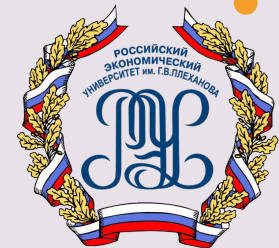


Моделирование ценового баланса отраслей с учетом роли промежуточного производителя в условиях «закрытой» экономики

Моисеев Никита Александрович
д.э.н., профессор кафедры Математических методов
в экономике РЭУ им. Г.В. Плеханова





Цели и задачи исследования

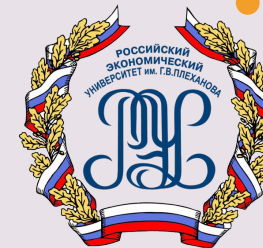
✓ Цели

- Выявить характер влияния изменения потребительского спроса на товары и услуги отдельных отраслей
- Исследовать факторы, влияющие на маржинальность отраслей, не производящих продукцию для конечного потребления
- Проанализировать влияние конкуренции за конечного потребителя на показатели отраслей

✓ Задачи

- Разработать пространственную модель ценовой политики отраслей на основе межотраслевого баланса и матриц Слуцкого
- Расширить предложенную модель для корректного расчета оптимальных цен в условиях наличия отраслей, не производящих продукцию для конечного потребления

Межотраслевой баланс производства и распределения общественного продукта



Межотраслевой баланс производства и распределения общественного продукта

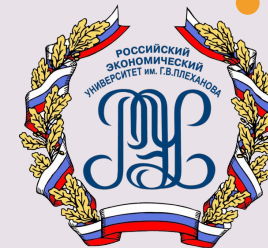
Отрасли-потребители		Совокупный общественный продукт									
		Промежуточный продукт					Конечный продукт				
		1	2	3	j	n	Возмеще- ние выбывших фондов и их капремонт	Фонд потребле- ния	Фонд накопле- ния	Итого	Всего
Отрасли-производители	1. Машиностроение	$a_{11}x_1$	$a_{12}x_2$	$a_{13}x_3$	$a_{1j}x_j$	$a_{1n}x_n$	-	-	-	Y_1	X_1
	2. Теплоэнергетика	$a_{21}x_1$	$a_{22}x_2$	$a_{23}x_3$	$a_{2j}x_j$	$a_{2n}x_n$	-	-	-	Y_2	X_2
		I КВАДРАНТ					II КВАДРАНТ				
	j	$a_{j1}x_1$	$a_{j2}x_2$	$a_{j3}x_3$	$a_{jj}x_j$	$a_{jn}x_n$	-	-	-	Y_j	X_j
	n	$a_{n1}x_1$	$a_{n2}x_2$	$a_{n3}x_3$	$a_{nj}x_j$	$a_{nn}x_n$	-	-	-	Y_n	X_n
	Амортизация	c_1	c_2	c_3	c_j	c_n	-	-	-		
	Доходы населения	V_1	V_1	V_1	V_1	V_1	-	-	-	-	
	Прибыль предприятий	III КВАДРАНТ					IV КВАДРАНТ				
	Доход государства	M_1	M_2	M_3	M_j	M_n	-	-	-	-	
	ВСЕГО	x_1	x_2	x_3	x_j	x_n	-	-	-	-	

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

$$X = (I - A)^{-1} Y$$

где X – вектор валового выпуска отраслей, A – производственная матрица, а Y – вектор конечного потребления

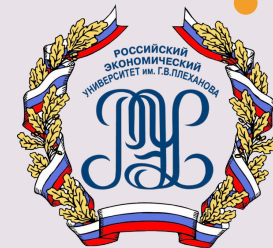
Моделирование функций спроса на продукцию отраслей



$$P = \begin{pmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_n \end{pmatrix} \longrightarrow Q(P) = B \times P + \theta \longrightarrow Y = P \circ Q(P) \quad X = (I - A)^{-1} Y$$
$$\downarrow$$
$$X = (I - A)^{-1} \times P \circ Q(P)$$

$$B = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{vmatrix}, \theta = \begin{vmatrix} \theta_1 \\ \vdots \\ \theta_n \end{vmatrix}$$

Таким образом, можно ввести функции спроса на продукцию отраслей в методологию межотраслевого баланса



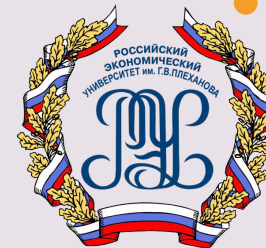
Расчет оптимальных цен для каждой отрасли

$$PR_i = \underbrace{\left(p_i - \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j \right)}_{\text{Добавленная стоимость}} \cdot \sum_{j=1}^n s_{ij} q_j(p_j) \quad \longrightarrow \quad PR = \left((I_n - A^T) \times P \right) \circ \left((I_n - A)^{-1} \times (B \times P + \theta) \right)$$

$s_{ij} = (I - A)^{-1}_{ij}$ – сколько продукции i -ой отрасли нужно произвести для удовлетворения 1 единицы конечного потребления j -ой отрасли

