

Самосудов М.В., д.э.н.,  
руководитель экспертно-методического отдела  
группы компаний «Деликатный переезд»  
samosudov@mail.ru

## **Формализация влияния информации на поведение человека для целей автоматизации расчёта маркетингового воздействия**

Источник: Samosudov, M.V. Formalization of impact of information on the human behaviour for automatization of calculation of the marketing influence // International Journal of Engineering Research and Technology, 2021, 13(12), pp. 4849–4854.

### **Аннотация:**

Используя комплексную математическую модель социальной системы, функционирующей в активной среде, решена задача формализации воздействия на поведение человека информации, распространяемой компанией. Это нужно для организации взаимодействия компании с участниками отношений, в частности с клиентами.

Цель работы – во-первых, сформировать подходы к расчёту маркетинговой активности компании; во-вторых, определить, какую информацию следует фиксировать в цифровом двойнике предприятия, для возможности расчёта будущего входящего денежного потока.

Определены математические зависимости, отражающие влияние информационных потоков, формируемых компанией для привлечения участников, на их поведение. Зависимости позволяют учесть в расчёте ожидаемого результата маркетинговой деятельности активность компании и активность конкурентов, содержание информации.

Математический аппарат позволяет решать задачи расчёта маркетинговых и управленческих решений, используя стандартные пакеты обработки данных, обеспечивающих работу с матрицами, решение дифференциальных и интегральных уравнений. Полученные результаты позволяют решать прикладные задачи автоматизации управления в социальных системах, уточнить перечень данных, которые необходимо фиксировать в цифровом двойнике предприятия для возможности имитационного моделирования социальных систем различного назначения, сфер и масштаба деятельности.

**Ключевые слова:** комплексная математическая модель социальной системы; маркетинг; управление; автоматизация бизнеса; цифровой двойник предприятия; имитационная модель предприятия.

### **Введение**

Подходы к проектированию или оценке деятельности привлечения клиентов (маркетинга), а также работников, партнёров и т.п. часто не предполагают использование расчётных методов. Но для обеспечения точности управления нужно рассчитывать не только результирующие показатели, но и прогнозные, важно иметь возможность рассчитывать прогнозируемый результат и сравнивать фактическую траекторию развития ситуации с расчётной, выявлять отклонения и вносить соответствующие корректировки в действия компании.

Это весьма значимо, учитывая тенденции автоматизации деятельности компаний. Особенно интересным представляется использование цифровых двойников предприятия и имитационных моделей для расчётов в процессе управления.

Цифровой двойник – компьютерная модель, копирующая поведение реального объекта или, по-другому, имитационная модель [1; 10; 11; 12]. Она может использоваться в системе управления в качестве «активного советчика», что позволяет сравнить эффект от решения субъекта управления и решения, предложенного компьютером [2]. Причём для деталей, узлов, оборудования и процессов, имитационные модели, входящие в состав «цифровых двойников», часто весьма детальные, построенные на низком уровне абстракции [10]. Но этого нельзя сказать о попытках формирования цифровых двойников социальных систем. Во многом, это определяется тем, что используемая для описания социальных систем традиционная теоретическая база не предполагает описания таких систем и процессов их функционирования на параметрическом уровне.

## Постановка проблемы

В литературе при обсуждении темы расчёта в маркетинге, в основном, рассматривается оценка эффективности уже состоявшейся рекламной активности. Часто оценка эффективности маркетинговой деятельности осуществляется посредством деления на затраты эффекта в виде привлечения клиентов или входящего денежного потока. Иногда оценивают ROI и т.п. показатели. Но для организации деятельности требуется не только оценить результаты, но и рассчитать, какой должна быть маркетинговая активность, для получения нужного результата. К тому же редко рассматривается комплексное маркетинговое воздействие, в основном – реклама, что искажает общую картину.

