

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ



DOI: 10.26794/2304-022X-2019-9-3-17-27

УДК 338.2,330.4,004(045)

JEL C02, C65, O20, O21, P11

## Вопросы адаптации математического инструментария сценарного моделирования в цифровой среде многоуровневого стратегического управления

О.М. Писарева

Государственный университет управления, Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-1156-4544>

## АННОТАЦИЯ

Цифровая трансформация оказывает существенное влияние на функционирование институтов государства и общества. Актуальным становится совершенствование методологии стратегического планирования в сфере публичного администрирования с опорой на активно формирующуюся цифровую платформу управления и разработку процессного концепта технологии поддержки принятия иерархии управленческих решений, адаптированной к неопределенности среды развития. В этой связи рассмотрены структурные элементы системы сценарного моделирования. Определены ключевые аспекты формализации задач сценарного моделирования и основные параметры настройки аналитического и компьютерного инструментария ее реализации, учитывающие возможности цифровых технологий управления и специфику институциональных основ многоуровневого стратегического планирования в Российской Федерации. Полученные результаты позволяют алгоритмизировать функции интеллектуальной системы сценарного моделирования при поддержке решения задач стратегического целеполагания и программирования.

**Ключевые слова:** сценарное моделирование; стратегическое планирование; многоуровневое управление; цифровая среда развития

**Для цитирования:** Писарева О.М. Вопросы адаптации математического инструментария сценарного моделирования в цифровой среде многоуровневого стратегического управления. *Управленческие науки*. 2019;9(3):17-27. DOI: 10.26794/2404-022X-2019-9-3-17-27

## ORIGINAL PAPER

## Adaptation of Mathematical Tools for Scenario Modeling in a Digital Environment of Multilevel Strategic Management

O.M. Pisareva

State University of Management, Moscow, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-1156-4544>

## ABSTRACT

The deepening of the digital transformation process has a significant impact on the functioning of the institutions of the state and society. The improvement of the methodology of strategic planning in the public administration sphere on the digital platform formation basis and the process concept development for a technology of hierarchy management decisions support adapted to the uncertainty of the development environment becomes relevant. The structural elements of the scenario modeling system are considered. The key aspects of the formalization of scenarios modeling tasks and the basic settings of the analytical and computer tools for its implementation are identified have taking into account the capabilities of digital management technologies and the institutional foundations of multi-level strategic planning in the Russian Federation. The obtained results will allow forming the basis of the algorithmization of functions for an intelligent system of scenario modeling with the support of solving tasks of strategic goal-setting and programming.

**Keywords:** scenario modeling; strategic planning; multilevel management; digital development environment

**For citation:** Pisareva O.M. Adaptation of mathematical tools for scenario modeling in a digital environment of multilevel strategic management. *Upravlencheskie nauki = Management Sciences in Russia*. 2019;9(3):17-27. (In Russ.). DOI: 10.26794/2404-022X-2019-9-3-17-27

## Введение

Процессу цифровой трансформации государственного управления в нашей стране почти 20 лет. Уже в рамках программы «Электронная Россия (2002–2010 гг.)» существенно корректировался подход к формированию инфраструктуры информационного общества: от оснащения органов исполнительной власти компьютерным и коммуникационным оборудованием к процессу комплексной автоматизации государственных функций. Это потребовало адаптации информационно-технологических решений и перестройки структуры и процессов госуправления на основе концепции реформирования всей системы публичного администрирования. Как итог — к настоящему времени, по оценкам экспертных служб ООН, Россия уверенно находится среди лидеров по развитию цифровых государственных услуг (департамент общественных институтов и цифрового управления ООН — Division for Public Institutions and Digital Government<sup>1</sup>). Тем не менее исследования показывают, что реализация в цифровой среде собственно *функций* государственного управления пока остается недостаточной [1, 2].

Безусловно, процесс оказания электронных услуг составляет важное, но не исчерпывающее направление деятельности институтов государственной власти и информатизации всех процессов публичного управления. В первую очередь это относится к сфере разработки национальных стратегий и планов перспективного развития, что во многом объясняется отставанием регулярных научно-практических исследований по совершенствованию методологии и инструментария стратегического планирования, вызванным деструктивными последствиями перехода к новой политической и экономической модели государственного устройства в 1990-х гг. Это повлияло как на возможность адаптации отечественного организационного и методического обеспечения государственного перспективного планирования, так и на синхронизацию эволюционного развития теоретических подходов в области стратегического управления [3]. В этой связи важно решить задачу адаптации и настройки инструментария стратегического планирования, учитывая

как требования меняющихся условий социально-экономического развития страны, включая влияние цифровой трансформации на состав и содержание управленческих задач в сфере госуправления [4], так и глобальные технологические и экономические изменения в системе мирохозяйственных связей, предопределяющих дальнейший рост влияния факторов неопределенности развития. В данном контексте востребованы методы и алгоритмы *вариантного* анализа и разработки стратегических планов при формировании целей/ориентиров и программ/проектов развития, устойчивых к турбулентной среде будущего и обеспечивающих удовлетворительные целевые параметры общественного прогресса на долгосрочных горизонтах планирования. Основная цель проведенного исследования — анализ влияния цифровой трансформации управления на развитие математического инструментария метода сценариев и определение на этой основе характеристик структуры комплекса сценарного моделирования, учитывая изменения принципа и метрики оценки вариантов плановых решений в среде многоуровневого управления.

