

Метод управления социально-экономическими системами в условиях неопределенности

А. В. Андреев¹, Ф. А. Гомазов²

Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

¹office@mes.spbstu.ru, ²fgomazov@gmail.com

М. И. Грачев

Санкт-Петербургский университет Министерства
внутренних дел Российской Федерации

mig2500@mail.ru

Аннотация. Рассмотрен метод управления социально-экономическими системами в условиях неопределенности. Характеристикой качества социально-экономических систем является способность отвечать на задачи, которые перед ними ставятся, либо возникают в процессе их деятельности. Для создания метода управления в социально-экономических системах осуществлен синтез модели управленческого решения на основе закона сохранения целостности объекта. Структура модели позволяет осуществлять управление в форме обратной задачи.

Ключевые слова: метод; социально-экономическая система; условие неопределенности; управление; принятие решений; закон сохранения целостности

I. СИНТЕЗ МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ

Одним из главных факторов устойчивого социально-экономического развития является эффективное управление человеческими ресурсами. Этот фактор обоснован определенными условиями жизнедеятельности человека и соответственно оказывает существенное влияние на все социальные и экономические системы, осуществляющие деятельность в той или иной географической зоне [1–3].

Представим социально-экономическую систему как социальную систему и как экономическую систему. Социальная система это целостное образование, состоящее из взаимосвязанных (взаимосодержащих) компонентов (социальных объектов, элементов, частей) и обладающих свойствами, не сводимыми к свойствам этих компонентов, не выводимыми из них и предназначенное для сохранения предназначения, как отдельных людей, так и упорядоченных групп людей. Экономическая система это целостное образование, состоящее из взаимосвязанных (взаимосодержащих) компонентов, (хозяйствующих субъектов, элементов, частей) и обладающее свойствами, не сводимыми к свойствам этих компонент, не выводимыми из них и связанное с деятельностью хозяйствующих субъектов. То есть, все выше сказанное сводится к необходимости управления человеческими ресурсами, что является основополагающим фактором в достижении гарантированного цели управления. В настоящей работе предложено формирование метода гарантированного управления человеческими ресурсами

социальных и экономических систем. Основой управления является решение. Лицо, принимающее решение, (далее – ЛПР) создаёт модель решения. Для обеспечения адекватности модель должна учитывать базовые закономерности предметной области. Базовой закономерностью предметной области является закон сохранения целостности П.К. Анохина [4].

Закон сохранения целостности объекта (ЗСЦО) – устойчивая повторяющаяся связь свойств объекта и свойств действия при фиксированном предназначении. ЗСЦО проявляется во взаимной трансформации свойств объекта и свойств его действия при фиксированном предназначении [5].

В соответствии с ЗСЦО каждый процесс должен быть представлен тремя компонентами, соответствующими свойствам «объективность», «целостность» и «изменчивость» или «объект», «предназначение» и «действие» соответственно, рис. 1. В результате применения методов декомпозиции, абстрагирования и агрегирования мы преобразовали понятие «управленческое решение» в агрегат – математическую модель управленческого решения следующего вида: $W = F(\Delta t_{\text{ин}}, \Delta t_{\text{ин}}, \Delta t_{\text{ин}})$, где $\Delta t_{\text{ин}}$, $\Delta t_{\text{ин}}$ и $\Delta t_{\text{ин}}$ – среднее время проявления, идентификации и нейтрализации проблемы соответственно.

В данном соотношении обстановке соответствует характеристика периодичности проявления проблемы в информационной системе $t_{\text{ин}}$, информационно-аналитической работе – периодичность идентификации проблемы в информационной системе $t_{\text{ин}}$, а предназначению – периодичность нейтрализации проблемы $t_{\text{ин}}$ [6].

Следует понимать, что только временные ресурсы невосполнимы и поэтому базовыми характеристиками элементов управленческого решения являются такие элементы. В связи с этим фундаментальная ответственность, имеет частотно-временную интерпретацию.

