

## 3. ОБЗОРЫ

### 3.1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Ерешко Ф.И.

д.т.н., заведующий отделом информационно-вычислительных систем  
Вычислительный центр им. А.А. Дородницына ФИЦ «Информатика и управление» РАН, Москва

*Приводится обзорное авторское представление о трансформациях идей и практик управления в современных условиях нарождающейся цифровой экономики. Излагаются постановки задач государственно-частного партнёрства, централизации и децентрализации и отдельные формальные результаты.*

#### Введение

В настоящее время в стране принята государственная Программа по цифровой экономике, и управленческие структуры в стране проявляют особый интерес к искусственному интеллекту, фактически к интеллектуальным системам в принятии решений.

Одно из первых определений искусственному интеллекту было дано Джоном Маккарти, одним из основателей Stanford AI Lab (1955). Определение выглядело так: «Искусственный интеллект – инженерно-математическая дисциплина, занимающаяся созданием программ и устройств, имитирующих когнитивные (интеллектуальные) функции человека, включающие в том числе анализ данных и принятие решений». О состоянии разработок научного направления «Искусственный интеллект» в докладе Осипова Г.С. на конференции «Исследование операций 2018»<sup>1</sup>.

При этом в административных кругах распространено определение цифровой экономики как *экономики данных*. Но памятуя, что сами по себе данные не генерируют полезность, имеет смысл говорить о цифровой экономике как об *экономике алгоритмов и данных*. Вслед за этим, мы обращаемся к понятию *математического моделирования*, поскольку построение алгоритмов поведения возможно и без формальных моделей, но чрезвычайно осложняется в их отсутствии. Более того, современные достижения цивилизации напрямую связаны с использованием понятия модели, что нашло своё отражение во всех разделах естествознания и, более широко, культуры.

Цифровая экономика в широком смысле этого слова – это вся экономика, насыщаемая цифровыми продуктами. В результате широкого распространения электричества и внедрения конвейера, начавшегося в конце XIX и продлившегося в начале XX века, возникло новое массовое производство, и можно было говорить об электрической экономике. Точно так же можно было говорить о нефтяной экономике. Цифровая экономика в узком смысле слова – это экономика, основанная на цифровых компьютерных технологиях, выпускающая цифровые продукты.

Примеры цифровых продуктов – это продукты умственного и с минимальным количеством физического труда, произведенные с использованием интеллектуальных технологий и вычислительных средств: это числа  $\pi$  и  $e$ , физические и химические константы, алгоритм Евклида, пси-функция Шредингера, эффект ядерной зимы, результаты вычислительных экспериментов. В ряду этих продуктов находятся теперь и цифровые валюты.

Цифровые технологии, основанные на аппаратном и программном обеспечении и сетях, не являются новшеством, но с каждым годом уходя все дальше от третьей промышленной революции, становятся все более совершенными и интегрированными, вызывая трансформацию общества и глобальной экономики. (К.Шваб). Технологической базой Цифровой экономики являются вычислительные комплексы, оснащённые специальным программным обеспечением на основе математических моделей, вычислительные платформы.

Впечатляющий прогресс в развитии систем управления в технической сфере был порождён значительными успехами естественнонаучных дисциплин, выработавших методологию познания на основе идеи моделирования. Была создана технология построения моделей управляемых процессов, их анализа, выработки на этом основании стратегий управления и процедур адаптации полученного результата к практическим потребностям.

Подобные технологии разработаны и в системах управления экономическими процессами. И так же, как и в технических системах, развитие представлений и успех базировались на развитии моделей управляемых процессов и методов их исследования, начиная от простейших экономических таблиц физикратов (Ф. Кенэ, 1758 г) и моделей «невидимой руки», которая устанавливает равновесие спроса и предложения в стихийной экономике (А.Смит) до моделей межотраслевого баланса (В. Леонтьев), моделей государственного регулирования (Дж. М. Кейнс), технократических обоснований Дж.К.

