

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ И ВОЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Д.В. Меняйкин, магистр

Новосибирский государственный аграрный университет
(Россия, г. Новосибирск)

DOI: 10.24411/2500-1000-2018-10232

Аннотация. Формируется стратегия государства по производству продукции потребления и военного назначения в условиях заданного уровня безопасности государства и относительного уровня отношения продукции потребления к военной продукции. Формирование решения проводится с использованием методов линейного программирования.

Ключевые слова. Модифицированная задача использования ресурсов, минимальная норма выпуска продукции, минимальная относительная норма выпуска продукции, оценка влияния фактора, стратегия государства.

Формирование стратегии предприятия, управленческих решений важное направление управлением производства. Одной из базовых составляющих для формирования управленческих решений является экономический анализ деятельности предприятия. В работе [1] был рассмотрен экономический анализ производства двух видов продукции, в котором используются два вида ресурсов, при условии влияния двух факторов производства. Этими факторами являются производство продукции одного вида продукции по отношению к другому не менее заданной минимальной относительной нормы и производство второго вида продукции не менее заданной нормы. Производство рассматривалось в условиях предпочтения выпуска первого вида продукции по отношению ко второму виду продукции.

В данной работе предлагается исследовать вопрос формирования стратегии государства при условии увеличения дохода и рассмотреть возможные стратегии, влияющие на этот показатель. Исследование предлагается провести на примере производства двух видов продукции: товаров потребления и военной продукции.

1. Цель и задача анализа производства в особых условиях

Рассмотрим производство продукции двух сфер: потребительских товаров (продукция A_1) и вооружения (продукция A_2).

Предполагаем, что в производстве этих двух видов продукции используются средства производства соответствующих отраслей: потребительских товаров и военного производства. Использование средств производства будем рассматривать в стоимостном виде и положим b_1 у. е. – стоимость средств производства потребительской сферы, b_2 у. е. – стоимость средств производства в военном-промышленном комплексе. Стоимостной расход средств производства продукции A_1 и A_2 определяется технологическими коэффициентами a_{ij} , где a_{11} – стоимостная оценка средств производства потребительской сферы на производство продукции A_1 стоимостью 1 у. е., a_{12} – стоимостная оценка средств производства потребительской сферы на производство продукции A_2 стоимостью 1 у. е., a_{21} – стоимостная оценка средств производства военного комплекса на производство продукции A_1 стоимостью 1 у. е., a_{22} – стоимостная оценка средств производства военного комплекса на производство продукции A_2 стоимостью 1 у. е.

Производство продукции предполагает, что минимальное отношение объема продукции A_1 к объему продукции A_2 равно β_0 , а минимальный объем продукции A_2 равна n у. е.

Также положим, что c_1 – доход государства от производства продукции A_1 стои-

мостью 1 у. е., c_2 – доход государства от производства продукции A_2 стоимостью 1 у. е.

Целью производства является получение максимального дохода государства.

Целью исследования является разработка стратегии государства в условиях баланса использования средств производства обеих сфер и влияния обеих минимальных норм производства, чтобы увеличить доход государства.

2. Методология, методы и методика исследования

Формирование стратегии государства с использованием математических методов предполагает построение математической модели производства продукции, анализ решений задачи, определённой для этой модели, а также экономическую интерпретацию полученного анализа. Поэтому исследование предполагает использование методологии математического моделирования для построения модели, методов линейного программирования для решения задачи оптимального производства, а также методики теории двойственности для экономического анализа и формирования стратегий.

3. Результаты исследования

Математической моделью производства двух видов продукции является модифицированная задача об использовании ресурсов, учитывающая влияние относительной нормы β_0 выпуска продукции A_1 относительно продукции A_2 и минимальной нормы n выпуска продукции A_2 .

Эта модель была сформулирована в [1, с. 171-172] и [2, с. 533-534]:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \leq b_2 \\ x_1 - \beta_0 x_2 \geq 0 \\ x_2 \geq n \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 \rightarrow \max$$

Модель строилась для предприятия, использующего два вида ресурсов R_1 и R_2 , и выпускающего два вида продукции A_1 и A_2 .

