УДК 519.86; 519.8

Математические модели воспитания роботов с неабсолютной памятью с помощью средств массовой информации

О. Г. Пенский^{1,2}, Н. В. Ощепкова¹¹Пермский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15²Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д.Н. Прянишникова
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23
ogpensky@mail.ru; 8-342-239-63-09

Предлагаются математические модели воспитания роботов с помощью медиа-проектов. Для этого вводятся формулы, описывающие успешное восприятие медиа-проектов роботами и случаи, когда медиа-проекты перестают приносить воспитательный эффект. В статье предлагается математическая модель, описывающая эмоциональный интерес робота к медиа-проекту. В качестве входных параметров моделей предлагается использовать коэффициенты эмоциональной памяти роботов и характеристики эмоционального восприятия медиа-проектов роботом. На основании этой модели предлагается соотношение, позволяющее оперативно управлять выходом в эфир медиа-проектов с заданной величиной интереса роботов к медиа-проекту. Доказывается теорема, обеспечивающая достижение любой величины эмоционального воспитания робота с помощью медиа-проектов. В качестве примера реализации предлагаемых математических моделей приводится план выпуска в эфир медиа-проектов при неумещающемся интересе роботов к проекту. Впервые приводится математическая постановка оптимизационных задач определения параметров моделей, обеспечивающих наибольшее воспитание и интерес роботов к медиа-проектам при ограниченных финансовых затратах на подготовку и трансляцию медиа-проектов в эфире. Предлагаются варианты адаптации математических моделей, предназначенных для воспитания роботов, к человеческому социуму. Описываются алгоритмы использования существующих компьютерных программ для определения входных параметров моделей для человеческого социума.

Ключевые слова: робот; воспитание; эмоции; медиа; интерес; память робота.

DOI: 10.17072/1993-0550-2019-3-65-71

Введение

Одной из сфер деятельности телевизионных каналов и радиостанций является поддержание постоянного интереса у зрителей и радиослушателей к медиа-проектам. В настоящее время в РФ появились первые научные публикации, посвященные математическим моделям и алгоритмам построения плана выпуска медиа-проектов в эфир [1, 2], обеспечивающего неугасающего интереса аудитории к медиа-проектам. Однако математические модели, создаваемые в РФ, практически не учи-

тывают эмоциональное воздействие проектов средств массовой информации на аудиторию и основываются только лишь на анализе существующих рейтингов передач.

В США математическим моделированием эмоционального поведения больших групп людей активно занимаются, например, в Калифорнийском университете [3, 4]. Но, насколько известно авторам настоящей статьи, публикаций, посвященных вопросам математического описания влияния средств массовой информации на воспитание этих групп, а также математизации организации этого воспитания, в научных журналах США не появлялось.

В настоящее время роботы с имитацией человеческих эмоций неуклонно завоевывают мировой рынок. Поэтому возникают задачи адекватного математического описания эмоциональной реакции и воспитания роботов с помощью средств массовой информации, которые могут влиять на их поведение. Так как создаваемые роботы являются психологическими аналогами человека, то интересно рассмотрение общего в поведении и роботов, и человека.

В работе [5] предложены и исследованы правила принятия поведенческого решения роботом в зависимости от его логического мышления и эмоционального восприятия сюжетов. В настоящей публикации будет рассмотрена только эмоциональная составляющая восприятия программ средств массовой информации роботом и, как следствие, человеком.

Данная статья является одной из первых попыток математического описания влияния медиа-проектов на воспитание роботов и человека и построения плана выхода передач средств массовой информации в эфир, обеспечивающего постоянный эмоциональный интерес у обеих групп при условии формирования у них положительных эмоций.

В дальнейшем в статье станем оперировать следующим понятием: "Роботом с неабсолютной памятью будем называть робота, способного забывать прошлую информацию и поэтому являющегося, в некотором смысле, психологическим аналогом человека".

