

## Организменный подход к развитию теории адаптации социально-экономических систем

Михаил Анатольевич Алексеев<sup>1</sup>, Кирилл Алексеевич Зайков<sup>2</sup>,  
Елизавета Васильевна Фрейдина<sup>3</sup>✉

<sup>1, 2, 3</sup> Сибирский институт управления — филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Новосибирск, Россия

<sup>1</sup> [m.a.alekseev@nsuet.ru](mailto:m.a.alekseev@nsuet.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9678-297X>

<sup>2</sup> [zaykov-ka@ranepa.ru](mailto:zaykov-ka@ranepa.ru)

<sup>3</sup> [evfreydina@socio.pro](mailto:evfreydina@socio.pro) ✉, <https://orcid.org/0000-0003-3537-3299>

### Аннотация

**Цель.** Выстроить теоретические основы адаптации социально-экономических систем, принимая в качестве исходных знаний принципы и законы эволюции живых систем, выявленные элементы изоморфизма между рассматриваемыми классами систем.

**Задачи.** Установить признаки изоморфизма адаптационных свойств биологических и социально-экономических систем, раскрыть эволюцию методологии их исследования с применением организменного подхода в рамках развития научной рациональности; обосновать и сформулировать бионические принципы адаптации систем на основе синтеза концепции кибернетики и законов эволюции биологических систем; сформировать типологию адаптации социально-экономической системы; предложить модель механизма робастного управления, включающего в себя определенный набор адаптационных регуляторов (гомеостаз и гомеостатическое пространство) для всех типов системной адаптации.

**Методология.** Развитие представлений о процессах адаптации социально-экономических систем на основе организменного подхода к ее познанию как некоторому аналогу организма с имманентно присущими способностями к адаптации позволило вывести понятие адаптации как «компенсаторное приспособление». Адаптация — свойство системы, позволяющее ей входить в устойчивое состояние, обеспечивающее рост (количественные изменения), развитие (качественные изменения) и «мутацию» (информационные изменения и избирательный отбор реакций на воздействие) на различных стадиях жизненного цикла. Исходными знаниями для управления процессом адаптации служат бионические принципы. Со сложившимися научными представлениями об адаптации биологических систем выделены типы адаптации социально-экономических систем, отнесенные к системной адаптации. Осуществление ее процессов возлагается на механизм робастного управления, оснащенного эволюционной вычислительной системой.

**Результаты.** Дополнены признаки изоморфизма между социально-экономическими и биологическими системами. В рамках эволюции научной рациональности предложен переход в изучении сущности организаций с позиции организменного подхода. Дано определение адаптации социально-экономических систем как особой формы компенсаторного приспособления. Сформулированы и верифицированы бионические принципы адаптации социально-экономических систем, определяющие элементы и связи информационной конструкции механизма робастного управления. Предложена типология адаптации социально-экономических систем. Обоснованы возможности механизма управления для осуществления всех типов адаптации с особым настроением на генетическую адаптацию.

**Выводы.** Введение понятия «адаптация» как компенсаторного приспособления социально-экономических систем к изменениям настраивает менеджмент системы на поиск средств возмещения за счет конечного результата расходов на адаптацию. Верификация бионических принципов и раскрытие нового типа для организационных систем — генетической адаптации — это вызов к применению робастного управления, механизм которого оснащен генетическими алгоритмами и другими инструментами эволюционных вычислений.

**Ключевые слова:** система, адаптация, организменный подход, изоморфизм, бионические принципы, типы адаптации, механизм робастного управления

**Для цитирования:** Алексеев М. А., Зайков К. А., Фрейдина Е. В. Организменный подход к развитию теории адаптации социально-экономических систем // *Экономика и управление*. 2022. Т. 28. № 3. С. 226–239. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-3-226-239>

**Благодарность:** исследование выполнено по тематике гранта Российского научного фонда № 22-28-00629

## Organismic approach to developing a theory of adaptation of socio-economic systems

Mikhail A. Alekseev<sup>1</sup>, Kirill A. Zaykov<sup>2</sup>, Elizaveta V. Freydina<sup>3</sup>✉

<sup>1, 2, 3</sup> Siberian Institute of Management — Branch Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Novosibirsk, Russia

<sup>1</sup> [m.a.alekseev@nsuem.ru](mailto:m.a.alekseev@nsuem.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9678-297X>

<sup>2</sup> [zaykov-ka@ranepa.ru](mailto:zaykov-ka@ranepa.ru)

<sup>3</sup> [evfreydina@socio.pro](mailto:evfreydina@socio.pro)✉, <https://orcid.org/0000-0003-3537-3299>

### Abstract

**Aim.** The presented study aims to lay the theoretical foundations of adaptation of socio-economic systems, taking as initial knowledge the principles and laws of evolution of living systems and the identified elements of isomorphism between the classes of systems under consideration.

