

**БАЛАНСОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ
ИНВЕСТИЦИЙ НА СТРУКТУРНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СДВИГИ
(Эконометрический анализ зависимости элементов
балансовых матриц от инвестиций)**

Р.Л. Болдырев, И.Б. Руссман, И.Н. Щепина

В литературе распространён подход, согласно которому технологические изменения моделируются при помощи функций, характеризующих распределение технологий, а инновационная деятельность рассматривается как эволюционный процесс. В то же время интуитивно понятно, что именно инвестиционная политика должна иметь важное значение при моделировании структурных сдвигов, особенно, происходящих скачкообразно.

Скачкообразность технологических изменений чаще всего свойственна странам, выходящим из экономического кризиса (именно в этот период важно разместить ограниченные финансовые средства на «прорывных» направлениях), поэтому мы попытаемся оценить закономерности влияния инвестиций на экономику таких стран. Под структурными изменениями будем понимать изменения коэффициентов a_{ij} технологических (балансовых) матриц $A = (a_{ij})$ за ряд последовательных лет. Следует также отметить, что в период выхода из экономического кризиса, в условиях возможной инфляции, целесообразно рассматривать нормированные стоимостные балансы при фиксированных ценах.

В качестве объекта исследования была выбрана экономика Италии в период с 1950 по 1954 годы, так как именно в этот период начался её послекризисный экономический рост. В расчётах использовались 15-ти отраслевые балансовые матрицы и данные по суммарным отраслевым инвестициям [4]. В качестве инструментов исследования были применены методы визуализации с использованием двухмерного шкалирования и модели множественной линейной регрессии [1].

Таблица 1. Отраслевые инвестиции в экономику Италии (в 10^4 млн. лир).

	Отрасли	1950г.	1951г.	1952г.	1953г.	1954г.	Сумма
1	Легкая пром.	6,51	5,12	3,94	6,12	3,5	25,19
2	Пищевая пром.	7,12	6,53	11,79	9,06	14,3	48,80
3	Рыболовство	1,71	1,9	2,6	2,9	1,58	10,69
4	Трансп. и тр. об.	0,98	0,53	0,42	0,54	0,86	3,33
5	Химическая пром.	0,31	0,3	0,29	0,86	0,15	1,91
6	Текстильная пром.	2,5	2,45	2,32	2,11	1,93	11,31
7	Маш. и электрооб.	1,32	1,56	0,12	0,36	0,29	3,65
8	Металлургич. пром.	0,08	0,08	0,09	0,09	0,02	0,36
9	Лесоперер. пром.	0,11	0,09	0,03	0,08	0,02	0,33
10	Сельское хозяйство	5,17	5,2	4,1	5,32	5,56	25,35
11	Нефтеперер. пром.	0,09	0,07	0,02	0,07	0,05	0,30
12	Угольная пром.	0,3	0,4	0,9	0,4	0,6	2,60
13	Торговля и услуги	8,45	8,96	11,56	13,45	8,11	50,53
14	Электроэнергетика	1,24	1,53	2,04	2,06	1,68	8,55
15	Прочие отрасли	3,92	4,12	2,11	3,12	3,57	16,84

В таблице 1 приведены данные по инвестициям. Наряду с прямыми инвестициями I_n^j в расчётах использовались и относительные инвестиции I_n^{j*} , рассчитанные по формуле $I_n^{j*} = I_n^j / I_{n-1}^j$, где n - номер года, а j - номер отрасли. Использование относительных инвестиций позволяет оценивать именно изменение инвестиционной политики от года к году, при этом нивелируется разница между отраслевыми вложениями в абсолютном выражении.

Через $\bar{I}_n^j = 1 / \sum_{t=t_0}^n I_t^j$ обозначим обратные накопленные инвестиции для n -го года и j -той отрасли (t - номер года, t_0 - 1950г.), а через $a_j = \sum_{i=1}^{15} a_{ij}$ - агрегированный коэффициент прямых затрат для j -й отрасли, который показывает суммарные затраты всех отраслей для выпуска единицы продукции j -й отрасли.