Описание простейшей математической модели

В работе [6] приведено соотношение, позволяющее вычислять воспитание такого робота, получаемое им в результате непрерывного воздействия на него сюжетами и порождающимися в результате этого у него эмоциями:

$$R_i = r_i + \theta_i R_{i-1}, \quad (1)$$

где i – порядковый номер сюжета, воздействующего на робота и порождающего у него элементарное воспитание r_i , R_i – суммарное воспитание робота, полученное им в результате воздействия на него общего количества сюжетов, равных величине i , θ_i – коэффициент памяти, характеризующий долю предыдущего суммарного воспитания, которую помнит робот к моменту воздействия на

него сюжетом с порядковым номером i , $\theta_i \in (0, 1 - \delta]$, $0 < \delta < 1$, $\delta = const$.

Предположим, что

$$r_i = q = const, \quad q > 0, \quad \theta_i = \theta, \quad R_0 = 0.$$

Легко видеть, что в рамках этих допущений соотношение (1) представляет собой сумму членов геометрической прогрессии, которая описывается известной формулой [7]:

$$R_i = q \frac{1 - \theta^i}{1 - \theta}. \quad (2)$$

Пусть значение i определяет порядковый номер передачи проекта, транслируемого в средствах массовой информации, т. е., каждая передача является сюжетом, порождающим положительное элементарное воспитание q .

Очевидно, что согласно законам геометрической прогрессии, суммарное воспитание при непрерывной трансляции передач проекта средств массовой информации имеет предел R , который удовлетворяет соотношению

$$R = \lim_{i \rightarrow \infty} R_i = \frac{q}{1 - \theta}.$$

Таким образом, непрерывное воспитание робота обладает сходимостью, т.е. имеет пресыщение.

Ю.А. Шарапов в работе [8] предложил в качестве показателя α сходимости воспитания к своему предельному значению использовать соотношение, которое для положительной величины q принимает вид

$$\alpha = R_i - R_{i-1} = q \left(\frac{1 - \theta^i}{1 - \theta} - \frac{1 - \theta^{i-1}}{1 - \theta} \right) = q \frac{\theta^{i-1} - \theta^i}{1 - \theta} = q \theta^{i-1}. \quad (3)$$

Отметим, что согласно соотношению (2), с ростом i скорость увеличения значений суммарного воспитания R_i становится медленней, $\lim_{i \rightarrow \infty} \alpha = 0$, а поэтому воспитательный эффект передач средств массовой информации на робота уменьшается.

Согласно гипотезе грузинского психолога Д.Н. Узнадзе [9], эффект от воспитания при неправильном проведении воспитательных мероприятий может мгновенно поменяться на противоположный по знаку. В нашем случае гипотеза Д.Н. Узнадзе эквивалентна тому, что положительный знак суммарного воспитания R_i меняется на отрицательный знак тогда, когда передача надоела зрителю.

Величину α в формуле (3) назовем параметром воспитания "надоело". Нетрудно заметить, что, зная величины параметра "надоело" α , элементарного воспитания q и коэффициента памяти θ , можно согласно равенству (3) определить порядковый номер i трансляции передачи, начиная с которого положительное отношение робота к передаче может поменяться на отрицательное, а, значит, передача может потерять свою популярность, что повлечет падение ее рейтинга.

Легко видеть, что этот порядковый номер определяется формулой

$$i = 1 + \log_{\theta} \frac{\alpha}{q}. \quad (4)$$

Отметим, что для того, чтобы передачи оставили положительное воспоминание у робота после их завершения, количество передач не должно превышать величину i , удовлетворяющую равенству (4).

Опишем математическую модель, позволяющую определять величину ожидания роботом трансляции передачи после ее последнего выпуска в эфир.

Во время перерыва трансляции робот частично забывает эмоциональное состояние, которое возникло у него после последней передачи в эфире.

Согласно формулам (1) и (2) через количество j временных пропусков трансляции передач воспитание робота R_j будет определяться формулой $R_j = \theta^j q \frac{1 - \theta^i}{1 - \theta}$.

Эта формула соответствует формуле расчета фиктивных воспитательных тактов, предложенной К.В. Черниковым в работе [7]. Пусть величина β , задаваемая соотношением

$$\beta = R_j - R_{j+1} = q(1 - \theta^i)\theta^j, \quad (5)$$

определяет величину ожидания передачи после перерыва трансляции передач.

