

УДК [005.53:681.5]

DOI: [10.26102/2310-6018/2021.34.3.006](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2021.34.3.006)

Предварительная оценка вероятности принятия правильного решения в автоматизированных системах управления

В.А. Малышев, Ю.В. Никитенко, В.Г. Машков

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Воронеж, Российская Федерация*

Резюме. Ежедневно человек сталкивается с огромным количеством принятия решений как в профессиональной сфере, так и в обиходе. Принятие решения может протекать непосредственно либо вызывать сложные раздумья, требующие получения какой-либо дополнительной информации или же действие может осуществляться в ограниченном ее объеме с минимальным располагаемым временным интервалом. В профессиональной сфере любому руководителю как лицу, принимающему решение, крайне необходима предварительная оценка вероятности принятия правильного решения. Оценка решения по его последствиям обычно не вызывает затруднений, а вот осуществить оценку правильности решения до его реализации несравненно труднее. Однако психология управления предлагает использовать вполне определенные признаки правильного решения. Ключевыми из них являются обоснованность, своевременность, непротиворечивость, конкретность. Проведенное моделирование процесса принятия решения по представленным критериям для проверки правильности вывода свидетельствует об адекватности описания процедуры принятия решения и возможности его применения как при оценке субъективного решения, так и при автоматизированном принятии решения в системах управления. Особое внимание обращено на возможность применения представленного подхода в автоматизированных системах управления военного назначения при выработке предложений в решение командира, когда требуется предварительная оценка всех альтернатив.

Ключевые слова: качество информации, принятие решения, правильное решение, предварительная оценка вероятности, срочное решение, автоматизированная система управления

Для цитирования: Малышев В.А., Никитенко Ю.В., Машков В.Г. Предварительная оценка вероятности принятия правильного решения в автоматизированных системах управления. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии.* 2021;9(3). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=999> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.34.3.006

Preliminary assessment of the probability of making the right decision in automated control systems

V.A. Malyshev, Y.V. Nikitenko, V.G. Mashkov

*Military Educational-Research Centre of Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»,
Voronezh, Russian Federation*

Abstract: Every day a person is faced with many decisions made both in the professional sphere and in everyday life. Decision-making can take place directly or cause complex thoughts that require obtaining any additional information. The action can also be carried out in a limited amount with a minimum available time interval. In the professional sphere, for any manager as a decision-maker, it is essential to make a preliminary assessment of the probability of making the right decision. Evaluating a decision

based on its consequences is usually not difficult. But it is much more complex to determine the correctness of a decision before it is implemented. However, management psychology suggests using well-defined signs of the right decision. The key ones are validity, timeliness, consistency, and concreteness. The conducted modeling of the decision-making process according to the given criteria for verifying the correctness of the conclusion indicates the adequacy of the description of the decision-making procedure and the possibility of its application, both in the assessment of a subjective decision and in automated decision-making in control systems. It is particularly worth paying attention to the limitations of applying the presented approach in Automated Control Systems for military purposes when developing proposals for the commander's decision when a preliminary assessment of all alternatives is required.

Keywords: quality of information, making a decision, the right decision, preliminary probability estimation, urgent solution, automated control system

For citation: Malyshev V.A., Nikitenko Y.V., Mashkov V.G. Preliminary assessment of the probability of making the right decision in automated control systems *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2021;9(3). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=999>
 DOI: 10.26102/2310-6018/2021.34.3.006

Введение

Любому руководителю как лицу, принимающему решение [1–4], крайне необходима предварительная оценка вероятности принятия правильного решения. Оценка решения по его последствиям обычно не вызывает затруднений. А вот осуществить оценку правильности решения до его реализации бывает несравненно труднее. Однако психология управления предлагает использовать вполне определенные признаки правильного решения [5, 6]. Основными из них являются следующие: обоснованность, своевременность, непротиворечивость, конкретность (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Признаки и элементы правильного решения
 Figure 1 – Signs and elements of a correct solution

По своей сути, процесс поддержки принятия решения в информационной системе включает в себя несколько этапов:

- анализ входной информации;
- постановка задачи;
- генерация альтернатив и выбор критерия;
- анализ альтернатив;
- выбор альтернатив;
- выбор решения.

В работах [1–10] рассмотрены основы теории принятия решений, технология и процедуры разработки и принятия управленческих решений. Приведены как традиционные, так и недавно разработанные методы принятия решений, даны примеры их применения для решения практических задач.