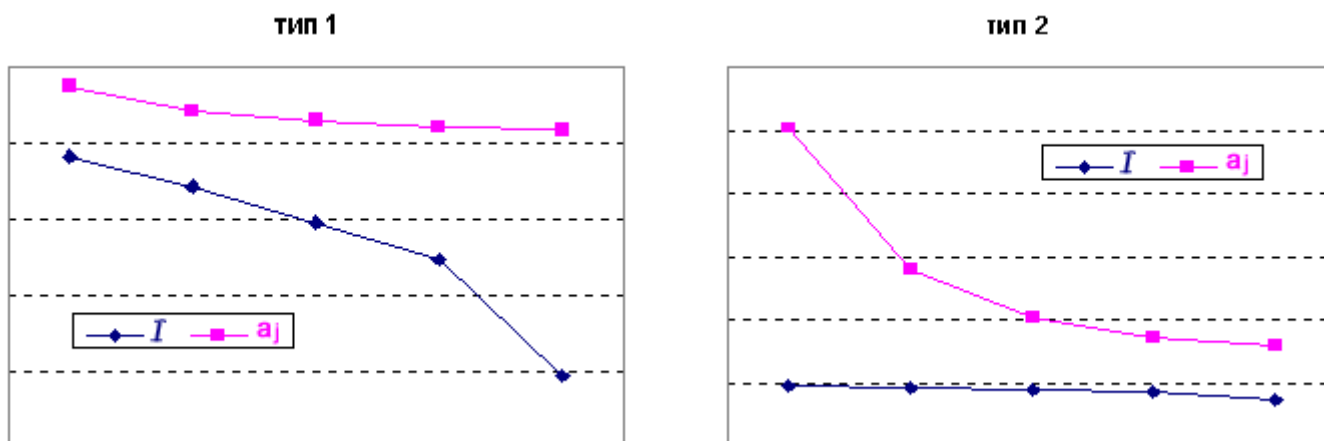


Рис. 1.

При изучении связи a_j с \bar{I}_n^j для каждой из 15-ти отраслей была установлена прямая зависимость двух различных типов во времени, позволяющая разделить отрасли на два класса. В первом случае (верхняя часть рис. 1), при значительных инвестициях величина a_j уменьшалась слабо. Во втором случае (нижняя часть рис. 1), даже при малых инвестициях величина a_j уменьшалась существенно. Прямая зависимость нарушалась только для отраслей, инвестиции в которые в абсолютном выражении были ничтожны. Например, к I-му классу можно отнести легкую и пищевую промышленность, сельское хозяйство, а также торговлю. Неэффективность инвестиций в эти отрасли для структурных изменений в A можно объяснить устоявшимися малоподвижными производственными технологиями, доминирующими в этих отраслях.

В целом, увеличение инвестиций влечёт за собой уменьшение суммарных вложений в j -ю отрасль от других отраслей, что, в свою очередь, влечёт уменьшение необходимых средств на производственное потребление и говорит о положительных структурных изменениях в технологической матрице A .

Для изучения зависимости коэффициентов a_{ij} от инвестиций для каждой j -й отрасли ($j = 1 \dots 15$) была предложена модель множественной линейной регрессии вида

$$a_{ij}(t) = k_j^1 I_t^i + k_j^2 D_i + k_j^3, \quad \forall i = \overline{1,15}, \quad t = \overline{0,4}, \quad (1)$$

где k_j^1, k_j^2, k_j^3 - коэффициенты регрессии, а D_i - фактор (фиктивная переменная), определяющий уровень влияния i -й отрасли на j -ю ($D_i \in \{0 - \text{слабое влияние}, 1 - \text{опосредованное влияние}, 2 - \text{сильное влияние}\}$).

Диагональные элементы матрицы A не рассматриваются. В роли I_t^i могут выступать и относительные инвестиции I_t^{j*} . Полученные уравнения достаточно хорошо отражают реальные данные (коэффициенты регрессии значимые, $0.763 \leq r^2 \leq 0.940$, F и T статистики - удовлетворительные). В таблице 2 приведены k_j^1, k_j^2, k_j^3 для случая с относительными инвестициями, так как при этом средний r^2 несколько лучше.

Таблица 2. Коэффициенты регрессии.