## Методы

Одним из достаточно известных и применяемых на практике способов работы с неопределенностью будущего в управлении социально-экономическими системами является метод сценариев [5–7]. Вместе с тем вопросы разработки и применения математического инструментария сценарного моделирования в рамках формирования *цифровой платформы* аналитической поддержки решения задач стратегического планирования требуют, с нашей точки зрения, акцентированного и углубленного анализа. Развитие концептуальных основ и теоретического аппарата метода сценариев в контексте совершенствования методологии и инструментария стратегического планирования в цифровой среде государственного управления составляет одно из ключевых условий разработки *организационных инноваций* в сфере публичного администрирования, определяющих эффективность национальной модели управления развитием и обеспечивающих конкурентоспособность и устойчивость государства. Отметим, что в данном контексте электронное правительство (точнее набор цифровых технологий реализации государственных функций) можно рассматривать как элемент системы индикативного управления

<sup>1</sup> Информационный портал Отдела государственных учреждений и цифрового правительства Департамента по экономическим и социальным вопросам ООН. URL: <https://publicadministration.un.org/ru/Research/UN-e-Government-Surveys> (дата обращения: 05.05.2019).

национальным развитием. Помимо обеспечения физическим и юридическим лицам доступа к унифицированным публичным сервисам, оно также создает/предоставляет инфраструктуру взаимодействия экономических и социальных агентов друг с другом (верификация транзакций) и с регуляторным механизмом государства. Это, в частности, существенно для идентификации и согласования множества локальных наборов инициатив и планов: проектируются индивидуальные траектории развития, скоординированные с декларируемыми общенациональными целями и задачами стратегического развития страны, включая механизм общественного обсуждения проектов документов стратегического планирования (далее — ДСП) на различных уровнях управления.

С исходной методологической основой формирования методов вариативного планирования и спецификой «классического» сценарного подхода в управлении можно ознакомиться в трудах таких отечественных и зарубежных исследователей, как Р. Амара, П. К. Анохин, В. А. Базаров, Р. Бредфильд, П. Вак, А. Винер, М. Годэ, Т. Гордон, Г. Кан, Н. А. Ковалевский, Н. Д. Кондратьев, В. В. Кульба, Л. Ростен, Е. Д. Соложенцев, А. В. Суворов, К. ван дер Хейден, О. Ю. Шибалкин, П. Шумейкер, С. А. Юдицкий, Ю. В. Яременко и др. В теории и практике организационного управления современная трактовка термина «сценарий» (связанных с ним понятий «метод сценариев», «сценарное моделирование») в содержательном смысле включена в систему онтологий управления изменениями развитием социально-экономических систем различного масштаба. К сегодняшнему дню накоплен немалый опыт применения методов сценарирования в сферах государственного и корпоративного управления [8–10].

Наиболее интересны и операциональны, по мнению автора, концептуальные подходы и организационные механизмы применения метода сценариев в системе государственного стратегического планирования Индии и Сингапура. Так, в 2014 г. правительством Н. Моди было принято решение свернуть деятельность Плановой комиссии (Planning Commission) правительства Индии, исторически восходившей к работе Национального комитета по планированию (National Planning Committee), созданному еще в конце 1930-х гг. под влиянием советского опыта пятилетнего пла-

нирования. Руководство Индии не отказалось от использования инструментария стратегического планирования: произошла перестройка механизма централизованного управления развитием на основе создания центра аналитических компетенций в области перспективного планирования — в 2014 г. был сформирован Национальный институт по трансформированию Индии (The National Institution for Transforming India, NITI Aayog). В организационной структуре NITI Aayog опирается на два функциональных концентратора (хаба): центр команд Индии (Team India Hub) и центр знаний и инноваций (Knowledge and Innovation Hub). Первый из них реализует взаимодействие центрального правительства и органов исполнительной власти штатов в сфере разработке программ развития, второй — обеспечивает аналитическую поддержку разработки и согласования инициатив развития. С учетом современных тенденций формирования системы электронного правительства и потенциала сектора ИКТ индийской экономики было предложено создать общую цифровую платформу координации решения межотраслевых и межрегиональных вопросов для ускорения разработки и повышения качества программ развития. Поддержка формирования и обеспечение вариативности стратегических планов осуществляются центром управленческих компетенций (State of the Art Resource Centre), выступающим как хранилище результатов исследований по вопросам рационального управления и сервисная платформа разработчиков плановых решений, в том числе при выполнении сценарных прогнозных и плановых расчетов. Это обеспечивает согласование интересов государства и отдельных штатов по всему спектру проектов развития. В настоящее время совершенствование цифровых технологий в интересах государственного управления включено в стратегическое направление использования систем и методов искусственного интеллекта в интересах планирования устойчивого развития Индии [11]. В Сингапуре аналитическую поддержку деятельности созданной в 2015 г. Стратегической группы премьер-министра осуществляет Центр стратегического будущего (Centre for Strategic Futures). В сферу его деятельности вошла проблематика разработки сценариев развития на основе обобщения видения правительством перспектив страны с использованием инструментария компьютерного моделирования, развиваемого на-

чина с 1995 г. Офисом сценарного планирования (Scenario Planning Office)<sup>2</sup>.

На формирование математического аппарата для эффективного использования методов вариантного планирования существенное влияние оказали исследования российской (советской), американской и французской школ сценирования социально-экономического развития [12–15]. Характеристика концепций и инструментов сценарного моделирования приведена в целом ряде обзорных работ [16–18]. В рамках исследования автором проведен анализ состояния аналитического инструментария стратегического планирования на основе наиболее распространенных теоретических и прикладных моделей обоснования и оценки стратегических решений в задачах планирования и программирования национального развития, охарактеризованный в работах [4] и [19]. Полученные результаты и выявленные закономерности показали необходимость разработки гетерогенного подхода к использованию математических методов анализа социально-экономических процессов, включая обоснование мер регулирования и планирования развития социально-экономических систем на основе сценарного моделирования, построение концептуальной схемы и алгоритмического обеспечения [20–22].