<sup>1</sup> [http://www.mathnet.ru/php/presentation.phtml?option\\_lang=rus&presentid=22033](http://www.mathnet.ru/php/presentation.phtml?option_lang=rus&presentid=22033)

Гелбрейта и моделей рынка с совершенной конкуренцией (К. Эрроу), основанных на теоремах о существовании неподвижных точек точно-множественных отображений.

Так, один из выводов теории управления гласит: Рыночная экономика – это децентрализованная система управления взаимодействием экономических агентов в обществе, и она не может решить все проблемы социально-экономического развития общества.

Необходимо рациональное государственное регулирование.

И как отметил Президент РФ В.В. Путин: «Механизмы искусственного интеллекта обеспечивают в режиме реального времени быстрое принятие оптимальных решений на основе анализа гигантских объёмов информации, так называемых больших данных, что даёт колоссальные преимущества в качестве и результативности»<sup>2</sup>. Это акцентировано прозвучало в Указе Президента США<sup>3</sup> о сохранении американского лидерства в области искусственного интеллекта. Опубликовано 11 февраля 2019.

В этой ссылке, в разделе [инфраструктурная технология](#), размещена статья «Почему США нужна стратегия для ИИ?», где повторяются слова из Указа Трампа, очень важные для организации исследований. В результате нашего долгосрочного акцента на фундаментальные исследования и разработки, Америка была лидером в ИИ (AI) с момента его создания. Американская инициатива ИИ будет опираться на этот успех, используя нашу НИОКР (R & D), экосистему промышленности, научных кругов и правительства и приоритезируя федеральные инвестиции передовых идей, которые могут принести непосредственную пользу американскому народу. *Неотъемлемой частью инициативы станут федеральные агентства, разрабатывающие бюджеты НИОКР в области ИИ для поддержки их основных задач.* Но для воплощения этих идей в реальность нам нужна инфраструктура. *Для ИИ это означает данные, модели и вычислительные ресурсы».*

Если ставить проблему использования технологий ИИ в задачах управления, прогнозирования, в финансах, то необходимо иметь модели предметных областей, адаптированные к применению схем ИИ. Именно через разработку моделей мы и можем войти в этот тренд.

Приведенные представления широко изложены в статье [Горелов, Ерешко, 2018]. Повторим высказывание, имеющее непосредственное отношение к теме, из книги-манифеста Клауса Шваба [Шваб, 2016], «...Дизруптивные изменения, которые несет четвертая промышленная революция, перепределяют деятельность государственных учреждений и организаций... Новые технологии и социальные группировки и взаимодействия, которые ими обеспечиваются, позволяют практически кому угодно оказывать влияние на ситуацию и при этом такими способами, о которых невозможно было бы подумать еще несколько лет назад...». Например, на основе процессов самоорганизации при совместном принятии государственных решений. Одной из таких технологий является *технология блокчейн* (специальная технология ведения распределенных реестров с использованием криптографических алгоритмов и алгоритмического достижения консенсуса).

Согласно данному мнению, принятие решений в экономике будет базироваться на вычислительных платформах, отражающих отдельные функциональные отрасли, что весьма близко к идеям А.И. Китова и В.М. Глушкова о создании ОГАС.

В Приложении приводятся схематичные описания Цифровых платформ, и для данного изложения важно, что во всех описаниях присутствуют модели. Основной тезис, который декларируется в данной работе, состоит в том, что исходным каркасом платформ являются модели взаимодействия активных элементов, и к решению задач принятия согласованных решений необходимо привлечение теоретических конструкций механизмов управления.

В ряду технологий ИИ находятся интеллектуальные технологии использования всевозможных достижений вычислительных и информационных наук, базирующихся на математическом моделировании, и на понимании необходимости сочетания человеческого и машинного потенциалов.