	Отрасли	k_3	k_2	k_1	R^2
1	Легкая пром.	0,13274	0,00623	-0,01056	0,82933
2	Пищевая пром.	0,30178	0,06441	-0,03870	0,86265
3	Рыболовство	0,05563	0,00043	-0,00008	0,79101
4	Трансп. и тр. оборуд.	0,09730	-0,01175	0,00277	0,76960
5	Химическая пром.	0,06361	-0,03094	0,00179	0,81450
6	Текстильная пром.	0,02294	0,00204	-0,00092	0,86944
7	Маш. и электрооб.	0,03947	-0,00964	-0,00060	0,77376
8	Металлургич. пром.	0,12226	0,00105	-0,00260	0,87891
9	Лес и лесопер. пром.	0,05740	0,03165	-0,00090	0,85947
10	Сельское хозяйство	0,01901	-0,00315	-0,00090	0,84294
11	Нефтеперер. пром.	0,00588	-0,00330	0,00231	0,80857
12	Угольная пром.	0,12445	-0,01836	0,00480	0,81605
13	Торговля и услуги	0,01524	0,00649	-0,00320	0,76353
14	Электроэнергетика	0,02322	0,00115	-0,00040	0,79611
15	Прочие отрасли	0,15125	0,01652	-0,00090	0,94067

Так как влияние инвестиций на технологическую структуру отраслей может быть не только прямое, но и опосредованное (через инвестиции в другие отрасли), то важную роль в полученной регрессионной зависимости играют независимые переменные D_i , которые и определяет уровень опосредованности влияния. Их значения были получены в результате в результате машинных экспериментов по специальной схеме. Критерием выбора значений представленных в таблице 3 были наилучшие значения r^2 , F и T статистик.

Таблица 3. Значения независимой переменной D .

	Отрасли	номера отраслей для которых $D_i=2$ (сильное влияние)	номера отраслей для которых $D_i=1$ (опосредованное влияние)
1	Легкая пром.	6	5,13
2	Пищевая пром.	3,10,13	
3	Рыболовство	6,11,15	13
4	Трансп. и тр. оборуд.	7,8,14	5
5	Химическая пром.	11,12,13	4,7,14
6	Текстильная пром.	5,13	11,12
7	Маш. и электрооб.	8,15	14
8	Металлургич. пром.	5,14	11,12,13
9	Лес и лесопер. пром.	13,15	
10	Сельское хозяйство	2,13	
11	Нефтеперер. пром.	4,5,7,14	8,13
12	Угольная пром.	4,7,13	8
13	Торговля и услуги	1,2,3	10,6
14	Электроэнергетика	7,12	8
15	Прочие отрасли	8	

Примечание: для остальных i переменная $D_i=0$ (несущественное, слабое влияние).

Таблицу 3 можно представить в виде графа G (рис. 2), демонстрирующего степень влияния отраслей друг на друга. Полученный граф адекватно отражает существующие экономические связи между отраслями.

