ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ЛОГИСТИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 69.059:519.8

В.Н. Некрестьянов

ФГБВОУ ВПО «ВТУ»

МЕТОДИКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ РАЗРУШЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Предложен метод графической интерпретации процесса принятия решения при восстановлении разрушений — типа «дерево решений», отражающий факторы этого процесса. Данный метод позволяет найти рациональное решение, когда для проведения восстановительных работ при ликвидации последствий частичных разрушений объектов чаще всего решения приходится принимать в условиях неопределенности. Предложенный метод позволяет оценить принимаемые управленческие решения с позиций надежности и эффективности.

Ключевые слова: дерево решений, восстановительные работы, время восстановления, вероятность событий, принятие решения.

В связи с ускорением технического прогресса и процесса урбанизации все чаще появляется необходимость в оперативном и рациональном принятии решений. Российские и зарубежные ученые начали активно заниматься этой проблемой еще с конца XIX в. [1—14], а актуальность быстрого и правильного принятия решения с каждым годом увеличивается. В данной работе рассмотрен вопрос правильного и своевременного принятия решения при разработке плана проведения восстановительных работ после нанесения ударов стихии [15—17]. При принятии решения нужно учитывать что, если решение не до конца продумано, то оно может повлечь за собой принятие другого решения, которое может коренным образом отличаться от предыдущего. Чаще всего эти решения приходится принимать в условиях неопределенности [3—5, 11]. Для выхода из создавшегося положения предлагается метод — «дерево решений», который является графической интерпретацией процесса принятия решения [1, 2, 4, 13, 14].

Очевидно, что при ведении восстановительных работ для ликвидации последствий разрушений основным показателем является время, поэтому для каждой альтернативы введем ожидаемую временную оценку $\sum T$ — минимальную из сумм временных оценок, умноженную на вероятность их реализации.

Проблема ведения восстановительных работ упирается в вопрос рациональности восстановления того или иного сооружения при наличии определенного вида техники [3, 4, 6, 10, 12].

Если применяемая на восстановительных работах техника будет работать слаженно, то работы могут быть выполнены даже с опережением срока T восстановления на величину T_1 . Если при работе техники будут сбои, то в результате будет отставание от графика работ на величину $-T_2$. Минус потому, что увеличение времени дает отрицательный результат. Далее, например, прогноз экспертов по оценке ситуации при ведении восстановительных работ гарантирует, что в указанные сроки провести восстановление строительных сооружений с

гарантией Z_1 % невозможно. Руководитель, конечно, может создать модель восстановления разрушенных сооружений, но это требует дополнительных затрат времени величиной $-T_3$. К тому же он считает, что эта модель только на Z_2 % будет работоспособной. Если же модель окажется достаточно работоспособной, то шанс успешного проведения восстановительных работ увеличивается до Z_3 %. Если же полученная модель не будет работать, то только на Z_4 % вероятно, что восстановительные работы будут проведены в установленный срок при заданном качестве исполнения.

Таким образом, варианты решений возникшей проблемы восстановления разрушений у руководителя расширяются. Например, в рассматриваемом случае они состоят из следующих пунктов:

стоит ли строить модель восстановительных работ?

стоит ли начинать восстановительные работы?

каковы сроки восстановления?

Составим дерево решений (рисунок) следующим образом.

Дерево решений

В узле F возможны следующие исходы:

«восстановительные работы проведены», их можно выполнить за время T_1 с вероятностью $(1 - Z_1)$;

«восстановительные работы не проведены за установленное время», а проведены за время большее на T_2 . Вероятность этого события равна Z_1 .

Для каждой альтернативы определяем ожидаемую оценку времени выполнения восстановительных работ $\sum T$ — минимальную из сумм оценок, умноженных на их вероятности.

Таким образом, для узла F оценка времени равна: $\sum T(F) = (1 - Z_1)T_1 + Z_1T_2$.

Для узла G : $\sum T(G) = 0$, так как восстановительные работы не проводились.

После этого в узле 4 мы выбираем решение «восстановительные работы проведены». Эта оценка равна $\sum T(F)$. «Восстановительные работы не проведены за установленное время» — эта оценка равна $\sum T(G)$.

Тогда $\sum T(4) = \min\{\sum T(F), \sum T(G)\} = \min\{(1 - Z_1)T_1 + Z_1T_2; 0\}$.

Полученную цифру записываем над блоком 4.

Для узла B оценка времени равна: $\sum T(B) = Z_3T_1 + (1 - Z_3)T_2$.

Для узла C : $\sum T(C) = 0$.

