УДК 330:004.652
ББК 65.050
Б-83

Боровская Марина Александровна, *ректор ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», доктор экономических наук, профессор; тел.: 8(863)305-19-90;*
e-mail: rectorat@sfedu.ru;
Куижева Саида Казбековна, *ректор ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат физико-математических наук, доцент;*
тел.: 8(8772)57-00-11; e-mail: rector@mkgtu.ru.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

(рецензирована)

Обозначены роль и место формализованных процедур распространения информации в задачах организационного управления и обучения. Предложена математическая постановка исследуемого процесса, дан анализ параметров, особенностей и сферы приложения модели.

Ключевые слова: эффективность управления и обучения, эффективность процесса распространения информации, уравнение Кортевега-де Фриза.

Borovskaya Marina Alexandrovna, *rector of FSAEI HPE «Southern Federal University», Doctor of Economics, professor; tel.: 8 (863) 305-19-90;*
e-mail: rectorat@sfedu.ru;
Kuizheva Saida Kazbekovna, *rector of FSBEI HPE «Maikop State Technological University», Candidate of Physics and Mathematics, associate professor;*
tel.: 8 (8772) 57-00-11; e-mail: rector@mkgtu.ru.

MODELING OF THE PROCESS OF INFORMATION DISTRIBUTION IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS

(reviewed)

The place and role of formalized procedures for the distribution of information in organizational management and training have been highlighted.

Mathematical formulation of the investigated process has been presented, the analysis of the parameters and characteristics and scope of application of the mode has been done.

Keywords: effective management and training, efficiency of information distribution, the Korteweg-de Fries equation.

В условиях усиления глобализации, повышения конкурентности на мировом рынке образовательных услуг возрастает актуальность совершенствования подходов, методов, содержания стратегического управления социально-эконо-мическими системами образовательной сферы. Необходимо решить ряд задач по развитию инновационной деятельности в образовательной сфере, коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, разработке механизмов развития человеческого капитала в научно-образовательной сфере [1]. На решение этих и ряда иных социально-экономических задач, обеспечивающих эффективность образовательной и научной деятельности в стране, настроено реформирование образовательной системы России.

Эффективность образовательной и научной деятельности напрямую зависит от эффективности передачи информации между субъектами взаимодействия. Вот два характерных примера:

1. Собственно система управления образовательной деятельностью. Она имеет в основном иерархическую структуру, по которой управляющая информация движется сверху вниз, а информация, отражающая результаты исполнения управлений – снизу вверх. Показано, что при 6-7 уровнях иерархии содержание переданной информации искажается на 50% [2]. То есть рядовые исполнители, как правило, верно не понимают поставленные перед ними задачи. Это служит причиной неэффективного менеджмента в образовании.

2. Процесс обучения. Процесс передачи знаний и компетенций преподавателями, и их усвоение студентами также развернут во времени. И успех обучения (объем и прочность запоминания представленного материала) существенно зависит от организации информационного обмена между сторонами.

В настоящее время сформулированная выше задача совершенствования процесса распространения информации решается в основном на «гуманитарном» уровне через создание различных методик и рекомендаций лингвистического характера по формированию, хранению, передаче информации. Системной формализованной (математической) постановки нет. Это составляет цель настоящего исследования.

Сформулируем математическую модель передачи информации, приводящей к уравнению Кортевега-де Фриза [3], [4]. Рассмотрим уравнение

$$k_1 \frac{\partial u}{\partial t} = k_2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \tag{1}$$

где $(x,t) \in R^2$, $u = u(x,t)$ – плотность передаваемой информации при взаимодействии (передатчик, приемник), (информация от преподавателя, информация от студента); $\frac{\partial u}{\partial t}$ – скорость распространения информации во времени; $\frac{\partial u}{\partial x}$ – групповая скорость распространения волнового пакета информации; $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ – рассеяние (дисперсия); $\frac{\partial^3 u}{\partial x^3}$ – диссипация; k_1 – коэффициент, характеризующий среду распространения, то есть качество информационной структуры (в случае уравнения диффузии – это пористость среды); k_2 – коэффициент рассеяния.

Следует отметить, что в схему такого взаимодействия укладываются уравнения теплопроводности, диффузии веществ при соответствующих взаимодействиях (холод, тепло; менее плотное вещество, более плотное вещество). Эти аналогии очень важны для верной интерпретации результатов моделирования процесса распространения информации.

