МЕЖПРОДУКТОВАЯ БАЛАНСОВАЯ МОДЕЛЬ СХ ПАО «БЕЛОРЕЧЕНСКОЕ»

INTER-PRODUCT BALANCE MODEL SH PJSC «BELORECHENSROE»

УДК 332

Попова Ирина Александровна, студентка первого курса очной формы обучения, направления подготовки 38.03.01 «Экономика» Иркутского ГАУ,

Романова Татьяна Романовна, студентка первого курса очной формы обучения, направления подготовки 38.03.01 «Экономика» Иркутского ГАУ,

Научные руководители: Елтошкина Евгения Валерьевна, к.т.н., доцент кафедры математики Иркутского ГАУ

Дейч Виктория Юрьевна, к.э.н., доцент кафедры финансов, бухгалтерского учета и анализа Иркутского ГАУ ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Иркутский р-он., Иркутская обл., Россия

Popova Irina Alexandrovna, a first-year student of the full-time course of study of the direction, of preparation 38.03.01 «Economics» of the Irkutsk State Agrarian University

Romanova Tatyana Romanona, a first-year student of the full-time course of study of the direction, of preparation 38.03.01 «Economics» of the Irkutsk State Agrarian University

Scientific supervisor: Eltoshkina Evgeniya Valer'evna, candidate of technical Sciences, associate Professor, Irkutsk state agricultural university

Deich Victoria Yurievna, candidate of economic Sciences, Associate Professor of the department of finance, accounting, and analysis of the Irkutsk State Agrarian University. Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky, Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia.

Аннотация: Любое сельскохозяйственное предприятие представляет собой сложную взаимосвязь растениеводства, животноводства и переработки сельскохозяйственных культур. В данной статье основываясь на экономических показателях СХ ПАО «Белореченское» за 2020 г. приведен пример построения межпродуктовой балансовой модели взаимосвязи выращивания сельхозкультур. В ходе построения межпродуктовой балансовой модели была создана программа в Excel для автоматического просчета матрицы прямых затрат, вектора валовой продукции и матрицы межпродуктового баланса предприятия. Данная программа может быть применена для принятия решения при экономико-математическом моделировании развития предприятия.

Annotation: In this article, based on the economic indicators of the agricultural complex of PJSC Belorechenskoye for 2020, an example of building an inter-product balance model of the relationship between the cultivation of agricultural crops is given. During the construction of the inter-product balance model, a program was created in Excel to automatically calculate the matrix of direct costs, the vector of gross output and the matrix of the inter-product balance of the enterprise.

Ключевые слова: математическая модель, межотраслевой баланс, экономика, сельскохозяйственное предприятие, организация.

Keywords: mathematical model, intersectoral balance, economy, agricultural enterprise, organization.

Межотраслевые потоки, создание и распределение национального дохода, производство и распределение ВНП по отраслям характеризует сущность межотраслевого баланса. Воссоздадим модель распределение и производство продукции предприятия. [1,2,3].

Рассмотрим межпродуктовую балансовую модель СХ ПАО «Белореченское» Усольского района Иркутской области. Данный производственный субъект выпускает 3 вида продукции- овёс, ячмень, яровая пшеница. Каждое подразделение занимается выпуском только одного вида товара. Определенная часть произведенной продукции используется в

удовлетворении внутренних нужд предприятия: переработка, семена, а оставшиеся идёт на реализацию.

Рассмотрим систему уравнений, отражающую функциональную связь элементов межотраслевого баланса и составим экономико-математическую модель [4]:

$$\begin{cases} X_1 = X_{11} + X_{12} + \ldots + X_{1n} + Y_1, \\ X_2 = X_{21} + X_{22} + \ldots + X_{2n} + Y_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ X_n = X_{n1} + X_{n2} + \ldots + X_{nn} + Y_n, \end{cases} \quad (1)$$

где, вектор валовой продукции: $X = (X_1, X_2, \ldots, X_n)^T$,

вектор конечной продукции: $Y = (Y_1, Y_2, \ldots, Y_n)^T$,

материальные затраты j-й отрасли продукции i-й отрасли в течение планового периода, например года: $X_{ij} = a_{ij}X_j$.