### Государственно-частное партнерство

В цифровой экономике тем более должен существовать запрос на разработку теоретических, методических проблем организации хозяйственного партнёрства государства и бизнеса, не рассматриваемых ранее, средствами и методами теории принятия решений, теории управления и исследования операций. Особую актуальность данные исследования приобретают в условиях, когда возникают массово виртуальные вычислительные платформы, и потребность в их координации возрастает многократно.

Государственно-частное партнерство (*Public-Private Partnership, PPP, ГЧП*) – это соглашения между публичной и частной сторонами по поводу производства и оказания инфраструктурных услуг, заключаемые с целью привлечения дополнительных инвестиций и, что еще более важно, как средство повышения эффективности бюджетного финансирования

Со вступлением в силу в 2015 г. федеральных законов №488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» и №224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» в стране создана правовая основа для масштабного развития крупных промыш-

<sup>2</sup> <http://kremlin.ru/events/president/news/60630>

<sup>3</sup> <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/executive-order-maintaining-american-leadership-artificial-intelligence/>

ленно-инфраструктурных систем на основе партнерства государства и бизнеса. Выражения «государственно-частное партнерство» (ГЧП) или «частно-государственное партнерство» (ЧГП) определяют разные системы отношений, складывающиеся между государством и бизнесом. Все зависит от предмета этих отношений и прав собственности. Для анализа этих и подобных проблем приложим аппарат иерархических игр (с правом первого хода) и теории активных систем, который позволяет оценить эффективность операций слияния, объединения, захвата, там, где нарушается симметричность поведения, хотя сохраняется равноправие участников, в смысле достижения ими собственных интересов [Гермейер, 1976], [Ватель, Ерешко, 1973], [Ватель, Ерешко, 1979], [Турко, Цвиркун и др., 2018]. Возможны также случаи, когда предприятия разной формы собственности принимают на себя разные роли во взаимных отношениях, точно так же как на рынке во взаимоотношениях между производителем и потребителем, могут возникнуть неравноправные отношения, кто-то из них проявляет диктат и получает право первого хода (модели Курно, Штакельберга, Гермейера). Наконец, возможны ситуации, когда и государственные предприятия и частные предприятия функционируют в среде законов и положений, которые устанавливает государство, как власть и законодатель. Тогда на государственные предприятия и частные предприятия могут распространяться различные юридические нормы, например, различные схемы налогообложения. В этих постановлениях наряду с предприятиями разной формы собственности необходимо рассматривать и участие координатора и использовать для краткости описания его деятельности термин Центр. Предметом его регулирования выступают общественные отношения, возникающие между органами государственной власти и субъектами промышленного сектора экономики при осуществлении различных инструментов государственного воздействия на деятельность компаний. В качестве инструментов государственного воздействия на субъекты промышленной деятельности могут быть как меры экономического стимулирования, так и меры государственного регулирования (императивные предписания и запреты).

**Иллюстративный пример.** Рассмотрим модели функционирования производства в виде задач нелинейного и линейного программирования. На основе этих положений можно сформулировать варианты моделей организации ГЧП, как типичных задач исследования операций. При этом могут быть учтены разнообразные правовые условия организации ГЧП, которые сформулированы выше.

**Исходная обстановка операции в линейном случае.** Приведем описание исходной позиции предприятий перед принятием решения об организации ГЧП на примере *линейных* моделей. (примеры: межотраслевые балансовые модели Леонтьева, линейные производственные процессы Канторовича-Купманса).

*Исходная модель государственного предприятия (ГП),*

*Производство 1* имеет свои цели  $(c_1, x_1) \rightarrow \max$ , свои технологические возможности  $A_1 x_1 \leq b_1$ , и решает задачу максимизации функции цели  $f_1^{opt} = \max_{x_1 \in X_1} (c_1, x_1)$

Набор технологий у Производства ГП мы принимаем в виде матрицы  $A_1$ .

Рассмотрим проект ГЧП, который ставит перед собой задачу повышения эффективности производства. В принятой записи это намерение выражается в трансформации технологических способов, а значит, в общем случае в изменении набора технологий. Положим, что в системе имеется ещё один набор технологий в виде матрицы  $A_2$  в другом Производстве ЧП.

