

8.4. АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА ПО ПРОИЗВОДСТВУ АВТОМОБИЛЕЙ

Романов Б.А. заведующий кафедрой математических дисциплин Московского бухгалтерского института

В статье анализируется инвестиционный проект по увеличению производства автомобилей. Оцениваются возможности предприятий по поставке необходимых объемов комплектующих и материалов для обеспечения этого увеличения. Определяются потребные производственные мощности всех предприятий, участвующих в проекте. Анализируются имеющиеся производственные мощности и оцениваются возможности увеличения дефицитных производственных мощностей предприятий за счет перепрофилирования части избыточных производственных мощностей других предприятий. Рассчитывается максимальный выпуск автомобилей для нескольких вариантов увеличения производственных мощностей автопредприятия и смежных предприятий, имеющих недостаточные производственные мощности.

В статье «Математическая модель реализации производственного проекта группой предприятий» [1] изложена методика расчета стоимости инвестиционного производственного проекта. В данной статье приводится пример анализа проекта по расширению производства легковых автомобилей.

Автопредприятие, выпускающее 50 тыс. легковых автомобилей в год, рассматривает проект увеличения производства, включающий три варианта:

- увеличение производства в 2 раза;
- увеличение производства в 4 раза;
- увеличение производства в 10 раз.

Для обеспечения расчетов информацией автопредприятие проводит сбор данных о собственном предприятии и смежных предприятиях, выполняющих поставки материалов, запасных частей и комплектующих узлов и деталей. В число этих данных входят:

- перечень смежных предприятий, поставляющих автопредприятию свою продукцию;
- производственные мощности собственного предприятия и смежных предприятий;
- объемы поставок продукции смежных предприятий на автопредприятие;
- затраты продукции смежных предприятий, приходящиеся на один рубль валовой продукции, выпускаемой автопредприятием.

Перечень предприятий, участвующих в производстве автомобилей.

1. Предприятие по производству приборов.
2. Автопредприятие.
3. Предприятие по производству двигателей.
4. Предприятие по производству проката.
5. Предприятие по производству резинотехнических изделий.
6. Предприятия по электроснабжению, водо- и газоснабжению.

В этом примере не учитываются ограничения по количеству трудовых ресурсов на предприятиях и затраты импортных материалов. В результате такого упрощения модель из подраздела 2.1 раздела 2 в [1] принимает вид:

$$x = Ax + \hat{y} + y ; \tag{1}$$

$$x \leq p ; \tag{2}$$

$$y = qa ; \tag{3}$$

$$a = ey ; \tag{4}$$

$$a \rightarrow \max ; \tag{5}$$

где

x – вектор валового выпуска продукции предприятий;

A – матрица коэффициентов прямых материальных и других затрат на производство продукции размерности $N \times N$;

N – число предприятий, включенных в реализацию заданного проекта;

y – вектор выпуска конечной продукции;

e – вектор, состоящий из единиц;

a – общий объем производства легковых автомобилей;

q – вектор долей выпуска продукции предприятиями в общем объеме выпуска конечной продукции всех предприятий;

p – вектор производственных мощностей предприятий;

\hat{y} – вектор фиксированного выпуска конечной продукции предприятий.

В условиях данной задачи и ниже произведения векторов рассматриваются как скалярные, вектор-столбец умножается на матрицу справа. В данной задаче требуется рассчитать максимальный объем производства легковых автомобилей, определяемый величиной a при условиях и ограничениях (1-4).

Максимальное значение величины a будет равно

$$\max a = \min a_i, \quad i = \overline{1, N}, \tag{6}$$

где

$$a_i = \frac{[p - B\hat{y}]_i}{[Bq]_i}, \quad i = \overline{1, N};$$

B – матрица, обратная к матрице A .

Для краткости в приводимых ниже таблицах предприятия, участвующие в реализации производственного проекта, обозначаются порядковыми номерами из указанного выше перечня. Данные о производстве продукции приводятся в стоимостных единицах (рублях). Все приведенные ниже данные условные. Коэффициенты прямых затрат продукции предприятий представлены в табл. 1.

Матрица B , обратная к матрице A приведена в табл. 2.