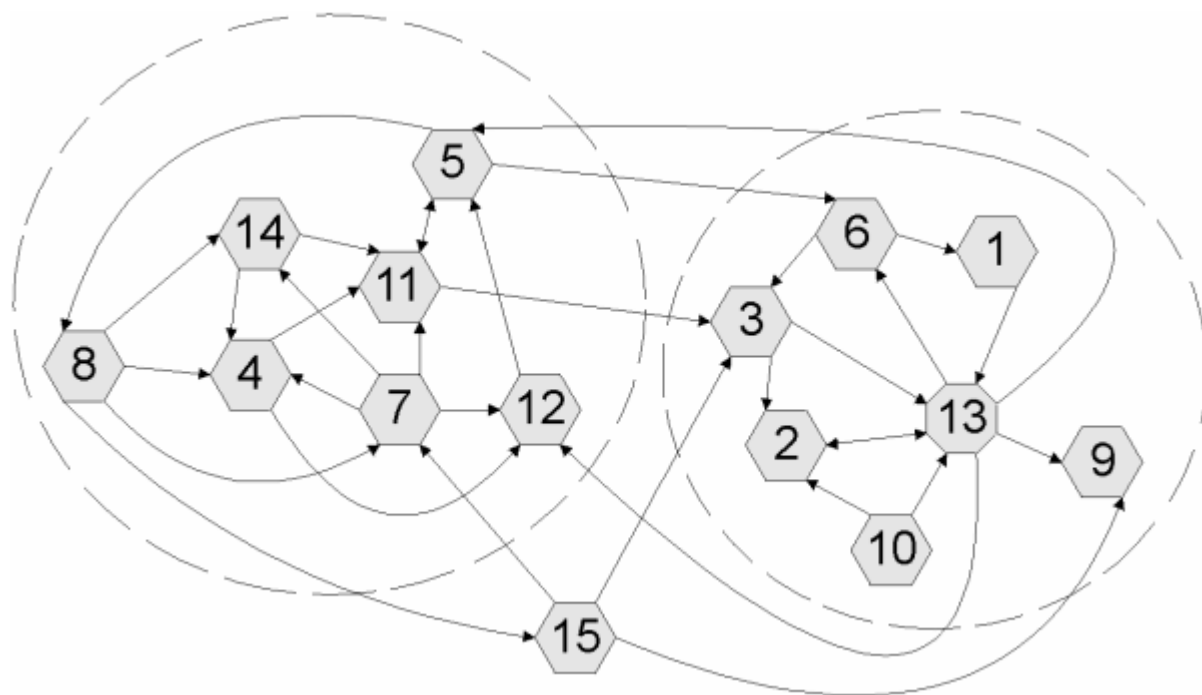


Рис. 2.

Для матрицы смежностей графа G с применением алгоритма “задачи о лидере” были получены оценки важности отраслей λ^i (см. таблицу 4). Анализируя граф G на рис. 2 можно заметить, что отрасли, имеющие наибольшие λ^i , образуют некую обособленную группу (класс) в левой части рисунка, а отрасли с малыми λ^i образуют некий класс в правой части рисунка.

Следует также отметить, что в каждом из классов происходит группировка вокруг отрасли или отраслей с наибольшими весами в своём классе. Так, например, в классе в правой части рисунка 2 группировка происходит вокруг отрасли №13 (“торговля и услуги”).

Таблица 4. Значения оценок важности отраслей (в порядке убывания λ^i).

Отрасли	№ отрасли	λ^i
Машиностр. и электрооб.	7	13,280
Металлургическая пром.	8	11,714
Электроэнергетика	14	10,311
Химическая пром.	5	9,250
Угольная пром.	12	8,355
Торговля и услуги	13	8,142
Прочие отрасли	15	7,931
Трансп. и трансп. оборуд.	4	6,220
Нефтеперераб. пром.	11	6,212
Рыболовство	3	5,293
Пищевая промышленность	2	4,252
Текстильная пром.	6	3,740
Легкая промышленность	1	3,477
Сельское хозяйство	10	1,816
Лес и лесоперер. пром.	9	0,000

Другим направлением исследования балансовых матриц может служить использование методов визуализации (многомерного шкалирования) [2, 3]. В простейшем случае, визуализация – это попытка поставить в соответствие каждой отрасли два числа (точку на плоскости). Перед тем как воспользоваться методами двухмерного шкалирования необходимо одним из экономически осмысленных способов преобразовать исходные технологические матрицы A к матрицам измерений (расстояний) $P = (p_{kl})$.

Например $p_{kl} = \rho(\bar{a}_k, \bar{a}_l)$,

где ρ - одна из метрик, а $\bar{a}_k = \begin{pmatrix} a_{1k} \\ a_{2k} \\ \dots \\ a_{nk} \end{pmatrix}$.

Методы многомерного шкалирования, реализованные в математическом пакете SPSS, позволяют получать результаты в разных шкалах (отношений, интервальной и порядковой).

На рисунке 3 видно взаимное расположение отраслей, полученное в результате применения двухмерного шкалирования к технологической матрице итальянской экономики за 1950г. Необходимо отметить, что группировки отраслей на рисунке 3 практически совпадают с соответствующими группами отраслей, выделенными на графе G (рис. 2), тем самым независимо подтверждается реализуемая в модели (1) гипотеза о взаимном (прямом и опосредованном) влиянии отраслей друг на друга.