В литературе, посвящённой математическому моделированию экономических систем, имеются попытки рассчитать будущий эффект от маркетингового воздействия (см., например, [3, 6]). Так, в [3, стр. 150-154] рассматривается модель, позволяющая оценить ожидаемый эффект от рекламы:

$$\frac{dN}{dt} = [\alpha_1(t) + \alpha_2(t)N(t)](N_0 - N)$$

- $t$  – время, прошедшее с начала рекламной кампании;
- $N(t)$  – число уже информированных клиентов;
- $N_0$  – общее число потенциальных платёжеспособных покупателей;
- $\alpha_1(t)$  – коэффициент, отражающий интенсивность рекламной кампании, фактически определяемую затратами на рекламную кампанию в данный момент времени;
- $\alpha_2(t)$  – коэффициент, отражающий вклад уже узнавших о товаре потребителей в распространение информации.

Такие модели, безусловно, дают информацию для управления, но они имеют недостатки.

Во-первых, они, как правило, требуют статистических данных по прошлому опыту, что принципиально сокращает их возможности, если речь идёт о выводе нового товара.

Во-вторых, они традиционно не учитывают содержание информации, только интенсивность рекламы, которая сводится к затратам. Это принципиальная проблема традиционных моделей – ещё в 1961 г. лауреат нобелевской премии 1982 г. Дж. Дж. Стиглер в своей работе «Экономическая теория информации», отмечал следующее: «... информация является ценным ресурсом... Однако в граде, представляющим собой экономическую теорию, информация ютится в трущобах. По большей части её игнорируют... А к одной из

порождающих информацию областей – рекламе – относятся с той враждебностью, какую экономисты приберегают для тарифов и монополистов» [9, стр. 507].

В-третьих, допущения, положенные в основу рассуждений, часто существенно ограничивают возможность использования моделей, приводят к их неадекватности для абсолютного большинства ситуаций.

Для управления информационным потоком, направленным на потенциальных участников, более подходит метод управления с обратной связью по возмущающему воздействию, которым является воздействие на потенциальных участников, формируемое конкурентами, а также воздействие институциональной среды, которое сегодня часто носит определяющий характер<sup>1</sup>. Но реализация этого метода требует возможности формализации и учёта такого воздействия, причём, принимая во внимание задачу автоматизации деятельности, желательно иметь строгие закономерности, подходящие для формирования вычислительных алгоритмов.

Необходимая информация может фиксироваться в цифровом двойнике предприятия, а для расчётов можно использовать имитационные модели, позволяющие рассчитать эффект от действий специалистов компании. Но для этого нужны модели, учитывающие все существенные параметры системы.

Как показано в [5], одной из существенных групп параметров системы являются параметры активности экономических агентов, которая проявляется в информационных и ресурсных потоках, создаваемых ими в социально-экономическом пространстве (СЭП). Поэтому важно иметь возможность фиксации изменений активности агентов и расчёта последствий такого изменения.

## Метод исследования

Для решения задачи использованы метод математического моделирования и комплексная математическая модель социальной системы, функционирующей в активной среде [5]. Основой для концепции вектора поведения стали работы в области нейрофизиологии, в основном, школы Ухтомского-Симонова (см., например, [7; 8]), но учтены и работы в области социологии, психологии, этологии человека, биологической кибернетики, др. (подробнее – см. [4]).

## Основное содержание

Существует  $\Omega(R(Q), g_0, t)$  – социальная система, предназначенная для реализации целевой функции  $g_0^2$ , образованная множеством участников  $Q$ , передавшими системе ресурсы  $R(Q)$ .

Система существует в СЭП  $\Theta$ , образованном множеством участников  $Q_\Theta$ , имеющих возможность взаимодействовать (обмениваться информацией и ресурсами).

Существует точка пространства –  $j$ -й участник, состояние которой в любой момент времени  $t$  описывается вектором:

$$\langle B_j(O_j), R_j, R_{j\text{пол.}}(Q_{\Theta\text{акт.}}), I_{\text{пол. } j}(Q_{\Theta\text{акт.}}), R_{\text{пер. } j}(a_j, Q_{\text{пол.рес. } j}), I_{\text{пер. } j}(R_j(a_j), Q_{\text{пол.инф.}}) \rangle$$

---

<sup>1</sup> Примером такого воздействия может служить ситуация с распространением коронавируса COVID-19 – изменение потребительского поведения клиентов обусловлено не только объективной необходимостью, но и распространением слухов, панических настроений и др. проявлений, относящихся к воздействию институциональной среды.