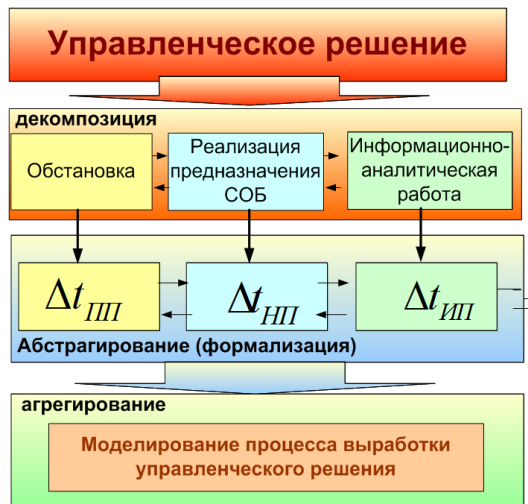


Рис. 1. Процесс формализации управленческого решения

В силу того, что базовая модель управленческого решения имеет три элемента, представим структурную схему управления следующим образом на рис. 2.

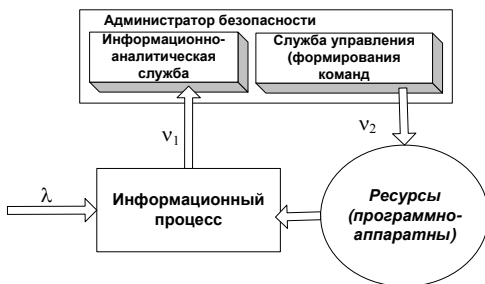


Рис. 2. Структурная схема реализации управленческого решения администратора безопасности

На рис. 2 λ – величина, обратная среднему времени проявления проблемы; v_1 – величина, обратная среднему времени идентификации проблемы; v_2 – величина, обратная среднему времени нейтрализации проблемы.

ЛПР может выполнять в различных сочетаниях функцию идентифицировать и нейтрализовать проблему. Поэтому решение ЛПР имеет четыре базовых состояния:

- A_{00} – ЛПР не идентифицирует и не нейтрализует;
- A_{10} – ЛПР идентифицирует и не нейтрализует;
- A_{01} – ЛПР не идентифицирует и не нейтрализует;
- A_{11} – ЛПР идентифицирует и нейтрализует.

В соответствии с описанной особенностью управленческого решения необходимо ввести вероятности нахождения нашей системы управления в этих четырех состояниях. Мы соответственно получаем четыре вероятности P_{00} , P_{10} , P_{01} , P_{11} , соответствующие нахождению системы в состояниях A_{00} , A_{10} , A_{01} , A_{11} .

Характеристика переходов системы отображена на рис. 3. Допустим, что система находится в начальном

состоянии A_{00} . При появлении проблемы под воздействием интенсивности λ она переходит в состояние A_{10} , т.е. в состояние распознавания проблемы. Из этого состояния система под воздействием интенсивности v_1 осуществляется переход в состояние A_{01} , в котором система начинает процесс нейтрализации проблемы с интенсивностью v_2 и переводит систему в состояние A_{00} . Эта ситуация возможна, если проблема нейтрализована, а очередная проблемы еще не образовалось. Если образовалась проблема, под воздействием интенсивности λ система переходит в состояние A_{11} .

Находясь в состоянии A_{11} , под воздействием интенсивности v_1 система переходит в состояние A_{01} , если проблема распознана, и переходит в состояние A_{10} под воздействием интенсивности v_1 , если одна проблема нейтрализована. Далее на вход поступает очередная проблема и её надо распознавать. Процесс повторяется.

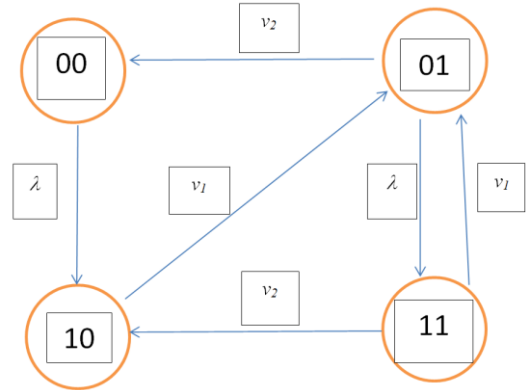


Рис. 3. Граф состояний, процесса формирования управленческого решения администратора безопасности

Для описания процесса изменения состояний на графе необходимо сделать следующие допущения и предположения.

