

# Математическая модель управленческого решения в социально-экономической системе на примере ВУЗа

В. Г. Бурлов<sup>1</sup>, М. И. Грачев<sup>2</sup>

Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации»

<sup>1</sup>burlovvg@mail.ru, <sup>2</sup>mig2500@mail.ru

**Аннотация.** Предложена математическая модель управленческого решения в социально-экономической системе на примере высшего учебного заведения (ВУЗа). Относясь к сложной социально-экономической системе учебное заведение должно быть способно выполнить задачи, которые существуют либо образуются в процессе его деятельности. Рассматривается синтез адекватной модели управления с учетом возможностей Web-технологий. Разработанная модель помогает оперативно принимать решения и повышать скорость управления образовательной организацией.

**Ключевые слова:** математическая модель; социально-экономическая система; Web-технологии; высшее учебное заведение; закон сохранения целостности; управленческое решение

## I. ВВЕДЕНИЕ

Представим социально-экономическую систему в виде экономической системы и социальной системы. Экономическая система это целое образование, состоящее из взаимно содействующих (взаимосвязанных) составляющих компонентов (элементов, хозяйствующий субъектов и частей), и обладающих такими свойствами, которые не сводимыми к свойствам этих компонент, не выводимыми из них и связаны с деятельностью хозяйствующих субъектов, а социальная система – это такое целостное образование, состоящее из взаимно содействующих (взаимосвязанных) компонентов (элементов, частей и социальных объектов), которые обладают их свойствами, не сводимыми к свойствам этих компонентов, не выводимыми из них и предназначенных для сохранения предназначения, как отдельных людей, так и групп людей, то есть, все выше перечисленное сводится к необходимости управления человеческими ресурсами, что является одним из основных факторов в достижении гарантированной цели управления. Так и управление в ВУЗе со всей его сложной взаимодействующей системой сводится к необходимости управления человеческими ресурсами. Управление осуществляет руководитель, то есть лицо принимающее решение (ЛПР). ЛПР создаёт определенную модель решения, которая будет базироваться на основе квалификации руководителя

(опыта, морально-деловых качеств), а также технических средств (Web-технологий) используемых в ВУЗе. Для обеспечения адекватности модель должна учитывать базовые закономерности предметной области. В основе управления является решение. В предметной области базовой закономерностью является разработанный закон сохранения целостности объекта [1].

## II. СИНТЕЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Как и квалификация руководителя так и Web-технологий помогают нам проводить анализ имеющихся данных, что ускоряет процесс принятия наиболее подходящего решения. На рис. 1 представлен, граф формирования модели принятия управленческого решения руководителем ВУЗа, где можно увидеть четыре состояния при котором руководитель: во-первых: распознает угрозу и ее нейтрализует – это состояние системы мы будем обозначать как  $A_{11}$ ; когда угроза не будет распознаваться и не будет нейтрализоваться (состояние покоя системы) -  $A_{00}$ ; соответственно два других состояния системы это когда человек в состоянии неопределенности распознает угрозу, но не нейтрализует ее –  $A_{10}$  и не распознает угрозу, но благодаря готовности системы ее нейтрализует или поглощает – это состояние  $A_{01}$ .  $\lambda$  – величина, обратная среднему времени проявления проблемы;  $\nu_1$  – величина, обратная среднему времени идентификации проблемы;  $\nu_2$  – величина, обратная среднему времени нейтрализации проблемы.

Принятие решений человеком происходит на основе модели, под которой мы будем понимать представление объекта или такое описание, соответствующего объекта, а так же помогающее получать характеристики о данном объекте [2].