Рассчитаем матрицу коэффициентов прямых затрат на основе отчета СХ ПАО «Белореченское» Усольского района Иркутской области за 2020 г.

Из отчета составим таблицу 1 - таблицу «Ресурсов» и таблицу 2 - производственное использование.

Таблица 1. «Ресурсов»

Отрасль / Продукт	1	2	3	Итого
I	60000	723	421000	481723
II	5281	6123	11289	22693
III	68530	5474	430000	504004
Всего	133811	12320	862289	1008420

Таблица 2. «Производственное использование»

Отрасль / Продукт	1	2	3

I	59062	621	381732
II	4745	5044	9789
III	64782	4883	338887
Добавленная стоимость	123	234	453
Всего	128712	10782	730861

Теперь внесем данные в таблицу 3 - таблицу структуры производства S, рассчитанные в программе Excel.

Таблица 3. «Структура производства S»

Продукт / Отрасль	I	II	III
1	60000/481723=0,1246	5281/22693=0,2327	68530/504004=0,1360
2	723/481723=0,0015	6123/22693=0,2698	5474/504004=0,0109
3	421/481723=0,8739	11289/22693=0,4975	430000/504004=0,8532
Всего	1	1	1

А также просчитаем и внесем данные в таблицу 4.

Таблица 4. «Таблица, отражающая коэффициенты прямых затрат производственного использования K»

Отрасль / Продукт	1	2	3
I	59062/128712= =0,45887	621/10782= =0,0576	381732/730861= =0,5223
II	4745/128712=	5044/10782=	9789/730861=

	=0,03687	=0,46782	=0,01339
III	64782/128712= =0,50331	4883/10782= =0,45288	338887/730861= =0,46368
Добавленная стоимость	123/128712= =0,00096	234/10782= =0,0217	453/730861= =0,00062
Всего	1	1	1

Таким образом, матрицу коэффициентов прямых затрат А продукции i, на отрасль j рассчитаем, как:

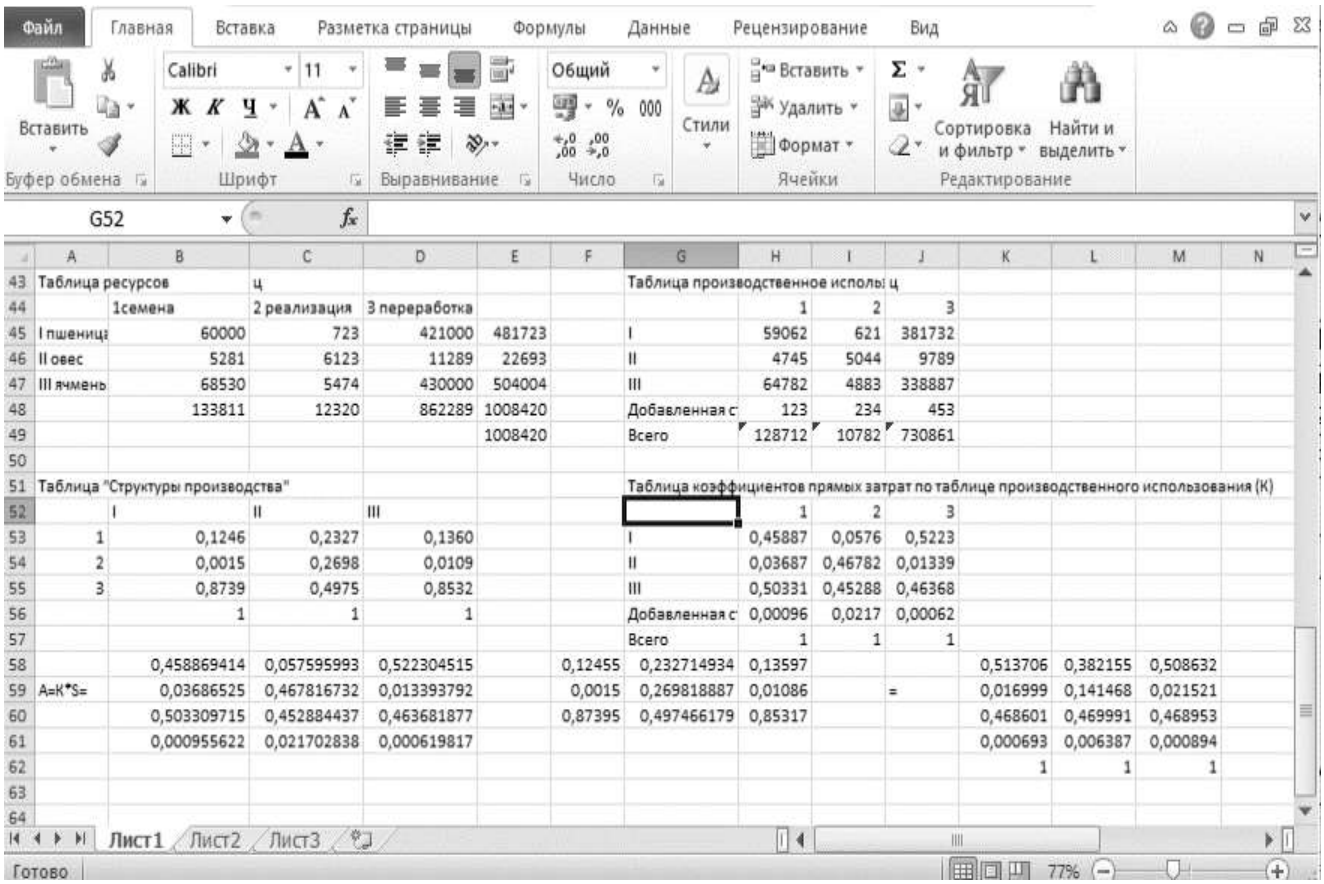
$$A = K * S,$$

где K - матрица коэффициентов прямых затрат по таблице производственного использования K; S - матрица структуры производства.

Таблица 5. «Матрица прямых затрат А»

Продукт / Отрасль	I	II	III
1	0,513706	0,382155	0,508632
2	0,016999	0,141468	0,021521
3	0,468601	0,469991	0,468953
Добавленная стоимость	0,000693	0,006387	0,00894
Всего	1	1	1

Приведем полученные расчеты матрицы А в программе Excel (рис. 1):



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
43	Таблица ресурсов		ц				Таблица производственное исполь	ц						
44		1семена	2 реализация	3 переработка				1	2	3				
45	I пшениц	60000	723	421000	481723		I	59062	621	381732				
46	II овес	5281	6123	11289	22693		II	4745	5044	9789				
47	III ячмень	68530	5474	430000	504004		III	64782	4883	338887				
48		133811	12320	862289	1008420		Добавленная с	123	234	453				
49					1008420		Всего	128712	10782	730861				
50														
51	Таблица "Структуры производства"						Таблица коэффициентов прямых затрат по таблице производственного использования (К)							
52		I	II	III				1	2	3				
53	1	0,1246	0,2327	0,1360			I	0,45887	0,0576	0,5223				
54	2	0,0015	0,2698	0,0109			II	0,03687	0,46782	0,01339				
55	3	0,8739	0,4975	0,8532			III	0,50331	0,45288	0,46368				
56		1	1	1			Добавленная с	0,00096	0,0217	0,00062				
57							Всего	1	1	1				
58		0,458869414	0,057595993	0,522304515		0,12455	0,232714934	0,13597			0,513706	0,382155	0,508632	
59	A=K*S=	0,03686525	0,467816732	0,013393792		0,0015	0,269818887	0,01086		=	0,016999	0,141468	0,021521	
60		0,503309715	0,452884437	0,463681877		0,87395	0,497466179	0,85317			0,468601	0,469991	0,468953	
61		0,000955622	0,021702838	0,000619817							0,000693	0,006387	0,000894	
62											1	1	1	
63														
64														

