

УДК 658.011.56

А. В. Дьяконов, магистрант
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СТРУКТУРЫ-СТРАТЕГИИ ПС МАШИНОСТРОЕНИЯ

В статье рассмотрены проблемы выбора эффективной структуры-стратегии ПС машиностроения для определенного вектора внешних условий, а также производится сравнительный анализ критериев принятия решения, позволяющих выбрать эффективный вариант структуры-стратегии ПС машиностроения.

Ключевые слова: показатель эффективности, показатель интегративности, критерий принятия решения, оптимальная структура-стратегия, номенклатурная модель.

С учетом данных различных министерств и ведомств, активная часть основных фондов производственного сектора имеет моральный износ второго рода, в среднем до 60 %, и разработка теоретико-практических методик, позволяющих повысить эффективность процессов модернизации ПС машиностроения предприятий России, является актуальной задачей и требует своего решения [1–3].

В настоящее время многие предприятия РФ находятся в стадии модернизации активной части основных фондов и нуждаются в сокращении материальных и трудовых затрат. Одновременно предприятия осваивают новые номенклатурные модели (НМ) с более сложными изделиями, что требует соответствующего технического и информационного обеспечения их изготовления. Для уменьшения рисков при частой смене НМ наряду с другими научно обоснованными методами требуется разработка эффективных методов выбора, соответствующего технического и информационного обеспечения. Для получения наибольшей эффективности производства при смене НМ, обновлении технического и информационного обеспечения актуальной является разработка методики, позволяющей осуществить и максимально сузить выбор наиболее эффективного по всем интересующим показателям решения, что требует углубленного обзора критериев принятия решения.

Для реализации получения эффективных решений при смене НМ предприятия целесообразно использовать показатель эффективности, который был разработан научной школой д-ра техн. наук Б. А. Якимовича [4–8].

В предложенной модели в качестве показателя эффективности варианта i -й ПС предлагается использовать показатель φ_i :

$$\varphi_i = a_1 k_{1i} + a_2 k_{2i}, \quad (1)$$

где k_{1i} – показатель, учитывающий потери при i -й ПС; k_{2i} – показатель интегративности i -й ПС; a_1 , a_2 – коэффициенты важности показателей.

Показатель, учитывающий потери:

$$k_{1i} = \frac{1}{1 + f_i}, \quad (2)$$

где f_i – показатель потерь i -й ПС, учитывающий потери времени и денег при изготовлении изделий в определенной структуре-стратегии ПС машиностроения.

Интегративность структур-стратегий отражает свойство системы адекватно и с минимальными временными и денежными затратами воспринимать информацию от этапа проектирования к этапу изготовления и наоборот. Введение этого показателя обусловлено тем, что на современном этапе развития машиностроения на функциональные возможности структур-стратегий существенно влияют информационные технологии. В связи с этим на понятийном уровне коэффициент интегративности учитывает возможности сбора, переработки и передачи информации, порожденной одним этапом жизненного цикла изделия, последующим этапом с максимальной эффективностью [9–11]:

$$\frac{1}{\sum_{i=1}^n t_i} \rightarrow \max; \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum I \\ [C] \leq C' \end{array} \right. \quad (4)$$

где $\sum t_i$ – суммарные затраты времени на подготовку и передачу информации по этапам жизненного цикла детали; $\sum I$ – множество информации, передаваемой в процессе изготовления детали.

В табл. 1 показана общая проблематика выбора эффективной структуры-стратегии ПС машиностроения: в зависимости от вектора внешних условий P_j , каждая F_i структура-стратегия имеет свой расчетный показатель φ_{in} . Таким образом, в зависимости от применения того или иного критерия принятия решения будет зависеть, какая структура-стратегия будет выбрана в качестве эффективной.

Выбор оптимальной структуры-стратегии происходит в несколько этапов: ввод параметров; синтез вариантов структур-стратегий; расчет показателя эффективности; выбор эффективной структуры-стратегии с применением критериев выбора.

Таблица 1

	P_1	...	...	P_j		
F_1	F_{11}	...	...	F_{1j}	...	
F_2	F_{21}	...	...	F_{2j}	...	
F_i	F_{i1}	...	...	F_{ij}	...	...

Как показал углубленный обзор литературных источников [12, 13], критериев выбора существенное количество. В рамках данной статьи остановимся на ряде из них и правилах их работы.

Критерий Байеса – Лапласа

Выбор эффективной структуры-стратегии осуществляется с помощью классического критерия принятия решения Байеса – Лапласа, где

$$Z_{BL} = \max_i \varphi_{ir}; \quad (5)$$

$$\varphi_{ir} = \sum_{j=1}^n \varphi_{ij} P_j; \quad (6)$$

$$F_0 = \{F_{i0} | F_{i0} \in F \wedge \varphi_{i0} = \max_i \sum_{j=1}^n \varphi_{ij} P_j \wedge \sum_{i=1}^n P_j = 1, \quad (7)$$

где Z_{BL} – оценочная функция BL – критерия Байеса – Лапласа; φ_{ir} – показатель эффективности i -й ПС в зависимости от j -го внешнего состояния; F_i – структура-стратегия i -й производственной системы.