## Результаты

Для формализации сценарного подхода в системах распределенного и многоканального управления наиболее существенны описания ряда концептов и их характеристик. С формальных позиций реализация функции стратегического планирования состоит в решении задачи выбора [23], однако к моменту начала процедуры разработки проекта плановых решений стратегического характера далеко не все исходные данные являются определенными. Традиционно в теории принятия решений вводится следующая дифференциация неопределенности по степени ее проявления:

- полная определенность;
- интервальная неопределенность;
- вероятностная неопределенность;
- нечеткая неопределенность;
- полная неопределенность.

<sup>2</sup> Pioneers of the next generation. Report of the Committee on the Future Economy. Singapore: Prime Minister's Office; 2017. 133 p. URL: <https://www.gov.sg/~media/cfe/downloads/cfe%20report.pdf?la=en> (дата обращения: 05.05.2019).

С содержательных позиций метод сценариев состоит в реализации набора операций, направленных на снятие имеющейся неопределенности для формирования корректного варианта управленческого решения в условиях заданных сфер и горизонта планирования.

Для исследуемой нами ситуации введем в описание задачи выбора вектор неопределенных (неизвестных или случайных) факторов  $h$ , представляющий некоторый аспект развития (поведения и/или регулирования) из множества возможных состояний исследуемого объекта и окружающей среды в будущем  $H : h \in H$ . В этих условиях целевая функция субъекта задана на декартовом произведении множеств допустимых действий ( $u$ ) и возможных состояний природы:  $f(u, h) : A \times H \rightarrow R^1$ .

В зависимости от характера информации о состоянии среды и условий развития можно выделить несколько вариантов описания неизвестных характеристик задачи выбора решения:

- *интервальная неопределенность*: известны возможные значения состояний природы из множества  $H$  (заданы границы некоторого диапазона изменений параметров системы и характеристик условий развития  $H(\Delta) = \{h_i(\Delta) | x_i \in [x_-(i); x^-(i)]\}$ , где  $h_i(\Delta)$  — интервальный неопределенный параметр  $i$ -го вида;  $x_-(i)$  — нижняя граница значений параметра  $x_i$ ;  $x^-(i)$  — верхняя граница значений параметра  $x_i$ );

- *вероятностная неопределенность*: известно множество значений и вероятности состояний природы из множества  $H$  (идентифицированы возможные события и вероятности их свершения в случае дискретной случайной величины

$$H(\xi) = \{h_i(\xi) | x_i, P(x_i) = \frac{|\xi(x_i)|}{|\Omega(x)|}\} \text{ или возможное}$$

значение и плотность распределения вероятностей в случае скалярной непрерывной случайной величины  $H(\xi) = \{h_i(\xi) | x_i > \xi, P(\xi < x_i) = \int_{-\infty}^x p_\xi(\tau) d\tau\}$ , где  $h_i(\xi)$  — вероятностный неопределенный параметр;  $P(x_i)$  — вероятность события  $x_i$ ;  $\xi(x_i)$  — ассоциированные с событием  $x_i$  случайные элементарные исходы;  $\Omega(x)$  — конечное множество элементарных исходов;  $P(\xi < x_i)$  — вероятность не превышающего  $x_i$  значения случайной величины  $\xi$ ;  $p_\xi(\tau)$  — функция плотности распределения вероятностей случайной величины  $\xi$ );

- *нечеткая неопределенность*: известна функция принадлежности значений состояния приро-



ды из множества  $H$  некоторому подмножеству  $A$  (фиксирована степень размытости количественных значений того или иного параметра  $H(\mu) = \{h_i(\mu) | \langle x_i \in A \subset X, \mu_A(x_i) \rangle\}$ , где  $h_i(\mu)$  — нечеткий неопределенный параметр;  $A$  — нечеткое множество, заданное на универсальном множестве значений параметров  $X$ ;  $\mu_A(x_i)$  — функция принадлежности значения  $x_i$  нечеткому множеству  $A$ ).

Поскольку в задаче выбора не все параметры и данные известны, задача нахождения оптимальных решений трансформируется в задачу поиска удовлетворительных решений, которую, придерживаясь классических нотаций и обозначений, представленных в работе [24], можно сформулировать так: пусть  $X$  и  $\Omega$  — произвольные множества;  $g$  — функция, отображающая  $X \times \Omega$  в некоторое множество  $V$ , частично или полностью упорядоченное отношением « $\leq$ », и пусть  $\tau$  — функция, переводящая  $\Omega$  в  $V$ , т.е.  $g: X \times \Omega \rightarrow V$  и  $\tau: \Omega \rightarrow V$ .

Тогда задача поиска удовлетворительных решений заключается в следующем: в подмножестве  $X^f$  ( $X^f \subseteq X$ ) требуется найти такое  $\hat{x} \in X^f \subseteq X$ , что

$$g(\hat{x}, \omega) \leq \tau(\omega) \quad \forall \omega \in \Omega. \quad (1)$$

Множество  $\Omega$  называется множеством неопределенностей (или «множеством возмущений»  $\omega$ , представляющее собой множество всех факторов, которые потенциально могут влиять на результирующие характеристики системы),  $\tau$  — функция допустимости (tolerance), а неравенство (1) — критерий удовлетворительности.