После этого в узле 2 мы выбираем решение «восстановительные работы проведены». Эта оценка равна $\sum T(B)$. «Восстановительные работы не проведены за установленное время» — эта оценка равна $\sum T(C)$.

Тогда $\sum T(2) = \min\{\sum T(B), \sum T(C)\} = \min\{(Z_3T_1 + (1 - Z_3)T_2); 0\}$.

Полученную цифру записываем над блоком 2.

Для узла D оценка времени равна: $\sum T(D) = Z_4T_1 + (1 - Z_4)T_2$.

Для узла E : $\sum T(E) = 0$.

После этого в узле 3 мы выбираем решение «восстановительные работы проведены». Эта оценка равна $\sum T(D)$. «Восстановительные работы не проведены за установленное время» — эта оценка равна $\sum T(E)$.

Тогда $\sum T(3) = \min\{\sum T(D), \sum T(E)\} = \min\{(Z_4T_1 + (1 - Z_4)T_2); 0\}$.

Полученную цифру записываем над блоком 3. Исходы с максимальными величинами $\sum T$ отбрасываем. Для принятия решения рассматриваем узел A . Оценка времени в этом узле равна:

$\sum T(A) = Z_2\min\{\sum T(B), \sum T(C)\} + (1 - Z_2)\min\{\sum T(D), \sum T(E)\} - T_3$.

Принятие решения проводим по величине времени $\sum T(1)$.

$\sum T(1) = \min\{\sum T(A), \sum T(4)\}$.

Так как восстановление разрушенных объектов необходимо провести в кратчайшие сроки, то ненужный максимальный момент времени отбрасываем.

Ожидаемое время восстановления разрушенных объемов равно минимальному числу из вариантов $\sum T(1)$.

Рассмотрим предлагаемый алгоритм принятия решения на примере.

По оценкам экспертов восстановительные работы могут быть выполнены с опережением графика на 200 ч. В каких-либо форс-мажорных обстоятельствах работы будут выполнены с отставанием от графика на 150 ч. Например, прогноз экспертов по оценке ситуации при ведении восстановительных работ гарантирует, что с указанным опережением графика провести восстановление строитель-

ных сооружений с гарантией 60 % невозможно. Руководитель, конечно, может создать модель событий (построить дерево решений), но это требует дополнительных затрат времени, например, 10 ч. Прибавка времени — это отрицательный результат. К тому же он считает, что принятая им модель будет только на 50 % работоспособной. Однако, если составленная модель окажется работоспособной, шанс успешного проведения восстановительных работ может увеличиться до 90 %. Если же составленная модель не будет работать, то вероятно только на 20 %, что восстановительные работы будут проведены в установленные сроки.

Рассмотрим варианты решений:

стоит ли строить модель?

стоит ли начинать восстановительные работы?

каковы сроки восстановления?

Для решения воспользуемся деревом решений (рис. 1), рисуя схему от узла 1.

В узле F возможны следующие исходы:

«восстановительные работы проведены» с опережением графика в 200 ч, с вероятностью $(1 - 0,6) = 0,4$;

«восстановительные работы проведены» с отставанием в 150 ч. Вероятность этого события приведена в исходных данных и равна 0,6.

Для каждой альтернативы определяем ожидаемую оценку времени выполнения восстановительных работ $\sum T$ — минимальную из сумм оценок, умноженных на вероятности проведения того или иного события для всех возможных вариантов по формулам, приведенным выше.

Таким образом, для узла F оценка времени равна:

$$\sum T(F) = 0,4(200) + 0,6(-150) = -10.$$

Знак минус был принят потому, что величина, равная 150 ч, представляет собой потери времени, т.е. увеличение времени восстановления — это отрицательный результат.

Для узла G имеем: $\sum T(G) = 0$, т.е. решение «восстановительные работы не проведены» является невозможным вариантом, имеющим вероятность 0.

После этого в узле 4 мы выбираем решение «восстановительные работы проведены». Эта оценка равна $\sum T(F)$. «Восстановительные работы не проведены за установленное время» — эта оценка равна $\sum T(G)$. Тогда имеем:

$$\sum T(4) = \min\{\sum T(F), \sum T(G)\} = \min\{-10; 0\} = -10.$$

Полученную цифру (-10) записываем над блоком 4.

Для узла B оценка времени равна:

$$\sum T(B) = 0,9(200) + 0,1(-150) = 165.$$

Для узла C получаем $\sum T(C) = 0$.

