

УДК 519.86; 519.87

Математические модели воспитания цифровых двойников с помощью средств массовой информации

О. Г. Пенский^{1,2}, Н. В. Ощепкова¹

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15
ogpensky@mail.ru; 8 (342) 239-63-09

²Пермский государственный аграрно-технологический университет им. акад. Д.Н. Прянишникова
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23
ogpensky@mail.ru; 8 (342) 239-63-09

В связи с ростом влияния СМИ на человека становится актуальным моделирование воспитательного эффекта медиа-проектов. Опрос респондентов для определения эффективности этого является дорогостоящим и порой нецелесообразным, так как выполняется после трансляции передач в эфире. Поэтому важна оценка влияния медиа-проектов на цифровых двойников, являющимися некими психологическими аналогами человека, выполненная еще до трансляции передач СМИ в эфире. В статье приведены математические модели воспитания роботов-цифровых двойников человека с помощью средств массовой информации, доказаны теоремы, определяющие увеличение воспитания цифровых двойников при регулярном просмотре в эфире передач медиа-проектов. Предложена и исследована математическая модель влияния прошедших передач медиа-проекта на текущее воспитание цифрового двойника. Исследована зависимость воспитания цифрового двойника от его памяти, характеризующейся забыванием ранее полученной информации. На основе теории эмоциональных роботов доказано, что для равномерно забывчивых роботов-цифровых двойников с равноценными эмоциями для всех полных воспитательных циклов проектов СМИ воспитательное значение последнего полного воспитательного цикла больше воспитаний, полученных в предыдущих полных воспитательных циклах; показано, что с увеличением количества воспитательных тактов в последнем полном воспитательном цикле уменьшается влияние на работа воспитаний, полученных в предыдущих полных воспитательных циклах; доказано, что с увеличением коэффициентов памяти робота-цифрового двойника воспитательное влияние на двойника предыдущих полных воспитательных циклов увеличивается.

Ключевые слова: *робот; воспитание робота; эмоции робот; математическое моделирование; цифровой двойник.*

DOI: 10.17072/1993-0550-2018-4-32-36

Введение

В связи с бурным развитием цифровых технологий в средствах массовой информации становится актуальным изучение влияния медиа-проектов на аудиторию. В настоящее время в РФ проводятся исследования, посвященные увеличению рейтинга проектов СМИ

за счет изменения времени суток трансляции передач в эфире [1, 2]. Но эти исследования не затрагивают изучения воспитательного воздействия на аудиторию посредством медиа-проектов. А воспитательный аспект транслируемых в эфире программ важен, например, для оптимального построения графика выпуска отдельных передач медиа-проектов, обеспечивающих эффективное

формирование общественного сознания. Опрос реальной аудитории для определения эффективности воспитания респондентов с помощью передач СМИ является дорогостоящим и, порой, нецелесообразным, так как выполняется после трансляции передач в эфире. Поэтому важна оценка влияния медиа-проектов на цифровых двойников, являющихся некими психологическими аналогами человека, выполненная еще до трансляции передач СМИ в эфире.

Предположим, что цифровой двойник, являющийся психологическим аналогом человека, может забывать полученную ранее информацию. Такого двойника назовем *роботом с неабсолютной памятью*.

Математическая модель воспитания цифрового двойника

Исследуем свойства воспитания роботов – цифровых двойников – с помощью математического аппарата. Описанная ниже математическая теория является продолжением исследований, выполненных в работах [3, 4].

В рассматриваемых математических моделях будем предполагать последовательную смену одного полного воспитательного цикла [5] другим полным воспитательным циклом.

Пусть n – количество полных воспитательных циклов трансляции передачи, m_n – количество непрерывных трансляций передачи в воспитательном цикле с номером n , k_n – количество пропущенных трансляций в этом же воспитательном цикле, θ_n – коэффициент памяти работа $(\theta_n \in (0, 1 - \delta])$, $0 < \delta < 1$, $\delta = const$) в полном воспитательном цикле с порядковым номером n , q_n – элементарное воспитание (эмоциональное воздействие) работа, возникшее в результате ознакомления с передачей в полном воспитательном цикле с порядковым номером n .