Очевидно, что, чем меньше величина ожидания β , тем с большим желанием робот воспримет начало трансляции передач в эфире.

Количество временных пропусков j трансляции передач в эфире, необходимое для доброжелательного восприятия роботом возобновления трансляции передач, можно получить из равенства (5):

$$j = \log_{\theta} \frac{\beta}{q(1 - \theta^i)}.$$

Предложенная модель является математической записью гипотезы советского психолога Д.Н. Узнадзе о, так называемых, психологических установках человека [9].

В приближенном варианте можно считать справедливым равенство

$$\alpha = \beta, \quad (6)$$

так как и α , и β определяют, в общем-то, одно и то же понятие "надоело", только в первом случае "надоело" соответствует наступлению эмоционального отрицания передачи, а во втором случае – ситуации, когда роботу "надоело" то, что в эфире нет передачи.

Исходя из соотношения (6) и учитывая формулы (3) и (5), можем записать следующее равенство: $q\theta^{i-1} = q(1 - \theta^i)\theta^j$. (7)

Разрешив уравнение (7) относительно j , получим соотношение:

$$j = i - 1 - \log_{\theta}(1 - \theta^i). \quad (8)$$

Отметим, что формула (8) определяет необходимое количество пропусков передачи j при выполнении условий $j > 0$ и положительного восприятия роботом передачи в результате ее непрерывной трансляции i раз, что соответствует выполнению неравенства $q > 0$.

Заметим также, что для практического использования можно определять количество пропусков передач J , большее на единицу расчетного количества пропусков j , при этом J вычисляется по формуле

$$J = \text{ant}[j] + 1. \quad (9)$$

Легко видеть, что в силу выполнения условия $\theta \in (0, 1 - \delta]$ при больших значениях величины i соотношение (8) можно записать в приближенном виде следующим образом:

$$j \approx i - 1. \quad (10)$$

Обобщение простейшей математической модели

В рассматриваемой ниже математической модели будем предполагать последовательную смену одного полного воспитательного цикла другим полным воспитательным циклом.

Пусть n – количество полных воспитательных циклов трансляции передач, m_n – количество непрерывных трансляций передач в воспитательном цикле с номером n , k_n – количество пропущенных трансляций в этом

же воспитательном цикле, θ_n – коэффициент памяти робота ($\theta_n \in (0, 1 - \delta]$, $0 < \delta < 1$, $\delta = const$) в полном воспитательном цикле с порядковым номером n , q_n – элементарное воспитание (эмоциональное воздействие) у робота, возникшее в результате ознакомления с передачей в полном воспитательном цикле с порядковым номером n .

Согласно работе [10], обобщая формулу воспитания $W_{m_n, k_{n-1}}$, полученного в результате непрерывных трансляций m_n в полном воспитательном цикле n , можем записать соотношения:

$$W_{m_n, k_{n-1}} = q_n \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{1 - \theta_n} + \theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}},$$

где

$$\begin{aligned} F_{m_1, k_1} &= q_1 \theta_1^{k_1} \frac{1 - \theta_1^{m_1}}{1 - \theta_1}, \\ F_{m_{n-1}, k_{n-1}} &= \theta_{n-1}^{k_{n-1}} \left(q_{n-1} \frac{1 - \theta_{n-1}^{m_{n-1}}}{1 - \theta_{n-1}} + \theta_{n-1}^{m_{n-1}} F_{m_{n-2}, k_{n-2}} \right), \\ F_{m_0, k_0} &= 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Обобщая простейшую модель для параметра "надоело" α_n и параметра величины ожидания передачи β_n роботом в полном воспитательном цикле с порядковым номером n , можно записать следующие равенства:

$$\begin{aligned} \alpha_n &= W_{m_n, k_{n-1}} - W_{m_{n-1}, k_{n-1}} = \\ &= q_n \theta_n^{m_n-1} + \theta_n^{m_n-1} (\theta_n - 1) F_{m_{n-1}, k_{n-1}}, \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \beta_n &= F_{m_n, k_n} - F_{m_n, k_{n+1}} = \\ &= \theta_n^{k_n} (1 - \theta_n) \left(q_n \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{1 - \theta_n} + \theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}} \right). \end{aligned} \quad (13)$$