Соответствующее правило выбора интерпретируется следующим образом: матрица решений $\|\varphi_{ij}\|$ дополняется еще одним столбцом, содержащим математическое ожидание значений каждой из строк. Выбираются те варианты F_{ij} , в строках которых стоит наибольшее значение φ_{ij} этого столбца.

Минимаксный критерий

Матрица решений дополняется еще одним столбцом из наименьших результатов e_{ir} каждой строки. Необходимо выбрать те варианты, в строках которых стоит наибольшее значение e_{ir} этого столбца.

Полученные таким образом варианты решений полностью исключают риск, т. е. принимающий решение не может столкнуться с худшим результатом, чем тот, на который он ориентируется. Поэтому в технических задачах он применяется чаще всего как сознательно, так и несознательно. Однако положение об отсутствии риска стоит различных потерь. Рассмотрим это на небольшом примере, где P – внешние состояния; F – варианты решения.

Сформируем возможный вариант матрицы решений в виде табл. 2. Учтем, что значение коэффициента интегративности варьируется в пределах от 0 до 1, где 0 – это максимальные потери, а 1 – минимальные [14].

Таблица 2

	P_1	P_2	P_3	e_{ir}	$\max_i e_{ir}$
F_1	0,2	0,4	0,83	0,2	
F_2	0,3	0,5	0,64	0,3	0,3

Хотя вариант F_1 кажется более выгодным, согласно ММ-критерию оптимальным следует считать F_2 . Минимаксный критерий следует применять, если о возможности появления внешних состояний ничего не известно и необходимо считаться с их появлением, если решение реализуется один раз и необходимо исключить любой риск.

Критерий Сэвиджа

Для описания правила выбора решения требуется ввести дополнительную матрицу с элементами a_{ij} :

$$a_{ij} = \max_i e_{ij} - e_{ij}. \quad (8)$$

Величину a_{ij} можно трактовать как максимальный дополнительный выигрыш, который достигается, если в состоянии P_j вместо варианта F_i выбрать другой, оптимальный для этого внешнего состояния вариант.

Величину a_{ij} можно интерпретировать и как потери (штрафы), возникающие в состоянии P_j при замене оптимального для него варианта на вариант F_i . Тогда величина

$$e_{ir} = \max_j a_{ij} = \max_j \left(\max_i e_{ij} - e_{ij} \right) \quad (9)$$

представляет собой максимально возможные (по всем внешним состояниям P_j ; $j = \overline{1, n}$) потери в случае выбора варианта F_i . Соответствующее критерию Сэвиджа правило выбора теперь трактуется так: каждый элемент матрицы решений вычитается из наибольшего результата $\max_i e_{ij}$ соответствующего столбца. Разности a_{ij} образуют матрицу остатков. Эта матрица пополняется столбцом наибольших разностей e_{ir} . Выбирают те варианты, в строках которых стоит наименьшее для этого столбца значение.

Рассмотрим следующий пример.

Предприятию при смене НМ требуется определить оптимальный набор эффективных структур-стратегий ПС машиностроения, учитывая фактор внешних условий. Под таким условием понимается: вероятность появления деталей определенной группы сложности (см. табл. 3).

Для принятия решения в качестве критерия выбора воспользуемся критерием Байеса – Лапласа. Рассчитаем показатель эффективности [15] для различных структур-стратегий, возможных для данной смены НМ, результаты опишем в табл. 4.

Таблица 3

Вариант	Вероятность
Вариант 1	0,1
Вариант 2	0,3
Вариант 3	0,2
Вариант 4	0,4

Таблица 4. Матрица показателей эффективности

	P_1	P_2	P_3	P_4	$e_{ir} = \sum_j e_{ij} \cdot q_j$	$\max_i e_{ir}$
F_1	0,32	0,178	0,6402	0,054	0,23504	
F_2	0,0804	0,222	0,521	0,2465	0,277	
F_3	0,24	0,51	0,562	0,02241	0,298364	0,298364

Примечание: P – внешние условия; F – варианты структур-стратегий.

В статье был рассмотрен способ повышения эффективности перехода предприятия на новую НМ, который основывается в выборе наиболее эффективной структуры-стратегии ПС машиностроения с помощью классических критериев выбора и показателя эффективности.