Кортеж  $(g, \tau, X^f, \Omega)$  определяет задачу поиска удовлетворительных решений, а  $\hat{x} \in X^f \subseteq X$ , для которого условие (1) выполняется при всех  $\omega$  из  $\Omega$ , будет решением этой задачи. Если целевая функция  $g$  задана в виде выходной функции  $P: X \times \Omega \rightarrow Y$  и оценочной функции  $G: X \times \Omega \times Y \rightarrow V$ ,  $g(x, \omega) = G(x, \omega, P(x, \omega))$ , то множество  $\Omega$  является множеством всех возможных факторов, воздействующих на получаемый результат решения  $\hat{x}$ . Решение  $\hat{x}$  будет удовлетворительным, если оно приводит к значению оценочной функции, не превосходящему заданного уровня  $\tau(\omega)$  при любых  $\omega$  из множества неопределенностей  $\Omega$ .

Приведем сокращенное теоретико-множественное описание построения механизма стратегического планирования развития в многоуровневой организационной системе (далее — МУОС),

используя авторский концепт [21]. Рассмотрим фрагмент экономического пространства, состоящий из отдельных элементов  $e_i$ , где  $i$  — индекс элемента,  $i \in I$ . Тогда исследуемая система описывается конечным дискретным множеством  $E = \{e_i\}$  как объединение подмножеств системных элементов ( $E^\Sigma$ ), элементов системного окружения ( $E^E$ ) и элементов системного фона ( $E^F$ ):  $E = E^\Sigma \cup E^E \cup E^F$ . Административная структура организационной системы может быть представлена ориентированным графом:  $G_A \langle E^\Sigma, D_A \rangle$ , где  $E^\Sigma$  — конечное множество вершин графа, соответствующее подмножеству системных элементов;  $D_A$  — конечное множество ребер/дуг графа, отражающих организационное взаимодействие элементов (связи владения, управления, влияния). Для множества системных элементов можно отразить их уровневое строение. Введя индекс уровня системы  $l$ , получим  $E_l^\Sigma$ ,  $l = \overline{1, L}$ , где  $L$  — число уровней системы. При этом существенно, что в отличие от иерархических моделей в обобщенной многоуровневой модели, представляемой сетевой структурой, направление измерения уровня условно и связано с определением точки отсчета. Естественно поместить на условный «нулевой уровень» управляющий элемент рассматриваемого сложного социально-экономического объекта, с позиций которого решаются управленческие задачи стратегического планирования. Это позволяет ввести распределение локальных центров управления/влияния не по уровням (слоям), а по рангам (сферам) удаленности от глобального центра управления/влияния. Число дуг/звеньев от «условного» ассоциативного центра интегрированной МУОС может определяться с учетом роли структурных элементов: управление, координация, исполнение, коммуникация. Такая объемная сетцентрическая (сферическая) форма построения модели описания сложного социально-экономического объекта удобна для визуализации его пространственной структуры. Соответствующее множество индексов управляющих элементов системы на различных уровнях управления обозначим  $I_l^\Sigma$ . Рассматриваемые элементы строения МУОС, структуры внешней среды (системного окружения и системного фона) и управления ассоциированы с наборами (векторами) переменных сценарной модели: вектор эндогенных переменных  $y$ ,  $y \in Y$ , где  $Y$  — множество эндогенных переменных; вектор экзогенных переменных  $x$ ,  $x \in X$ , где  $X$  —

(с учетом используемой схемы структуризации пространства развития) вектор, который может быть представлен подмножествами экзогенных переменных, описывающих состояние системного окружения и внешнего фона:  $X = X_E \cup X_F$ ; вектор управляемых переменных  $u$ ,  $u \in U$ , где  $U$  — множество управляемых переменных. Соответственно, получаем модели системы  $M_\Sigma(Y; U; B)$ , системного окружения  $M_E(X)$  и внешнего фона  $M_F(X)$ .

На множестве переменных модели определено множество показателей  $P$  состояния и развития МУОС, полученных на основе измерения (оценки) фактических и прогнозируемых параметров элементов системы ( $P_\Sigma$ ), окружения ( $P_E$ ) и фона ( $P_F$ ):  $p(x, y, u) \in P$ ,  $P = P_\Sigma \cup P_E \cup P_F$  [для краткости описания и удобства восприятия опустим здесь индексы элементов и уровня системы, однако укажем, что в общем случае имеет место зависимость эндогенных переменных от реализуемого управления и воздействия внешних факторов:  $y = f_U(x, u)$ ]. Параметры целевых состояний исследуемой системы можно определить в пространстве социально-экономических показателей —  $t_\Sigma^0(p(x, y, u)) \in T_\Sigma^0$  (наряду с целевыми показателями может быть определено множество контрольных критериев/индикаторов оценки состояний и функционирования системы —  $K_\Sigma^0$ ). В составе целевых ориентиров  $T_\Sigma^0$  следует выделить вектор целевых индикаторов  $i$ -го управляющего элемента  $T_\Sigma^0(i) : (T_\Sigma^0(i) \subseteq T_\Sigma^0, i \in I_\Sigma^0, l = \overline{1, L})$ .

Определим основные временные параметры сценарного моделирования:  $t_0$  — момент начала сценарного исследования;  $t_p$  — исходный момент предшествующего периода (ретроспективного);  $t_f$  — конечный момент последующего периода (периода упреждения);  $\Delta t_\pi$  — интервал времени решения задачи;  $t$  — текущий момент времени,  $t \in [t_0 - \Delta t_\pi; t_f]$ . С учетом введенных обозначений получим следующие характеристики периода сценарного моделирования:  $t_0 - \Delta t_\pi$  — начальный момент (настоящее время в процедуре исследования);  $t_0 - t_p$  — момент начала периода исследования (как правило, в прошлом);  $t_0 + t_f$  — момент окончания исследования (как правило, в будущем);  $T = (t_0 + t_f) - (t_0 - t_p) = t_f + t_p$  — период времени исследования системы;  $T_f$  — горизонт сценария,  $T_f = (t_0 + t_f) - t_0 = t_f$ ;  $\Delta t$  — шаг сценария, может быть постоянным или переменным;  $\Delta t_\pi < t_f$  и, как правило,  $\Delta t_\pi \ll t_p$ ;  $N_f$  — глубина сценария,  $N_f = T_f / \Delta t = [(t_0 + t_f) - t_0] / \Delta t$ .