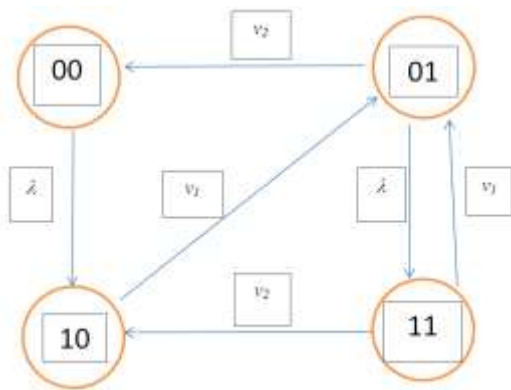


Рис. 1. Граф формирования управленческого решения руководителем ВУЗа

Под решением мы будем понимать такую модель процесса, с которой работает человек, а под процессом представлять объект, в каком либо направленном действии при фиксированном его предназначении. Для синтеза нашей математической модели мы будем применять естественно-научный подход (ЕНП), базирующийся на законе сохранения целостности объекта (ЗСЦО), который мы интерпретируем как устойчивая повторяющаяся связь свойств объекта и свойств действия при фиксированном его предназначении. Закон сохранения целостности объекта проявляется во взаимной трансформации свойств объекта и свойств его действия при фиксированном предназначении [3], то есть, каждый процесс должен быть представлен тремя компонентами, далее мы осуществим синтез модели, который показан на рис. 2.



Рис. 2. Схема синтеза математической модели управленческого решения руководителем ВУЗа

Для решения этой задачи мы применяем метод декомпозиции, расчлняем решение на три элемента «обстановка», «информационно-аналитическая работа» и «решение», которые соответствуют «объекту», «действию» и «предназначению».

Далее, применив метод абстрагирования и отождествив «объект» («обстановка») с периодичностью проявления проблемы перед человеком в условиях неопределенности -  $\Delta t_{пп}$ . «Предназначение» («Решение») отождествляем с периодичностью нейтрализации проблемы (средним временем адекватным реагированием на проблему)

человеком в условиях неопределенности -  $\Delta t_{нп}$ . «Действие» или «Информационно-аналитическая работа» отождествляем с периодичностью идентификации проблемы (средним временем распознавания угрозы) -  $\Delta t_{ип}$ . Характеристики времени будут обоснованы тем, что только время для человека невосполнимо. Также результаты исследования в теории функциональных систем академика АН СССР Анохина П.К. показали, что решение человека формируется в схеме «возбуждение», «распознавание», «реакция на обстановку». Поэтому в работе при синтезе осуществляется формализация этих трёх элементов [4].

Применив методы декомпозиции, абстрагирования и агрегирования мы преобразовали понятие «управленческое решение» в агрегат - математическую модель управленческого решения  $P=F(\Delta t_{пп}, \Delta t_{нп}, \Delta t_{ип})$ , где:  $\Delta t_{пп}$  - периодичность возникновения проблемы перед человеком в условиях неопределенности;  $\Delta t_{нп}$  - периодичность распознавания и идентификации проблемы;  $\Delta t_{ип}$  - периодичность нейтрализации проблемы, а  $P$  есть вероятность того, что проблема возникающая перед человеком в условиях неопределенности распознается и разрешается. Это и есть условие существования процесса управления. Далее, если рассматривать среднее время идентификации (распознавания ситуации) и нейтрализации проблемы, то они будут зависеть от двух факторов  $\Delta t_{ип} = \Delta t_{ип}^{чф} + \Delta t_{ип}^{то}$ : первый, это человеческий фактор, то есть то время которое необходимо человеку исходя из его психических и физиологических возможностей; а второй, это фактор технической оснащённости (ТО) ВУЗа, в который входят и Web-технологии (сайт, информационно-образовательные ресурсы, система безопасности и обнаружения угроз), учёт которого в модели решения осуществляется средним временем задействования возможностей Web-технологий ВУЗа по сокращению времени идентификации проблемы, которые или сокращают время затрачиваемое на идентификацию или никак на него не влияют  $\Delta t_{ип}^{то} \leq 0$  (данная характеристика всегда величина не положительная, так как, должна сокращать длительность идентификации (обнаружения) проблемы). Среднее время нейтрализации (устранения) проблемы  $\Delta t_{нп} = \Delta t_{нп}^{чф} + \Delta t_{нп}^{то}$ , также будет иметь две составляющие: первый  $\Delta t_{нп}^{чф}$ , это квалификация руководителя (человеческий фактор(ЧФ)), учёт которого в модели решения осуществляется средним временем нейтрализации (устранения) проблемы исходя из персональных психо-физиологических характеристик (ПФХ) ЛПР,  $\Delta t_{нп}^{то}$  (данная характеристика всегда величина не положительная, так как, по определению, сокращает длительность обнаружения угроз) [5].