После этого в узле 2 мы выбираем решение «восстановительные работы проведены». Эта оценка равна $\sum T(B)$. «Восстановительные работы не проведены за установленное время» — эта оценка равна $\sum T(C)$. Тогда имеем:

$$\sum T(2) = \min\{\sum T(B), \sum T(C)\} = \min\{165; 0\} = 0.$$

Полученную цифру 0 записываем над блоком 2.

Для узла D оценка времени равна:

$$\sum T(D) = 0,2(200) + 0,8(-150) = -80.$$

Для узла E получаем $\sum T(E) = 0$.

Затем в узле 3 мы выбираем решение «восстановительные работы проведены». Эта оценка равна $\sum T(D)$. «Восстановительные работы не проведены за установленное время» — эта оценка равна $\sum T(E)$. Тогда получаем:

$$\sum T(3) = \min\{\sum T(D), \sum T(E)\} = \min\{-80; 0\}.$$

Полученную цифру (-80) записываем над блоком 3.

Исходы с максимальными величинами $\sum T$ отбрасываем.

Для принятия решения рассматриваем узел A .

Оценка времени в этом узле равна:

$$\sum T(A) = 0,5(0) + (1 - 0,5)(-80) - 10 = -50 \text{ ч.}$$

Принятие решение проводим по величине времени $\sum T(1)$.

$$\sum T(1) = \min\{\sum T(A), \sum T(4)\} = -50 \text{ ч.}$$

Ненужный максимальный момент времени, равный (-10) , отбрасываем.

Ожидаемое время восстановления разрушенных объемов сооружения равно минимальному числу $\sum T(1)$. С учетом планируемого времени, минимальное время, затрачиваемое на восстановительные работы, будет равно $200 + 50 = 250$ ч и достигается оно при применении модели восстановительных работ.

Предлагаемый алгоритм принятия решений позволяет найти рациональное решение и для других проблем аналогичного типа.

Библиографический список

1. Ларичев О.И. Вербальный анализ решений. М. : Наука, 2006. 181 с.
2. Орлов А.И. Организационные структуры и механизмы управления // Бизнес-команда и ее лидер. 2005. № 10. С. 17—26.
3. Петровский А.Б. Многокритериальное принятие решений по противоречивым данным: подход теории мультимножеств // Информационные технологии и вычислительные системы. 2004. № 2. С. 56—66.
4. Оптнер С.Л. Системный анализ для решения проблем бизнеса и промышленности / пер. с англ., вступ. ст. С.П. Никанорова. 2-е изд. М. : Концепт, 2003. 206 с.
5. Anderson B.F. The Three Secrets of Wise Decision Making. Single Reef Press, 2002. 264 p.
6. Goodwin P., Wright G. Decision Analysis for Management Judgment. 3rd ed. Chichester : Wiley, 2014. 496 p.
7. Raiffa H. Decision Analysis: Introductory Readings on Choices Under Uncertainty. McGraw Hill, 1997. 309 p.
8. Clemen R. Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis. 2nd ed. Belmont CA : Duxbury Press, 1996. 664 p.
9. Virine L., Trumper M. Project Decisions: The Art and Science. Vienna, VA : Management Concepts, 2008. 344 p.
10. Литвак Б.Г. Управление бизнесом : Лучшие мировые практики. М. : Синергия, 2011. 512 с.
11. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М. : Наука, 1981. 208 с.
12. Саати Т. Принятие решений : Метод иерархий / пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. М. : Радио и связь, 1993. 315 с.

13. *Рогов С.Ф.* Математические методы в теории принятия решений. М. : Спутник+, 2013. 147 с.
14. *Юдин Д.Б.* Вычислительные методы теории принятия решений. М. : Наука, 1989. 320 с.
15. *Михно Е.П.* Восстановление разрушенных сооружений. М. : Воениздат, 1974. 272 с.
16. *Михно Е.П.* Ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий. М. : Атомиздат, 1979. 287 с.
17. *Аханов В.С., Ткаченко Г.А.* Справочник строителя. 12-е изд. Ростов н/Д : Феникс, 2009. 495 с.

Поступила в редакцию в июне 2014 г.

Об авторе: **Некрестьянов Виктор Николаевич** — аспирант, **Военно-технический университет (ФГБВОУ ВПО «ВТУ»)**, 143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Карбышева, д. 8, vity.n@mail.ru.

Для цитирования: *Некрестьянов В.Н.* Методика принятия решения при восстановлении разрушенных объектов // Вестник МГСУ. 2014. № 8. С. 192—198.