В рассматриваемой схеме формализации решения задачи вариативного стратегического планирования сценарий развития представляется описанием соотношений введенных в рассмотрение неопределенных факторов развития  $h$  и возможных событий  $\xi$  на горизонте сценария. Соответственно, для определения набора сценарных параметров  $S^0$  субъект управления или исследования (лицо, принимающее или подготавливающее решение — ЛПР: менеджер или аналитик) задает множества неизвестных факторов  $H^0$  и событий  $J^0$ , т.е. вариативность сценария задается набором с парой кортежей сложной структуры  $S^0 = \langle h; \xi \rangle$ . Каждый элемент набора событий  $\xi \in J^0$  представляется количественной характеристикой изменения оцениваемого сценарного параметра (амплитуда единичного импульса) и графом (матрицей) влияния на переменные и параметры модели:  $\xi = \langle I_\xi; G(\xi) \rangle$ .

Особо выделим в общем составе системы сценарного моделирования две ключевые инфраструктурные модели: 1) модель сценария —  $M_S(Y; X; U; H^0; J^0)$  и 2) модель управления сценарием —  $M_{MS}(M_\Sigma; M_E; M_F; U; R_S; M_S)$ , здесь  $R_S$  обозначает систему правил распознавания модельной ситуации  $R_S(P^0(t), T_\Sigma^0; K_\Sigma^0)$ . Эти модели существенным образом определяют архитектуру и функционал автоматизированной системы поддержки технологических этапов сценарного моделирования на горизонте сценария (при этом возможно выявление и оценка аналогий на основе ретроспективного анализа с распознаванием близких условий). Если характеристики гипотетических событий и неопределенностей задаются исследователем до процесса моделирования, то такую модель сценария автором предложено называть пассивной —  $M_S(Y; X; U; H^0; J^0)$  [21]. Если правила распознавания ситуации  $R_S(P^0(t); T_\Sigma^0; K_\Sigma^0)$  задаются в ходе проведения сценарных расчетов, включая определение имплицитированных способов реализации событий и проявления неопределенностей, то такая модель сценария называется активной —  $M_S(Y; X; U; H^0; J^0; R_S)$ . Заметим, что определение «активный» в данном случае не отражает вмешательство аналитика в процесс моделирования, но характеризует свойство самоорганизации и интеллектуальной самонастройки непосредственно в рамках сценарной модели. Априорное задание динамики проявления событий и неопределенностей в процессе моделирования определяет способ управле-

ния реализацией сценария с заданным набором параметров  $s \in S^0 : M_{MS} (M_{\Sigma}; M_E; M_F; U; M_S)$ , т.е. модель управления сценарием.

Сложная структура наборов  $h(t)$  и  $\xi(t)$ , спроецированная на характеристики детализированного описания параметров в задаче выбора решения в системе стратегического планирования, приводит к вычислительным (и иллюстративным при представлении результатов модельных экспериментов) трудностям реализации технологии сценарного моделирования в практике плановых расчетов. Однако именно современные цифровые технологии управления и аппаратно-программные комплексы систем автоматизации операциональной и организационной деятельности позволяют реализовать проекты создания аналитического и компьютерного инструментария сценарного моделирования. Появляется возможность интерактивного и гибкого многоуровневого и многоаспектного режима разработки и согласования проектов плановых решений в системе государственного управления с поддержкой интерфейсов доступа к сети распределенных хранилищ данных и центров обработки данных электронного правительства. С учетом этого перспективы применения инструментария сценарного моделирования для повышения степени обоснованности и уровня качества проектов ДСП определяются появлением удобного и эффективного метода анализа пространства фазовых переменных сценарной модели: обозначим соответствующий вектор  $z \in Z$ , где  $Z$  определяется декартовым произведением  $Z = Y \otimes X \otimes U$ . В евклидовом пространстве  $R^Z$  для любых двух векторов  $z_1, z_2 \in Z$ , порождаемых сценариями  $s_1^0, s_2^0 \in S^0$ , угловая метрика  $\rho_Z \langle z_1(s_1^0), z_2(s_2^0) \rangle$  характеризует различия альтернативных сценариев. Это дает возможность аналитику априорно зонировать фазовое пространство, выделяя в нем области, значимые по целям исследования и управления будущим.

В частности, для поддержки процедур стратегического планирования в институциональных условиях Российской Федерации при разработке методов интеллектуального анализа на основе цифровой платформы государственного управления может быть использована следующая система правил оперативной проверки с позиции конкретного участника процесса планирования корректности поколений значений и соотношений социально-экономических показателей в раз-

личных сценарных вариантах разрабатываемых проектов ДСП:

- фильтр напряженности: превышение в ДСП более чем на  $\delta_{ijk}^n$  единиц значения среднего хронологического уровня показателя  $i$ -го вида для  $j$ -го вида экономической деятельности (социальной активности) в  $k$ -м регионе;
- фильтр реалистичности: превышение в ДСП более чем на  $\delta_{ijk}^p$  единиц базового (начального) уровня значения показателя  $i$ -го вида для  $j$ -го вида экономической деятельности (социальной активности) в  $k$ -м регионе в периоде, предшествующем началу реализации ДСП;
- фильтр логики: изменение показателя в ДСП более чем на  $\delta_{ijk}^n$  единиц опережающих или обвясняющих показателей;
- фильтр обеспеченности: изменение показателя в ДСП более чем на  $\delta_{ijk}^o$  единиц хронологического соотношения удельных планируемых затрат бюджета на планируемое достижение показателя  $i$ -го вида для  $j$ -го вида экономической деятельности (социальной активности) в  $k$ -м регионе.