Нашей задачей является поиск ценового и производственного равновесия системы по Нэшу, которое можно характеризовать ситуацией, когда ни одной отрасли не выгодно изменять свои цены при неизменных ценах других отраслей. Такое равновесие достигается в точке, удовлетворяющей следующему условию:

$$\frac{\partial PR_i}{\partial p_i} = 0$$

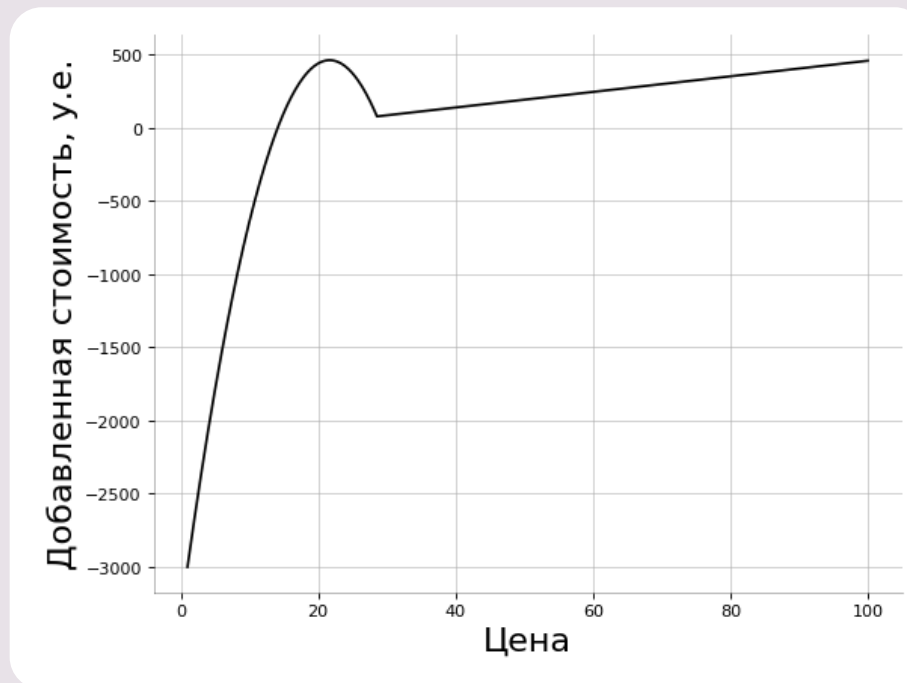


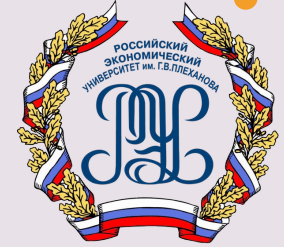
Расчет оптимальных цен для каждой отрасли

$$P_{opt} = - \left(B + (I_n - A) \times \left(\text{diag} (I_n - A^T) \right)^{-1} \times \text{diag} \left((I_n - A)^{-1} \times B \right) \times (I_n - A^T) \right)^{-1} \times \theta$$

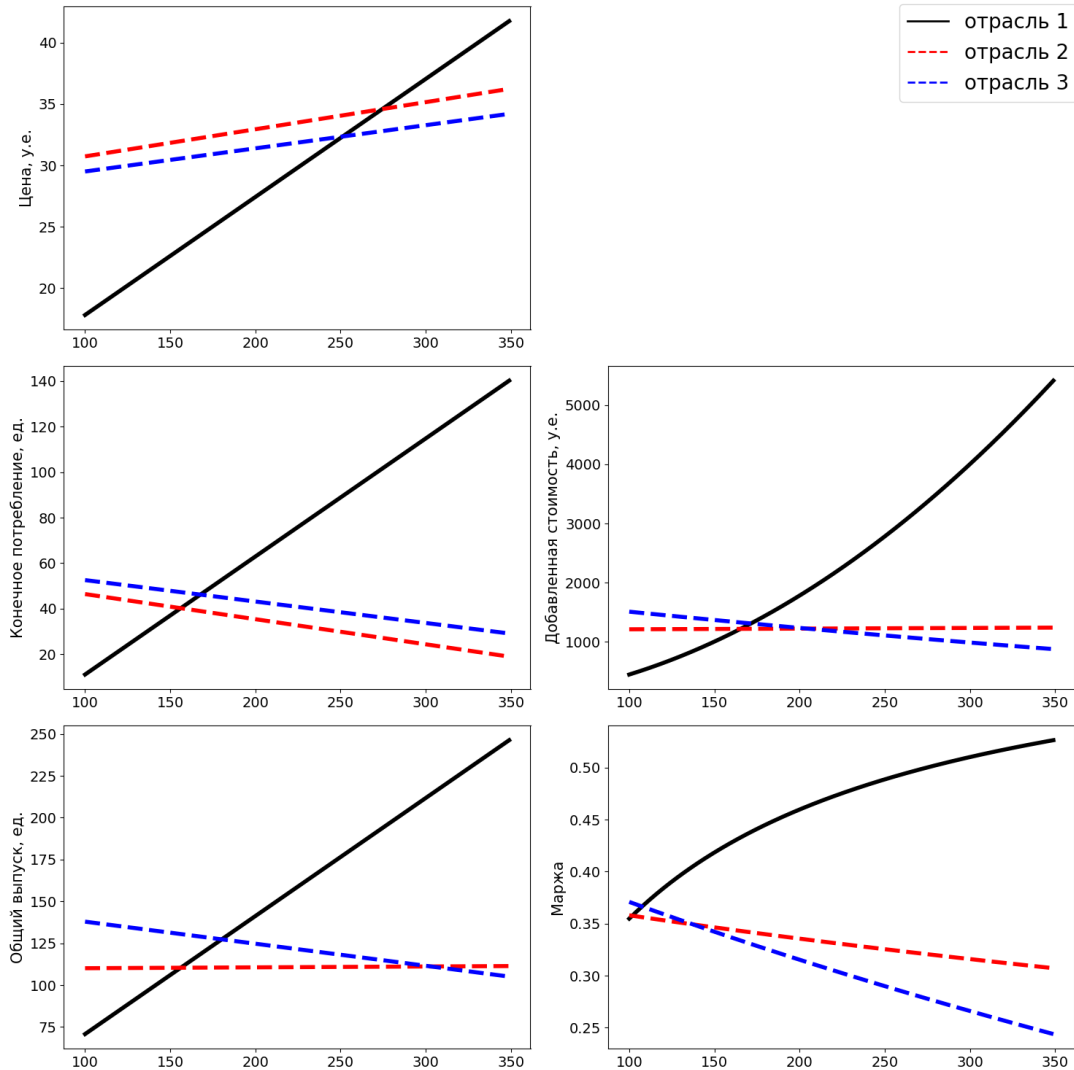
где $\text{diag} (*)$ – диагональная матрица с диагональными элементами, равными диагональным элементам матрицы $*$.