С практической точки зрения, видится интересным вопрос о процессе принятия решения в ограниченном временном интервале, когда проанализировано малое количество альтернатив, что может привести к низкому качеству принятого решения. Тогда прогнозная оценка правильности принятого решения позволит своевременно внести коррективы в выполнение решения при обнаружении снижения его качества.

Целью исследования, проведенного в данной работе, является разработка подхода по предварительной оценке вероятности принятия правильного решения в автоматизированных системах управления, когда из-за сложности задачи требуется предварительная оценка всех альтернатив.

Предварительная оценка вероятности правильного решения

Оценку вероятности правильного решения можно произвести по определенным признакам [5, 6]:

- обоснованность (качество информации, анализ вариантов, показатели);
- своевременность (плановое, срочное, промежуточное, запоздалое);
- непротиворечивость (согласованность, отсутствие двойного толкования);
- конкретность (регламент, сочетание жесткости с гибкостью).

Ориентируясь на указанные признаки, можно с высокой достоверностью предварительно оценить правильность принимаемого решения. Следует отметить, что оценка всех признаков правильности решения является в значительной степени субъективной. Только малую часть признаков можно оценить объективно количественно или качественно. Поэтому для проведения такой оценки воспользуемся переходом от основных признаков правильного решения к его параметрам.

Вероятность правильного решения будем определять по следующим параметрам [10]:

- точность данных от датчиков;
- наличие дополнительной косвенной информации;
- количество альтернатив при заданных условиях;
- время на принятие решения;
- возможность принятия промежуточных решений;
- согласованность решения;
- наличие алгоритма действия для альтернатив;
- наличие способов действия.

С признаками правильного решения они связаны следующей логикой. Очевидно, что выбор множества взвешенных альтернатив на основе качественной информации характеризует обоснованность решения. Качество информации предлагается оценивать по следующей шкале:

- $K_{\text{и}} \leq 0,5$ – низкое качество информации;

- $0,5 < K_{и} \leq 0,7$ – среднее качество информации;
- $0,7 < K_{и} \leq 0,9$ – хорошее качество информации;
- $K_{и} > 0,9$ – высокое качество информации.

Количество рассматриваемых альтернатив определяется исходя из наличия времени для выбора и анализа, ресурсов для их реализации и соответствующего риска. Чем меньше времени на выбор и меньше ресурсов на реализацию альтернатив, тем их меньше. В тоже время, если риск от реализации альтернативы высок, то она также отвергается. Кроме того, элементами множества альтернатив могут быть только те, для которых $K_{и} > 0,5$.

Тогда можно сделать вывод о соответствии основных признаков правильного решения с его параметрами:

- достоверность → точность данных (зависит от точности датчиков);
- полнота → наличие дополнительной косвенной информации (в простейшем случае оценивается бинарной величиной);
- анализ альтернатив и установление их весов → количество альтернатив при заданных условиях;
- своевременность → время на принятие решения;
- непротиворечивость → возможность принятия промежуточного решения и его согласованность;
- конкретность → наличие алгоритма и способов действий для каждой альтернативы.

С учетом такого соответствия произведем вывод выражения для предварительной оценки вероятности принятия правильного решения. Из теории принятия решений [9] известно, что вероятность принятия правильного решения описывается функцией вида

$$P = 1 - e^{-\alpha}. \quad (1)$$

В выражении (1) основная задача состоит в определении показателя α . Для рассматриваемой задачи с учетом введенных показателей и их соответствий признакам он принимает следующий вид

$$\alpha = K_m (1 - \Delta\varepsilon), \quad (2)$$

где $\Delta\varepsilon$ – максимальная относительная погрешность датчиков информации; K_m – коэффициент полноты анализа информации равный

$$K_m = \frac{m}{m_m}, \quad (3)$$

где m_m – максимальное число существующих альтернатив при заданных условиях; m – количество проанализированных альтернатив

$$m = \begin{cases} \left[\begin{array}{l} t_p \\ t_{B0} \end{array} \right], & \text{при } t_p \geq t_{B0}; \\ \frac{t_p}{t_{B0}}, & \text{при } t_p < t_{B0}. \end{cases} \quad (4)$$

где t_p – располагаемое время на принятие решения; t_{B0} – системное время анализа одной альтернативы, определяемое для конкретной системы принятия решения с учетом ее технических и программных возможностей в зависимости от согласованности s_p , наличия алгоритмов a_s и способов c_s , причем $t_{B0} = f(s_p, a_s, c_s)$; I_k – коэффициент, характеризующий наличие косвенной информации, который при ее наличии снижает время t_{B0} .