На основании данной работы возможно сделать следующие выводы:

1. Из требований, предъявляемых к рассмотренным критериям, становится ясно, что вследствие их жестких исходных позиций они применимы только для идеализированных практических решений. В случае когда возможна слишком сильная идеализация, можно применять поочередно различные критерии. После этого среди нескольких вариантов лицо, принимающее решение (ЛПР) волевым методом, выбирает окончательное решение. Такой подход позволяет, во-первых, лучше проникнуть во все внутренние связи проблемы принятия решений и, во-вторых, ослабляет влияние субъективного фактора.

2. Пример применения ММ-критерия (табл. 2) показывает, что в многочисленных практических ситуациях пессимизм минимаксного критерия может оказаться очень невыгодным. Применение ММ-критерия бывает оправдано, если ситуация, в которой принимается решение, следующая:

- о возможности появления внешних состояний P_j ничего не известно;
- приходится считаться с появлением внешних состояний P_j ;
- решение реализуется только один раз;
- необходимо исключить какой бы то ни было риск.

3. Наиболее эффективным в качестве классического критерия выбора является критерий Байеса – Лапласа (BL) вследствие того, что показатель эффективности структур-стратегий зависит от вектора внешних условий и вероятности его появления, который будет известен и не изменен во времени, и вариантов самих структур-стратегий, при этом для малого числа реализации будет допускаться некоторый риск.

4. В работе выполнен углубленный обзор критериев выбора – критериев принятия решения. В результате данного обзора сделан основной вывод, что ЛПР необходимо дать автоматизированный инструмент, позволяющий анализировать матрицу принятия решения при выборе эффективной структуры-стратегии ПС машиностроения по различным критериям выбора в зависимости от вызовов внешней среды.

Библиографические ссылки

1. Olga V. Zavertyaeva, Andrey P. Kuznetsov. Approach to automations an analysis efficiency of technological equipment in a structure-strategy // POLLACK PERIODIKA An International Journal for Engineering and Information Sciences. DOI: 10.1556/ Pollack.2.2007.1.7 Vol. 2, No. 1. – Pp. 79–78, (2007).
2. Кузнецов А. П. Общие определения и понимание проблемы выбора структур-стратегий производственных систем машиностроения // Автоматизация и современные технологии. – 2007. – № 4. – С. 40–42.
3. Замятин К. И., Кузнецов А. П. Выбор технологических элементов структур-стратегий производственных систем машиностроения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск: «Актуальные проблемы машиностроения». – 2009. – С. 292–296.
4. Кузнецов А. П. Показатель интегративности структур-стратегий производственных систем машиностроения // Автоматизация и современные технологии. – 2007. – № 9. – М.: Машиностроение. – С. 36–40.
5. Кузнецов А. П. Методика оценки эффективности структур-стратегий производственных систем машиностроения // Технология машиностроения. – 2007. – № 7. – С. 86–90.
6. Кузнецов А. П. Теоретическое обеспечение разработки программ технического развития производственных систем // Технология машиностроения. – 2007. – № 10. – С. 82–85.
7. Кузнецов А. П., Решетников Е. В. Автоматизированная система разработки эффективной структуры-стратегии подготовки производства в CAD\CAM\CAE-системах // Труды электронной заочной конференции. – Ижевск: Изд-во Удмуртского государственного университета, 2000. – 306 с.
8. Анутов Р. М., Кузнецов А. П., Якимович Б. А. Рациональный выбор высоких технологий для машиностроительных производств // Информатика-машиностроения. – 1997. – № 4. – С. 2–4.
9. Кузнецов А. П. Оптимальный выбор элементов структур-стратегий производственных систем машиностроения // Экономика и производство. – 2004. – № 1. – С. 35–38.
10. Кузнецов А. П. Анализ, синтез и моделирование структур-стратегий производственных систем машиностроения в условиях неопределенности // Интеллектуальные системы в производстве. – 2003. – № 2. – 111–129.
11. Крутихин А. Д., Кузнецов А. П. Мониторинг многономенклатурных машиностроительных производств на основе теории сложности и методов штрих-кодирования // Естественные и технические науки. – 2008. – № 5 (37).
12. Кузнецов А. П. Оптимальный выбор элементов структур-стратегий производственных систем машиностроения. С. 35–38.
13. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. – М., 1990. – С. 22–41.

14. Кузнецов А. П. Показатель интегративности структур-стратегий производственных систем машиностроения. С. 36–40.

15. Кузнецов А. П. Методика оценки эффективности структур-стратегий производственных систем машиностроения. С. 86–90.

* * *

Dyakonov A. V., Master's degree student, Kalashnikov ISTU

Criteria for decision making when choosing an effective structure and strategy of engineering production systems

This article considers the problem of choosing the effective structure and strategy for engineering production systems. A comparative analysis is also performed for criteria of decision-making that allows choosing the efficient version of the structure and strategy for engineering production systems.

Keywords: efficiency factor, criterion of decision-making, optimal structure and strategy, nomenclative model.

Получено: 30.09.15