Согласно работе [4], 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

$$F_{m_1, k_1} = q_1 \theta_1^{k_1} \frac{1 - \theta^{m_1}}{1 - \theta},$$

$$F_{m_{n-1}, k_{n-1}} = \theta_{n-1}^{k_{n-1}} \left(q_{n-1} \frac{1 - \theta_{n-1}^{m_{n-1}}}{1 - \theta_{n-1}} + \theta_{n-1}^{m_{n-1}} F_{m_{n-2}, k_{n-2}} \right),$$

$$F_{m_0, k_0} = 0.$$

Выясним, когда функция

$$W_{m_n, k_{n-1}} = q_n \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{1 - \theta_n} + \theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}} \quad (2)$$

является неубывающей при увеличении порядкового номера n полного воспитательного цикла.

С учетом соотношения (2) справедлива цепочка равенств

$$\begin{aligned} \psi_n &= W_{m_n, k_{n-1}} - W_{m_{n-1}, k_{n-2}} = \\ &= U_n^{pr} + \theta_n^{m_n} (F_{m_{n-1}, k_{n-1}} - U_n^{pr}) - \\ &- U_{n-1}^{pr} - \theta_{n-1}^{m_{n-1}} (F_{m_{n-2}, k_{n-2}} - U_{n-1}^{pr}) = \\ &= (U_n^{pr} - U_{n-1}^{pr}) + (\theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}} - \theta_{n-1}^{m_{n-1}} F_{m_{n-2}, k_{n-2}}) + \\ &+ (\theta_{n-1}^{m_{n-1}} U_{n-1}^{pr} - \theta_n^{m_n} U_n^{pr}), \end{aligned} \quad (3)$$

где U_n^{pr} и U_{n-1}^{pr} – предельные воспитания [4] для полных воспитательных циклов с порядковыми номерами n и $n-1$ соответственно, причем справедливы формулы

$$U_n^{pr} = \frac{q_n}{1 - \theta_n}, \quad U_{n-1}^{pr} = \frac{q_{n-1}}{1 - \theta_{n-1}}.$$

Соотношение (3) позволяет сформулировать теорему, которая описывает достаточное условие неуменьшения общего члена последовательности ψ_n .

Теорема. Если одновременно выполняются условия

- 1) $U_n^{pr} \geq U_{n-1}^{pr}$,
- 2) $\theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}} \geq \theta_{n-1}^{m_{n-1}} F_{m_{n-2}, k_{n-2}}$,
- 3) $\theta_{n-1}^{m_{n-1}} U_{n-1}^{pr} \geq \theta_n^{m_n} U_n^{pr}$, $n = 1, \infty$,

то последовательность ψ_n является неубывающей.

Заметим, что если хотя бы одно из неравенств 1), 2), 3) становится строгим, то последовательность ψ_n становится монотонно возрастающей.

Согласно работе [4], работы, для которых выполняется условие $\theta_n = \theta = const$, на-

зываются *равномерно забывчивыми*, а роботы, для которых справедливо соотношение $q_n = q = const$, называются *роботами с равноценными эмоциями*.

Предположим справедливость соотношений: $\theta_n = \theta = const$, $k_n = k = const$,

$$m_n = m = const, q_n = q = const, i = 2, \infty. \quad (4)$$

Нетрудно заметить, что при этих допущениях верны равенства $U_n^{pr} = U_{n-1}^{pr}$ и $\theta_{n-1}^{m_{n-1}} U_{n-1}^{pr} = \theta_n^{m_n} U_n^{pr}$.

Докажем справедливость неравенства

$$\theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}} > \theta_{n-1}^{m_{n-1}} F_{m_{n-2}, k_{n-2}}. \quad (5)$$

Легко видеть, что при выполнении условий (4) соотношение (5) примет вид:

$$F_{m_{n-1}, k_{n-1}} > F_{m_{n-2}, k_{n-2}}, \quad (6)$$

поэтому для доказательства справедливости неравенства (5) достаточно доказать справедливость формулы (6).