Согласованность решения зависит от количества элементов системы (подсистем, надсистем) n , на которые это решение имеет влияние. Поэтому

$$s_p = 1 + n. \quad (5)$$

Наличие множества алгоритмов реализации решения A определяет форму представления коэффициента a_s

$$a_s = \begin{cases} 0, & \text{при } \exists A \neq \emptyset; \\ t_{pa}, & \text{при } \exists A = \emptyset. \end{cases} \quad (6)$$

Здесь t_{pa} – время, необходимое для разработки алгоритма реализации решения.

Аналогично представляется коэффициент c_s

$$c_s = \begin{cases} 0, & \text{при } \exists C \neq \emptyset; \\ t_{pc}, & \text{при } \exists C = \emptyset. \end{cases} \quad (7)$$

Здесь C – множество способов реализации принятого решения; t_{pc} – время разработки способа реализации решения.

Коэффициент I_k эмпирически можно определить как

$$I_k = 0,1 I_n, \quad (8)$$

где I_n – количество источников косвенной информации.

Тогда можно записать

$$t_{B0} = (t_0 + a_s + c_s) s_p I_k, \quad (9)$$

где t_0 – максимальное время анализа одной альтернативы для конкретной системы при идеальных условиях.

Наличие возможности принятия промежуточного решения учитывается путем введения повышающего коэффициента $K_{пр}$, определяемого следующим образом

$$K_{пр} = 1 + 0,1 n_{пр}, \quad (10)$$

где $n_{пр}$ – количество промежуточных решений, в выражение (2).

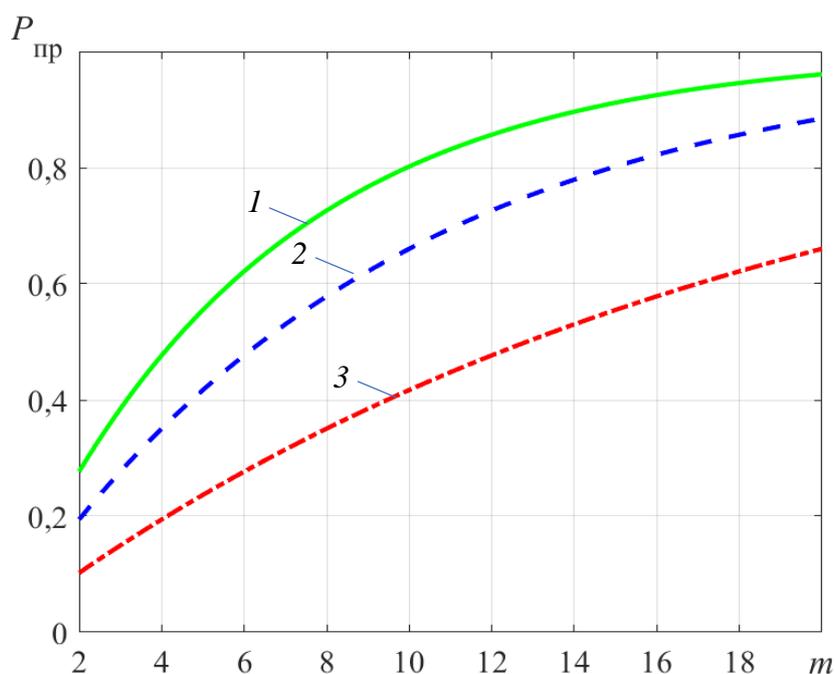
Подготовка к принятию решения по критерию своевременности можно выразить в дополнительном множителе K_c , который будет принимать значения $K_c = 3$ при плановом решении, $K_c = 2$ при срочном и $K_c = 1$ при «незрелом» решении.

Тогда, с учетом его и выражений (2)–(10) формула для вероятности принятия правильного решения примет следующий вид

$$P_{пр} = 1 - e^{-K_m(1-\Delta\varepsilon)K_{пр}K_c}. \quad (11)$$

Полученное выражение не обладает абсолютной точностью, но при предварительном анализе решений позволяет оценить относительную вероятность правильности принимаемого решения.

Проведем моделирование процесса принятия решения для проверки правильности вывода выражения (11). Представим изменение $P_{пр}$ в зависимости от располагаемого времени при разных значениях показателей экспоненты. На Рисунке 2 представлен график изменения $P_{пр}$ в различных условиях.