*Производство 2 частного предприятия (ЧП)* имеет свои интересы, свои технологические возможности и свои стратегии

$$(c_2, x_2) \rightarrow \max, X_2 = \{x_2 \in E_{n_2}^+ | A_2 x_2 \leq b_2\}, f_2^{opt} = \max_{x_2 \in X_2} (c_2, x_2)$$

Далее будем считать, что системы ограничений совместны, т.е. существуют такие векторы  $x_{2,0} \geq 0$ , для которого  $A_2 x_2 \leq b_2$ , и множество  $X_2 = \{x_2 \in E_{n_2}^+ | A_2 x_2 \leq b_2\}$  ограничено. При этом можно рассмотреть различные формы трансформации набора технологий: присоединение, приобретение, поглощение, объединение. Соответственно будут сформированы различные задачи, отвечающие каждой схеме организации.

**Модель приобретения ресурсов, игра с правом первого хода, ЧГП.** Положим, что игрок ЧП принимает решение: обратиться к игроку ГП с предложением о продаже ему части ресурсов. Эта ситуация описывается теоретико-игровой моделью с правом первого хода [Ватель, Ерешко, 1979].

Первый шаг осуществляет первый игрок ЧП. Он предлагает цену  $P$  на приобретаемый ресурс объёма  $y$ . Игрок ГП решает оптимизационную задачу о выборе стратегии в предлагаемых условиях

$$[(c_2, x_2) + py] \rightarrow \max, A_2 x_2 \leq b_2 - y, \\ f_2^{opt}(D) = \max_{\substack{x_2 \in X_2 \\ b_2 \geq y \geq 0}} [(c_2, x_2) + py], X_2 = \{x_2 \in E_{n_2}^+ | A_2 x_2 \leq b_2 - y\},$$

где символ  $D$  характеризует изменённую модель.

В результате игрок ГП формирует оптимальный отклик  $y_2^{opt}(p)$ .

Игрок ЧП решает задачу о выборе своей стратегии  $x_1, p$  с учётом оптимального ответа игрока ГП:

$$[(c_1, x_1) + p y_2^{opt}(p)] \rightarrow \max, A_1 x_1 \leq b_1 - y_2^{opt}(p) \\ f_1^{opt}(D) = \max_{x_1 \in X_1} [(c_1, x_1) + p y_2^{opt}(p)]$$

здесь  $X_1(p) = \{x_1 \in E_{n_1}^+ | A_1 x_1 \leq b_1 + y_2^{opt}(p)\}$  технологическое множество.

Эффективность операции определится из условия превышения полученных выигрышей игроков с символом  $D$  над выигрышами до операции об организации ГЧП:  $f_1^{opt}(D) > f_1^{opt}$ ,  $f_2^{opt}(D) > f_2^{opt}$ .

### Модели управлений и менеджмент

**Роль «грубых» моделей.** Модели указанного типа находят своё применение при разработке сценариев вычислительных экспериментов для имитационных систем на базе цифровых платформ при большой размерности модельных комплексов. Но есть и другая сторона. Нобелевская премия 2016 года по экономике была присуждена Оливеру Харту (Гарвардский университет, США) и Бенгту Хольстрёму (Массачусетский технологический институт, США) за их вклад в теорию контрактов, которая базируется на моделях взаимодействия иерархического характера. В Пресс релизе отмечается, что их анализ оптимальных контрактов закладывает интеллектуальный фундамент для разработки стратегий и институтов во многих областях, от законодательства о банкротстве до политических конституций.

**Умное управление.** Отметим, что в ИПУ РАН своевременно отреагировали на необходимость разработок в теории управления в новых социально-экономических условиях. Была издана книга [9], где было отмечено, что современный менеджмент предлагает руководителю эмпирический набор лучших практик (best practices) – решений, принятых другими руководителями в некоторых типовых ситуациях и оказавшихся эффективными в этих ситуациях. Традиционно, менеджмент уделял основное внимание концептуальному уровню и уровню реализации, почти не делая акцентов на прогнозировании реакций управляемой системы на те или иные управляющие воздействия. Теория управления, наоборот, исследовала, в основном, задачи синтеза оптимальных механизмов управления и модели реакций управляемой системы на те или иные управляющие воздействия.