<sup>2</sup> Для коммерческой организации, как правило, целевой функцией рассматривается генерация входящего денежного потока и относительно её проводится анализ или синтез системы. Но в общем случае функция может быть любой.

$B_j(O_j)$	– вектор поведения участника в базисе известных ему обусловленных действий $O_j$ ;
$R_j$	– множество ресурсов, имеющихся у участника;
$R_{j\text{пол.}}(Q_{\Theta\text{акт.}})$	– множество ресурсов, полученных $j$ -м участником от активных участников СЭП $Q_{\Theta\text{акт.}}$ в момент $t$ (входящий ресурсный поток);
$R_{\text{пер.}j}(a_j, Q_{\text{пол.рес.}j})$	– ресурсы, передаваемые $j$ -м участником другим участникам из множества $Q_{\text{пол.рес.}j}$ ;
$I_{\text{пол.}j}(Q_{\text{акт.}})$	– получаемая $j$ -м участником информация от активных участников СЭП $Q_{\text{акт.}}$ ;
$I_{\text{пер.}j}(R_j(a_j), Q_{\text{пол.инф.}})$	– исходящая от участника информация, которую он передаёт участникам множества $Q_{\text{пол.}}$ , затрачивая для этого ресурсы, направляемые им на реализацию своей активности $R_j(a_j)$ ;
$a_j$	– импульс активности участника.

Имеющиеся у участника ресурсы – множество ресурсов, находящихся в непосредственном доступе (подконтрольных ему), и ресурсов, которые он может привлечь от других участников. Например, это не только деньги, имеющиеся у человека, но и те, которые он может получить в банке, у знакомых или т.п. Причём, ресурсы рассматриваются в широком смысле – материальные, информационные, интеллектуальные, пространственные, социальные, время.

Поведение – характеристика человека, показывающая вероятность совершения им определённых обусловленных действий. Причём любое действие  $o_k$ , формализуется зависимостью:  $R_{\text{исх.}} \xrightarrow{o_k} R_{\text{рез.}}$ , где  $R_{\text{исх.}}$  и  $R_{\text{рез.}}$  – исходные и результирующее множества ресурсов [5]. А деятельность как совокупность действий характеризуется ресурсным следом – последовательностью трансформаций ресурсной базы, и его фиксация в цифровом двойнике обеспечивает фиксацию состояния деятельности.

Вектор поведения – величина, позволяющая учесть в модели поведение человека, его действия; это матрица размерностью  $1 \times k$ , элементы которой определяют вероятность совершения  $k$ -го действия:

$$B(O) = (p(o_1) \quad \dots \quad p(o_k)), o_k \in O$$

В работе [4] на основании анализа информации о поведении человека [4, стр. 422-432], определены факторы, влияющие на вероятность совершения действия и показано, что она равна вероятности выбора действия, исходя из оценки значимости стимулов и ограничений, связанных с совершением действия. Определены также подходы к расчёту вероятности совершения действия. Стимулы – это получаемые вследствие совершения действия ресурсы; а ограничения – ресурсы, теряемые при совершении действия. Причём показано, что принципиально важно учесть дуализм действия – человек не только решает, какое действие совершить, но и выбирает между «делать» и «не делать». К тому же, для «не действия» могут быть свои стимулы и ограничения, не связанные со стимулами и ограничениями для действия.