В этой модели коэффициенты определялись следующим образом:

x_1, x_2 – объёмы выпуска продукции A_1 и A_2 ;

a_{ij} – расход ресурса R_i на единицу продукции A_j ($i=1, 2, j=1, 2$);

b_1 – запас ресурса R_1 , b_2 – запас ресурса R_2 ;

c_1 и c_2 – значения показателей эффективности производства единицы продукции A_1 и A_2 .

Для решения задачи и анализа решения в работах [1-3] были использованы вспомогательные коэффициенты, которые определялись в работе [4, с. 25]:

1. относительный расход для каждого ресурса в производстве продукции вида A_2 к продукции A_1 : $k_1 = \frac{a_{12}}{a_{11}}$, $k_2 = \frac{a_{22}}{a_{21}}$;

2. относительный расход ресурсов R_1 и R_2 в производстве каждого вида продукции: $\beta_1 = \frac{a_{21}}{a_{11}}$, $\beta_2 = \frac{a_{22}}{a_{12}}$;

3. отношение дохода от реализации единицы продукции вида A_2 к доходу от реализации единицы продукции вида A_1 ($k = \frac{c_2}{c_1}$), отношение запасов ресурсов вида R_2 и R_1 , ($\beta = \frac{b_2}{b_1}$).

По умолчанию полагается, что $k_1 < k_2$ и $\beta_1 < \beta_2$.

Приоритет выпуска продукции первого вида определяется условием, что $k < k_1$.

Двойственная задача для задачи (1) была рассмотрена в [2, с. 545], [3, с. 172] и [4, с. 25]:

$$\begin{cases} a_{11}u_1 + a_{12}u_2 + u_3 \geq c_1 \\ a_{11}u_1 + a_{22}u_2 - \beta_0 u_3 + u_4 \geq c_2 \\ u_1 \geq 0 \quad u_2 \geq 0 \quad u_3 \leq 0 \quad u_4 \leq 0 \\ W = b_1 u_1 + b_2 u_2 + n u_4 \rightarrow \min \end{cases} \quad (2)$$

Анализ решения, при котором продукция выпускается по обеим минимальным нормам и полностью расходуются оба ресурса, в предположении предпочтения первого вида продукции, рассматривался в [3], в предположении предпочтения второго вида продукции в [5], а без предпочтения в [6], в особых случаях в [7].

Расширенный оптимальный план такого решения имеет вид:

1) в прямой задаче [1, с. 172], [2, с. 547], [3, с. 84], [6, с. 40], [7, с. 48]: $x_1^* = \beta_0 n$, $x_2^* = n$, $y_1^* = y_2^* = y_3^* = y_4^* = 0$, где y_1^* , y_2^* – остатки ресурсов R_1 и R_2 при оптимальном плане; y_3^* – отклонение отношения объёмов x_1^* и x_2^* от минимальной нормы β_0 , y_4^* – разница объёма x_2^* продукции A_2 от нормы n .

Отметим что параметры решения задачи b_1 и b_2 должны быть равны: $b_1 = a_{11}n(\beta_0 + k_1)$ и $b_2 = a_{21}n(\beta_0 + k_2)$. Обозначим $b_{10} = a_{11}n(\beta_0 + k_1)$ и $b_{20} = a_{21}n(\beta_0 + k_2)$, которые равны необходимому количеству ресурсов R_1 и R_2 , чтобы выпускать продукцию A_1 и A_2 по нормам β_0 и n .

2) в двойственной задаче [1, с. 172]: $u_1^* = \frac{c_1}{a_{11}} \cdot \frac{\beta_0 + k}{\beta_0 + k_1} \cdot t$, $u_2^* = \frac{c_1}{a_{21}} \cdot \frac{\beta_0 + k}{\beta_0 + k_2} \cdot s$, $u_3^* = -c_1 \left(\frac{\beta_0 + k}{\beta_0 + k_1} \cdot t + \frac{\beta_0 + k}{\beta_0 + k_2} \cdot s - 1 \right)$, $u_4^* = -c_1(\beta_0 + k)(t + s - 1)$, где $t \geq 0$, $s \geq 0$, $t + s \geq 1$, и $\frac{\beta_0 + k}{\beta_0 + k_1} t + \frac{\beta_0 + k}{\beta_0 + k_2} s \geq 1$,

3) оптимальные значения показателей эффективности [1, с. 172], [2, с. 547], [3, с. 84], [6, с. 40], [7, с. 48]: $Z_{\max} = W_{\min} = c_1 n(\beta_0 + k)$.

