

УДК 658.012(075.8)

---

## ВЫБОР РЕШЕНИЙ О ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ВЫПУСКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ПРОДУКЦИИ

---

**Амелин Станислав Витальевич**, док. экон. наук, доц.

Воронежский государственный технический университет, Московский пр., 14, Воронеж, Россия, 394026; e-mail: vgtu-econ@mail.ru

*Цель:* вопросы принятия решений при организации и управлении производством конкурентоспособной продукции промышленного предприятия. *Обсуждение:* производство конкурентоспособной продукции является неременным условием успешного функционирования и развития промышленных предприятий. Организация и управление производством конкурентоспособной продукции требует разработки эффективного механизма поддержки принятия управленческих решений. Одним из важнейших инструментов такого механизма является экономико-математическое моделирование. Принятию решений в условиях неопределенности способствует использование эвристических методов. Применение метода анализа иерархий позволяет сделать выбор альтернатив решений, основанный на суждениях экспертов. *Результаты:* предложены критерии оценки альтернатив в составе модели поддержки принятия решений при выборе вариантов деятельности предприятия.

**Ключевые слова:** принятие управленческих решений, конкурентоспособность продукции, экономико-математическое моделирование.

**DOI:** 10.17308/meps.2016.11/1536

### **Введение**

С целью определения приоритетных направлений по выпуску конкурентоспособной продукции возможно применить метод анализа иерархий (АНР-метод) [7], который позволяет оказать поддержку процесса принятия управленческих решений с помощью иерархической модели целей и определения рейтинга альтернативных решений.

### **Методология исследования**

АНР-метод позволяет осуществить декомпозицию исследуемой проблемы на отдельные части, обеспечивая ее структурирование с выявлением иерархии, которая содержит главную цель, подцели различных уровней, критерии достижения цели и альтернативы решений, которые подлежат оценке.

При определении приоритетов относительная значимость элементов определяется в отношении каждого элемента вышестоящего уровня иерархии посредством попарного сравнения альтернатив того же уровня. Значимость альтернатив при этом может интерпретироваться как вклад в достижение главной цели. Необходимым условием является то, что ЛПП присваивает всем парам  $i$  и  $j$  из множества элементов  $A$  одного уровня значение  $V_{ij}$ , измеренное на шкале относительных показателей, показывающее значимость  $i$ -й альтернативы по сравнению с  $j$ -й в отношении определенного элемента следующего более высокого уровня. В отношении оценок множества альтернатив действует принцип обратной пропорциональности:  $V_{ij} = 1 / V_{ji}$ .

В АНР-методе используется следующая шкала попарного сравнения альтернатив (табл. 1), с помощью которой преобразуются суждения о сопоставимости в количественные показатели.

Таблица 1

Шкала сравнительной оценки альтернатив

| Оценка  | Характеристика сравнительной полезности альтернатив                                    |
|---|--|
| 1   | Оба элемента имеют одинаковую значимость для элемента более высокого уровня            |
| 3 (1/3)   | Умеренное (слабое) предпочтение значимости одного элемента по сравнению с другим       |
| 5 (1/5)   | Существенное (заметное) превосходство одного элемента по сравнению с другим            |
| 7 (1/7)   | Значительное (очевидное) предпочтение значимости одного элемента по сравнению с другим |
| 9 (1/9)   | Абсолютное доминирование значимости одного элемента по сравнению с другим              |
| 2 (1/2), 4 (1/4), 6 (1/6), 8 (1/8) – промежуточные значения |  |

Результаты попарного сравнения альтернатив в отношении элементов более высокого уровня можно представить в форме матрицы  $V$  размером  $n \times n$ , содержащей оценки  $V_{ij}$ . Элементы главной диагонали этой матрицы равны 1.

Расчет векторов приоритетов  $P$  осуществляется на основе метода определения максимального собственного значения и собственного вектора матрицы. Составляющие этого вектора указывают, какой сравнительной значимостью обладает данный элемент в отношении рассматриваемого элемента более высокого уровня. При применении АНР-метода определяется максимальное собственное значение  $\lambda_{max}$  матрицы попарного сравнения и соответствующего ей собственного вектора (его необходимо составить так, чтобы сумма его компонентов равнялась 1, причем он может рассматриваться как вектор взвешивания  $P$ ):  $V \times P = \lambda \times P$  или  $(V - \lambda \times E) \times P = 0$ . Здесь  $V$  – матрица оценок  $n \times n$ ;  $P$  – вектор приоритетов размера  $n$ ;  $\lambda$  – собственные значения матрицы  $V$ ;  $E$  – единичная матрица  $n \times n$ .