Для доказательства используем метод математической индукции.

В силу соотношений (1) очевидно неравенство $F_{m_1, k_1} > F_{m_0, k_0}$.

Пусть справедливо соотношение

$$F_{m_{n-1}, k_{n-1}} > F_{m_{n-2}, k_{n-2}}. \quad (7)$$

Докажем справедливость неравенства

$$F_{m_n, k_n} > F_{m_{n-1}, k_{n-1}}.$$

Предположим противное: пусть верно соотношение

$$F_{m_n, k_n} \leq F_{m_{n-1}, k_{n-1}}. \quad (8)$$

Легко показать, что с учетом формул (1) неравенство (8) примет вид:

$$\begin{aligned} \theta_n^{k_n} \left(q_n \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{1 - \theta_n} + \theta_{n-1}^{m_{n-1}} F_{m_{n-1}, k_{n-1}} \right) &\leq \\ &\leq \theta_{n-1}^{k_{n-1}} \left(q_{n-1} \frac{1 - \theta_{n-1}^{m_{n-1}}}{1 - \theta_{n-1}} + \theta_{n-2}^{m_{n-2}} F_{m_{n-2}, k_{n-2}} \right). \end{aligned} \quad (9)$$

С учетом справедливости соотношений (4) после преобразований формулу (9) можно записать в виде неравенства:

$$F_{m_{n-1}, k_{n-1}} \leq F_{m_{n-2}, k_{n-2}},$$

которое противоречит соотношению (7).

Таким образом, мы доказали справедливость формулы

$$\theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}} > \theta_{n-1}^{m_{n-1}} F_{m_{n-2}, k_{n-2}}, \quad (10)$$

т. е. в силу цепочки равенств (3) с учетом неравенства (10) становится справедливым утверждение:

"При выполнении условий (4) последовательность Ψ_n является монотонно возрастающей".

Иными словами этот результат можно сформулировать так:

"Воспитание равномерно забывчивого робота с равноценными положительными эмоциями для всех полных воспитательных циклов увеличивается после завершения тактов каждого полного воспитательного цикла с увеличением количества этих циклов".

Модель влияния прошлых воспитаний цифрового двойника на его текущее воспитание

Введем параметр α_n , характеризующий влияние прошедших воспитаний робота на воспитание, соответствующее полному воспитательному циклу с порядковым номером n :

$$\alpha_n = \frac{q_n \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{1 - \theta_n}}{\theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}}}. \quad (11)$$

Очевидно, что α_n является безразмерной величиной и чем больше ее значение, тем меньше влияние прошлых воспитаний на текущее воспитание робота.

Нетрудно заметить, что чем больше величина элементарного воспитания q_n , и чем меньше $F_{m_{n-1}, k_{n-1}}$, тем больше значение α_n , а значит, тем меньше влияние воспитаний прошлых полных воспитательных циклов на текущее воспитание.

На основе соотношения (11) легко вычислить значение m_n , определяющее количество непрерывных трансляций передач и обеспечивающие заданное влияние α_n на текущее воспитание робота от прошлых воспитаний:

$$m_n = \log_{\theta_n} \left[\frac{q_n}{\alpha_n (1 - \theta_n) F_{m_{n-1}, k_{n-1}} + q_n} \right]. \quad (12)$$

В силу справедливости неравенства $m_n \geq 1$ согласно формуле (12) получим соотношение:

$$\alpha_n \leq \frac{q_n}{\theta_n F_{m_{n-1}, k_{n-1}}}. \quad (13)$$

Согласно равенству (11) и формуле (13) можно записать соотношение, определяющее диапазон изменения величины α_n :

$$\alpha_n \in \left(0, \frac{q_n}{\theta_n F_{m_{n-1}, k_{n-1}}} \right].$$

В силу того, что значение $F_{m_{n-1}, k_{n-1}}$ описывает воспитание на полном воспитательном цикле $n-1$ и не зависит от текущего воспитательного цикла с порядковым номером n , то качественное поведение характеристики α_n описывает последовательность β_n , которая задается равенством

$$\beta_n = \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{1 - \theta_n} = \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{\theta_n^{m_n} (1 - \theta_n)}. \quad (14)$$

Это свойство запишем так: $\alpha_n \cong \beta_n$.