Для прикладных задач значение компонента вектора поведения можно рассчитать по упрощённой формуле:

$$p(o_k) = \frac{S(o_k) + L(\neg o_k)}{S(\neg o_k) + L(o_k)} - 1$$

$p(o_k)$	– вероятность совершения человеком действия $o_k$ ;
$S(o_k), S(\neg o_k)$	– совокупный стимул для действия $o_k$ и не действия $\neg o_k$ ;
$L(o_k), L(\neg o_k)$	– совокупное ограничение для действия $o_k$ и не действия $\neg o_k$ ;

Значения совокупных стимулов и ограничений рассчитываются следующим образом<sup>3</sup>:

$$S(o_k) = \sum_m s_m(o_k), \quad L(o_k) = \sum_n l_n(o_k)$$

$$s_m(o_k) = \left( \frac{r_{m \text{ им.}j} + r_{m \text{ пол.}j} p(r_{m \text{ пол.}j}, o_k)}{r_{m \text{ необх.}j}} \right)^{\gamma_j}, \quad l_n(o_k) = \left( \frac{r_{n \text{ необх.}j}}{r_{n \text{ им.}j} - r_{n \text{ тер.}j} p(r_{n \text{ тер.}j}, o_k)} \right)^{\gamma_j}$$

$$p(r_{m \text{ пол.}j}, o_k) = \frac{v_{\text{пол.}j}}{v_{\text{пол.}j} + v_{\text{не пол.}j}}, \quad p(r_{n \text{ тер.}j}, o_k) = \frac{v_{\text{тер.}j}}{v_{\text{тер.}j} + v_{\text{не тер.}j}}$$

- $s_m(o_k), l_n(o_k)$  – стимул-мотив и ограничение-мотив для действия  $o_k$ ;  
 $p(r_{m \text{ пол.}j}, o_k), p(r_{n \text{ тер.}j}, o_k)$  – вероятность получения и потери ресурсов вследствие совершения действия;  
 $v_{\text{пол.}j}, v_{\text{тер.}j}, v_{\text{не пол.}j}, v_{\text{не тер.}j}$  – количество известных человеку случаев получения, потери, не получения и не потери ресурсов вследствие совершения действия  $o_k$ .  
 $\gamma_j$  – коэффициент нелинейности, зависящий от индивидуальных характеристик человека<sup>4</sup>;

На вероятность совершения действий влияют информационные потоки, в том числе и получаемые человеком от экономических агентов в виде рекламы. Рассмотрим подробнее механизм влияния информации на поведение.

Получаемая из разных источников информация  $I_{\text{пол.}j}(t)$  преобразуется сознанием человека в набор сигналов  $\{i_n\}$ <sup>5</sup>, определяющих изменение его оценок стимулов, ограничений и вероятности этих последствий, связанных с совершением определённых действий, что приводит к изменению его поведения [5]:

$$I_{\text{пол.}j}(t) \xrightarrow{B_j(O_j)} \{i_1 \dots i_n\} \xrightarrow{B_j(O_j)} \Delta B_j(O_j, t + 1)$$

Причём, вектор поведения человека влияет на получение и восприятие им информации – поведение частично определяет выбор каналов получения информации, действия по интерпретации – идентификация сигналов, их интерпретация.

Информация, воздействующая на человека в момент  $t$ , является суммой информации, получаемой им из институциональной среды, от активных агентов, а также автоинформации<sup>6</sup>:

$$I_{\text{пол.}j}(t) = I_{\text{пол.}j}^H(t) + \sum_n I_{\text{пол.}jn}^{Q_{\text{акт.}}}(t) + I_{\text{пол.}j}^{\text{авт.}}(t)$$

- $I_{\text{пол.}j}$  – получаемая  $j$ -м участником совокупная информация;  
 $I_{\text{пол.}j}^H$  – информация, получаемая из институциональной среды;  
 $I_{\text{пол.}jn}^{Q_{\text{акт.}}}$  – информация, получаемая от активных участников СЭП  $Q_{\text{акт.}}$  по  $n$ -му каналу;  
 $I_{\text{пол.}j}^{\text{авт.}}$  – автоинформация.

Рассмотрим каждый компонент информационного потока.

<sup>3</sup> Показан расчёт совокупных стимулов и ограничений, а также стимулов-мотивов и ограничений-мотивов для действия. Для «не действия» значения рассчитываются аналогично.