Для собственных значений  $\lambda$  выполняется правило: определитель матрицы  $(V - \lambda \times E)$  равен нулю, т. е.  $\det(V - \lambda \times E) = 0$ .

Максимальное значение  $\lambda$ , соответствующее данному условию, является максимальным собственным значением  $\lambda_{max}$ . После подстановки этого

значения в приведенное выше уравнение может быть найден искомый собственный вектор или вектор взвешивания.

Вектор приоритетов для матрицы попарных сравнений критериев и альтернатив действий рассчитывается исходя из соотношения:

$$(V - \lambda_{max} \cdot E) \cdot P = 0, \quad \sum_{i=1}^n p_i = 1.$$

Точный расчет максимального собственного значения и вектора взвешивания связан с объемными вычислениями, поэтому часто используют ряд методов приближительного их определения.

Проверка органичности (согласованности) оценок приоритетов осуществляется для всех матриц попарного сравнения путем расчета коэффициента инконсистентности:  $KI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ . При оценке органичности матрицы рассчитывается отношение согласованности:  $OC = KI / Cc$ . Средний показатель случайной согласованности ( $Cc$ ) для обратно пропорциональных матриц размера  $n$  определяется по справочной табл. 2.

Таблица 2

Значения средних показателей  $Cc$  для матриц размера  $n$

|    |      |      |     |      |      |      |
|----|------|------|-----|------|------|------|
| n  | 1; 2 | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    |
| Cc | 0    | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 |

Критическое значение для показателя органичности составляет 0,1, при этом матрицы попарного сравнения с  $KI \leq 0,1$  и  $OC \leq 0,1$  рассматриваются в качестве достаточно органичных, в противном случае следует пересмотреть оценки попарного сравнения альтернатив.

Определение глобальных взвешенных приоритетов для альтернатив  $A_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) как величины их важности (полезности)  $P_j$ :

$$P_j = \sum_{k=1}^h P_k \cdot \rho_{kj},$$

где индекс  $j$  соответствует элементам иерархии нижестоящего уровня – альтернативам действий, а  $k$  – элементам следующего вышестоящего уровня – критериям;  $P_k$  – приоритет критерия;  $\rho_{kj}$  – относительная значимость альтернативы  $A_j$  по  $k$ -му критерию.

Определенные в итоге глобальные приоритеты – это веса в отношении целевых критериев. Для альтернатив низшего уровня они характеризуют то, как по оценке ЛПР они способствуют достижению главной цели.

### Обсуждение результатов

В процессе определения целевых критериев сформирована иерархия целей. Главная цель уровня I иерархии – обеспечение выпуска конкурентоспособной продукции (ОКП). Подцель уровня II иерархии – поиск новых рынков сбыта продукции (РС) связана с тремя критериями выбора альтернатив – объемом рынка сбыта (ОР), затратами на освоение новой продукции (ЗО), затратами на продвижение продукции на рынок и рекламу (ПР). Подцель уровня II иерархии – повышение эффективности работы персонала предприятия (П) связана с двумя критериями выбора альтернатив – потен-

циалом персонала (ПП) и конкуренцией на рынке рабочей силы (КР). Подцель уровня II иерархии – оптимизация поставок материальных ресурсов и транспортного обслуживания (МТ) связана с четырьмя критериями выбора альтернатив – развитостью транспортной инфраструктуры (ТИ), наличием транспортно-экспедиторских фирм (ТЭ), потенциалом и близостью поставщиков (ПБ), предложением банковских услуг (БУ). Подцель уровня II иерархии – использование влияния государства на деятельность отрасли (ВГ) связана с двумя критериями выбора альтернатив – мерами стимулирования (МС) и ставками налогов на деятельность (СН). Необходимо проанализировать полезность и относительную полезность (выгодность) трех альтернатив освоения производства новой продукции: противопожарное оборудование – А1, емкости для сбора токсичных отходов – А2, оборудование для водопроводной сети – А3.