Рисунок 1.Расчеты матрицы А

Заданы экономические оценки коэффициентов прямых затрат, то есть затраты i-й продукта на единицу (рубль) валовой продукции j-й отрасли, и объемы конечной продукции [5,6,7]:

$$A = \begin{pmatrix} 0{,}513706 & 0{,}382155 & 0{,}508632 \\ 0{,}016999 & 0{,}141468 & 0{,}021521 \\ 0{,}468601 & 0{,}469991 & 0{,}468953 \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} 382513 \\ 123440 \\ 449039 \end{pmatrix}.$$

Рассмотрим систему уравнений модели баланса распределения и производства продукции предприятия:

$$\begin{cases} X_1 = 0{,}513706X_1 + 0{,}382155X_2 + 0{,}508632X_3 + 382513, \\ X_2 = 0{,}016999X_1 + 0{,}141468X_2 + 0{,}021521X_3 + 123440, \\ X_3 = 0{,}468601X_1 + 0{,}469991X_2 + 0{,}468953X_3 + 449039, \end{cases} \quad (2)$$

или в компактной форме:

$$X_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}X_j + Y_i, (i = \overline{1,n}) \quad (3)$$

и в матричной форме: $X = AX + Y$, где $A = (a_{ij})_{nxn}$ (4)

Равенства (3) и (4) представляют собой экономико-математическую модель «затраты- выпуск».

С помощью равенства номер (4) получим:

$$(\mathrm{E}-\mathrm{A})\mathrm{X}=\mathrm{Y}\Rightarrow \mathrm{X}=(\mathrm{E}-\mathrm{A})^{-1}\mathrm{Y}. \qquad (5)$$

Благодаря последнему равенству можно решать следующие спектр задач:

1) Нахождение количественных показателей конечного продукта отрасли $\mathrm{Y}_1,\mathrm{Y}_2,\ldots,\mathrm{Y}_\mathrm{n}$ по данным объемам валовой продукции $(\mathrm{E}-\mathrm{A})\mathrm{X}=\mathrm{Y}$;
2) Нахождение количественных показателей валовой продукции отраслей $\mathrm{X}_1,\mathrm{X}_2,\ldots,\mathrm{X}_\mathrm{n}$ по данным объемам конечной продукции $\mathrm{X}=(\mathrm{E}-\mathrm{A})^{-1}\mathrm{Y}$.

Зададим обозначение матрице коэффициентов полных затрат: $(\mathrm{E}-\mathrm{A})^{-1}=\mathrm{B}$, а матрица A - матрица коэффициентов прямых затрат.

Матрицу $\mathrm{A}(\mathrm{A}\geq 0)$ называют продуктивной, если она включает в себя хотя бы один положительный вектор $\mathrm{X}>0$, что $(\mathrm{E}-\mathrm{A})\mathrm{X}>0$.