Пример зависимости добавленной стоимости от цены отрасли с конечным потреблением (по тестовым данным)





Модельные эксперименты



$$A = \begin{vmatrix} 0.3 & 0.1 & 0.2 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0 & 0.4 & 0.3 \end{vmatrix}$$

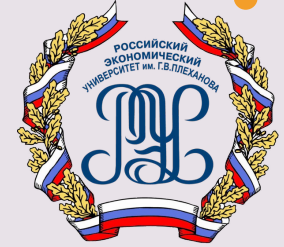
$$B = \begin{vmatrix} -5 & 0 & 0 \\ 0 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & -5 \end{vmatrix}$$

$$\theta = \begin{vmatrix} 100 \dots 350 \\ 200 \\ 200 \end{vmatrix}$$

ВЫВОД:

Далеко не всегда финансовая поддержка одной отрасли положительно сказывается на остальных. Некоторые отрасли могут, наоборот, пострадать от такого монетарного воздействия вопреки ожиданию, что рост спроса на отрасль 1 должен был оказать поддержку всем отраслям

Моделирование ценовой политики отраслей без конечного потребления



$$P_1 = -\left(\text{diag}\check{G} \times \check{D} + \text{diag}\check{D} \times \check{G}\right)^{-1} \times \left(\text{diag}\check{G} \times \hat{D} \times P_2 + \text{diag}\check{D} \times \hat{G} \times P_2 + \text{diag}\check{G} \times \check{Z}\right)$$

где P_1 – вектор цен на продукцию отраслей с ненулевым конечным потреблением
размерности $n_1 \times 1$, P_2 – вектор цен на продукцию промежуточных отраслей размерности $n_2 \times 1$

$$\hat{G} = \begin{vmatrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1n_1} \\ g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2n_1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{n_1 1} & g_{n_1 2} & \dots & g_{n_1 n_1} \end{vmatrix} \quad \check{G} = \begin{vmatrix} g_{1(n_1+1)} & g_{1(n_1+2)} & \dots & g_{1n} \\ g_{2(n_1+1)} & g_{2(n_1+2)} & \dots & g_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{n_1(n_1+1)} & g_{n_1(n_1+2)} & \dots & g_{n_1 n} \end{vmatrix}$$

$$\hat{D} = \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n_1} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n_1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n_1 1} & d_{n_1 2} & \dots & d_{n_1 n_1} \end{vmatrix} \quad \check{D} = \begin{vmatrix} d_{1(n_1+1)} & d_{1(n_1+2)} & \dots & d_{1n} \\ d_{2(n_1+1)} & d_{2(n_1+2)} & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n_1(n_1+1)} & d_{n_1(n_1+2)} & \dots & d_{n_1 n} \end{vmatrix}$$

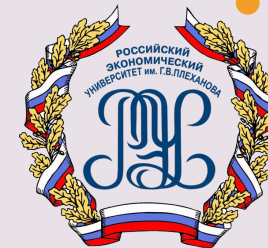
$$\check{Z} = \begin{vmatrix} z_1 \\ \vdots \\ z_{n_1} \end{vmatrix}$$