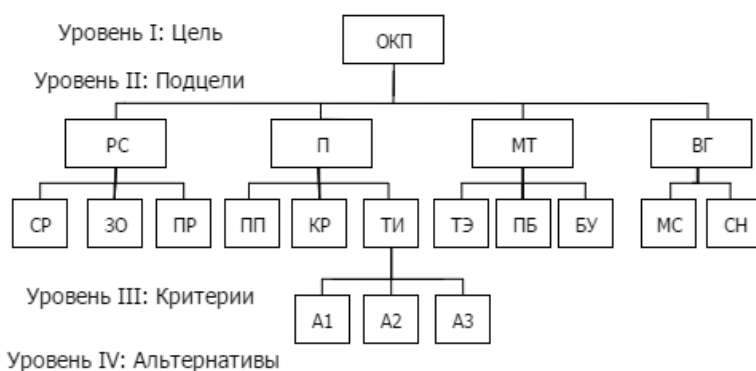


Рис. 1. Иерархия целей и альтернатив

Используя структуру иерархии целей и альтернатив, проведем оценивание значимости подцелей I уровня (табл. 3).

Таблица 3

Оценка значимости подцелей I уровня иерархии

| СРП                         | РС  | П             | МТ  | ВГ            | Вектор приоритетов |          |
|-----------------------------|-----|---------------|-----|---------------|--------------------|----------|
| РС                          | 1   | 1/8           | 1/3 | 2             | P(1) =             | 0,08714  |
| П                           | 8   | 1             | 4   | 6             | P(2) =             | 0,623797 |
| МТ                          | 3   | 1/4           | 1   | 5             | P(3) =             | 0,228078 |
| ВГ                          | 1/2 | 1/6           | 1/5 | 1             | P(4) =             | 0,060986 |
| $\lambda_{\max} = 4,166895$ |     | КИ = 0,055632 |     | ОС = 0,061813 |                    |          |

Определение глобальных взвешенных приоритетов для критериев  $K_j$  как величины их важности  $P_j$  (табл. 4):

$$P_j = P_k \times \rho_{kj}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad k = 1, 2, \dots, h$$

где индекс  $j$  означает критерии нижестоящего уровня, а  $k$  означает элементы следующего вышестоящего уровня – подцели;  $P_k$  – приоритет подцелей;  $\rho_{kj}$  – относительная значимость критерия  $K_j$  для  $k$ -й подцели.

Таблица 4

## Оценка важности критериев III уровня иерархии

| PC<br>(0,08714)             | OP  | ZO            | PP  | Вектор приоритетов |          | Взвешенные приоритеты |
|-----------------------------|-----|---------------|-----|--------------------|----------|-----------------------|
| OP                          | 1   | 8             | 4   | P(1) =             | 0,716644 | 0,062448              |
| ZO                          | 1/8 | 1             | 1/3 | P(2) =             | 0,078261 | 0,00682               |
| PP                          | 1/4 | 3             | 1   | P(3) =             | 0,205094 | 0,017872              |
| $\lambda_{\max} = 3,018295$ |     | КИ = 0,009148 |     | ОС = 0,015772      |          |                       |

| П<br>(0,623797)      | ПП  | КР     | Вектор приоритетов |          | Взвешенные приоритеты |
|----------------------|-----|--------|--------------------|----------|-----------------------|
| ПП                   | 1   | 5      | P(1) =             | 0,833333 | 0,51983               |
| КР                   | 1/5 | 1      | P(2) =             | 0,166667 | 0,103966              |
| $\lambda_{\max} = 2$ |     | КИ = 0 |                    | ОС = 0   |                       |

| MT<br>(0,228078)            | ТИ  | ТЭ            | ПБ  | БУ           | Вектор приоритетов |          | Взвешенные приоритеты |
|-----------------------------|-----|---------------|-----|--------------|--------------------|----------|-----------------------|
| ТИ                          | 1   | 7             | 5   | 9            | P(1) =             | 0,650415 | 0,148345              |
| ТЭ                          | 1/7 | 1             | 1/4 | 3            | P(2) =             | 0,08719  | 0,019886              |
| ПБ                          | 1/5 | 4             | 1   | 5            | P(3) =             | 0,217578 | 0,049625              |
| БУ                          | 1/9 | 1/3           | 1/5 | 1            | P(4) =             | 0,044817 | 0,010222              |
| $\lambda_{\max} = 4,231335$ |     | КИ = 0,077112 |     | ОС = 0,08568 |                    |          |                       |

| ВГ (0,060986)        | МС  | СН     | Вектор приоритетов |        | Взвешенные приоритеты |
|----------------------|-----|--------|--------------------|--------|-----------------------|
| МС                   | 1   | 3      | P(1) =             | 0,75   | 0,045739              |
| СН                   | 1/3 | 1      | P(2) =             | 0,25   | 0,015246              |
| $\lambda_{\max} = 2$ |     | КИ = 0 |                    | ОС = 0 |                       |

Результаты оценки полезности альтернативных вариантов освоения производства продукции по отношению к целевым критериям представлены в табл. 5.