Таблица 1

КОЭФИЦИЕНТЫ ПРЯМЫХ ЗАТРАТ (МАТРИЦА А)

1	2	3	4	5	6
0.209195	0.043131	0.016226	0.002378	0.007204	0.039843
0.021689	0.224980	0.020565	0.011217	0.023996	0.040242
0.025733	0.078656	0.162535	0.059694	0.115077	0.048657
0.024284	0.093403	0.087092	0.310624	0.280188	0.052209
0.003886	0.011053	0.006614	0.030768	0.360330	0.110894
0.008388	0.012877	0.012104	0.030621	0.118094	0.245430

Таблица 2

МАТРИЦА В

1	2	3	4	5	6
1.269094	0.077213	0.029411	0.013682	0.043305	0.080336
0.039344	1.302977	0.038107	0.032467	0.086835	0.089032
0.050617	0.148469	1.216515	0.128009	0.307477	0.143080
0.064328	0.218230	0.173377	1.513429	0.747465	0.240780
0.015585	0.042110	0.027267	0.088284	1.655575	0.254244
0.020641	0.040922	0.031794	0.077992	0.296334	1.379527

Поскольку в проекте требуется найти максимум конечной продукции только одного автопредприятия, то вектор q состоит из нулей, кроме элемента, соответствующего автопредприятию, который равен единице. Выпуск конечной продукции предприятий до начала реализации проектов представлен в табл. 3.

Таблица 3

ВЫПУСК КОНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ДО НАЧАЛА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

<i>тыс. руб.</i>					
1	2	3	4	5	6
29 256	55 753	33 624	21 098	255 588	336 297

Для решения поставленной задачи сначала определим объемы валового выпуска предприятий при увеличении производства легковых автомобилей в 2, 4 и 10 раз. Требуемый валовой выпуск продукции предприятий, обозначаемый через x^T , рассчитывается по формуле:

$$x^T = B\hat{y}.$$

В табл. 4 представлены результаты расчетов этой величины. Для сравнения в первой строке представлен валовой выпуск продукции предприятий до начала реализации проектов.

Таблица 4

ТРЕБУЕМЫЙ ВАЛОВОЙ ВЫПУСК (ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ)

<i>тыс. руб.</i>						
Уве-лич.	1	2	3	4	5	6
Нач.	153 306	109 025	65 208	87 238	555 018	546 118
2	255 500	181 670	67 333	89 048	559 860	551 081
4	459 887	326 960	71 582	92 668	569 542	561 009
10	1 073 048	762 829	84 330	103 529	598 590	590 792

Учитывая, что в проекте задается увеличение производства конечной продукции только автопредприятия, то, вычитая из строк табл. 4 выпуск конечной продукции из табл. 3 (за исключением выпуска конечной продукции автопредприятием, в качестве которой принимаются соответственно увеличенный в 2, 4 и 10 раз выпуск автомобилей до начала реализации проекта) получаем объемы промежуточного потребления продукции смежных предприятий, требуемые для обеспечения производства автомобилей. Эти результаты представлены в табл. 5.

Таблица 5

ТРЕБУЕМЫЕ ОБЪЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

<i>тыс. руб.</i>						
Уве-лич.	1	2	3	4	5	6
Нач.	124 050	53 272	31 584	66 140	299 430	209 821
2	226 244	70 164	33 709	67 950	304 272	214 784
4	430 631	103 948	37 958	71 570	313 954	224 712
10	1 043 792	205 299	50 706	82 431	343 002	254 495

При увеличении производства автомобилей в 2 раза промежуточное потребление возрастает примерно на 30%, при увеличении производства в 4 раза промежуточное потребление увеличивается почти в 2 раза, а при увеличении производства автомобилей в 10 раз промежуточное потребление должно возрасти почти в 4 раза. Это означает, что при реализации этих проектов необходимо договориться с партнерами по увеличению поставок их продукции до соответствующих объемов.

Производственные мощности предприятий в основном определяются производственными мощностями оборудования и количеством занятых цеховых работ-

ников. Анализ предприятий показал, что их производственные мощности без существенных затрат (в основном за счет увеличения коэффициента сменности цеховых работников) могут быть увеличены. Значения этих производственных мощностей представлены в табл. 6.

Таблица 6

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

<i>тыс. руб.</i>					
1	2	3	4	5	6
130 000	200 000	65 000	120 000	600 000	600 000

Исходя из этих производственных мощностей, по формуле (6) был рассчитан максимальный объем производства легковых автомобилей. В табл. 7 представлены результаты расчетов значений величин $a_i, i = \overline{1, N}$.