$$G = I - A^T$$

$$D = (I - A^T)^{-1} \times B$$

$$Z = (I - A)^{-1} \times \theta$$

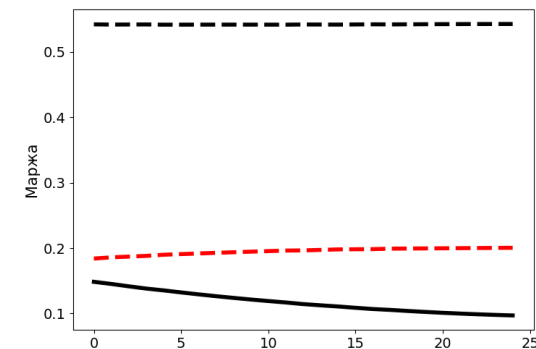
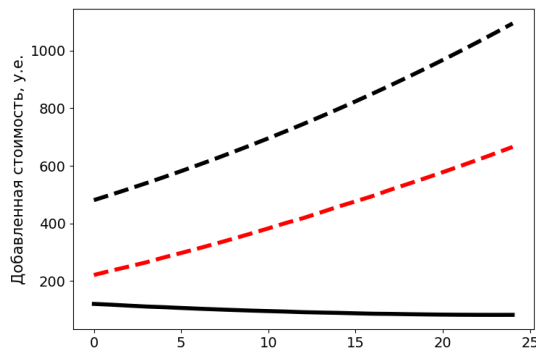
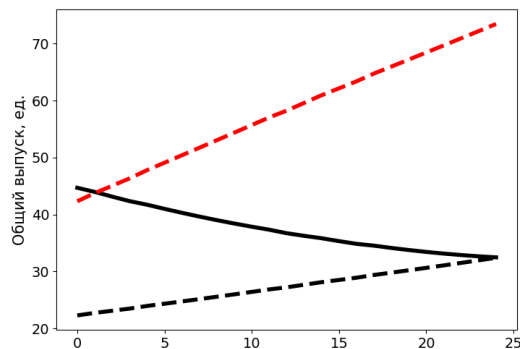
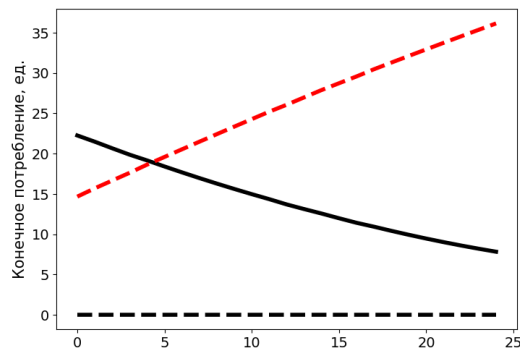
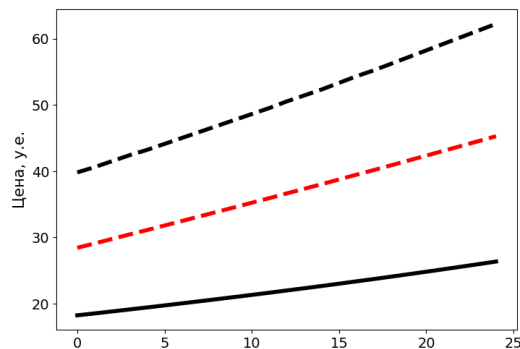
Модельные эксперименты



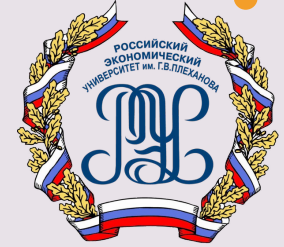
$$A = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,15 & 0,12 \\ 0,2 & 0,3 & 0,27 \\ 0,11 & 0,3 & 0,21 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{vmatrix} -7 & \dots & -5 & 0 & 0 \\ 0 & & & -3 & 0 \\ 0 & & & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