**Tasks.** The authors identify the signs of isomorphism of adaptive properties of biological and socio-economic systems; describe the evolution of methodologies used for their studies using an organismic approach within the framework of development of scientific rationality; substantiate and formulate the bionic principles of adaptation of systems based on a synthesis of the concept of cybernetics and the laws of evolution of biological systems; develop a typology of adaptation of socio-economic systems; propose a model of a robust management mechanism, which includes a certain set of adaptive regulators (homeostasis and homeostatic space) for all types of systemic adaptation.

**Methods.** The development of insights into the adaptation of socio-economic systems on the basis of an organismic approach to its cognition as an analog of an organism with immanently inherent abilities to adapt makes it possible to define the concept of adaptation as "compensatory adaptation". Adaptation is considered as a property of systems that allows them to enter a certain stable state that ensures growth (quantitative changes), development (qualitative changes), and "mutation" (information changes and selection of reactions to exposure) at various stages of their life cycle. Bionic principles serve as initial knowledge for managing the adaptation process. According to the established scientific ideas about the adaptation of biological systems, the types of adaptation of socio-economic systems attributed to systemic adaptation are identified. The implementation of its processes is entrusted to a robust control mechanism equipped with an evolutionary computing system.

**Results.** Additional signs of isomorphism between socio-economic and biological systems are identified. Within the framework of the evolution of scientific rationality, a transition towards an organizational approach to the study of the essence of organizations is proposed. The definition of adaptation of socio-economic systems as a special form of compensatory adaptation is proposed. The bionic principles of adaptation of socio-economic systems that define the elements and connections of the information structure of the robust control mechanism are formulated and verified. A typology of adaptation of socio-economic systems is proposed. The capabilities of the control mechanism for the implementation of all types of adaptation with a special focus on genetic adaptation are substantiated.

**Conclusion.** Introduction of the concept of "adaptation" as a compensatory adjustment of socio-economic systems to changes sets up system management to search for means of compensation at the expense of the result of adaptation costs. Verification of bionic principles and discovery of a new type for organizational systems — genetic adaptation — is a challenge to the application of robust management, the mechanism of which is equipped with genetic algorithms and other tools of evolutionary computing.

**Keywords:** system, adaptation, organismic approach, isomorphism, bionic principles, adaptation types, robust control mechanism

**For citation:** Alekseev M.A., Zaykov K.A., Freydina E.V. Organismic approach to developing a theory of adaptation of socio-economic systems. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2022;28(3):226-239 (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-3-226-239>

**Acknowledgments:** This study was funded by a grant of the Russian Science Foundation No. 22-28-00629

## Введение

Выживание и развитие социально-экономических систем реализуется в условиях, когда хаос и неопределенность является действительностью, а постоянная адаптация к сложной реальности — рутиной повседневной деятельности. При усилении хаотизации событий лица, принимающие управленческие решения, как отмечает Э. Тоффлер, отказываются работать в парадигме «старинных картографов». Выдвинут и обсуждается тезис о том, что «концепция шока будущего и теория пределов адаптивности представлена не как окончательное слово, а как первое приближение новых реальностей, наполненных опасностью и обещанием» [1, с. 17].

Законами эволюционного развития понятие «адаптации» отнесено к универсальному свойству живых систем, позволяющему им входить в устойчивое состояние и обеспечивающему рост, развитие и «мутацию» (изменение генотипа на той или иной стадии жизненного цикла). В теории управления адаптация определена как «свойство, характеризующее способность организации приспосабливаться к постоянно изменяющейся рыночной среде» [2, с. 21]. Приспособление в словарном контексте означает повышение выживаемости организма, освоившегося в переменных условиях внешней среды путем приобретения нужных навыков и свойств [3, с. 596].

Одновременно с этим приспособление организационных систем выводит трактовку понятия «адаптации» за пределы эволюционной (биологической) теории. Практикой управления социально-экономическими системами доказано, что сформировался класс сложных адаптивных (самоорганизующихся) систем, обозначаемых компанией BCG как *Complex Adaptive Systems (CAS)* [4]. Цель механизма управления адаптивными системами сформулирована с позиции достижения их робастной устойчивости в пределах специально отстроенного гомеостатического пространства, образ которого создается с элементами подобию в обеспечении устойчивости жизни биологических систем [5].