Поделив обе части соотношения (13) на соотношение (12), получим

$$\Delta_n = \frac{\beta_n}{\alpha_n} = \frac{\theta_n^{k_n} (1 - \theta_n) \left(q_n \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{1 - \theta_n} + \theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}} \right)}{q_n \theta_n^{m_n-1} + \theta_n^{m_n-1} (\theta_n - 1) F_{m_{n-1}, k_{n-1}}}. \quad (14)$$

Величину Δ_n назовем параметром интереса робота к передаче. Будем считать, что большему интересу робота к передаче соответствует большее значение Δ_n , и наоборот.

Зная величину Δ_n , из равенства (14) трудно найти величину k_n , которая будет удовлетворять формуле

$$k_n = \log_{\theta_n} \frac{\Delta_n [q_n \theta_n^{m_n-1} + (\theta_n - 1) \theta_n^{m_n-1} F_{m_{n-1}, k_{n-1}}]}{(1 - \theta_n) \left(q_n \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{1 - \theta_n} + \theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}} \right)}. \quad (15)$$

Отметим, что при известных величинах γ_i , q_i , θ_i , m_i , где $i = \overline{1, n}$, можно вычислить количество необходимых пропусков k_n передач в полном воспитательном цикле с порядковым номером n , обеспечивающих заданную величину Δ_n .

Математическая постановка оптимизационных задач

Пусть C_i – стоимость производства единицы времени одной передачи в эфире в полном воспитательном цикле i , $i = \overline{1, n}$, A – выделяемые средства на весь медиа-проект, t_i – продолжительность одной передачи в полном воспитательном цикле i .

Тогда стоимость D производства и трансляции всех передач медиа-проекта будет удовлетворять соотношению

$$D = \sum_{i=1}^n m_i C_i t_i. \quad (16)$$

С учетом равенств (11) и (16) можно сформулировать следующую оптимизационную задачу: "Найти количество полных воспитательных циклов, количество непрерывных трансляций передачи, количество пропущенных трансляций и продолжительность передач в каждом воспитательном цикле, обеспечивающих наибольшее воспитание аудитории при завершении медиа-проекта". Последняя фраза математически описывается следующим образом:

$$\begin{aligned} &\text{найти} \\ &\max_{n, m_1, k_1, \dots, m_n, k_n} W_{m_n, k_{n-1}} = \end{aligned} \quad (17)$$

$$= \max_{n, m_1, k_1, \dots, m_n, k_n} q_n \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{1 - \theta_n} + \theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}}$$

при ограничениях

$$D = \sum_{i=1}^n m_i C_i t_i \leq A, \quad \sum_{i=1}^n t_i \leq T, \quad (18)$$

где T – общее время трансляции передач программы.

С учетом равенств (14) и (18) можно сформулировать другую оптимизационную задачу: "Найти количество полных воспитательных циклов, количество непрерывных трансляций передачи, длительность передачи и количество пропущенных трансляций в каждом воспитательном цикле, обеспечивающих наибольший интерес аудитории к концу проекта".

Эта задача соответствует формуле:

$$\begin{aligned} & \text{найти} \\ & \max_{n, m_1, k_1, \dots, m_n, k_n} \Delta_n = \\ & \max_{n, m_1, k_1, \dots, m_n, k_n} \frac{\theta_n^{k_n} (1 - \theta_n) \left(q_n \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{1 - \theta_n} + \theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}} \right)}{q_n \theta_n^{m_n-1} + \theta_n^{m_n-1} (\theta_n - 1) F_{m_{n-1}, k_{n-1}}} \quad (19) \end{aligned}$$

при выполнении условий (18).