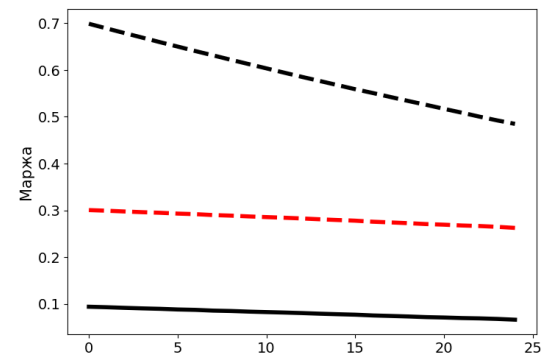
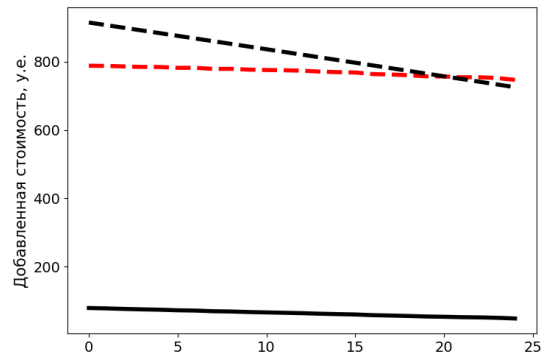
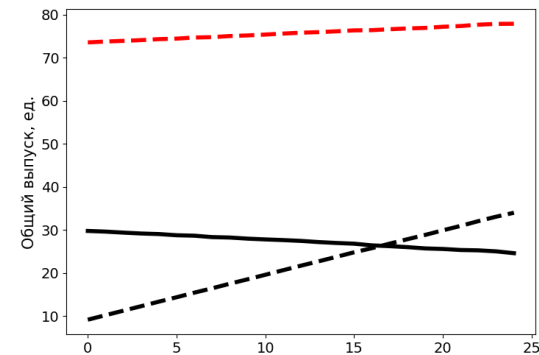
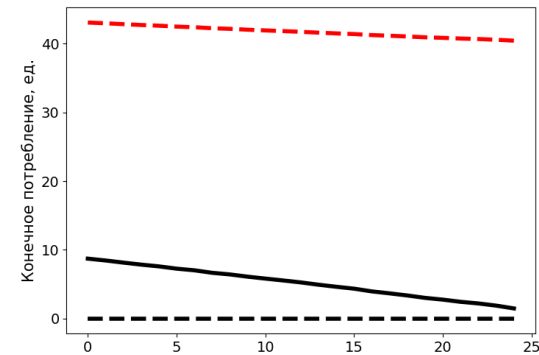
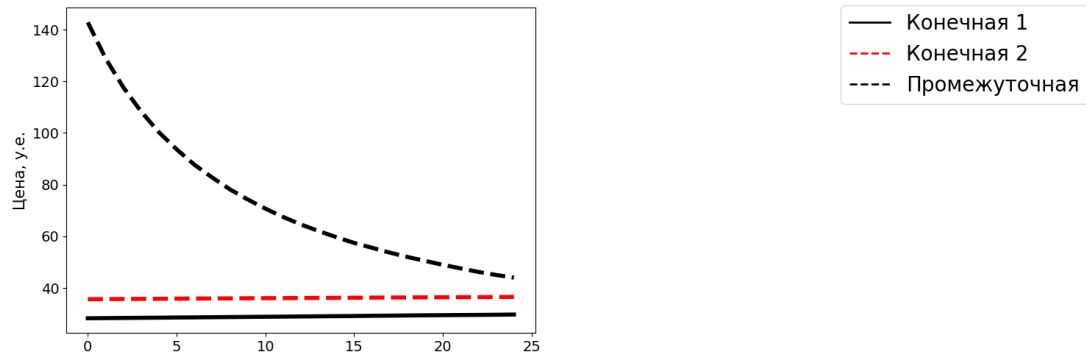
$$\theta = \begin{vmatrix} 150 & & & & \\ 100 & \dots & 175 & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & 0 \end{vmatrix}$$



ВЫВОД:
 Маржинальность промежуточной отрасли намного выше маржинальности других отраслей и не зависит от параметров функций конечного спроса на их продукцию



Модельные эксперименты

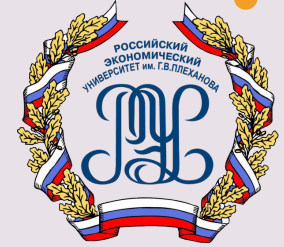


$$A = \begin{vmatrix} 0.3 & 0.15 & 0.12 \\ 0.2 & 0.3 & 0.27 \\ 0.07 \dots 0.27 & 0.07 \dots 0.27 & 0.3 \end{vmatrix}$$

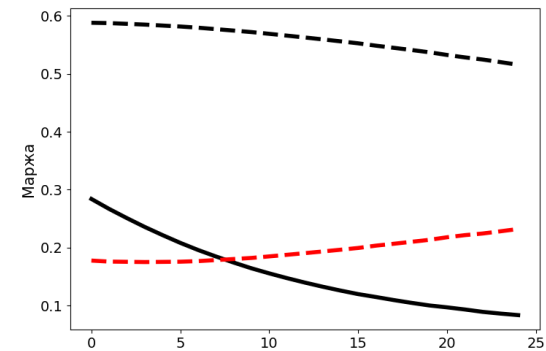
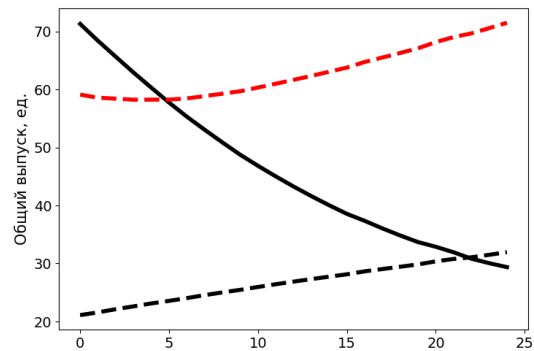
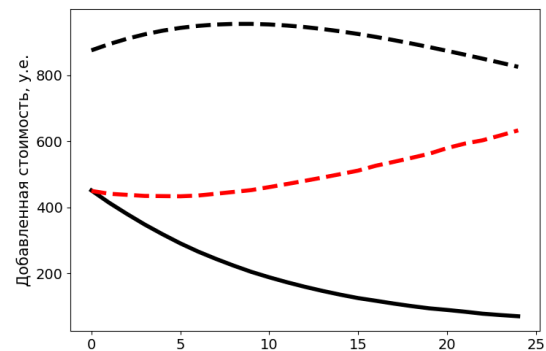
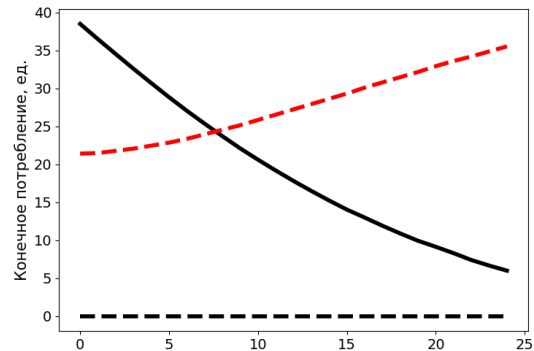
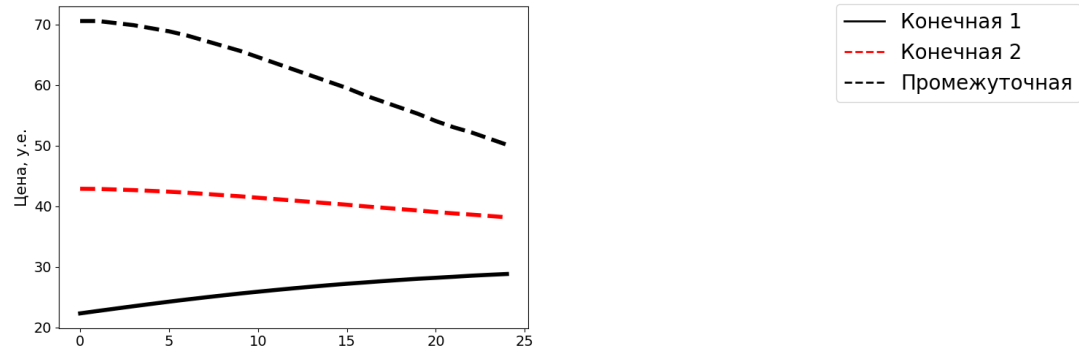
$$B = \begin{vmatrix} -5 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad \theta = \begin{vmatrix} 150 \\ 150 \\ 0 \end{vmatrix}$$