Таблица 7

ЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН $a_i, i = \overline{1, 6}$

<i>тыс. руб.</i>					
1	2	3	4	5	6
3 304 189	153 495	1 705 723	369 6061	6 909 657	6 739 150

Из табл. 7 видно, что максимальный объем производства автомобилей на автопредприятии представляет собой минимальное число $a_i, i = \overline{1, 6}$, равное

153 495 тыс. руб. Это почти в три раза выше объема производства автомобилей в начале реализации проекта. При этом производственная мощность автопредприятия была увеличена лишь в два раза. Это объясняется тем, что все шесть предприятий, участвующих в реализации производственного проекта, связаны взаимными поставками своей продукции в качестве промежуточной продукции для других предприятий. А при увеличении производства автопредприятием автомобилей поставки промежуточной продукции другим предприятиям остаются на прежнем уровне. В результате относительно больше производственных мощностей используется для собственных нужд, и производство конечной продукции – автомобилей растет быстрее, чем валовой выпуск продукции.

При реализации проекта увеличения производства автомобилей в 4 раза собственных производственных мощностей автопредприятия уже недостаточно (см. табл. 4). Нехватка производственных мощностей составляет в стоимостном выражении около 130 000 тыс. руб. По согласованию с предприятием, производящим приборы, был рассмотрен вариант создания недостающих производственных мощностей автопредприятия путем репрофилирования части избыточных мощностей предприятия, производящего приборы.

Кроме того, при 4-х кратном увеличении производства автомобилей возникнет нехватка в поставке двигателей, которая также не может быть восполнена за счет увеличения производственных мощностей этого предприятия, так как они на пределе возможностей. Для ликвидации дефицита производственных мощностей по производству двигателей был также рассмотрен вариант репрофилирования части избыточных производственных мощностей предприятия по производству проката под производство двигателей. Чтобы проверить оптимальность такого репрофилирования, были выполнены расчеты на модели подраздела 2.3 раздела 2 в [1].

В нашем случае будем рассматривать две пары вариантов перепрофилирования (цифрами обозначаются номера предприятий): Первая пара 2→1 и 3→4 и вторая пара 2→4 и 3→1. Оптимизационная задача запишется в виде:

$$\sum_{j \in M_D} \Delta p_{ij} = \Delta p_i^+, \quad j \in M_R; \tag{7}$$

$$\sum_{i \in M_R} \chi_{ij} \Delta p_{ij} = \Delta p_i^-, \quad j \in M_D; \tag{8}$$

$$\rho = \sum_{i \in M_R} \sum_{j \in M_D} c_{ij} \Delta p_{ij} \rightarrow \min, \tag{9}$$

где

Δp_{ij} – доля избыточных мощностей i -го предприятия, которая перепрофилируется под выпуск продукции j -го предприятия;

Δp_i^+ – избыточные производственные мощности i -го предприятия;

Δp_i^- – недостающие производственные мощности i -го предприятия;

χ_{ij} – коэффициент, показывающий, на сколько изменится производственная мощность i -го предприятия после его перепрофилирования под выпуск продукции j -го предприятия;

M_D – множество индексов предприятий-доноров (имеющих избыточные производственные мощности);

M_R – множество индексов предприятий-реципиентов (имеющих дефицит производственных мощностей);

c_{ij} – коэффициент, выражающий отношение стоимости перепрофилирования к объему производства на i -м предприятии до проведения перепрофилирования;

ρ – общая стоимость затрат на проведение перепрофилирования.

Оптимизационная задача формулируется так: найти значения элементов матрицы Δp_{ij} при условиях (7) и (8) и минимизации величины ρ .

Множество M_R включает предприятия 2 и 3, а множество M_D – предприятия 1 и 4. В подразделе 2.4 раздела 2 в [1] описана методика расчета коэффициентов χ_{ij} и c_{ij} . Расчет по этой методике дал для нашего примера следующие результаты: $\chi_{21} = 1,2$; $\chi_{24} = 3,5$; $\chi_{31} = 1,5$; $\chi_{34} = 2,7$; $c_{21} = 0,2$; $c_{24} = 0,5$; $c_{31} = 0,7$; $c_{34} = 0,3$.

Недостающие производственные мощности автопредприятия при 4-х кратном увеличении производства автомобилей составляют в стоимостном выражении 130 000 тыс. руб., а недостающие производственные мощности предприятия по производству двигателей – около 10 000 тыс. руб. Избыточные мощности предприятия по производству приборов 70 000 тыс. руб., а предприятия по производству проката – 30 000 тыс. руб.