Адаптация математических моделей роботов к психологии человека

Для адаптации предлагаемых моделей воспитания роботов к психологии человека необходимо измерение входных параметров моделей q_i , θ_i , присущих человеку, где

$i = \overline{1, n}$. Для определения этих параметров предложим использовать программу Санкт-Петербургской компании ЭЛСИС, позволяющую численно измерять эмоциональное состояние человека с помощью определения количества микровибраций его головы [11].

Мы предлагаем в каждом полном воспитательном цикле производить три измерения эмоционального состояния человека с помощью программы компании ЭЛСИС: в начале трансляции первой передачи полного воспитательного цикла, в конце передачи трансляции первой передачи полного воспитательного цикла и через один пропуск передачи после второго измерения.

Пусть $R_i^{[j]}$ – соответствующие измеренные значения для полного воспитательного цикла с порядковым номером i , где j – порядковый номер измерения в этом цикле, $j = \overline{1, 3}$.

Согласно соотношениям (16) можем записать формулы, определяющие эмоциональные состояния для трех измерений:

$$R_i^{[1]} = F_{m_{i-1}, k_{i-1}}, \quad (20)$$

$$R_i^{[2]} = q_i + \theta_i F_{m_{i-1}, k_{i-1}}, \quad (21)$$

$$R_i^{[3]} = \theta_i q_i + \theta_i^2 F_{m_{i-1}, k_{i-1}}. \quad (22)$$

Решая систему уравнений (20)–(22), получим соотношения

$$\theta_i = \frac{R_i^{[3]}}{R_i^{[2]}}, \quad q_i = R_i^{[2]} - \theta_i R_i^{[1]}.$$

Заметим, что при предположениях

$\theta_i = \theta_1 = \text{const}$, $q_i = q_1 = \text{const}$, где $i = \overline{1, n}$, для работы программы достаточно измерить $R_1^{[2]}$ и $R_1^{[3]}$, а значению q_1 присвоить любое положительное число.

Возможность произвольного численного присвоения q_1 объясняется тем, что при перечисленных предположениях правые части расчетных формул (14) и (15) перестают зависеть от величины q_1 .

В работе [7] показано, что коэффициенты памяти человека θ в большинстве случаев удовлетворяют условию $\theta \in [0.7, 0.9]$.

Несложные вычисления, выполненные на основе формулы (8), позволяют построить табл. 1, описывающую план оптимального количества выходов i и пропусков J передач в эфире для этих коэффициентов памяти для первого полного воспитательного цикла.

Таблица 1. План трансляции передач в эфире для первого полного воспитательного цикла

Коэффициент памяти θ	Количество непрерывных выходов i передач в эфире	Количество пропусков J передач в эфире
0,7	3	1
-	5	4
-	7	6
-	9	8
-	11	10
-	31	30
0,9	9	4
-	11	7
-	13	10
-	15	12
-	17	15
-	19	17
-	21	20
-	25	24
-	27	26
-	29	28
-	31	30

Анализ табл. 1 позволяет утверждать, что при $\theta = 0.7$, начиная с передачи с порядковым 5, а при значении $\theta = 0.9$, начиная с передачи с номером 21, формула (9) дает те же результаты вычислений, что и соотношение (10).

В качестве другого примера использования математической модели приведем табл. 2, где размещены числа, полученные при постоянных коэффициентах памяти и эмоциональных воздействиях передач для четырех полных воспитательных циклов ($n = 4$).

Таблица 2. Пример использования математической модели

θ	0,7	0,8	0,9
m_1	5	5	5
k_1	6	4	4
m_2	5	5	5
k_2	7	7	11
m_3	5	5	5
k_3	7	6	9
m_4	5	5	5
k_4	7	6	9

Заметим, что так как рассматриваемый нами робот является простейшим аналогом человека, то на основании доказанной теоремы можно выдвинуть гипотезу о том, что и для человека с целью его эффективного воспитания с помощью средств массовой информации необходимо делать так, чтобы при непрерывной трансляции передач человек запоминал каждую последующую передачу лучше предыдущей при устремлении его коэффициента памяти к единице.

Отметим также, что описанный в настоящем разделе план выхода в эфир передач медиа-проекта и предназначенный для человека, можно использовать для воспитания эмоциональных роботов с помощью средств массовой информации.

