлен межотраслевой баланс отчетного периода: конечная продукция отраслей (Y) и межотраслевые потоки (x_{ij}). Определить

1. Недостающие данные в таблице.
2. Определить коэффициенты прямых материальных затрат (a_{ij}).
3. Составить плановый межотраслевой баланс, исходя из предположения, что конечный продукт в первой и во второй отраслях возрастет по сравнению с отчетным периодом на 5%, а в третьей отрасли на 2%. (Коэффициенты прямых материальных затрат те же, что и в отчетном периоде).

Варианты заданий.

Вариант 1

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	24	28	37	20	
2	18	22	15	56	
3	40	18	25	15	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					

Вариант 2

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	24	18	40	20	
2	37	15	28	56	
3	20	36	22	15	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					

Вариант 3

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	24	28	37	30	
2	18	22	15	40	
3	40	18	25	68	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					

Вариант 4

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	24	18	40	30	
2	37	15	28	40	
3	20	36	22	68	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					

Вариант 5

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	24	28	37	17	
2	18	22	15	28	
3	40	18	25	50	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					

Вариант 6

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	24	18	40	17	
2	37	15	28	28	
3	20	36	22	50	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					

Вариант 7

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	24	28	37	25	
2	18	22	15	12	
3	40	18	25	40	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					

Вариант 8

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	24	18	40	25	
2	37	15	28	12	
3	20	36	22	40	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					

Вариант 9

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	24	28	37	12	
2	18	22	15	30	
3	40	18	25	20	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					

Вариант 10

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	24	18	40	12	
2	37	15	28	30	
3	20	36	22	20	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					

Вариант 11

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	34	18	40	15	
2	27	15	28	30	
3	10	36	22	20	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					

Вариант 12

Межотраслевой баланс отчетного периода

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	14	18	40	16	
2	37	15	28	30	
3	10	36	22	20	
Условно-чистая продукция					
Валовая продукция					