Основные допущения и предположения:

1. Рассматривается управленческое решение администратора безопасности в форме информационно-управляющей системы (далее – ИУС). На основе этого решения строится система управления обеспечением информационной безопасностью.
2. Промежутки времени между моментами обнаружения фактов проявления проблем являются величинами случайными.
3. Обнаруженные факты во времени образуют поток, который весьма близок к потоку Пуассона.
4. Время обработки данных о требуемом признаке является величиной случайной.
5. Обработанные в системе данные о признаках распределяются далее между выделенными силами и средствами, решающими соответствующие целевые задачи по обеспечению информационной безопасности.

6. Рассматривается случай, когда время пребывания требуемых признаков (фактов) атаки в области действия системы обеспечения безопасности весьма ограничено и соизмеримо со временем, которое необходимо для их идентификации, а также обработки данных и принятия адекватных действий по этим признакам.
7. Система подготовлена к решению задач по распознаванию и нейтрализации проблем.
8. Разрабатываемая система предназначена для оценивания потенциальных возможностей системы обеспечения безопасности информационной системы в зависимости от сложившейся обстановки.

Введённые допущения и предположения позволяют использовать систему уравнения дифференциальные уравнений Колмогорова [7].

При изучении Марковских случайных процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем в графе состояний над стрелками, ведущими из состояния S_i в S_j , проставляют соответствующие интенсивности λ_{ij} . Такой граф состояний называют *размеченным*.

Пусть система S имеет конечное число состояний $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$. Случайный процесс, протекающий в этой системе, описывается вероятностями состояний $P_0(t), P_1(t), \dots, P_n(t)$, где $P_i(t)$ – вероятность того, что система S в момент t находится в состоянии S_i . Для любого t выполняется соотношение (1).

$$\sum_{i=0}^n P_i(t) = 1 \quad (1)$$

Вероятности состояний $P_i(t)$ находят путем решения системы дифференциальных уравнений (уравнений Колмогорова), имеющих вид (2), где $i = 0, 1, \dots, n$.

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^n \lambda_{ji} P_j(t) - P_i(t) \sum_{j=1}^n \lambda_{ij} \quad (2)$$

Величина $\lambda_{ji} P_j(t)$ называется потоком вероятности перехода из состояния S_i в S_j , причем интенсивность потоков λ_{ij} может зависеть от времени или быть постоянной.

Уравнения типа (2) составляют по размеченному графу состояний системы, пользуясь следующим мнемоническим правилом: производная вероятности каждого состояния равна сумме всех потоков вероятности, идущих из других состояний в данное состояние, минус сумма всех потоков вероятности, идущих из данного состояния в другие [8].

Чтобы решить систему дифференциальных уравнений (ДУ) (2), нужно задать начальное распределение вероятностей $P_0(0), P_1(0), \dots, P_n(0)$. Для решения применяют Численные методы.

Тогда составим систему ДУ Колмогорова для нашей ситуации. Она будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} P_{00}(t) &= -P_{00}(t)\lambda + P_{01}(t)v_2 \\ \frac{d}{dt} P_{01}(t) &= -P_{01}(t)(\lambda + v_2) + P_{11}(t)v_1 + P_{10}(t)v_1 \\ \frac{d}{dt} P_{10}(t) &= P_{00}(t)\lambda - P_{10}(t)v_1 + P_{11}(t)v_2 \\ \frac{d}{dt} P_{11}(t) &= P_{01}(t)\lambda - P_{11}(t)(v_1 + v_2) \end{aligned} \quad (3)$$

Для системы ДУ (3) накладывается следующее ограничение:

$$P_{00}(t) + P_{10}(t) + P_{01}(t) + P_{11}(t) = 1. \quad (4)$$

Система (3) решается для заданных начальных условий

1. В общем случае используем соотношения (5), где правые части некоторые константы – вероятности нахождения системы в соответствующих состояниях.

$$P_{00}(0) = P_{00}^*, P_{10}(0) = P_{10}^*, P_{01}(0) = P_{10}^*, P_{11}(t) = P_{11}^* \quad (5)$$

2. В случае, когда система находится в состоянии A_{00} , то есть, проблема, на которую надо реагировать отсутствует, не рассматривается и не обрабатывается.

$$P_{00}(0) = 1; P_{10}(0) = 0; P_{01}(0) = 0; P_{11}(t) = 0. \quad (6)$$

Рассмотрев процесс как динамический, перейдем к выявлению возможностей рассмотрения этого процесса как статического. Такой подход позволит нам описывать этот процесс уже системой линейных алгебраических уравнений.