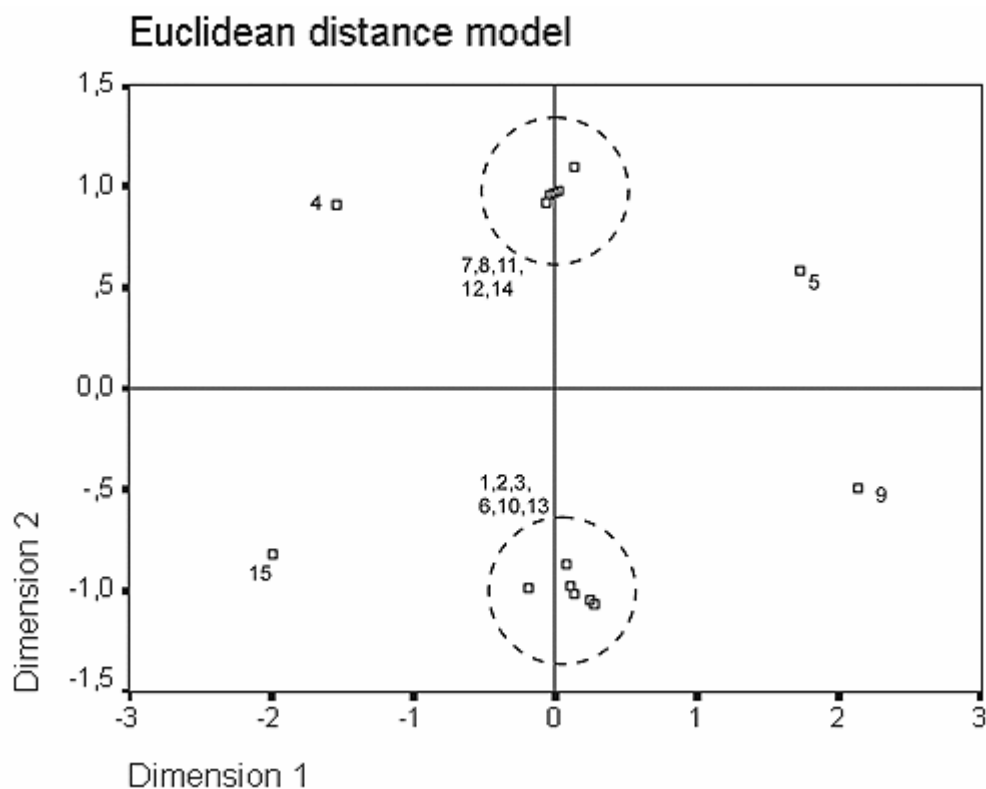


Рис. 3.

На верхней части рисунка 3 сгруппировались энергоёмкие, наукоёмкие и ресурсоёмкие отрасли (машиностроение и электрооборудование; металлургическая, нефтеперерабатывающая и угольная промышленность; электроэнергетика). Их, экономически осмысленно, можно противопоставить группировке отраслей на нижней части рисунка 3 (легкая, текстильная и пищевая промышленность; рыболовство; сельское хозяйство; торговля и услуги).

В общем случае, взаимное расположение классов отраслей, полученных в результате экспериментов, можно попытаться объяснить двумя факторами, например, инвестиционной привлекательностью и инвестиционной восприимчивостью. Интересным является и изменение взаимного расположения отраслей в пятилетней динамике.

В заключение сделаем вывод, что балансовые модели естественным образом соединяются с инновационными моделями и моделями научно-технического прогресса. Они вполне могут использоваться для макроанализа технологических нововведений. Сами технологические изменения существенно зависят от инвестиционной политики, и, следовательно, управляя инвестициями, мы можем опосредованно управлять технологическими изменениями.

Литература

1. Болдырев Р. Л., Руссман И. Б., Щепина И. Н. Визуализация и регрессия в изучении балансовых моделей. // Тезисы научных докладов 21-й междунар. конференции “Системное моделирование социально-экономических процессов. Системный анализ в исследованиях управления предприятиями” 11-13 июня 1999 г. – Старый Оскол: Изд-во ВГУ, 1999. – Ч. 1 – С. 34.
2. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в экономическом моделировании: Пер. с польск. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 175 с.
3. Терёхина А. Ю. Анализ данных методами многомерного шкалирования. – М.: Наука, 1986. – 168 с.
4. Benvenuti S.C. Marfellato D., Raffaelli C. A Input-Output model for Italy. // Economic Systems Research. – February 1995. – № 2.