Когнитивный сдвиг в понимании закономерностей функционирования социально-экономических систем заставляет с новых позиций обратиться к применению организменного подхода, положив его в основу современной методологии исследования. Изменился интеллектуальный климат в изучении социально-экономических систем: совершается переход от поиска изоморфизма с физическими образованиями к поиску с биологическими системами.

Обзор многочисленных публикаций об адаптации социально-экономических систем, выполненный рядом исследователей, показал [6], что разработки по адапционным решениям, направленным на поддержание активной системной деятельности, представлены отдельными научными посланиями, не конвертированными в контекст организменного подхода, как развивающейся методологии исследования. Цель настоящего исследования состоит в наполнении организменного подхода главными методологическими категориями: методами познания системы как некоего аналога организма с имманентно присущими способностями к адаптации, обоснованием понятия адаптации как эволюционного процесса, принципами, отражающими поведение системы в пределах гомеостатического пространства, типами адаптации систем посредством внутренней перестройки.

## 1. Адаптация социально-экономической системы в контексте организменного подхода

Из накопленного знания, объединенного в общую теорию систем, выводим два методологических подхода к исследованию механизма адаптации систем, представленных «органической биологией» и «организованной сущностью» [7]. С учетом первого подхода социально-экономическая система исследуется в контексте организменного подхода и означает переход в ее изучении к поиску изоморфизма в свойствах и поведении с биологическими системами. Начало этому направлению положено в трудах Л. К. Берталанди [7], Ст. Бира

[8] с активным продолжением ведущими консалтинговыми (*BCG, McKinsey, Battelle, Futures Group, Deloitte & Touche*) и крупными компаниями мира (*Rand Corporation, Shell, General Motors, Dell, Intel, Unite Parcel Service*) [9]. В сложившихся условиях основные управленческие рычаги направлены на адаптацию систем. Такое движение в методологии исследований инициирует эволюция научной рациональности: от классической к неклассической и постнеклассической [10].

История науки о развитии адаптационной способности систем начинается с работ Ч. Дарвина, являющегося основоположником в понимании адаптации и как процесса, и как результата приобретения живыми организмами свойств, необходимых для выживания и развития в конкретных условиях их существования. При использовании организменного подхода задан вектор поиска изоморфизма в поведении живых и социально-экономических систем, определения действий, посредством которых адаптация вводится в категорию «эволюционный процесс». Для раскрытия в таком аспекте процесса адаптации обратимся к подходу академика П. К. Анохина в трактовке адаптации как компенсаторного (от лат. *compenso*, что означает «возмещаю») приспособления. Поясняется, что «всякая компенсация нарушенных функций может иметь место только при мобилизации значительного числа физиологических компонентов, зачастую расположенных в различных отделах центральной нервной системы и рабочей периферии, тем не менее, всегда функционально объединенных на основе получения конечного приспособительного эффекта» [11, с. 225].

Понятие «адаптация» как «компенсаторное приспособление» означает, что система полностью восстанавливается за счет возмещения истраченных средств эффектом «конечного результата» ее деятельности и способна к устойчивому функционированию без потери эффективности, к росту и развитию. В итоге приходим к выводу о том, что приспособление следует рассматривать как процесс, направленный на выживание системы, а адаптацию — как процесс, способствующий устойчивому функционированию, росту и развитию системы.

Для того, чтобы воспользоваться теоретическими разработками таких наук, как

биология, физиология и генетика, по компенсаторным действиям организма и в некоторой мере перенести подобные действия на процессы адаптации социально-экономических систем, необходимо подтвердить изоморфизм их функциональных свойств с биологическими системами. Общей теорией систем изоморфизм между системами разной природы установлен на аксиоматическом уровне [7], тогда как кибернетикой при формировании облика кибернетического предприятия предложено рассматривать его модель как живой организм [8, с. 188].