<sup>4</sup> Подробнее – см. [4, стр. 148]

<sup>5</sup> Набор сигналов – содержание сообщения, а передаваемые сигналами стимулы и ограничения – его смысл.

<sup>6</sup> Автоинформирование – процесс информирования человеком самого себя, внутренние процессы формирования информации. Причём часть такой информации, строго говоря, не является результатом осмысления – информация от рецепторов, ощущение голода, др.

Социальный институт – информация о действиях и последствиях совершения этих действий, которую получит человек, наблюдая поведение людей или из документов [4, стр. 187]. Институциональная среда  $H_\Omega$  социальной системы  $\Omega$  – совокупность элементарных социальных институтов данной системы:  $H_\Omega = \bigcup_k h_k$ . Аналогично для институциональной среды  $H_\Theta$  СЭП  $\Theta$ .

Как показано в [4], элементарный институт детерминируется следующим кортежем:

$$h_k = \langle o_k \ s_1^k, \dots, s_n^k \ p(s_1^k), \dots p(s_n^k) \ l_1^k, \dots, l_m^k \ p(l_1^k), \dots p(l_m^k) \rangle$$

- $h_k$  –  $k$ -й элементарный социальный институт;
- $o_k$  –  $k$ -е обусловленное действие;
- $s_n^k$  – стимулы для совершения действия  $o_k$ , то есть, получаемые при совершении действия ресурсы  $n$ -вида;
- $l_m^k$  – ограничения для совершения  $k$ -го действия – теряемые при совершении действия ресурсы  $m$ -вида;
- $p(s_n^k)$ , – вероятность, соответственно, получения ресурсов  $n$ -вида и потери ресурсов  $p(l_m^k)$   $m$ -вида при совершении действия  $o_k$ .

Институциональная среда социальной системы  $\Omega$  формализуется матрицей размерностью  $k \times [2(n+m)+1]$  – институциональной матрицей:

$$H_\Omega = \begin{pmatrix} o_1 & s_1^1 & \dots & s_n^1 & p(s_1^1) & \dots & p(s_n^1) & l_1^1 & \dots & l_m^1 & p(l_1^1) & \dots & p(l_m^1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & & \vdots & \vdots & & \vdots & & & \vdots \\ o_k & s_1^k & \dots & s_n^k & p(s_1^k) & \dots & p(s_n^k) & l_1^k & \dots & l_m^k & p(l_1^k) & \dots & p(l_m^k) \end{pmatrix}$$

Размерность матрицы, конечно, большая, но не всегда требуется полный анализ институциональной среды – часто достаточно анализа среды подсистемы и лишь для небольшого числа действий. К тому же, представляется возможным фиксировать институциональную среду в цифровом двойнике предприятия, а для расчёта управляющих воздействий использовать нужную «вырезку».

Итак, информация, получаемая человеком из институциональной среды, является функцией от институциональной среды, количества контактов  $\nu_{\text{конт.}}$  с участниками:

$$I_{\text{пол.}j}^H(t) = \varphi(H_\Omega(t), H_\Theta(t), \nu_{\text{конт.}})$$

Автоинформация зависит от имеющихся у человека ресурсов, необходимых ему ресурсов и ресурсов, полученных от других участников из множества  $Q_{\text{пер.рес.}}$ :

$$I_{\text{пол.}j}^{\text{авт.}}(t) = \varphi(R_{\text{необх.}j}, R_{\text{им.}j}, R_{\text{пол.}j}(Q_{\text{пер.рес.}}))$$

Причём, получаемая  $j$ -м участником по  $k$ -му каналу информация – сумма сообщений, переданных активными участниками СЭП по данному каналу, с учётом передаточной функции канала  $\delta_k$ , которая определяет искажения сигналов и шумы<sup>7</sup>:

$$I_{\text{пол.}jk} = \delta_k \left( \sum_n^{Q_{\Theta \text{ акт.}}} I_{\text{пер.}n} \right)$$

- $k$  – номер канала передачи информации;
- $n$  – номер активного агента, использующего  $k$ -й канал передачи;

<sup>7</sup> Для упрощения мы не рассматриваем время на передачу информации от активного агента к получателю – для понимания принципа это не нужно. Но для реального расчёта может потребоваться.