Очевидна цепочка соотношений

$$\lim_{m_n \rightarrow \infty} \beta_n = \lim_{m_n \rightarrow \infty} \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{\theta_n^{m_n} (1 - \theta_n)} = \infty,$$

которая говорит о том, что с увеличением количества m_n непрерывной последовательности воспитаний в полном воспитательном цикле с порядковым номером n уменьшается воспитательное влияние на работа передач предыдущих полных воспитательных циклов.

Пусть справедливы соотношения

$$m_n = m = const, \theta_n = \theta = const, n = 1, \infty, \quad (15)$$

тогда согласно формуле (14) можно записать цепочку равенств:

$$\beta_n = \beta = \frac{1 - \theta^m}{\theta^m (1 - \theta)}.$$

Очевидно, что при допущениях (15) справедлива формула $\alpha_n \cong \beta$.

Назовем величину β индикатором качества. Легко видеть, что при увеличении коэффициентов памяти значение β уменьшается, а, значит, увеличивается воспитательное

влияние предыдущих полных воспитательных циклов.

Заключение

Таким образом, итоги результатов вышеприведенных исследований можно сформулировать следующим образом:

1) для равномерно забывчивых роботов с равноценными эмоциями для всех полных воспитательных циклов воспитательное значение последнего полного воспитательного цикла больше воспитаний, полученных в предыдущих полных воспитательных циклах;

2) с увеличением количества воспитательных тактов в последнем полном воспитательном цикле уменьшается влияние на работа воспитаний, полученных в предыдущих полных воспитательных циклах;

3) с увеличением коэффициентов памяти работа воспитательное влияние на работа предыдущих полных воспитательных циклов увеличивается.

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. Пенский О.Г., Черников А.В. Основы математической теории эмоциональных роботов: моногр. Пермь: Перм. гос. ун-т. 2010. 196 с.
4. Пенский О.Г., Шарапов Ю.А., Ощепкова Н.В. Математические модели роботов с неабсолютной памятью и приложения моделей: моногр. Пермь: Изд-во Перм. ун-та. 2018. 310 с.
5. Пенский О.Г. Математическая модель и программная реализация вычисления наибольшего интереса аудитории к медиапроекту // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2017. № 1(36). С. 77–81.

Mathematical models of digital twins education by means of the mass media

O. G. Pensky^{1,2}, N. V. Oschepkova¹

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

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

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

23, Petropavlovskaya st., Perm, 614990, Russia

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

In connection with the growing influence of the media on the individual, modeling of the educational effect of media projects appears to be a task of current interest. Conducting a survey of respondents to determine the effectiveness of such modeling is expensive and might be impractical, since it is carried out after broadcasting is over. Therefore, it is important to assess the impact of media projects on digital counterparts, which are some kind of psychological analogues of a human, performed prior to the program broadcasting. The article presents mathematical models of educating robots being human digital twins via the mass media. It proves the theorems determining the increase in the education of digital counterparts with regular viewing live broadcasts of media projects. A mathematical model of the influence of the previously broadcasted programs of a media project on the current education of a digital twin is proposed and studied. The dependence between the education of a digital double and its memory, characterized by forgetting of previously obtained information, is investigated. Based on the theory of emotional robots, it is proved that for evenly forgetful robot digital twins with equal emotions for all complete educational cycles of media projects, the educational value of the last complete educational cycle is greater than that of all the previous complete educational cycles. It is shown that with the increase in the number of educational measures in the last complete educational cycle, the influence of the education obtained in the previous complete educational cycles decreases. It is proved that with the increase of the memory coefficients of a robot digital double, the educational effect of the previous complete educational cycles on the double increases.

Keywords: *robot; robot education; robot emotions; mathematical modeling; digital twin.*