При вычислениях вариантов воспитания роботов мы можем самостоятельно задавать коэффициенты памяти роботов, их элементарные воспитания и интерес для описанных в

статье математических моделей, обеспечивая этим необходимые цели эмоционального восприятия роботами проектов средств массовой информации.

Заключение

Пока вопрос о построении плана выпуска медиа-проектов, обеспечивающего постоянный или неумещающийся интерес массовой аудитории к проекту для разных коэффициентов памяти роботов и человека, остается открытым. Но, по крайней мере, математические модели, приведенные в настоящей статье, позволяют прогнозировать воспитание отдельного робота или человека с заданными коэффициентами памяти и величинами элементарных воспитаний, получаемыми ими при просмотре передач медиа-проектов.

Список литературы

1. Бахитова Р.Х., Исламов И.Я. Региональные телеканалы: роль и место в медиаэкономике (на примере Башкирского спутникового телевидения) // Вестник УГАЭС. Наука и образование. Серия: Экономика. 2014. № 2 (8). С. 70–74.
2. Исламов И.Я. Развитие региональной медиаэкономики на примере Башкирского спутникового телевидения // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2011. № 2. С. 346–353.
3. Лефевр В., Смолян Г. Алгебра конфликта. М.: Либроком, 2012. 72 с.
4. Лефевр В. Рефлексия. М.: Когито-Центр, 2003. 496 с.
5. Pensky O., Sharapov A., Chernikov K. Mathematical Models of Emotional Robots with a Non-Absolute Memory // Intelligent Control and Automation. 2013. № 4. P. 115–121.
6. Пенский О.Г., Черников К.В. Основы математической теории эмоциональных роботов. Пермь: изд-во Перм. гос. ун-та. 2010. 256 с. URL: https://arxiv.org/find/cs/1/au:+Pensky_O/0/1/0/all/0/1 (дата обращения: 15.07.2016).
7. Черников К.В. Математические модели роботов с неабсолютной памятью: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. н. (05.13.18) ПНИПУ. Пермь, 2013. 16 с.
8. Шаронов Ю.А. Модификация алгоритма Узнадзе в аспекте кратковременной и долговременной памяти робота // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2013. № 1(13). С. 51–53.
9. Узнадзе Д.Н. Общая психология: учеб. для вузов. СПб.: Питер, 2004. 413 с.
10. Пенский О.Г., Черников К.В. Обобщение модели эмоционального воспитания // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2010. № 2(2). С. 55–57.
11. ЭЛСИС. URL: <http://www.elsys.ru/> (дата обращения: 15.07.2016).

Mathematical models for education of robots with non-absolute memory using the media

O. G. Pensky^{1,2}, N. V. Oschepkova¹

¹Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia

²Perm State Agrarian-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov;

23, Petropavlovskaya st., Perm, 614990, Russia

ogpensky@mail.ru; 8-342-239-63-09

The article proposes a mathematical model of educating robots with the use of media projects. For this, formulas are introduced that describe the successful perception of media projects by robots and cases when media projects cease to bring an educational effect. The paper presents a mathematical model that describes a robot's emotional interest in a media project. As input parameters of the models, it is proposed to use the coefficients of robots' emotional memory and the characteristics of robots' emotional perception of media projects. Based on this model, a ratio is proposed that allows one to promptly and efficiently manage broadcasting of media projects with a given amount of robots' interest in those. The article proves a theorem that ensures the achievement of any amount of emotional education of a robot through media projects. As an example of the implementation of the proposed mathematical models, there is provided a plan for airing media projects with a continuing interest of robots in the project. This article is the first to present the mathematical formulation of optimization problems intended to determine the parameters of models that ensure the maximum education and interest of robots in media projects with limited financial costs for the preparation and broadcasting of those. The article proposes options for adapting

mathematical models designed for robots' education to human society. The paper describes the algorithms for the use of the existing computer programs to determine the input parameters of models for human society.

Keywords: *robot; education; emotions; media; interest; memory of a robot.*