$\delta_k$  – передаточная функция канала;

$Q_{\text{факт.}}$  – множество активных участников СЭП.

Под воздействием информации  $I_{\text{пол.}j}(t)$  вектор поведения меняется за счёт дивергенции, определяемой в  $j$ -й точке  $k$ -й скалярной плоскости СЭП, соответствующей действию  $o_k$ :

$$\begin{aligned} \text{div}B_j^k(O_j, I_{\text{пол.}j}(t)) = & \\ = & \left( \frac{\partial B_j(o_k)}{\partial s_1(o_k)} + \dots + \frac{\partial B_j(o_k)}{\partial s_m(o_k)} + \frac{\partial B_j(o_k)}{\partial l_1(o_k)} + \dots + \frac{\partial B_j(o_k)}{\partial l_n(o_k)} + \frac{\partial B_j(o_k)}{\partial s_1(-o_k)} + \dots \right. \\ & \left. + \frac{\partial B_j(o_k)}{\partial s_m(-o_k)} + \frac{\partial B_j}{\partial l_1(-o_k)} + \dots + \frac{\partial B_j}{\partial l_n(-o_k)} \right), \quad o_k \in O_j \end{aligned}$$

Соответственно, мгновенное изменение вектора поведения  $\Delta B_j(O_j, I_{\text{пол.}j}(t))$  в момент  $t$  под воздействием информации  $I_{\text{пол.}j}(t)$  – матрица размерностью  $1 \times k$ , каждый элемент которой представляет собой дивергенцию в  $j$ -й точке скалярной плоскости пространства, соответствующей действию  $o_k$ :

$$\Delta B_j(O_j, I_{\text{пол.}j}(t)) = (\text{div}B_j^1(O_j), \text{div}B_j^2(O_j), \dots, \text{div}B_j^k(O_j))$$

А вектор поведения человека в любой момент времени определяется следующим образом:

$$B_j(O_j, t) = B_j(O_j, t_0) + \left( \int_{t_0}^{t_{\text{эксп.}}} \text{div}B_j^1(O_j, I_{\text{пол.}j}(t)) dt, \quad \dots, \quad \int_{t_0}^{t_{\text{эксп.}}} \text{div}B_j^k(O_j, I_{\text{пол.}j}(t)) dt \right)$$

$t_{\text{эксп.}}$  – время экспозиции (время, в течение которого человек находился под воздействием информационного потока);

Введём аксиому: *в любой момент времени существует непустое множество действий, совершаемых человеком  $O_j(t) = \emptyset$  – человек всегда что-то делает. Это более очевидно, если принять во внимание дуализм действия («действие» и «не действие»).*

Тогда, учитывая вышеизложенное, в любой момент времени существует такая дивергенция и такое изменение вектора поведения, которое обеспечивает значение определённых его компонентов равное 1. Т.е., совокупное воздействие информационных потоков приводит к совершению человеком обусловленных действий, соответствующих этому воздействию:

$$B_j(O_j, t) + \Delta B_j(O_j, I_{\text{пол.}j}, t) \rightarrow O_j(t)$$

Как показано в [5], совершаемые человеком действия в сочетании с имеющимися ресурсами определяют исходящие от него информационные и ресурсные потоки:

$$O_j(t) + R_{\text{им.}j}(t) = \begin{cases} R_{\text{пер.}j}(Q_{\text{пол.рес.}}, t) \\ I_{\text{пер.}j}(Q_{\text{пол.инф.}}, t) \end{cases}$$

Если компания осуществит информирование человека определённым образом с учётом иных информационных потоков, воздействующих на него, то он совершит необходимые действия, и, соответственно, возникнут необходимые информационные и ресурсные потоки, что приведёт к возникновению нужного входящего ресурсного потока в систему.