Для результативности матрицы $\mathrm{A}(\mathrm{A}\geq 0)$ должно выполняться одно из условий [8,9]:

1) Существует обратная матрица $(\mathrm{E}-\mathrm{A})^{-1}$ и все ее элементы неотрицательны;
2) Положительны все главные миноры матрицы $(\mathrm{E}-\mathrm{A})$;
3) Матричный ряд $\mathrm{E}+\mathrm{A}+\mathrm{A}^2+\ldots+\mathrm{A}^\mathrm{k}+\ldots=\sum_{\mathrm{k}=1}^{\mathrm{n}}\mathrm{A}^\mathrm{k}$сходится, причем $\sum_{\mathrm{k}=1}^{\mathrm{n}}\mathrm{A}^\mathrm{k}=(\mathrm{E}-\mathrm{A})^{-1}$;
4) $\lambda(\mathrm{A})<1.\ |\mathrm{A}-\lambda\mathrm{E}|=0.$

Для начала, проанализируем матрицу на результативность:

$$\mathrm{E}-\mathrm{A}=\begin{pmatrix}0{,}4863 & -0{,}3822 & -0{,}5086\\ -0{,}0170 & 0{,}8585 & -0{,}0215\\ -0{,}4686 & -0{,}4700 & 0{,}9991\end{pmatrix}.$$

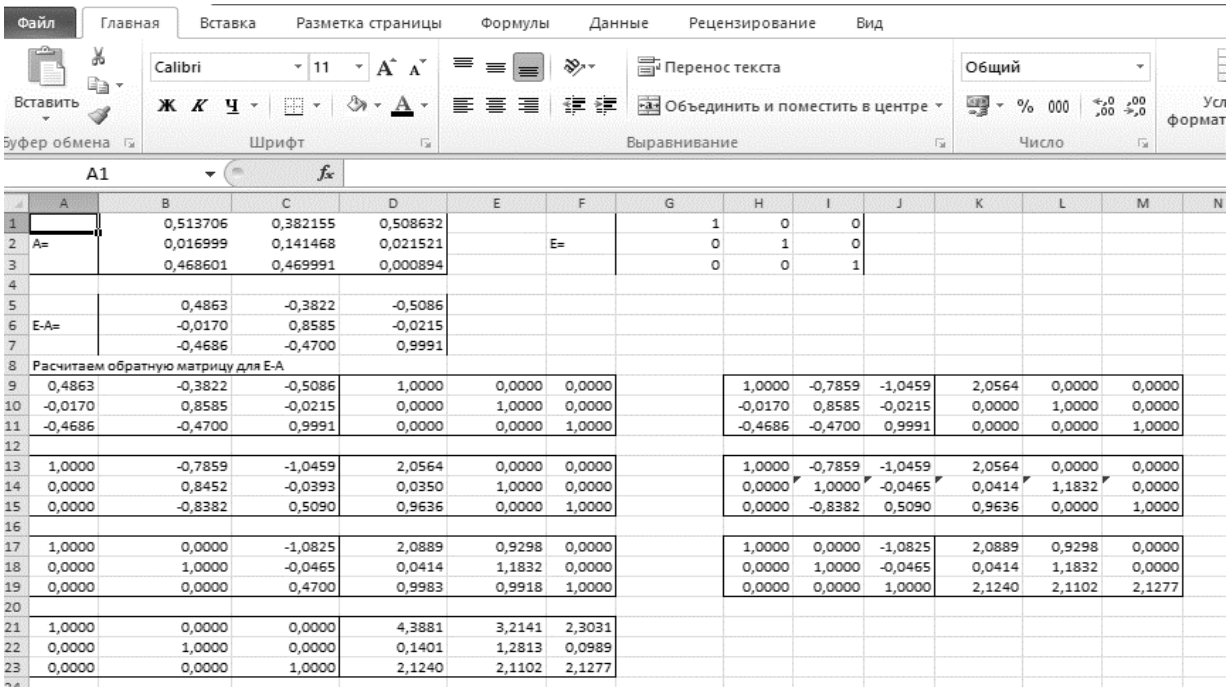
Определим ее главные миноры:

$$\Delta_1=|0{,}4863|=0{,}4863>0,$$

$$\Delta_2=\begin{vmatrix}0{,}4863 & -0{,}3822\\ -0{,}0170 & 0{,}8585\end{vmatrix}=0{,}411003>0,$$

$$\Delta_3=\begin{vmatrix}0{,}4863 & -0{,}3822 & -0{,}5086\\ -0{,}0170 & 0{,}8585 & -0{,}0215\\ -0{,}4686 & -0{,}4700 & 0{,}9991\end{vmatrix}=0{,}1932>0.$$