Такая интерпретация базовых компонентов математической модели решения человека позволяет представить данные элементы с характеристиками возможностей информационных-технологий, через показатель эффективности реализации управленческого решения  $P$  (вероятность того, что каждая проблема, возникающая перед ЛПР, распознается им и разрешается (нейтрализуется)), а также представить нашу зависимость в следующем виде:  $P=F(\Delta t_{пп}, \Delta t_{ип}^{чф} + \Delta t_{ип}^{то}, \Delta t_{нп}^{чф} + \Delta t_{нп}^{то})$ .

ЛПР при управлении ВУЗом может выполнять в различных сочетаниях две функции: идентифицировать (обнаруживать) проблему и нейтрализовывать (устранять) проблему (задействовать имеющиеся ресурсы) [1]. В соответствии, с описанной особенностью принятия управленческого решения необходимо будет ввести следующие вероятности  $P_{00}, P_{10}, P_{01}, P_{11}$ , нахождению системы в состояниях  $A_{00}, A_{10}, A_{01}, A_{11}$ . Процесс формирования решения можно рассмотреть как цепь Маркова, например в работе по исследованию безопасности [2], но такой подход не позволяет в достаточной мере учесть динамику процесса. В связи с этим в данной работе необходимо будет использовать непрерывные цепи Маркова. Для состояний нашей системы  $A_{00}, A_{10}, A_{01}, A_{11}$  будем использовать систему дифференциальных уравнений Колмогорова – Чепмена [4], делая допущение о стационарности процесса, преобразуем систему дифференциальных уравнений к системе алгебраических уравнений и получим решение в следующем виде:

$$\begin{aligned} P_{00} &= v_1 v_2 / \lambda (\lambda + v_1 + v_2) + v_1 v_2 \\ P_{01} &= \lambda v_1 / \lambda (\lambda + v_1 + v_2) + v_1 v_2 \\ P_{10} &= \lambda v_2 (\lambda + v_1 + v_2) / (v_1 + v_2) [\lambda (\lambda + v_1 + v_2) + v_1 v_2] \\ P_{11} &= \lambda v_1 / (v_1 + v_2) [\lambda (\lambda + v_1 + v_2) + v_1 v_2] \end{aligned}$$

Полученные соотношения, помогут нам выработать требования к свойствам процесса выработки управленческих решений, учитывающие возможности Web-технологий, а именно в соотношении (1):

$$P_{00} = P v_1 v_2 / \lambda (\lambda + v_1 + v_2) + v_1 v_2, \quad (1)$$

где  $P$  – вероятность того, что каждая проблема, возникающая перед ЛПР, распознается им и нейтрализуется.

В этом соотношении мы связали три параметра, которые зависят от возможности технического оснащения ВУЗа, в которые включены и Web-технологий [6]. Таким образом, нами установлена зависимость от данных обстановки в проявлении проблемы ( $\Delta t_{\text{пп}}$ ), деятельности по распознаванию возникающей угрозы  $\Delta t_{\text{пп}} = \Delta t_{\text{пп}}^{\text{чф}} + \Delta t_{\text{пп}}^{\text{то}}$  и соответственно от данных по устранению обнаруженной угрозы  $\Delta t_{\text{пп}} = \Delta t_{\text{пп}}^{\text{чф}} + \Delta t_{\text{пп}}^{\text{то}}$ .

### III. ВЫВОД

Подводя итог, можно сделать следующий вывод о том, что работе предложен математическая модель управленческого решения руководителя ВУЗа, который позволяет учитывать возможности ТО ВУЗа. Синтез системы дифференциальных уравнений позволил реализовать гарантированный подход к управлению ВУЗом. Математическая модель управления ВУЗом, может быть далее доработана с введением в нее дополнительных параметров или других условий. Данный подход с одной, стороны позволяет создавать адекватную модель управления ВУЗом, а с другой стороны позволяет достаточно полно для практики учитывать возможности технического оснащения ВУЗа. Внедрение в систему управления ВУЗом разработанной модели позволит повысить оперативность управления учебным заведением при удовлетворении требований гарантии достижения цели управления.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] 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
- [2] 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
- [3] 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
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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