Здесь автор считает уместным в продолжение идей коллег из ИПУ РАН выдвинуть позитивный тезис о сочетании достижений отечественной школы принятия решений с успешными проектами в западной практике: предлагается использовать технологию поиска, развитую в нейросетевых вычислительных системах, для целенаправленного выбора стратегий принятия решений из набора практически успешных опытов. Это будет эффективным приложением искусственного интеллекта к задачам принятия решений.

**Собственный опыт.** В публикации [Ерешко (2), 2017] приводятся результаты вычислительных экспериментов на базе оригинальной модели: установлен факт возможности резкого снижения кредитных ставок для заёмщиков путём эффективного субсидирования банков.

### Децентрализация управления

Проблемы информированности и децентрализации являются одними из главных в теории принятия решений и привлекали внимание мыслителей всех эпох<sup>4</sup>. Опыт показывает, что на практике управление достаточно сложными организационными системами осуществляется по иерархическому принципу. Отсюда можно сделать вывод о том, что децентрализованное управление является более эффективным. Однако объяснить причину эффективности децентрализации управления затруднительно. Объяснение было предложено в начале 70-х годов прошлого века Ю.Б. Гермейером и Н.Н. Моисеевым: если лицо, принимающее решения, передаст часть своих полномочий по выбору решений каким-то агентам, то совместными усилиями можно будет своевременно обработать большие объемы информации и за счет этого сделать управление более эффективным. Построить формальные математические модели, позволяющие описать этот эффект, долгое время не удавалось. Решение получено в работе [Горелов, Ерешко, 2018], где рассматривается задача управления организационной системой в условиях внешней неопределенности. Исследуется вопрос о целесообразности децентрализации управления в зависимости от доступного объема информации о неопределенных факторах. Проведен сравнительный анализ при централизованном и децентрализованном способах управления.

### Управляемая система

Рассмотрим простейшую модель принятия решений в условиях неопределенности. Управление рассматриваемой системой осуществляется путем выбора управления  $W$  из множества  $W$ .

Кроме того, на результат управления влияет значение неопределенного фактора  $\alpha$ , выбор которого не контролируется лицом, принимающим решение. Параметр  $\alpha$  может принимать любое значение из множества  $A$ .

Целью управления является максимизация значения  $g(w, \alpha)$  функции  $g: W \times A \rightarrow R$  (как обычно  $R$  – множество действительных чисел).

Функцию  $g$  будем считать непрерывной на декартовом произведении  $W \times A$ .

Предположим далее, что рассматриваемая управляемая система “технологически структурирована”. А именно, множество  $W$  может быть представлено, как декартово произведение  $W = U \times V^1 \times V^2 \times \dots \times V^n$ .

<sup>4</sup> См. напр. <https://en.wikipedia.org/wiki/Decentralization>

Таким образом, управление  $w \in W$  может быть записано в виде  $w = (u, v^1, v^2, \dots, v^n)$ , где  $u \in U, v^i \in V^i, i = 1, 2, \dots, n$ .

**Модель централизованного управления системой**

Будем считать, что выбор управления  $w \in W$  осуществляет одно лицо, принимающее решения (Центр). При этом Центр может получать достоверную информацию о реализовавшемся значении неопределенного фактора  $a$ , но объем информации, которую он способен получить и своевременно обработать ограничен.

Предположим, центр способен переработать  $l$  бит информации.

Выбор содержания этой информации – это право Центра.

Здесь и далее  $\Phi(X, Y)$  будет обозначать семейство всех функций, отображающих множество  $X$  в множество  $Y$ .