Экономический анализ оптимального плана пары двойственных задач был проведён в [1]. Выводы экономического анализа были следующие [1, с. 173-174]:

1) Оба ресурса расходуются полностью. их дополнительное использование не повышает эффективность производства. Производство максимально насыщено использованием каждым ресурсом.

2) Предприятия выпускает продукцию по обеим минимальным нормам. Изменение минимальной относительной нормы β_0 не влияет на показатель эффективности производства, уменьшение минимальной нормы n увеличивает показатель эффективности производства предприятия.

3) Продукцию вида A_1 предприятию выпускать выгодно, а продукцию вида A_2 только при заданных условиях влияния минимальных норм. Показатель эффективности производства для каждой едини-

цы продукции обоих видов равен суммарной оценке предельной полезности обоих ресурсов, используемых в единице продукции, и влияния обоих факторов.

4) Максимальное значения показателя эффективности производства равно значению $c_1 n(\beta_0 + k)$.

На основании этого анализа для предприятия формулируются управленческое решение: уменьшить минимальную норму n выпуска продукции второго вида.

Принятие такого решения переводит исходную задачу с параметрами $(b_1; b_2; \beta_0; n)$ в задачу с параметрами $(b_1; b_2; \beta_0; n')$, где $0 < n' < n$ – новое значение параметра n (рис. 1). Ресурс R_1 становится дефицитным ($y_1^* = 0$, $u_1^* > 0$), а ресурс R_2 становится избыточным ($y_2^* > 0$). Относительная минимальная норма β_0 не влияет на оптимальный выпуск продукции ($y_3^* < 0$), а относительная норма n влияет на показатель эффективности производства ($y_4^* = 0$, $u_4^* < 0$).

Принятое решение соответствует оптимальному плану в двойственной задаче при значениях параметров $t = \frac{\beta_0 + k_1}{\beta_0 + k}$, $s = 0$: $u_1^* = \frac{c_1}{a_{11}} > 0$, $u_2^* = 0$, $u_3^* = 0$, $u_4^* = -c_1(k_1 - k) < 0$.

Обозначим Δn разность n и n' ($\Delta n = n - n'$), x_1 – оптимальный объём продукции A_1 в новой задаче, $\Delta x_1 = x_1 - x_1^*$. Тогда $x_1 = x_1^* + \Delta x_1$, $n' = n - \Delta n$.

Определим изменение оптимального плана в двойственной задаче. Так как $y_1^* = 0$ и $y_4^* = 0$, то $x_2^* = n - \Delta n$, а Δx_1 найдём из уравнения: $b_{10} = a_{11}(x_1^* + \Delta x_1) + a_{12}(n - \Delta n)$.

Находим Δx_1 : $b_{10} = a_{11}x_1^* + a_{11}\Delta x_1 + a_{12}n - a_{12}\Delta n$. Из этого равенства следует, что $a_{11}\Delta x_1 - a_{12}\Delta n = 0$, откуда $\Delta x_1 = k_1 \Delta n$.

Итак, $\Delta x_1 = k_1 \Delta n$, а $\Delta x_2 = -\Delta n$. Максимальное значение показателя эффективности увеличится на $\Delta Z_{\max} = c_1(k_1 - k) \cdot \Delta n$.

Переход к новому решению при изменении параметра n рассмотрено на рис. 1.