ВЫВОД:

Увеличение технологической зависимости отраслей с ненулевым конечным потреблением от промежуточной отрасли вызывает снижение прибыли последней



Модельные эксперименты



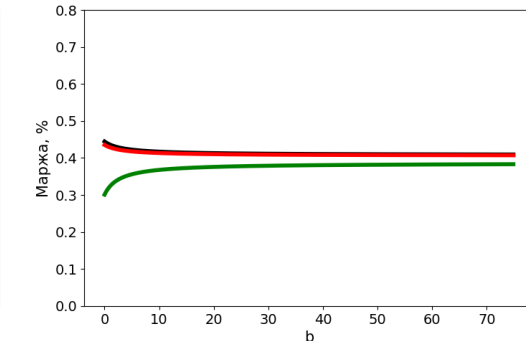
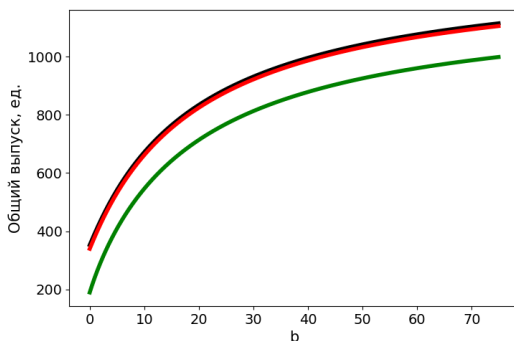
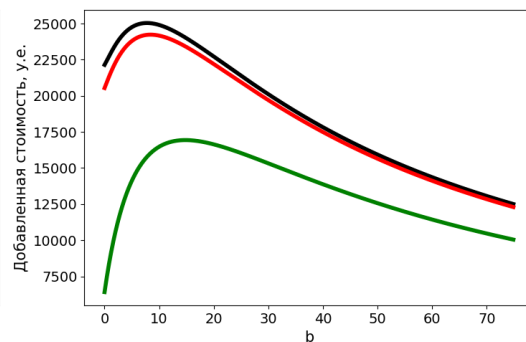
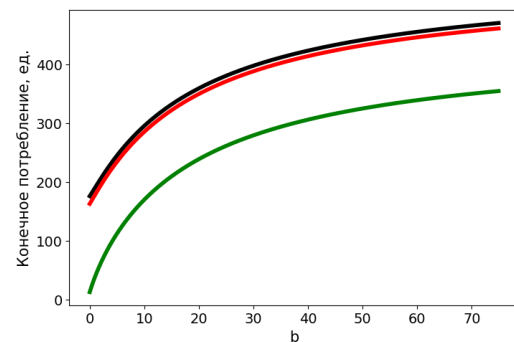
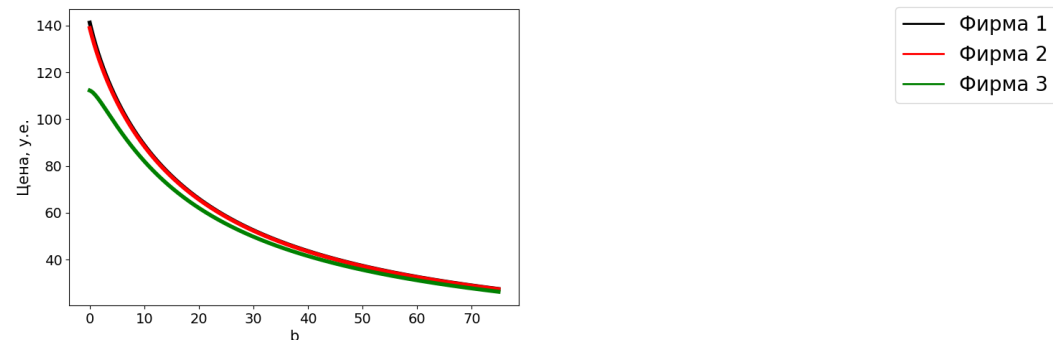
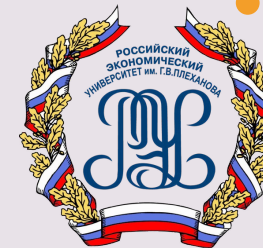
$$A = \begin{vmatrix} 0.3 & 0.15 & 0.12 \\ 0.2 & 0.3 & 0.27 \\ 0.01 \dots 0.21 & 0.27 & 0.3 \end{vmatrix}$$