И найдем для нее обратную матрицу методом Гаусса, рассчитаем в программе Excel (рис. 2):



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		0,513706	0,382155	0,508632			1	0	0				
2	A=	0,016999	0,141468	0,021521		E=	0	1	0				
3		0,468601	0,469991	0,000894			0	0	1				
4													
5		0,4863	-0,3822	-0,5086									
6	E-A=	-0,0170	0,8585	-0,0215									
7		-0,4686	-0,4700	0,9991									
8	Расчитаем обратную матрицу для E-A												
9	0,4863	-0,3822	-0,5086	1,0000	0,0000	0,0000		1,0000	-0,7859	-1,0459	2,0564	0,0000	0,0000
10	-0,0170	0,8585	-0,0215	0,0000	1,0000	0,0000		-0,0170	0,8585	-0,0215	0,0000	1,0000	0,0000
11	-0,4686	-0,4700	0,9991	0,0000	0,0000	1,0000		-0,4686	-0,4700	0,9991	0,0000	0,0000	1,0000
12													
13	1,0000	-0,7859	-1,0459	2,0564	0,0000	0,0000		1,0000	-0,7859	-1,0459	2,0564	0,0000	0,0000
14	0,0000	0,8452	-0,0393	0,0350	1,0000	0,0000		0,0000	1,0000	-0,0465	0,0414	1,1832	0,0000
15	0,0000	-0,8382	0,5090	0,9636	0,0000	1,0000		0,0000	-0,8382	0,5090	0,9636	0,0000	1,0000
16													
17	1,0000	0,0000	-1,0825	2,0889	0,9298	0,0000		1,0000	0,0000	-1,0825	2,0889	0,9298	0,0000
18	0,0000	1,0000	-0,0465	0,0414	1,1832	0,0000		0,0000	1,0000	-0,0465	0,0414	1,1832	0,0000
19	0,0000	0,0000	0,4700	0,9983	0,9918	1,0000		0,0000	0,0000	1,0000	2,1240	2,1102	2,1277
20													
21	1,0000	0,0000	0,0000	4,3881	3,2141	2,3031							
22	0,0000	1,0000	0,0000	0,1401	1,2813	0,0989							
23	0,0000	0,0000	1,0000	2,1240	2,1102	2,1277							

Рисунок 2. Нахождение обратной матрицы

$$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} = (E - A)^{-1}Y = \begin{pmatrix} 3103439{,}1699 \\ 256192{,}7446 \\ 2028349{,}0890 \end{pmatrix}.$$

Итак, валовая продукция цехов:

$$X_1 = 3103439{,}1699; X_2 = 256192{,}7446; X_3 = 2028349{,}0890.$$

Найдём способ разделения продукции между цехами на внутреннее потребление из соответствия $X_{ij} = a_{ij}X_j$:

$$X_{11} = 1597337{,}64, \quad X_{12} = 97905{,}36, \quad X_{13} = 1031683{,}17,$$
$$X_{21} = 97905{,}36, \quad X_{22} = 36243{,}03, \quad X_{23} = 43651{,}56,$$
$$X_{31} = 1031683{,}17, \quad X_{32} = 120408{,}16, \quad X_{33} = 1814{,}28.$$

В результате нашли плановую модель - баланс производства и распределения продукции предприятия (таблица 5).