Поскольку Центру доступны  $l$  бит информации, эта информация может быть закодирована словами  $s = (s_1, s_2, \dots, s_l)$ , где каждый символ  $s_i, i = 1, 2, \dots, l$  принадлежит множеству  $\{0, 1\}$ . Таким образом, все сообщения о значении неопределенного фактора, которые Центр может получить, принадлежат множеству  $S = \{0, 1\}^l$  (декартовой степени множества  $\{0, 1\}$ ).

Будем считать, что для каждого значения  $a \in A$  центр вправе выбрать сообщение  $P(a) \in S$ , которое соответствует реализации значения параметра  $a$ .

Таким образом, Центр фактически выбирает функцию  $P \in \Phi(A, S)$ .

Кроме того, для каждого сообщения  $s \in S$ . Центр вправе выбрать свое управление  $w \in W$ . То есть, по сути, центр выбирает функцию  $w \in \Phi(S, W)$ .

Подводя итоги, скажем, что стратегиями Цента являются пары  $(w_*, P)$  из множества  $\Phi(S, W) \times \Phi(A, S)$ . Если центр выберет такую стратегию  $(w_*, P)$  и реализуется значение неопределенного фактора  $a$ , то выигрыш Центра составит  $g(w_*(P(a)), a)$ .

Если значение неопределенного фактора  $a$  Центру заранее не известно, то выбор стратегии  $(w_*, P)$  гарантирует ему получение выигрыша равного

$$\inf_{a \in A} g(w_*(P(a)), a),$$

а его максимальный гарантированный результат составит

$$R_0 = \sup_{(w_*, P) \in \Phi(S, W) \times \Phi(A, S)} \inf_{a \in A} g(w_*(P(a)), a).$$

Обозначим  $m = 2^l$ . Слово  $s = (s_1, s_2, \dots, s_l) \in S$  можно естественным образом отождествить с натуральным числом из множества  $\{0, 1, \dots, m - 1\}$ , которое имеет двоичную запись  $s_1, s_2, \dots, s_l$ . В дальнейшем такое отождествление будем делать без особых оговорок

Обозначим  $w_s = w_*(s)$ .

Тогда максимальный гарантированный результат Центра

$$R_0 = \max_{(w_0, w_1, \dots, w_{m-1}) \in W^m} \min_{a \in A} \max_{s=0, 1, \dots, m-1} g(w_s, a).$$

**Модель децентрализованного управления системой**

Рассмотрим иную схему управления той же системой.

Предположим, что Центр передоверяет выбор управления  $v^i \in V^i$  некоторому агенту  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ).

Будем считать, что интересы агента  $i$  описываются стремлением к максимизации функции  $h^i(u, v^i, a)$  (т.е. не зависят от выборов других агентов).

Право выбора управления  $u \in U$  Центр оставляет за собой. При этом, как и в предыдущей модели, до окончательного выбора своего управления он может рассчитывать на получение  $l$  бит информации о неопределенном факторе, и содержание этой информации вправе выбирать он сам

Таким образом, стратегиями Центра будут пары  $(u_*, P)$  функций  $u_* \in \Phi(S, U)$  и  $P \in \Phi(A, S)$ . При этом выигрыши Центра и агентов будут определяться выражениями  $g(u_*(P(a)), v^1, v^2, \dots, v^n, a)$  и  $h(u_*(P(a)), v^i, a), (i = 1, 2, \dots, n)$  соответственно.

Будем считать, что Центр обладает правом первого хода, т.е. он первым выбирает и сообщает агентам свою стратегию  $(u_*, P) \in \Phi(S, U) \times \Phi(A, S)$ .

В таком случае агенту  $i$  в момент принятия решения известно значение неопределенного фактора  $a$  и стратегия  $(u_*, P)$ , а, значит, и значение  $u_*(P(a))$ , т. е. ``физическое`` управление, которое должен выбрать Центр. Таким образом, для этого агента задача принятия решений превращается в задачу оптимизации.