$$B = \begin{vmatrix} -5 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad \theta = \begin{vmatrix} 150 \\ 150 \\ 0 \end{vmatrix}$$

ВЫВОД:

Увеличение технологической зависимости отдельных отраслей с ненулевым конечным потреблением от промежуточной отрасли так же нежелательно для последней, как и снижение этой зависимости

Моделирование ценовой политики конкурентных отраслей



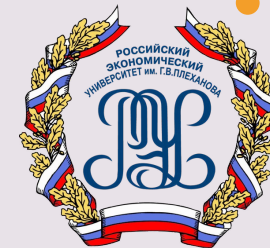
$$A = \begin{vmatrix} 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 \end{vmatrix} \quad \theta = \begin{vmatrix} 600 \\ 580 \\ 350 \end{vmatrix}$$

$$B = \left| \begin{array}{ccc|c} -3 - b & \frac{b}{2} & \frac{b}{2} & \\ \frac{b}{2} & -3 - b & \frac{b}{2} & \\ \frac{b}{2} & \frac{b}{2} & -3 - b & \\ \hline & & & b \in (0,75) \end{array} \right|$$

ВЫВОД:

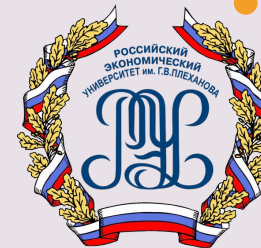
Определенная степень конкуренции положительно сказывается на добавленной стоимости абсолютно всех отраслей.

Расчет эластичности спроса по цене для отраслей



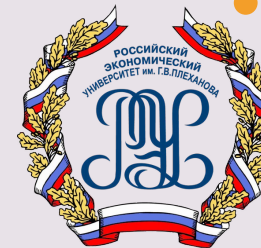
-46.8038	Услуги по аренде машин и оборудования (без оператора), бытовых изделий и предметов личного пользования
-42.4526	Газы горючие искусственные и услуги по распределению газообразного топлива по трубопроводам
-35.611	Цемент, известь и гипс и изделия из них
-31.588	Корма готовые для животных
-27.1998	Инструмент, ножевые изделия и универсальные скобяные изделия; металлоизделия готовые прочие
-22.2592	Конструкции строительные металлические (металлоконструкции), резервуары, цистерны и аналогичные емкости из металлов; радиаторы, котлы паровые и паропроизводящие.
-20.362	Полимерные изделия, стекло, керамическая плитка
-19.7969	Услуги транспортирования по трубопроводам
-14.0582	Вычислительная техника и прочее оборудование для обработки информации
-12.956	Услуги по производству, передаче и распределению электроэнергии
-12.3702	Электрические машины и электрооборудование
-12.0991	Масла и жиры животные и растительные
-2.37386	Рыба и продукты рыбные переработанные и консервированные
-2.34088	Услуги общественного питания
-2.30764	Услуги почты и электросвязи
-2.07185	Услуги общественных организаций, не включенные в другие группировки
-1.9819	Услуги по организации отдыха, развлечений, культуры и спорта
-1.85056	Услуги по розничной торговле, кроме услуг по торговле автотранспортными средствами и мотоциклами; услуги по ремонту бытовых изделий и предметов личного пользования; услуги по розничной торговле моторным топливом
-1.83806	Услуги, связанные с научными исследованиями и экспериментальными разработками
-1.83695	Услуги, связанные с недвижимым имуществом
-1.65721	Услуги персональные прочие
-1.50241	Услуги в области здравоохранения и социальные услуги
-1.49105	Услуги в сфере государственного управления, обеспечения военной безопасности и социального обеспечения
-1.25974	Услуги в области образования