Если процесс, протекающий в системе, длится достаточно долго, то имеет смысл говорить о предельном поведении вероятностей $P_i(t)$ при $t \rightarrow \infty$. В некоторых случаях существуют финальные (предельные) вероятности состояний (7), где $i = 0, 1, \dots, n$.

$$P_i = \lim_{t \rightarrow \infty} P_i(t) \quad (7)$$

Они не зависят от того, в каком состоянии система S находилась в начальный момент. Говорят, что в системе S устанавливается предельный стационарный режим, в ходе которого она переходит из состояния в состояние, но вероятности состояний P_i уже не меняются. Система, для которой существуют финальные вероятности, называется эргодической, а соответствующий случайный процесс – эргодическим [9].

Финальные вероятности состояний, если они существуют, могут быть получены путем решения системы линейных алгебраических уравнений, которые получаются из дифференциальных уравнений Колмогорова, если приравнять производные к нулю, а вероятностные функции состояний $P_i(t), \dots, P_n(t)$ в правых частях уравнений Колмогорова (2) заменить соответственно на неизвестные финальные вероятности P_1, \dots, P_n .

Таким образом, для системы S с n состояниями получается система n линейных однородных алгебраических уравнений с n неизвестными P_0, P_1, \dots, P_n , которые можно найти с точностью до произвольного

множителя. Для нахождения точного значения P_0, P_1, \dots, P_n к уравнениям добавляют нормировочное условие $P_0 + P_1 + \dots + P_n = 1$, пользуясь которым можно выразить любую из вероятностей P_i через другие и отбросить одно из уравнений.

Для существования финальных вероятностей одного условия $\lambda_{ij} = \text{const}$ недостаточно, требуется выполнение еще некоторых условий, проверить которые можно по графу состояний, выделив в нем так называемые существенные и несущественные состояния.

Состояние S_i называется существенным, если нет другого состояния S_j , т. е. такого, что, перейдя однажды каким-то способом из S_i в S_j , система уже не может вернуться в S_i .

Все состояния, не обладающие таким свойством, называются несущественными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Istomin E.P., Abramov V.M., Sokolov A.G., Burlov V.G., Slesareva L.S. Knowledge database in geoinformation management of the territory development // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM . 2017.
- [2] Istomin E.P., Abramov V.M., Fokicheva A.A., Sokolov A.G., Burlov V.G. New approach to the assessment of geohazard in the management of the territories // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM . 2017.
- [3] Istomin E.P., Abramov V.M., Burlov V.G., Sokolov A.G., Popov N.N. Development of technology for environmental safety control based on geo-information systems // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM . 2017.
- [4] Burlov V.G., Grachev M. I. Development of a Mathematical Model of Traffic Safety Management with Account for Opportunities of Web Technologies Peer-review under responsibility of the organizing committee of the 12th International Conference "Organization and Traffic Safety Management in large cities" Elsevier B.V. 2017.
- [5] Burlov V.G., Grachev M.I., Shlygina N.S., 2017. Adoption of management decisions in the context of the uncertainty of the emergence of threats. Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017. No. 1. Pp. 310-313.
- [6] Burlov V.G., Grobitski A.M., Grobitskaya A.M. Construction management in terms of indicator of the successfully fulfilled production task. Magazine of Civil Engineering. 2016. No. 3. Pp. 77-91.
- [7] Burlov V.G., Volkov V.F. (1994). Method of consecutive expert estimates in control problems for the development of large-scale potentially dangerous systems // Engineering Simulation. Vol. 12. No. 1. Pp. 110-115.
- [8] Burlov V.G., Grobitski A.M. Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification. Humanities & Science University Journal. №15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia. 2015, pp.25-36.
- [9] Burlov V., Lepeshkin O. Modeling the Process for Controlling a Road Traffic Safety System Based on Potentially Active Elements of Space and Time// "Organization and Traffic Safety Management in large cities" Elsevier B.V. 2017.