Уравнение (1) обратимо в том смысле, что наряду с решением $u = u(x,t)$ имеет решение вида $u = -u(x,t)$. Потребуем, чтобы процесс передачи информации был необратим. Для этого достаточно ввести в уравнение (1) нелинейный (квадратичный) элемент, описывающий данное взаимодействие. В случае электромагнитного излучения (передатчик-приемник) в качестве модели необратимости берется детектор из полупроводникового элемента. В случае (холод-тепло) необратимость (энтропию) обеспечивает второй закон термодинамики. В учебном процессе необратимостью являются все виды отчетности. Преподаватель отдает часть своих знаний студенту, потом студент возвращает часть своих знаний преподавателя. Такое взаимодействие можно задать в модели в виде квадратичной зависимости u^2 или $u(c_1 - u)$, где в качестве c_1 можно взять $u_{\max}$ – максимальный (требуемый по программе) объем информации, получаемый студентом. Можно учесть ещё тот факт, что обратная передача информации происходит с некоторой задержкой времени, то есть, имеем квадратичность вида $u(x,t)(c_1 - u(x,t+\tau))$, где τ – время задержки. Ограничимся выбором взаимосвязи вида $k_3 u(c_1 - u)$, где k_3 – размерный коэффициент.

Отметим, что в научной литературе имеются аналоги проводимого рассуждения [5]. Например, при исследовании скорости восприятия учащимися изучаемого материала в статистических терминах и процентных величинах возникает следующее уравнение:

$$\frac{dk}{dN} = \beta(100\% - k\%),$$

где k – количество усвоивших знания учащихся, $(100 - k)$ – количество не усвоивших знания учащихся, $\frac{dk}{dN}$ – скорость восприятия учащимися изучаемого материала, β – вероятность того, что ученик не усвоил материал к данному моменту.

Таким образом, введение необратимости приводит уравнение (1) к виду

$$k_1 \frac{\partial u}{\partial t} = k_2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + k_3 u(c_1 - u). \tag{2}$$

Уравнение (2) содержит нулевое решение. Такое решение нежелательно при передаче информации (холостой ход). Поэтому добавим в уравнение (2) некоторую константу c_2, смысл которой состоит в том, что уравнение может иметь постоянное решение (некоторый постоянный уровень передачи информации). Итак, получаем уравнение

$$k_2 \frac{\partial u}{\partial t} = k_2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + k_3 u(c_1 - u) + c_2, \tag{3}$$

В стационарном случае уравнение (3) после дифференцирования превращается в стационарное уравнение Кортевега-де Фриза.

$$k_2 \frac{\partial^3 u}{\partial x^3} - 2k_3 u \frac{\partial u}{\partial x} + k_3 c_1 \frac{\partial u}{\partial x} = 0. \tag{4}$$

Смысл дифференцирования можно толковать как переход от одних величин к другим. Например, переход от $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ к $\frac{\partial^3 u}{\partial x^3}$ есть переход от свойства дисперсии к диссипации. Имеются соответствующие дифференциальные уравнения, связанные с этими свойствами. При необходимости такие уравнения могут быть предъявлены и растолкованы с точки зрения передачи-приема информации.

Логические рассуждения будут полны, если рассматривать систему уравнений типа (3) с переменными u и v (передаваемая и принимаемая информация). Тогда возникает взаимосвязь между двумя синергетическими переменными, каждая из которых удовлетворяет уравнению типа (3), но со смешанной квадратичностью в элементе необратимости, то есть $u(c_1 - v)$ и $v(c_0 - u)$. В этом случае в полной мере будет задействована обратная связь во взаимодействии. Поскольку в предлагаемом математическом инструментарии отсутствует исследование систем уравнений, то ограничимся моделью уравнения (3).

Наряду с уравнением (4) можно рассмотреть нестационарное уравнение Кортевега-де Фриза

$$k_0 \frac{\partial u}{\partial t} = k_2 \frac{\partial^3 u}{\partial x^3} - 2k_3 u \frac{\partial u}{\partial x} + k_3 c_1 \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad (5)$$

где k_0 – некоторая постоянная.

Известной заменой $\xi = x - vt$ можно привести уравнение (5) к виду (4).