Решение оптимизационной задачи ввиду малого числа переменных может быть получено простым перебором. Результаты показывают, что наиболее оптимальным является перепрофилирование избыточных производственных мощностей предприятий под выпуск продукции дефицитных производственных мощностей по схеме 2→1 и 3→4.

Теперь остается рассчитать максимальный объем производства автомобилей с учетом увеличения дефицитных производственных мощностей за счет перепрофилирования избыточных производственных мощностей предпри-

ятий. Для этого решается оптимизационная задача (1)-(5) с новыми ограничениями по производственным мощностям, т.е. рассчитываются значения величины $a_i, i = 1,6$.

Результаты расчетов приведены в табл. 8.

Таблица 8

ЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН $a_i, i = 1,6$

тыс. руб.					
1	2	3	4	5	6
1 525 010	207 218	1 968 142	3 388 056	6 909 657	6 739 150

Из табл. 8 видно, что максимальный выпуск автомобилей равен 207218 тыс. руб., что почти в 4 раза больше, чем до реализации инвестиционного проекта.

В проекте 10-ти кратного увеличения производства автомобилей самым узким местом являются производственные мощности автопредприятия. Это следует из анализа табл. 4 и 6. В предыдущем варианте проекта при 4-х кратном увеличении производства автомобилей производственные мощности автопредприятия были увеличены за счет перепрофилирования части избыточных мощностей предприятия по производству приборов.

Однако возможности создания недостающих производственных мощностей за счет перепрофилирования избыточных на этом варианте исчерпаны. Поэтому увеличить производственные мощности автопредприятия можно только строительством нового завода для этого предприятия рассчитанного на выпуск валовой продукции примерно на 400 000 тыс. руб. С учетом перепрофилирования в предыдущем варианте общая производственная мощность автопредприятия по валовому выпуску составит 730 000 тыс. руб. Для расчета максимального выпуска автомобилей опять решаем задачу (1)-(5) с новым значением производственных мощностей автопредприятия. Результат расчетов равен 560 256 тыс. руб., что по сравнению с начальным объемом производства, равным 55 753 тыс. руб. (табл. 3), составляет увеличение в 10 раз.

Литература

1. Математическая модель реализации производственного проекта группой предприятий. М.: Аудит и финансовый анализ № 2, 2007.
2. «Об утверждении порядка предоставления государственных гарантий на конкурсной основе за счет средств бюджета развития Российской Федерации и положения об оценке эффективности инвестиционных проектов при размещении на конкурсной основе централизованных инвестиционных ресурсов бюджета развития Российской Федерации. Постановление Правительства Российской Федерации № 1470 от 22 ноября 1997 г. N 1470 (в ред. Постановлений Правительства от 20.05.98 N 467, от 03.09.98 N 1024).
3. А.Д. Шеремет, А.Ф. Ионова. Финансы предприятий. М.: ИНФРА-М, 2004.

Романов Борис Александрович

РЕЦЕНЗИЯ

В статье рассматриваются актуальные вопросы анализа производственных инвестиционных проектов на примере проекта по увеличению производства автомобилей. Оцениваются потребности смежных предприятий по поставкам своей продукции на автопредприятие. Выявляются узкие места реализации проекта по увеличению производства автомобилей. Приводятся расчеты потребных производственных мощностей предприятий для реализации заданного проекта и способы и методы создания недостающих производственных мощностей, в частности за счет перепрофилирования части избыточных производственных мощностей других предприятий. Даются расчеты максимального объема производства автомобилей для различных вариантов увеличения производственных мощностей предприятий. Работа имеет важное научное и практическое значение и может использоваться для решения подобных задач при анализе производственных инвестиционных проектов.

Полковский Л.М., д.э.н., профессор, ректор Московского бухгалтерского института

8.4. ANALYSIS OF THE INVESTMENT DESIGN ON PRODUCTION OF CARS

B.A. Romanov Managing Faculty of Mathematical
Disciplines of the Moscow book-keeping Institute

In the article the capital investment project on magnification of production of cars is parsed. Possibilities of firms on delivery of necessary sizes of accessories and materials for security of this magnification are sized up. The necessary productive capacities of all firms participating in the design are determined. Present productive capacities are parsed and possibilities of magnification of scarce productive capacities of firms due to a reshape of a part of redundant productive capacities of other firms are sized up. Maximum exhaustion of cars for several alternatives of magnification manufacturing мощностей autofirms and the contiguous firms having insufficient productive capacities settles up.