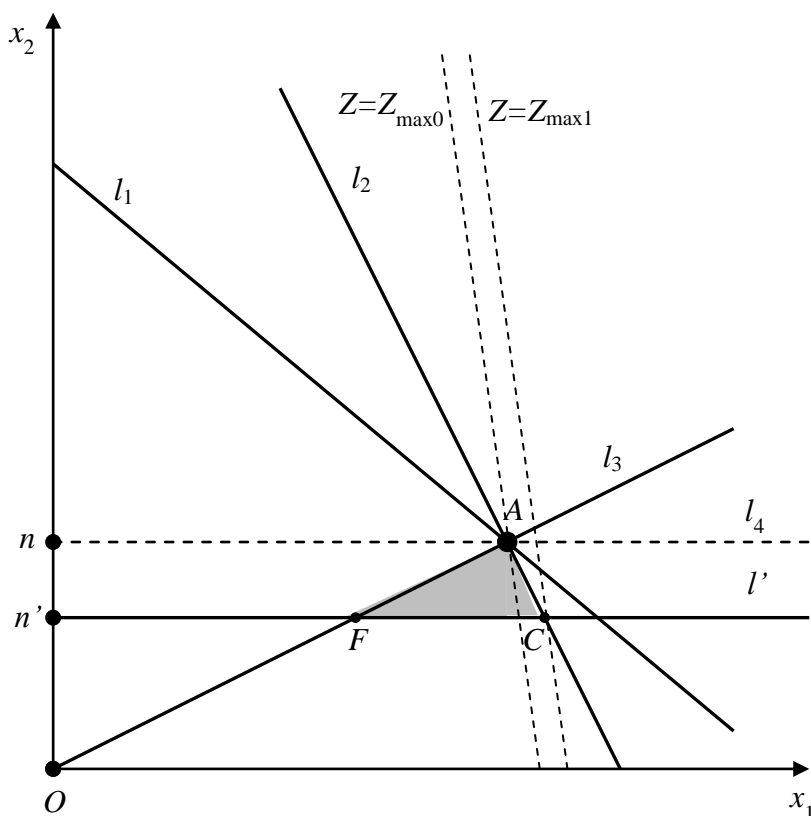


Рисунок 1. Изменение решения задачи

На рис. 1 прямые l_1 , l_2 , l_3 и l_4 – границы решений соответствующих неравенств, l'_4 – граница решения четвертого неравенства в новой задаче. Точка A – пересечение прямых l_1 , l_2 , l_3 , C – пересечение прямых l_1 и l_4 , F – пересечение прямых l_3 и l_4 , $Z=Z_{\max 0}$ и $Z=Z_{\max 1}$ – линии максимального уровня исходной и новой задач.

Принятие сложных решений, при которых изменяются сразу два параметра задачи осуществляются на основе предположения, что осуществлено решение «уменьшить минимальную норму n ». Это переводит к анализу решения задачи в предположении, что ресурс R_1 расходуется полностью и является дефицитным, ресурс R_2 является избыточным, минимальная относительная норма β_0 не влияет на оптимальное производство, минимальная норма n влияет на показатель эффективности производства продукции.

Принятие сложных решений, при которых изменяются сразу два, три и четыре параметра задачи осуществляются принятыми решениями по двум параметрам, по трём параметрам соответственно, среди кото-

рых есть решение «уменьшить минимальную норму n ».

Переносим полученные результаты на производство продукции в сфере потребления и военной продукции. Согласно сформированному решению для модифицированной модели государству следует уменьшить уровень производство военной продукции, перераспределить производство из военной сферы в сферу потребления. Государству выгодно для увеличения дохода понизить уровень безопасности. Если внешние условия позволяют сделать такое сокращение, то это будет эффективной стратегией государства, если нет, то по возможности снизить уровень безопасности не ниже критического.

Надо отметить, что при условии предпочтения производства военной продукции ($k > k_2$) государству выгодно уменьшать относительную норму β_0 выпуска потребительских товаров к военной продукции. Такие условия позволяют безболезненно наращивать военный потенциал государства, так как его уровень не влияет на доход государства.

В условиях, когда нет приоритета выпуска продукции потребления и военной продукции, уровень относительной нормы β_0 и нормы n не влияют на доход государства, его уровень увеличивается за счёт увеличения средств производства в потребительской сфере и военном комплексе. В такой ситуации можно увеличивать после принятия решения об увеличении средств производства можно увеличивать как относительную норму β_0 , так и норму n .

Эти результаты являются выводами дальнейшего исследования модифицированной задачи при различных значениях коэффициента k и условиях влияния факторов производства, основанные на анализе решения двойственной задачи, который был проведён в статьях [5-8].