Выпишем явную формулу для максимального гарантированного результата.

При любом выборе стратегии  $(u_*(P(a)))$  множество значений функции  $u_*(P(a))$  состоит из  $m$  точек (некоторые из которых могут совпадать).

Фиксируем набор  $(u_0, u_1, \dots, u_{m-1}) \in U^m$ .

Если Центр выберет управление  $u_s$ , и реализуется значение неопределенного фактора  $a$ , то агент  $i$  может выбрать любое управление из множества

$$E^i(u_s, a) = \{v^i \in V^i: h^i(u_s, v^i, a) = \max_{\omega^i \in V^i} h^i(u_s, \omega^i, a)\},$$

поэтому Центр вправе рассчитывать на получение результата

$$\min_{v^1 \in E^1(u_s, a)} \min_{v^2 \in E^2(u_s, a)} \dots \min_{v^n \in E^n(u_s, a)} g(u_s, v^1, v^2, \dots, v^n, a).$$

Выбор набора  $(u_0, u_1, \dots, u_{m-1}) \in U^m$  – это прерогатива Центра. Таким образом, получаем следующий результат.

Максимальный гарантированный результат Центра в рассматриваемой модели равен

$$R_1 = \sup_{(u_0, u_1, \dots, u_{m-1}) \in U^m} \min_{a \in A} \max_{s=0,1,\dots,m-1} \min_{v^1 \in E^1(u_s, a)} \min_{v^2 \in E^2(u_s, a)} \dots \min_{v^n \in E^n(u_s, a)} g(u_s, v^1, v^2, \dots, v^n, a)$$

**Теорема** [Gorelov & Ereshko, 2019]. Если интересы агентов «плохо согласованы» с интересами Центра, то всегда выгоднее централизованное управление. Если же интересы Центра и агентов «хорошо согласованы», то при больших значениях доступных ему объемов информации  $l$  выгоднее централизация управления, а при малых значениях  $l$  предпочтительнее децентрализованное управление.

В целом эти выводы соответствуют содержательным представлениям. Следует особо подчеркнуть, что результат справедлив и при интервальной и при стохастической неопределенности.

### Заключение

Общая теория управления в настоящее время располагает мощными формальными средствами: модельным инструментарием, математическим аппаратом, вычислительными средствами, собственной методологией, составляющими которой выступают теория принятия решений, исследования операций, управления динамическими системами, теория игр, системный анализ. Однако эта методология не востребована.

По мнению автора, причина состоит в том, что отсутствует адекватное содержательное представление о существовании управления и власти, т.е. модельное описание. Никакими организационными решениями невозможно построить адекватную модель трансформации системы власти, соответствующая конструкция вызреет постепенно, и главный критерий – это решение общества.

### Литература

1. Горелов М.А., Ерешко Ф.И. О моделях централизации и децентрализации управления в цифровом обществе // *Контуры цифровой реальности: Гуманитарно-технологическая революция и выбор будущего* / Под ред. В.В.Иванова, Г.Г. Малинецкого, С.Н. Сиренко. М.: Ленанд, 2018. С. 187–202.
2. Шваб К. Четвертая промышленная революция/ Пер. с англ. Предисловие Греф Г.О. – М.: «Эксмо», 2016 – с.138.
3. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. М.: Наука, 1976. – 328 с.
4. Ватель И.А., Ерешко Ф.И. Математика конфликта и сотрудничества. М., Знание, 1973. – 60 с.
5. Ватель И.А., Ерешко Ф.И. Игры с иерархической структурой. М., Математическая энциклопедия, т.2, 1979. – 478-482 с.
6. Ерешко Ф. И. Теория иерархических игр в приложении к законотворчеству в цифровом обществе. *Бизнес в законе*. // *Computational nanotechnology*, 2017, №2, С. 52–58.
7. Турко Н.И., Цвиркун А.Д., Чурсин А.А., Ерешко Ф.И. Синтез организационных структур в крупномасштабных проектах цифровой экономики. // *Автоматика и Телемеханика*. 2018. №103. С. 121 – 142. DOI: 10.31857/S00052310001875-6.
8. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. М.: Наука, 1977. – 255 с.
9. Механизмы управления: Учебное пособие/Под ред. Д.А. Новикова. М.: ЛЕЛАНД, 2011. – 192 с. (Умное управление).
10. Ерешко Ф.И. Анализ влияния субсидий в модели финансовой коалиции. Труды Седьмой Международной конференции «Системный анализ и информационные технологии» САИТ – 2017 (13 – 18 июня 2017 г., г. Светлогорск, Россия). Проект РФФИ №17-07-20207. С. 537-546.
11. Gorelov M.A. and Ereshko, F.I., “Awareness and Control Decentralization,” *Automation and Remote Control*, 2019, vol. 80, issue. 6, pp. 1063–1076.