Таблица 5. «Межпродуктовый баланс производства и распределения продукции»

Межпродуктовый баланс производства и распределения продукции			
Продукт	Отрасли		

	1	2	3	Конечный продукт	Валовый продукт
I	1597337,64	97905,36	1031683,17	382513	3109439,1699
II	97905,36	36243,03	43651,56	123440	256192,7446
III	1031683,17	120408,16	1814,28	449039	2028349,0890
Итого	2726926,17	254556,55	1077149,01	954992	5393981,0035

Таким образом, мы составили программу в Excel для составления межпродуктового баланса производства и распределения продукции межотраслевого предприятия СХ ПАО «Белореченское» Усольского района Иркутской области на основе отчета за 2020 г. Разработанная программа может быть применена для принятия решения при экономико-математическом моделировании развития предприятия.

Литература:

1. Ашманов С. А. Введение в математическую экономику. / Ашманов С. А., М.: Наука, 1984.-296 с.
2. Забудский Г.Г. Математическое моделирование в экономике: учебное пособие / Г. Г. Забудский - Омск: Изд-во Омского гос. ун-та, 2008. - 90 с.
3. Колемаев В.А. Моделирование сбалансированного экономического роста/ Вестник университета - М.: Изд. ГУУ, 2000–№ 1(3), С.41-48
4. Кремер Н. Ш. Высшая математика для экономистов: учебник для вузов/ М.: ЮНИТИ, 2007 (2-е издание), 479 с.
5. Кундышева Е.С. Математическое моделирование в экономике: учебное пособие/ под научн. ред. проф. Б.А. Сусланова. - М.: Данилов и Ко, 2004 - 351 с.
6. Лагоша Б.А. Оптимальное управление в экономике/ М.: Финансы и статистика, 2003. - 192 с.

7. Моделирование и управление процессами регионального развития/ Под редакцией С. Н. Васильева. - М.: Физматлит, 2001. - 432 с.
8. Шелобаев С. И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - 367с.
9. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учебное пособие/ Под ред. В. В. Федосеева.-М.: Юнити, 2005, 328 с.

References

1. Ashmanov S. A. Vvedeniye v matematicheskuyu ekonomiku [Introduction to mathematical economics]/ Ashmanov S.A., M.: Nauka, 1984.-296 s.
2. Zabudskiy G.G. Matematicheskoye modelirovaniye v ekonomike: uchebnoye posobiye [Mathematical modeling in economics: textbook] / G. G. Zabudskiy - Omsk: Izd-vo Omskogo gos. un-ta, 2008. - 90 s.
3. Kolemayev V.A. Modelirovaniye sbalansirovannogo ekonomicheskogo rosta [Modeling balanced economic growth] / Vestnik universiteta - M.: Izd. GUU, 2000 - № 1(3), S.41-48
4. Kremer N.SH. Vysshaya matematika dlya ekonomistov: uchebnik dlya vuzov [Higher mathematics for economists: textbook for universities]/ M.: YUNITI, 2007 (2-ye izdaniye), 479 s.
5. Kundysheva Ye.S. Matematicheskoye modelirovaniye v ekonomike: uchebnoye posobiye [Mathematical modeling in economics: textbook]/ pod nauchn. red. prof. B.A. Suslanova. - M.: Danilov i Ko, 2004 - 351 s.
6. Lagosha B.A. Optimal'noye upravleniye v ekonomike [Optimal management in economics] / M.: Finansy i statistika, 2003. - 192 s.
7. Modelirovaniye i upravleniye protsessami regional'nogo razvitiya [Modeling and management of regional development processes] / Pod redaktsiyey S.N. Vasil'yeva.- M.: Fizmatlit, 2001. - 432 s.
8. Shelobayev S. I. Matematicheskiye metody i modeli v ekonomike, finansakh, biznese [Mathematical methods and models in economics, finance, business] M.: YUNITI-DANA, 2000. - 367s.

9. Ekonomiko-matematicheskiye metody i prikladnyye modeli: uchebnoye posobiye [Economic and mathematical methods and applied models: textbook]/ Pod red. V.V. Fedoseyeva. - M.: Yuniti, 2005, 328 c.