Библиографический список

1. *Меняйкин Д. В.* Экономический анализ задачи о влиянии минимальной относительной нормы и минимальной нормы в случае баланса влияния обоих факторов и использования двух ресурсов и приоритета выпуска первого вида продукции // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук.* – 2018. – №9. – С. 171-174.

2. *Мамонов О. В., Конюхова А. В.* Влияния технологических факторов производства в случае использования двух ресурсов / *Теория и практика современной аграрной науки: сб. национальной (всероссийской) научной конференции (г. Новосибирск, 20 февраля 2018 г.)* // *Новосиб. гос. аграр. ун-т.* – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2018. – С. 546-550.

3. *Меняйкин Д. В.* Анализ решения задачи о влиянии минимальной относительной нормы одного вида продукции к другому виду и минимальной нормы второго вида в случае баланса влияния обоих факторов и использования обоих ресурсов и приоритета первого вида продукции // *Экономика и бизнес: теория и практика.* – 2018. – №8 – С. 83-88.

4. *Мамонов О. В., Бикеева М. В.* Решение задачи об использовании двух ресурсов для предприятия, выпускающего два вида продукции, с учётом влияния минимальной относительной нормы производства одного вида продукции к другому и минимальной нормы выпуска продукции второго вида // *Агропродовольственная экономика: научно-практический электронный журнал.* Нижний Новгород: НОО «Профессиональная наука». – 2018. – №3. – С. 7-42.

5. *Осинов И. В.* Анализ влияния минимальной нормы продукции в случае баланса использования двух ресурсов с приоритетом выпуска продукции первого вида / *Новая наука: новые вызовы. Сб. трудов I Международной научно-практической конференции.* – Краснодар: АНО ДПО «ИССиМ», 2018. – С. 32-36.

6. *Конюхова А. В., Мамонов О. В.* Анализ решения задачи о влиянии минимальной относительной нормы одного вида продукции к другому виду продукции, минимальной нормы второго вида продукции в случае баланса влияния обоих факторов, использования обоих ресурсов при приоритете выпуска второго вида продукции // *Актуальные направления развития аграрной науки в работах молодых учёных: сборник научных статей молодых ученых, посвященный 190-летию опытного дела в Сибири, 100-летию сельскохозяйственной науки в Омском Прииртышье и 85-летию образования Сибирского НИИ сельскохозяйственного хозяйства. ФГБНУ «Омский АНЦ».* - Омск: ЛИТЕРА, 2018. – С. 194-198.

7. *Ерназарова С. А.* Анализ решения задачи о влиянии разных видов минимальных норм выпуска продукции в условиях отсутствия приоритета какого-нибудь вида продукции // *Молодой учёный.* - 2018. - № 34 (220) – С. 40-43.

4. Вводы

В модифицированной задаче использования ресурсов для производства продукции потребления и военной продукции, в которой определены стоимостные показатели запасов средств производства в отрасли потребления и военной отрасли, в условиях влияния минимальной относительной нормы β_0 выпуска продукции потребления к военной продукции и минимальной нормы n при балансе использования средств производства и влияния обеих норм государству выгодна стратегия **сокращения уровня производства военной продукции до уровня, не ниже необходимого для безопасности государства.**

8. Луцкич Р. В. Анализ решения задачи о влиянии разных видов минимальных норм выпуска продукции в условиях, когда показатели эффективности производства пропорциональны расходу одного из ресурсов // Молодой учёный. – 2018. - № 34 (220). – С. 47-50.

**USE OF METHODS OF LINEAR PROGRAMMING IN THE FORMATION
OF STRATEGIC DECISIONS IN THE FIELD OF MANUFACTURING CONSUMER
GOODS AND MILITARY PRODUCTION**

D.V. Menyaykin, master
Novosibirsk state agrarian university
(Russia, Novosibirsk)

***Abstract.** A state strategy is being formed for the production of consumer goods and military goods in the conditions of a given state security level and the relative level of the ratio of consumer products to military products. The formation of the solution is carried out using the methods of linear programming.*

***Keywords:** the modified task of using resources, the minimum rate of production, the minimum relative rate of production, the assessment of the influence of a factor, the strategy of the state.*