Таблица 5

## Определение общей полезности альтернатив

| Целевые критерии | Вес критерия | Значимость альтернатив |                |                |
|------------------|--------------|------------------------|----------------|----------------|
|                  |              | A <sub>1</sub>         | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> |
| OP               | 0,062448     | 0,2                    | 0,4            | 0,4            |
| ZO               | 0,00682      | 0,217648               | 0,091401       | 0,690951       |
| PP               | 0,017872     | 0,658626               | 0,078617       | 0,262757       |
| ПП               | 0,51983      | 0,063249               | 0,193903       | 0,742848       |
| КР               | 0,103966     | 0,071925               | 0,278978       | 0,649097       |
| ТИ               | 0,148345     | 0,716644               | 0,078261       | 0,205094       |
| ТЭ               | 0,019886     | 0,716644               | 0,078261       | 0,205094       |
| ПБ               | 0,049625     | 0,6                    | 0,2            | 0,2            |
| БУ               | 0,010222     | 0,090507               | 0,758245       | 0,151249       |
| МС               | 0,045739     | 0,690951               | 0,091401       | 0,217648       |
| СН               | 0,015246     | 0,2                    | 0,4            | 0,4            |
|                  |              | 0,252016               | 0,197929       | 0,550054       |

Анализ относительной полезности трех альтернатив освоения производства новой продукции (противопожарное оборудование –  $A_1$ , емкости для сбора токсичных отходов –  $A_2$ , оборудование для водопроводной сети –  $A_3$ ) показал, что наибольший приоритет, равный 0,550054, получила альтернатива  $A_3$ , следующей по значимости с весом 0,252016 – является альтернатива  $A_1$ , и наименьший вес – 0,197929, имеет альтернатива  $A_2$ . Окончательно следует выбрать в качестве приоритетной области деятельности предприятия – освоение производства оборудования для водопроводной сети, получившего наибольшее значение оценки конкурентоспособности продукции. Но для повышения устойчивости работы предприятия возможно диверсифицировать направления его деятельности и направить 55% ресурсов на реализацию альтернативы  $A_3$ , более 25% – на альтернативу  $A_1$  и около 20% – на альтернативу  $A_2$ .

### **Заключение**

Обоснование решений в сфере организации и управления производством конкурентоспособной продукции промышленного предприятия требует применения методов экономико-математического моделирования. При этом выбор приоритетных направлений деятельности предприятия в условиях неопределенности может быть основан на методе анализа иерархий, позволяющих придать предпочтениям экспертов и ЛПР количественные оценки.

### **Список источников**

1. Амелин С.В., Щетинина И.В. Организационное моделирование как инструмент оценки конкурентоспособности продукции // *Организатор производства: теоретический и науч.-практ. журнал*, 2011, no. 4 (51), с. 105-108.
2. Жданов О.Н., Арапов В.С., Меркулов О.В. Решение задач и обучение в системах поддержки принятия решений // *Вестник научных конференций*, 2015, no. 4-2 (4), с. 67-68.
3. Кравченко Т.К. Принятие групповых решений с использованием экспертной системы поддержки принятия решений // *Информационные технологии в проектировании и производстве*, 2015, no. 2, с. 68-75.
4. Курманбеков О. Информационная основа принятия управленческих решений предприятия // *Вестник Кыргызско-Российского славянского университета*, 2016, т. 16, no. 10, с. 37-41.
5. Подчищаева О.В., Никулина Н.Н. Модель оптимизации принятия последовательных управленческих решений в условиях неопределенности при помощи «дерева» решений // *Вестник Московского университета МВД России*, 2015, no. 10, с. 315-318.
6. Саати Т. *Принятие решений. Метод анализа иерархий*. Москва, Радио и связь, 1993.
7. Саати Т., Кернс К. *Аналитическое планирование. Организация систем*. Москва, Радио и связь, 1991.
8. Смолко С.А. Стратегии принятия управленческих решений на примере выработки групповых решений в бизнес-симуляции // *Психолог*, 2016, no. 4, с. 43-53.
9. Сучкова Е.А. Решение многокритериальной задачи оптимизации для осуществления поддержки принятия решений // *Вестник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова*, 2016, no. 3 (71), с. 61-62.
10. Швецов А.Н., Дианов С.В. Мультиагентная информационная технология решения задач управления и принятия решений в организационных системах // *Вестник Череповецкого государственного университета*, 2015, no. 2 (63), с. 49-54.