Отметим, что нестационарное уравнение Кортевега-де Фриза имеет вид закона сохранения

$$P_t = Q_x. \quad (6)$$

Соотношение (6) является условием равенства нулю криволинейного интеграла

$$\oint \Phi_x dx + \Phi_t dt = 0,$$

где $P = \Phi_x$, $Q = \Phi_t$, Φ – потенциальная функция криволинейного интеграла.

Смысл закона сохранения в данной модели заключается в том, что энергия, потраченная на передачу информации, переходит в потенциальную энергию обладающую информацией (знаниями).

Вместо интеграла можно взять суммирование по всем источникам информации, по всем предметным дисциплинам. Тогда модель упрощается для конкретных расчетов.

Коэффициенты k_0, k_1, k_2, k_3, предлагаемые в модели, могут быть уточнены статистическими методами и экспертными оценками для всех видов отчетности.

Установим связь между решениями модельного уравнения с экспериментальными (рейтинговыми) данными по отчетности.

После того как найдено решение уравнения Кортевега-де Фриза, в пространстве решений следует ввести метрику. Это можно сделать разными способами.

Пусть $u = u(x)$ – решение модельного уравнения. Определим $\int_a^b u^2(x)dx = M$ или, в случае двух функций, скалярное произведение $(u,v) = \int_a^b u(x)v(x)dx$. Нормируем полученную метрику:

$$0 \le \frac{1}{M}\int_a^x u^2(x)dx \le 1.$$

Получаем отображение функции $u = u(x)$ в отрезок [0,1]. В зависимости от параметров модельного уравнения можно получить некоторое множество значений. Обозначим множество полученных значений через X.

С другой стороны имеются экспериментальные (рейтинговые) данные по качеству знаний (в процентах), то есть на отрезке [0,1]. Обозначим множество имеющихся значений качества знаний через Y.

Остается установить корреляцию между величинами X и Y.

Приведенная математическая модель распространения информации в виде дифференциального уравнения позволяет сформулировать оптимизационную задачу [6].

Для этого достаточно установить начальные и граничные условия задачи, сформулировать критерий оптимизации. В качестве последнего могут выступать требования: минимизация времени распространения информации, максимизация объема переданной информации за указанный период времени и др.

Литература:

1. Инновационные механизмы стратегического управления развитием социально-экономических систем: монография / М.А. Боровская [и др.]; под ред. И.К. Шевченко. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. 198 с.
2. Лябах Н.Н., Лябах А.Н. Нетрадиционные страницы менеджмента: монография. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ АПСН, 2008. 152 с.
3. Демина Т.И., Куижева С.К., Паланджянц Л.Ж. Алгебраические методы интегрирования дифференциальных уравнений в частных производных: монография. Майкоп: Кучеренко В.О., 2013. 112 с.
4. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. М.: Прогресс, 1975. 597 с.
5. Куижева С.К. О некоторых дифференциальных уравнениях в частных производных, порожденных коммутирующими линейными дифференциальными операторами. Нальчик: Известия КБНЦ РАН, 2002. №1(8).
6. Нурминский И.И., Гладышева Н.К. Статистические закономерности формирования знаний и умений учащихся. М.: Педагогика,1991. 171 с.

References:

1. Innovative mechanisms of strategic management of socio-economic systems: a monograph / M.A. Borovskaya [and oth.]; ed. by I.K. Shevchenko. Taganrog: TTI SFU Press, 2012. 198 p.

2. Lyabakh N.N., Lyabakh A.N. Non-traditional pages of management: a monograph. R/on D.: Publishing SKSC HS SFU APAS, 2008. 152 p.

3. Demina T.I., Kuizheva S.K., Palandzhyants L.Zh. Algebraic methods of integrating differential equations in partial derivatives: a monograph. Maikop: Kucherenko V.O., 2013. 112 p.

4. Intriligator M. Mathematical methods of optimization and economic theory. M.: Progress. 593 p.

5. Kuizheva S.K. On some differential equations in partial derivatives generated by commuting linear differential operators. Nalchik: News of KBSC RAN. 2002. №1 (8).

6. Nurminski I.I., Gladysheva N.K. Statistical regularities of the formation of knowledge and skills of students. M.: Pedagogy, 1991. 171 p.