Фильтры могут формироваться с учетом селективной установки порогов чувствительности к отклонениям от уровней сбалансированности и согласованности вариантов проектов ДСП с учетом динамической кластеризации регионов/отраслей по характеру и уровню развития.

Очевидно, что при построении (на основе представленной теоретической схемы сценарного моделирования) комплекса *прикладных моделей* для различных фаз стратегического планирования необходимо провести адаптацию структуры и спецификацию параметров описания локальной задачи выбора решений на основе детализированного описания:

- потенциала объекта управления для соответствующего уровня и сферы управления (задается на множестве ресурсов и технологий, доступных к применению на горизонте планирования развития);
- потребностей объекта управления для соответствующего уровня и сферы управления (задаются на множестве продуктов и услуг, направленных на удовлетворение спроса);
- совокупности целей объектов управления соответствующего уровня и сферы управления (задаются в соответствии с идентифицированной системой интересов и ценностей, с учетом дифференцированной оценки потенциала/ре-



сурсов развития, направленных на достижение общих, совместных и частных целей: в условиях российского законодательства в сфере стратегического планирования общие цели определяются составом национальных целей; частные — представлены в ДСП федерального, регионального и муниципального уровней; совместные цели устанавливаются на основе закрепления полномочий участников стратегического планирования, в соответствии с пред-метами совместного ведения);

- профиля неопределенности и сценарных событий на горизонте сценария (задаются с учетом специфики уровня и сферы управления при определении дифференцированных оценок влияния на ресурсоемкость и продуктивность доступных технологий);

- состава мероприятий развития, комплек-тующих по иерархии связей стратегического планирования «проекты-программы-планы», которые определяют спрос на интенсивность использования технологий с сопряженной оценкой для соответствующего уровня и сферы управления характеристики потребления ресурсов и производства продуктов (оказания услуг) для получения результатов, влияющих на достижение целей (целевые показатели) и оказывающих воздействия (контрольные индикаторы) на состояние и динамику рассматриваемой соци-ально-экономической системы;

- схемы трансформации потенциалов раз-вития для соответствующего уровня и сферы управления за счет исходного объема инвести-ционных ресурсов, направляемых на меропри-ятия по модернизации имеющихся и созданию новых технологий.

## Заключение

Существенная степень неопределенности и во-латильности социально-экономического раз-вития предполагает замену традиционных подходов к построению методологии прогнози-рования и планирования, имплементируемых в балансовые либо эконометрические модели. Анализ вариативности развития в ходе разра-ботки плановых решений с применением мето-дов *сценарного моделирования* позволяет более релевантно реализовывать в цикле стратеги-ческого планирования спецификацию перспек-тивных параметров социально-экономического

пространства и оценку диапазонов устойчиво-сти формируемых управленческих решений, исходя из формирования потока цифровых дан-ных о поведении социальных и экономических агентов различных уровней и сфер управления.

Научная новизна полученных результатов со-стоит в:

- уточнении понятия источников вариатив-ности развития организационных систем;

- обосновании механизма дифференциро-ванного влияния интересов и ценностей эко-номических агентов в многоуровневой схеме взаимодействия на характеристики вариантов альтернативных траекторий социально-эконо-мического развития в условиях использования цифровых технологий управления;

- определении необходимости формирова-ния комплекса согласованных стратегических планов, обладающих свойствами структурной устойчивости для идентифицированной иерар-хии целей на основе принципа удовлетвори-тельности решений верифицированных на основе больших массивов гетерогенной инфор-мации.

Описанный в статье этап исследования носит преимущественно теоретический характер, тем не менее сформулированные положения имеют существенное значение для инициации практиче-ской работы по созданию прикладных сценарных моделей развития и разработке компьютерно-го обеспечения их реализации, включающего поддержку методов искусственного интеллекта в ходе формирования системы правил генера-ции и оценки вариантов плановых решений на горизонте сценария. Для преодоления трудностей одновременного определения целей и планов стратегического развития в дальнейшем целесо-образно разработать специальные формализо-ванные постановки задач и прикладные модели стратегического целеполагания и программиро-вания, что позволит алгоритмизировать проце-дуру рекуррентного согласования параметров развития на основе методов анализа устойчи-вости и чувствительности плановых решений, су-щественно расширяя функционал автоматизации методов и алгоритмов выполнения сценарных расчетов в задачах стратегического управления развитием многоуровневых организационных систем в условиях цифровой трансформации экономики.



## БЛАГОДАРНОСТЬ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18–010–01151). Статья написана в рамках подготовки доклада для Международной научно-практической конференции «Системная экономика, социально-экономическая кибернетика и мягкие измерения в экономике — 2019».