V.N. Nekrest'yanov

METHODOLOGY OF DECISION MAKING IN THE PROCESS OF RECONSTRUCTING THE DESTROYED STRUCTURES

The article regards decision tree method; it is a graphical interpretation of decision making process reflecting the factors taking place in decision making. For recovery operations of the destroyed objects it is often necessary to make decisions under the terms of uncertainty so this method will allow to find correct decision.

The problem of recovery works usually rests on the questions of the recovery rationality of this or that structure under particular type of available technology. If technology applied to the recovery works is performed smoothly, the works can be made ahead of scheduled recovery. If work equipment fails, the result of it will be a backlog of work.

This article describes the algorithm of making decisions.

The suggested algorithm of making decisions gives a possibility to find a rational solution for other problems of a similar type.

Thus, a manager has more alternate approaches to the solution of damage recovery problems. For example, in this case they consist of the following questions:

whether it is necessary to construct a model of recovery works?

is it worth starting the recovery works?

what is the recovery time?

Key words: decision tree, reclamation works, recovery time, probability of events, decision making.

References

1. Larichev I.O. *Verbal'nyy analiz resheniy* [Verbal Decision Analysis]. Moscow, Nauka Publ., 2006, 181 p.
2. Orlov A.I. Organizatsionnye struktury i mekhanizmy upravleniya [Organization Structures and Controlling Mechanisms]. *Biznes-komanda i ee lider* [Business Team and its Leader]. 2005, no. 10, pp. 17—26.
3. Petrovskiy A.B. Mnogokriterial'noe prinyatie resheniy po protivorechivym dannym: podkhod teorii mul'timnozhestv [Multicriterial Decision Making on Contradictory Data. Multiset Theory Approach]. *Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy* [Information Technologies and Computer Systems]. 2004, no. 2, pp. 56—66.
4. Optner S.L. Systems analysis for business and industrial problem solving. N. J., Prentice-Hall, 1965, 116 p.

5. Anderson B.F. The Three Secrets of Wise Decision Making. Single Reef Press, 2002, 264 p.
6. Goodwin P., Wright G. Decision Analysis for Management Judgment. 3rd edition. Chichester, Wiley, 2014, 496 p.
7. Raiffa H. Decision Analysis: Introductory Readings on Choices under Uncertainty. McGraw Hill, 1997, 309 p.
8. Clemen R. Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis. 2nd edition. Belmont CA. Duxbury Press, 1996, 664 p.
9. Virine L., Trumper M. Project Decisions: The Art and Science. Vienna, VA, Management Concepts, 2008, 344 p.
10. Litvak B.G. *Upravlenie biznesom : Luchshie mirovye praktiki* [Business Management: Best World Practice]. Moscow, Sinergiya Publ., 2011, 512 p.
11. Orlovskiy S.A. *Problemy prinyatiya resheniy pri nechetkoy iskhodnoy informatsii* [Decision Making Problems in Case of Confusing Source Data]. Moscow, Nauka Publ., 1981, 208 p.
12. Saati T. *Prinyatie resheniy : Metod ierarkhiy* [Decision Making: Hierarchical Method]. Moscow, Radio i Svyaz' Publ., 1993, 315 p.
13. Rogov S.F. *Matematicheskie metody v teorii prinyatiya resheniy* [Mathematical Methods in Decision Making Theory]. Moscow, Sputnik+ Publ., 2013, 147 p.
14. Yudin D.B. *Vychislitel'nye metody teorii prinyatiya resheniy* [Numerical Methods of Decision Making Theory]. Moscow, Nauka Publ., 1989, 320 p.
15. Mikhno E.P. *Vosstanovlenie razrushennykh sooruzheniy* [Restoration of Destroyed Buildings]. Moscow, Voenizdat Publ., 1974, 272 p.
16. Mikhno E.P. *Likvidatsiya posledstviy avari i stikhiynykh bedstviy* [Rectification of the Consequences of Accidents and Natural Disasters]. Moscow, Atomizdat Publ., 1979, 287 p.
17. Akhanov V.S., Tkachenko G.A. *Spravochnik stroitelya* [Construction Guide]. Rostov-on-Don, Pheniks Publ., 2009, 495 p.

About the author: **Nekrest'yanov Viktor Nikolaevich** — postgraduate student, **Military Technical University (VTU)**, 8 Karbysheva str., Balashikha, Moscow Region, Russian Federation; vity.n@mail.ru.

For citation: Nekrest'yanov V.N. Metodika prinyatiya resheniya pri vosstanovlenii razrushennykh ob"ektov [Methodology of Decision Making in the Process of Reconstructing the Destroyed Structures]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2014, no. 8, pp. 192—198.