1 – в наилучших условиях (приблизженных к идеальным);

2 – в условиях срочности (для срочного решения);
3 – при «незрелом» решении
Рисунок 2 – График изменения вероятности принятия правильного решения
1 – in the best conditions (close to ideal);
2 – in the conditions of urgency (for an urgent decision);
3 – by «immature» decision

Figure 2 – Graph of changes in the probability of making the right decision

Здесь время представлено в условных единицах, так график зависит от отношения располагаемого времени к системному времени анализа. Любое ухудшение условий принятия решения ведет к снижению вероятности $P_{пр}$.

Заключение

Анализ графиков и всего выражения (11) свидетельствует об адекватности описания процедуры принятия решения и возможности его применения, как при оценке субъективного решения, так и при автоматизированном принятии решения в системах управления.

Использование данного подхода в профессиональной сфере любым руководителем как лицом, принимающим решение, позволит осуществить предварительную оценку вероятности принятия правильного решения до его реализации.

Особо стоит обратить внимание на возможность применения представленного подхода в автоматизированных системах управления военного назначения, при выработке предложений в решение командира, когда требуется предварительная оценка всех альтернатив.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акофф Р. *Искусство решения проблем*: пер. с англ. М. Мир. 1982.
2. Грешилов А.А. *Как принять наилучшее решение в реальных условиях*. М. Радио и связь. 1982.
3. Ларичев О.И. *Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах*: Учебник. М.: Логос, 2000.
4. Ларичев О.И. *Наука и искусство принятия решений*. М.: Наука. 1979.
5. *Совершенствование процесса принятия управленческих решений. Критерии принятия решений*. Доступно по: https://vuzlit.ru/2175988/kriterii_prinyatiya_resheniy (дата обращения 14.06.2021).
6. Урбанович А.А. *Психология управления*: Учебное пособие. Мн.: Харвест. 2003.
7. Орлов А.И. *Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений*: Учебник. М.: КНОРУС. 2010.
8. Орлов А.И. *Методы принятия управленческих решений*: Учебник. М.: КНОРУС. 2018.
9. Орлов А.И. *Теория принятия решений*: Учебник. М.: Экзамен. 2006.
10. Смирнов Э.А. *Разработка управленческих решений*. М.: ЮНИТИ. 2002.

REFERENCES

1. Akoff R. *The Art of Problem solving*: trans. from eng. M. Mir. 1982:224. (In Russ.)
2. Greshilov A.A. *How to make the best decision in real conditions*. M. Radio and Communication. 1982:318. (In Russ.)

3. Larichev O.I. *Theory and methods of decision-making, as well as the Chronicle of events in Magical Countries*: Textbook. Moscow: Logos. 2000:296. (In Russ.)
4. Larichev O.I. *Science and the art of decision-making*. M.: Nauka. 1979:200. (In Russ.)
5. *Improving the management decision-making process. Decision-making criteria*. Available at: https://vuzlit.ru/2175988/kriterii_prinyatiya_resheniy (accessed 14.06.2021). (In Russ.)
6. Urbanovich A.A. *Psychology of management: A textbook*. Mn.: Harvest. 2003:640. (In Russ.)
7. Orlov A.I. *Organizational and economic modeling: theory of decision-making: Textbook*. M.: KNORUS. 2010:568. (In Russ.)
8. Orlov A.I. *Methods of making managerial decisions: Textbook*. M.: KNORUS, 2018:286. (In Russ.)
9. Orlov A.I. *Theory of decision-making: Textbook*. Moscow: Exam. 2006:573. (In Russ.)
10. Smirnov E.A. *Development of management decisions*. Moscow: UNITY. 2002:271. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Малышев Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Российская Федерация.

e-mail yamalyshv@list.ru

Malyshev Vladimir Aleksandrovich, doctor of engineering, professor, professor of the department Military Educational-Research Centre of Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh, Russian Federation.

Никитенко Юлия Вячеславовна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Российская Федерация.

e-mail: yunikson@yandex.ru

Nikitenko Yulia Viacheslavovna, candidate of technical sciences, senior lecturer of the department Military Educational-Research Centre of Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh, Russian Federation.

Машков Виктор Георгиевич, кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Российская Федерация.

e-mail: mygblaze@mail.ru

ORCID: [0000-0002-3406-7444](https://orcid.org/0000-0002-3406-7444)

Mashkov Viktor Georgievich, candidate of technical sciences, associate professor, doctoral student of the department Military Educational-Research Centre of Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh, Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 07.06.2021; одобрена после рецензирования 16.09.2021; принята к публикации 27.09.2021.

The article was submitted 07.06.2021; approved after reviewing 16.09.2021; accepted for publication 27.09.2021.