---

# SELECTION OF SOLUTIONS FOR THE PRIORITY DIRECTIONS OF MANUFACTURING COMPETITIVE PRODUCTS

---

**Amelin Stanislav Vitalievich**, Dr. Sc. (Econ.), Assoc. Prof.

Voronezh State Technical University, Moskovsky ave., 14, Voronezh, Russia, 394026;  
e-mail: vgtu-econ@mail.ru

*Purpose:* the article is dedicated to the issues of making decisions during organization and management of the production of the competitive products of an industrial enterprise. *Discussion:* the production of competitive products is the necessary condition for the successful operation and development of industrial enterprises. Organization and management of the production of competitive products requires development of an efficient mechanism of management decision-making support. One of the most important instrument of such mechanism is the economic-mathematical simulation. The decision-making under the uncertainty conditions is stipulated by the use of the heuristic methods. The use of the hierarchies analysis method allows to make the selection of the decisions alternatives, based on the experts assertions. *Results:* the criteria for the alternatives assessment within the model of the decision-making support are offered for the selection of enterprise activity options.

**Keywords:** making management solutions, competitive ability of products, economic-mathematic simulation.

## References

1. Amelin S.V., Shchetinina I.V. Organizatsionnoe modelirovanie kak instrument otsenki konkurentosposobnosti produktsii. *Organizator proizvodstva: teoreticheskii i nauch.-prakt. zhurnal*, 2011, no. 4 (51), pp. 105–108. (In Russ.)
2. Zhdanov O.N., Arapov V.S., Merkulov O.V. Reshenie zadach i obuchenie v sistemakh podderzhki priniatiia reshenii. *Vestnik nauchnykh konferentsii*, 2015, no. 4-2 (4), pp. 67–68. (In Russ.)
3. Kravchenko T.K. Priniatie gruppovykh reshenii s ispol'zovaniem eks-pertnoi sistemy podderzhki priniatiia reshenii. *Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve*, 2015, no. 2, pp. 68–75. (In Russ.)
4. Kurmanbekov O. Informatsionnaia osnova priniatiia upravlencheskikh reshenii predpriatiia. *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiiskogo slavianskogo universiteta*, 2016, t. 16, no. 10, pp. 37–41. (In Russ.)
5. Podchishchaeva O.V., Nikulina N.N. Model' optimizatsii priniatiia po-sledovatel'nykh upravlencheskikh reshenii v usloviakh neopredelenno-sti pri pomoshchi «dereva» reshenii. *Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii*, 2015, no. 10, pp. 315–318. (In Russ.)
6. Saati T. *Priniatie reshenii. Metod analiza ierarkhii*. Moscow, Radio i sviaz', 1993. (In Russ.)
7. Saati T., Kerns K. *Analiticheskoe planirovanie. Organizatsiia sistem*. Moscow, Radio i sviaz', 1991. (In Russ.)
8. Smolko S.A. Strategii priniatiia upravlencheskikh reshenii na primere vyrabotki gruppovykh reshenii v biznes-simulatsii. *Psikholog*, 2016, no. 4, pp. 43–53. (In Russ.)

9. Suchkova E.A. Reshenie mnogokriterial'noi zadachi optimizatsii dlia osushchestvleniia podderzhki priniatiia reshenii. *Vestnik IzhGTU im. M.T. Kalashnikova*, 2016, no. 3(71), pp. 61-62. (In Russ.)
10. Shvetsov A.N., Dianov S.V. Mul'ti-agentnaia informatsionnaia tekhnologiya resheniia zadach upravleniia i priniatiia reshenii v organizatsionnykh sistemakh. *Vestnik Cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, no. 2 (63), pp. 49-54. (In Russ.)