### References in Cyrillics

1. Gorelov, M.A., Ereshko, F.I. O modelyax centralizacii i decentralizacii upravleniya v cifrovom obshhestve // *Kontury` cifrovoj real`nosti: Gumanitarno-texnologicheskaya revolyuciya i vy`bor budushhego* / Pod red. V.V.Ivanova, G.G. Malineczkogo, S.N. Sirenko. M.: Le-nand, 2018. S. 187–202.
2. Shvab K. Chetvertaya promy`shlennaya revolyuciya/ Per. s angl. Predislovie Gref G.O. – M.: «E`ksmo», 2016 – s.138.
3. Germejer Yu.B. Igrы` s neprotivopozhny`mi interesami. M.: Nauka, 1976. – 328 s.
4. Vatel` I.A., Ereshko F.I. Matematika konflikta i sotrudnichestva. M., Znanie, 1973. – 60 s.

5. Vatel` I.A., Ereshko F.I. Igrы` s ierarxicheskoy strukturoj. M., Matematicheskaya e`nciklo-pediya, t.2, 1979. – 478-482 s.
6. Ereshko F. I. Teoriya ierarxicheskix igr v prilozhenii k zakonotvorchestvu v cifrovom ob-shhestve. Biznes v zakone. // Computational nanotechnology, 2017, №2, S. 52–58.
7. Turko N.I., Czvirkun A.D, Chursin A.A., Ereshko F.I. Sintez organizacionny`x struktur v krupno-masshtabny`x proektax cifrovoy e`konomiki. // Avtomatika i Telemexanika. 2018. №103. S. 121 – 142. DOI: 10.31857/S000523100001875-6.
8. Burkov V.N. Osnovy` matematicheskoy teorii aktivny`x sistem. M.: Nauka, 1977. – 255 s.
9. Mexanizmy` upravleniya: Uchebnoe posobie/Pod red. D.A. Novikova. M.:LELAND, 2011. – 192 s. (Umnoe upravlenie).
10. Ereshko F.I. Analiz vliyaniya subsidij v modeli finansovoy koalicii. Trudy` Sed`maya Mezhdunarodnaya konferenciya «Sistemny`j analiz i informacionny`e tehnologii» SAIT – 2017 (13 – 18 iyunya 2017 g., g. Svetlogorsk, Rossiya). Proekt RFFI №17-07-20207. S. 537-546.

*Ерешко Феликс Иванович (fereshko@yandex.ru)*

#### **Ключевые слова**

стратегическое управление и менеджмент, иерархические игры, теория активных систем, коалиции, децентрализация, государственно-частное партнёрство, диверсификация

#### ***Felix Ereshko. Modeling in the development of decision support systems***

#### **Keywords**

strategic management and management, hierarchical games, theory of active systems, coalitions, decentralization, public-private partnership, diversification

DOI: 10.34706/DE-2020-04-07

JEL classification C73 Stochastic and Dynamic Games

#### **Abstract**

Survey author's idea of transformations of the ideas and the practices of management is given in modern conditions of the arising digital economy. Statements of public-private partnership, centralization and decentralization and some results are stated