Реакция отраслей на рост курса доллара на 10%



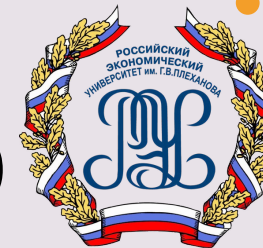
	Цена	Физическое производство	Общий выпуск	Добавленная стоимость	Конечное производство
Вычислительная техника и прочее оборудование для обработки информации	1.040818	0.624594	0.650088	0.108403	0.422603
Кожа и изделия из кожи	1.037729	0.747473	0.775675	0.34765	0.738303
Одежда и ее аксессуары	1.036434	0.66293	0.687083	0.412709	0.610535
Бытовые приборы, не включенные в другие группировки. Офисное оборудование	1.030435	0.709029	0.730608	0.448616	0.661102
Текстиль	1.020526	0.864575	0.882321	0.537214	0.872587
Автотранспортные средства, прицепы и полуприцепы	1.016146	0.9492	0.964526	0.585035	0.941579
Инструмент, ножевые изделия и универсальные скобяные изделия; металлоизделия готовые прочие	1.024547	0.808977	0.828835	0.62888	0.327652
Глицерин; мыло и моющие средства, средства чистящие и полирующие, средства парфюмерные и косметические. Прочие химические продукты	1.023154	0.863075	0.883058	0.648027	0.76246
Изделия медицинские, включая хирургическое оборудование, ортопедические приспособления	1.032283	0.835047	0.862005	0.652123	0.745979
Механическое оборудование, станки и прочее оборудование общего или специального назначения	1.025082	0.879538	0.901599	0.677343	0.770618
Компоненты электронные; аппаратура для радио, телевидения и связи	1.025977	0.903944	0.927426	0.689978	0.86735
Препараты фармацевтические, продукты медицинские химические и продукты лекарственных растительные	1.026694	0.909389	0.933664	0.704245	0.859444

Реакция отраслей на рост курса доллара на 10%

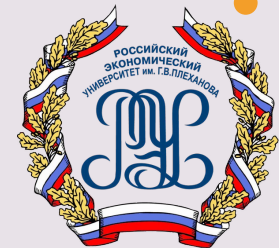


	Цена	Физическое производство	Общий выпуск	Добавленная стоимость	Конечное производство
Пар и горячая вода (тепловая энергия), услуги по передаче и распределению пара и горячей воды (тепловой энергии)	0.998956	0.997204	0.996163	0.994308	1.006035
Нефть, включая нефть, получаемую из битуминозных минералов; сланцы горючие (битуминозные) и песчаники битуминозные	0.999245	0.99758	0.996827	0.995164	1.002373
Услуги, связанные с недвижимым имуществом	0.99913	0.997662	0.996793	0.995205	1.002146
Услуги в области здравоохранения и социальные услуги	1.001527	0.99808	0.999605	0.996163	0.998267
Услуги общественного питания	1.000875	0.998173	0.999047	0.99635	0.998515
Газ природный в газообразном или сжиженном состоянии, включая услуги по сжижению и регазификации природного газа для транспортирования	0.999533	0.998486	0.99802	0.996974	1.00214
Услуги персональные прочие	1.000667	0.99902	0.999686	0.998041	0.999458
Услуги в области образования	1.000848	0.999044	0.999892	0.998044	0.999487
Газы горючие искусственные и услуги по распределению газообразного топлива по трубопроводам	0.998556	0.999203	0.99776	0.998354	1.062192
Услуги общественных организаций, не включенные в другие группировки	1.000644	0.999222	0.999865	0.998444	0.999222
Услуги в сфере государственного управления, обеспечения военной безопасности и социального обеспечения	1.000493	0.999406	0.999899	0.998813	0.999821
Услуги по розничной торговле, кроме услуг по торговле автотранспортными средствами и мотоциклами; услуги по ремонту бытовых изделий и предметов личного пользования; услуги по розничной торговле моторным топливом	1.000241	0.99964	0.999881	0.99928	1.000107

Реакция отраслей на льготную ипотеку (рост функции спроса на строительные работы на 20%)



	Цена	Физическое производство	Общий выпуск	Добавленная стоимость	Конечное производство
Прочие услуги, связанные с предпринимательской деятельностью	1.006074	1.004601	1.010703	1.009223	0.970124
Услуги по оптовой торговле, включая торговлю через агентов, кроме услуг по торговле автотранспортными средствами и мотоциклами	1.006103	1.006159	1.012299	1.012356	0.979331
Услуги по финансовому посредничеству и вспомогательные	1.006605	1.006935	1.013585	1.013917	0.974219
Инструмент, ножевые изделия и универсальные скобяные изделия; металлоизделия готовые прочие	1.007696	1.007106	1.014857	1.014262	0.979516
Электрические машины и электрооборудование	1.008082	1.007684	1.015828	1.015427	0.972256
Услуги по аренде машин и оборудования (без оператора), бытовых изделий и предметов личного пользования	1.013669	1.014383	1.028249	1.028974	0.484631
Железо, чугун, сталь и ферросплавы, трубы и элементы трубопроводные соединительные, продукция первичной обработки черных металлов прочая и услуги литейного производства	1.010387	1.016441	1.026999	1.033152	0.911515
Полимерные изделия, стекло, керамическая плитка	1.012922	1.020615	1.033803	1.041655	0.933044
Древесина и изделия из дерева и пробки (кроме мебели), изделия из соломки и материалов для плетения	1.012618	1.022154	1.035051	1.044798	0.942513
Продукция горнодобывающих производств прочая	1.022905	1.027892	1.051435	1.056561	0.921563
Конструкции строительные металлические (металлоконструкции), резервуары, цистерны и аналогичные емкости из металлов; радиаторы, котлы паровые и паропроизводящие	1.020583	1.040375	1.061789	1.082379	0.639922
Цемент, известь и гипс и изделия из них	1.037958	1.083665	1.124798	1.17433	0.237408
Работы строительные	1.142702	1.268191	1.449163	1.608308	1.328134



Спасибо за внимание!