## ACKNOWLEDGEMENTS

The work has been performed with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project № 18–010–01151). The paper has been prepared as a part of the report for the International Scientific and Practical Conference “System Economics, Socio-Economic Cybernetics and Soft Measurements in Economics — 2019”.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Маслов Д.В., Дмитриев М.Э., Айвазян З.С. Отдельные аспекты трансформации государственного управления: процессы и качество. М.: Центр стратегических разработок; 2018. 58 с. URL: [https://www.csr.ru/wp-content/uploads/2018/02/Gosupravlnie\\_Web.pdf](https://www.csr.ru/wp-content/uploads/2018/02/Gosupravlnie_Web.pdf) (дата обращения: 15.01.2019).
2. Писарева О.М. Реформирование системы государственного стратегического планирования и актуальные проблемы совершенствования методологического сопровождения разработки стратегических решений в условиях становления цифровой экономики. Стратегическое планирование и развитие предприятий. Мат. 19-го всеросс. симп. (Москва, 10–11 апреля 2018 г.). М.: ЦЭМИ РАН; 2018:633–636.
3. Бузгалин А.В., Колганов А.И. Возрождение планирования: уроки истории (политико-экономический дискурс). *Проблемы теории и практики управления*. 2016;(1):8–21.
4. Писарева О.М. Анализ состояния и характеристика потенциала развития инструментария стратегического планирования в условиях цифровой трансформации экономики и управления. *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. 2018;9(4):502–529. DOI: 10.18184/2079–4665.2018.9.4.502–529
5. Яременко Ю.В. Прогнозы развития народного хозяйства и варианты экономической политики. М.: Наука; 1997. 482 с.
6. Mannermaa M. Managing the future — scenarios in strategy work. Porvoo: WSOY, 1999. 227 p.
7. Schwenker B., Wulf T., eds. Scenario-based strategic planning: Developing strategies in an uncertain world. Munchen: Springer Gabler; 2013. 219 p. (Roland Berger School of Strategy and Economics Series).
8. Kahn H. On escalation: Metaphors and scenarios. New York: Frederick A. Praeger; 1965. 308 p.
9. Ringland G. Scenario planning: Managing for the future. 2<sup>nd</sup> ed. Chichester, New York: John Wiley & Sons; 2006. 490 p.
10. Wade W. Scenario planning: A field guide to the future. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2012. 204 p.
11. Kumar A. et al. National strategy for artificial intelligence: Discussion paper. Delhi: NITI Aayog; 2018. 115 p. URL: [https://www.niti.gov.in/writereaddata/files/document\\_publication/NationalStrategy-for-AI-Discussion-Paper.pdf?utm\\_source=hrintelligence](https://www.niti.gov.in/writereaddata/files/document_publication/NationalStrategy-for-AI-Discussion-Paper.pdf?utm_source=hrintelligence) (дата обращения: 15.01.2019).
12. Шульц В.Л., Кульба В.В., Кононов Д.А. и др. Модели и методы анализа и синтеза сценариев развития социально-экономических систем (в 2-х кн.). М.: Наука; 2012. 662 с.
13. Шибалкин О.Ю. Проблемы и методы построения сценариев социально-экономического развития. М.: Наука; 1992. 176 с.
14. Godet M. Scenarios and strategic management. London: Butterworths; 1987. 210 p.
15. Van der Heijden K. Scenarios: The art of strategic conversation. 2<sup>nd</sup> ed. Chichester, New York: John Wiley & Sons; 2005. 382 p.
16. История управленческой мысли и бизнеса: сценарный менеджмент и лидерство. Мат. XVII Междунар. конф. (Москва, 30 июня — 2 июля 2016 г.). М.: Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова; 2016. 335 с. URL: <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=32592&p=attachment> (дата обращения: 15.01.2019).
17. Chermack T. Scenario planning in organizations: How to create, use, and assess scenarios. San Francisco, CA: Berrett-Koehler Publishers; 2011. 297 p.
18. Kosko B. Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*. 1986;24(1):65–75. DOI: 10.1016/S 0020–7373(86)80040–2

19. Писарева О.М. Обзор теоретических и прикладных моделей обоснования и оценки стратегических решений в задачах планирования и программирования национального развития. Теория и практика институциональных преобразований в России. 2018;(43):51–62. URL: <http://www.cemi.rssi.ru/publication/sborniki/erznkyan/yerz-vyp43.pdf> (дата обращения: 15.01.2019).
20. Писарева О.М. Проектирование инструментария сценарного моделирования в управлении развитием организационных систем. Тр. XII Всеросс. совещ. по проблемам управления «ВСПУ-2014» (Москва, 16–19 июня 2014 г.). М.: ИПУ РАН; 2014:5418–5428.
21. Писарева О.М. Прогнозно-аналитическая деятельность в управлении развитием многоуровневых организационных систем. М.: ГУУ; 2013. 235 с.
22. Pisareva O.M. Scenario modeling: Management technology to harness future opportunities of multilevel organization systems. In: Global Business and Technology Association 15<sup>th</sup> Annual International Conference Reading Book “Globalizing business for the next century: Visualizing and developing contemporary approaches to harness future opportunities” (Helsinki, 2–6 July, 2013). New York: GBATA; 2013:1035–1042. URL: [http://gbata.org/wp-content/uploads/2013/06/GBATA\\_2013\\_Readings\\_Book.pdf](http://gbata.org/wp-content/uploads/2013/06/GBATA_2013_Readings_Book.pdf) (дата обращения: 15.01.2019).
23. Писарева О.М. Математические основы бизнес-аналитики. М.: ГУУ; 2011. 207 с.
24. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. Пер. с англ. М.: Мир; 1973. 343 с.