## Выводы

На основе вышеизложенного, можно сформулировать основную задачу бизнеса – с учётом возмущений, вносимых информацией от конкурентов и институциональной средой, создать

такой информационный поток, воздействующий на  $j$ -го УКО, что дивергенция вектора поведения приведёт совершению необходимых действий.

Для этого необходимо выбрать каналы передачи, обеспечивающие информирование нужных участников, учесть информацию, которую получит по ним человек, помимо информации от компании, и рассчитать процесс информирования, чтобы обеспечить нужное изменение поведения человека.

Проведённая работа, помимо условия, которому должен соответствовать исходящий информационный поток компании, позволяет определить необходимый набор данных для расчёта маркетинговой активности предприятия:

- Вектор поведения потенциального участника в базисе обусловленных действий, связанных с получением информации и её интерпретацией.
- Ожидаемые участниками выгоды.
- Направление, интенсивность, содержание (набор сигналов в сообщениях) и смысл (набор стимулов и ограничений, для определённых действий) информационных потоков, воздействующих на потенциального участника.
- Ресурсы, имеющиеся у человека, участвующие в процессе взаимодействия.
- Направление, интенсивность, содержание и смысл информационных потоков, передаваемых компанией по выбранным каналам передачи.
- Ресурсы, которые компания передаёт участникам – насколько они обеспечивают компенсацию нежелательной активности.

Фиксация этой информации в цифровом двойнике предприятия позволит моделировать поведение системы в СЭП, рассчитывать необходимое воздействие для получения заданных входящих ресурсных потоков.

## Литература

1. Boschert S., Rosen R. (2016) Digital Twin – The Simulation Aspect // In: Mechatronic Futures / Ed. by Hehenberger P., Bradley D. - Cham: Springer.
2. Бурков В.Н., Буркова И.В. (2018) Умные механизмы и цифровая экономика. // Статья в сборнике трудов конференции Математическое моделирование и информационные технологии в инженерных и бизнес-приложениях, 03-06 сентября 2018 г. – Воронеж, Воронежский государственный университет (Воронеж), 2018. – стр. 3-9.
3. Самарский А.А. Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 320 с.
4. Самосудов М.В. (2011) Развитие теории корпоративного взаимодействия на основе решения проблемы устойчивости компании: Дис. ... док. экон. наук : 08.00.05. : Москва, 2011. – 440 с.
5. Samosudov M.V. (2019) The Model Of The Incoming Resource Flow Of The Social System For Digitalization Of Management / Journal of Advanced Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 11, Special Issue-08, p. 2892-2900.
6. Семиглазов А.М., Семиглазов В.А., Иванов К.И. Математическое моделирование рекламной кампании // Доклады Томского Государственного университета систем управления и радиоэлектроники, № 2-1 (22), 2010 Стр. 342-349.
7. Симонов П.В. (1988) Междисциплинарная концепция человека: Потребностно-информационный подход // Вопросы психологии, № 6, стр. 94-100.



8. Симонов П.В. (1997) Нейробиология индивидуальности. // Природа, № 3, стр. 81-89.
9. Стиглер Дж. Дж. Экономическая теория информации // Вехи экономической мысли. Том 2. Теория фирмы / Под ред. В. М. Гальперина — СПб.: Экономическая школа, 2000. – стр. 507-529.
10. Söderberg, Rikard et al. (2017). Toward a Digital Twin for real-time geometry assurance in individualized production // CIRP Annals 66.1, 2017: pp. 137-140.
11. Uhlemann T.H.-J., Steinhilper C. L.R. (2017) The Digital Twin: Realizing the Cyber-Physical Production System for Industry 4.0 // The 24th CIRP Conference on Life Cycle Engineering / Ed. by S. Takata, Y. Umeda, S. Kondoh, Procedia CIRP 61 (2017) 335-340.
12. Uhlemann T.H.-J., Schock C., Lehmann C., Freiberger S., Steinhilper R. (2017) The Digital Twin: Demonstrating the Potential of Real Time Data Acquisition in Production Systems // Procedia Manufacturing. - 2017. - V. 9. - P. 113-120.