## REFERENCES

1. Maslov D.V., Dmitriev M.E., Ayvazyan Z.S. Certain aspects of the transformation of public administration: Processes and quality. Moscow: Center for Strategic Research; 2018. 58 p. URL: [https://www.csr.ru/wp-content/uploads/2018/02/Gosupravlnie\\_Web.pdf](https://www.csr.ru/wp-content/uploads/2018/02/Gosupravlnie_Web.pdf) (accessed on 15.01.2019). (In Russ.).
2. Pisareva O.M. Reforming the system of state strategic planning and current problems of improving methodological support for the development of strategic decisions in the conditions of the digital economy formation. In: Strategic planning and enterprise development. Proc. 19<sup>th</sup> All-Russ. symp. (Moscow, 10–11 April, 2018). Moscow: Central Economics and Mathematics Institute of RAS. 2018:633–636. (In Russ.).
3. Buzgalin A.V., Kolganov A.I. The revival of planning: History lessons (political and economic discourse). *Problemy teorii i praktiki upravleniya = Theoretical and Practical Aspects of Management*. 2016;(1):8–21. (In Russ.).
4. Pisareva O.M. Analysis of the state and characteristics of the development potential of strategic planning tools in the conditions of digital transformation of the economy and management. *MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2018;9(4):502–529. (In Russ.). DOI: 10.18184/2079–4665.2018.9.4.502–529
5. Yaremenko Yu.V. Forecasts for the development of the national economy and economic policy options. Moscow: Nauka; 1997. 482 p. (In Russ.).
6. Mannermaa M. Managing the future — scenarios in strategy work. Porvoo: WSOY, 1999. 227 p.
7. Schwenker B., Wulf T., eds. Scenario-based strategic planning: Developing strategies in an uncertain world. Munchen: Springer Gabler; 2013. 219 p. (Roland Berger School of Strategy and Economics Series).
8. Kahn H. On escalation: Metaphors and scenarios. New York: Frederick A. Praeger; 1965. 308 p.
9. Ringland G. Scenario planning: Managing for the future. 2<sup>nd</sup> ed. Chichester, New York: John Wiley & Sons; 2006. 490 p.
10. Wade W. Scenario planning: A field guide to the future. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2012. 204 p.
11. Kumar A. et al. National strategy for artificial intelligence: Discussion paper. Delhi: NITI Aayog; 2018. 115 p. URL: [https://www.niti.gov.in/writereaddata/files/document\\_publication/NationalStrategy-for-AI-Discussion-Paper.pdf?utm\\_source=hrintelligencer](https://www.niti.gov.in/writereaddata/files/document_publication/NationalStrategy-for-AI-Discussion-Paper.pdf?utm_source=hrintelligencer) (accessed on 15.01.2019).
12. Schultz V.L., Kul’ba V.V., Kononov D.A. et al. Models and methods of analysis and synthesis of scenarios for the development of socio-economic systems (in 2 books). Moscow: Nauka; 2012. 662 p. (In Russ.).
13. Shibalkin O. Yu. Problems and methods for constructing scenarios of socio-economic development. Moscow: Nauka; 1992. 176 p. (In Russ.).

14. Godet M. Scenarios and strategic management. London: Butterworths; 1987. 210 p.
15. Van der Heijden K. Scenarios: The art of strategic conversation. 2<sup>nd</sup> ed. Chichester, New York: John Wiley & Sons; 2005. 382 p.
16. History of management thought and business: Scenario management and leadership. Proc. 17<sup>th</sup> Int. conf. (Moscow, 30 June – 2 July, 2016). Moscow: Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University; 2016. 335 p. URL: <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=32592&p=attachment> (accessed on 15.01.2019). (In Russ.).
17. Chermack T. Scenario planning in organizations: How to create, use, and assess scenarios. San Francisco, CA: Berrett-Koehler Publishers; 2011. 297 p.
18. Kosko B. Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*. 1986; 24(1):65–75. DOI: 10.1016/S 0020–7373(86)80040–2
19. Pisareva O.M. Review of theoretical and applied models of substantiation and evaluation of strategic decisions in the tasks of national development planning and programming. Theory and practice of institutional transformations in Russia. 2018;(43):51–62. URL: <http://www.cemi.rssi.ru/publication/sborniki/erznkyan/yerz-vyp43.pdf> (accessed on 15.01.2019). (In Russ.).
20. Pisareva O.M. Designing tools for scenario modeling in the management of the development of organizational systems. In: Proc. 12<sup>th</sup> All-Russ. meet. on management problems “GSPU-2014” (Moscow, 16–19 June, 2014). Moscow: RAS Institute of Control Sciences; 2014:5418–5428. (In Russ.).
21. Pisareva O.M. Forecasting-analytical activities in the management of the development of multi-level organizational systems. Moscow: The State University of Management; 2013. 235 p. (In Russ.).
22. Pisareva O.M. Scenario modeling: Management technology to harness future opportunities of multilevel organization systems. In: Global Business and Technology Association 15<sup>th</sup> Annual International Conference Reading Book “Globalizing business for the next century: Visualizing and developing contemporary approaches to harness future opportunities” (Helsinki, 2–6 July, 2013). New York: GBATA; 2013:1035–1042. URL: [http://gbata.org/wp-content/uploads/2013/06/GBATA\\_2013\\_Readings\\_Book.pdf](http://gbata.org/wp-content/uploads/2013/06/GBATA_2013_Readings_Book.pdf) (accessed on 15.01.2019).
23. Pisareva O.M. Mathematical foundations of business intelligence. Moscow: The State University of Management; 2011. 207 p. (In Russ.).
24. Mesarovic M., Macko D., Takahara Y. Theory of hierarchical, multilevel systems. Transl. from Eng. Moscow: Mir; 1973. 343 p. (In Russ.).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Ольга Михайловна Писарева** — кандидат экономических наук, заведующая кафедрой математических методов в экономике и управлении, Государственный университет управления, Москва, Россия  
[om\\_pisareva@guu.ru](mailto:om_pisareva@guu.ru)

## ABOUT THE AUTHOR

**Olga M. Pisareva** — Cand. Sci. (Econ.), Head of the Department of Mathematical Methods in Economics and Management, State University of Management, Moscow, Russia  
[om\\_pisareva@guu.ru](mailto:om_pisareva@guu.ru)

*Статья поступила 14.05.2019; принята к публикации 05.06.2019.*

*Автор прочитала и одобрила окончательный вариант рукописи.*

*The article was received 14.05.2019; accepted for publication 05.06.2019.*

*The author read and approved the final version of the manuscript.*