Подобие между социально-экономическими и биологическими системами проявляется в соизмеримости сложности строения, во взаимодействии с окружающей средой, в неустойчивости, заложенной природой для биосистем, а условиями рынка — для социально-экономических систем. В изучаемой работе П. К. Анохина раскрыта фундаментальная особенность в понимании биологической системы, состоящая в том, что установленный фактор в общей теории систем «взаимодействие компонентов» заменяют фактором «полезный результат деятельности системы». Понятие системы имеет следующее определение: «Системой можно назвать только такой комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношения принимают характер взаимодействия компонентов на получение фокусированного полезного результата» [11, с. 34–35, 225]. Результат является неотъемлемым и решающим компонентом системы, инструментом, создающим упорядоченное взаимодействие между всеми другими ее компонентами. Полезный результат выполняет функцию системообразующего фактора и в социально-экономической системе. Одна из приоритетных направленностей цели в современном менеджменте — результат. Деятельность системы в целом расписывают в терминах результата построением целевой иерархической модели.

Установление аналогий в построении и действиях биологической и организационной системах находит развитие в работах академика Н. Н. Моисеева. Он пишет: «Система является организмом, обладающим своей собственной целью и своими собственными возможностями» [12, с. 74]. Начало развития организменного подхода в контексте публикации П. К. Анохина [11] следует исчислять от времени высказанной





Рис. 1. Колесо эволюции знаний в современной науке управления  
 Fig. 1. Wheel of knowledge evolution in modern management science

Л. фон Берталанфи в 1937 г. идеи «организменного подхода» к пониманию и познанию систем. Однако, как отмечает П. К. Анохин, «интеллектуальный климат того времени не был подходящим для восприятия “организменной” идеи, так как был воспитан на подражании законам физики и механики. Считалось научным только то, что могло быть переведено на принципы и понятия этих наук» [11, с. 35].

Созданный эволюционный климат науки в XXI веке позволяет в дополнении к знаниям о свойствах системы из общей теории систем обратиться к организменному подходу, чтобы придать социально-экономическим системам способностей, которыми обладают живые системы — устойчивое функционирование и развитие в хаотичной среде, наполненной неопределенностью и турбулентными явлениями.

## 2. Современные концепции и модели эволюционного познания социально-экономических систем

В современном научном мире интеллектуальный климат для понимания и познания системного представления целенаправленных организационных образований существенно изменился. Колесо эволюции

знаний в управлении, как видно на рисунке 1, приобрело новые источники движения: от эволюции научной рациональности [10] к эволюции систем по сложности [13], от них к новым парадигмам управления [14] и эволюции организации знаний [15].

Представленные научные вызовы к познанию действительности, как показано на рисунке 1, сопряжены с тем, что «современная цивилизация вступила в эпоху экспоненциально растущей сложности в режиме турбулентности, неопределенности и возникновения новых глобальных рисков» [13, с. 34]. Этим положением подтверждается, что взаимодействие двух открытых систем — организованной целостности и внешней среды происходит в пограничье порядка и хаоса. Следует различать, на наш взгляд, указанные два состояния: порядок (предсказуемое состояние или устройство) наблюдается в сформированной системе, а хаос характеризует состояние внешней среды [16]. Порядок определен тем, что внутренняя среда социально-экономической системы сложилась как совокупность упорядоченных операционных процессов, ориентированных на конкретный результат. Но результат всякого процесса относится к категории случайных величин. Представленная особенность отражена в формули-

**Типологическая информационная модель внешней рефлексивно-активной  
полисубъектной среды**

Table 1. Typological information model of an external reflexively active polysubject environment

Факторная структура внешней среды	Информационная облачность
Макросреда	Институциональная (стратифицированная) облачность
Мезосреда	Рыночная (рассеянная, разорванная, турбулентная) облачность
Микросреда	Контактная (связная со «сцеплением») облачность
Деловая среда	Совмещение контактной (связная со «сцеплением») и рыночной облачности
Деловая ситуация	Ситуационная облачность — это временный срез в границах контактной, рыночной, институциональной облачности и вариантах их совмещения

рованном Н. Моисеевым принципе «принципиальная стохастичность». К понятию «порядок» естественным образом присоединяется понятие «стохастичность», и получаем характеристику внутренней среды как «стохастический порядок». Введение термина «стохастический порядок» в характеристику операционной деятельности социально-экономической системы раскрывает такую важную особенность ее функционирования, как статистическая природа неопределенности, ее эргодичность.

Произошла и эволюция в представлении внешней среды организации. По В. Е. Лепскому — это модель рефлексивно-активной полисубъектной среды с непредсказуемым поведением в ней экономических и другого типа субъектов. Модель внешней среды, отражающая некое подобие реальности, видится как динамический хаос, образуемый предсказуемыми и непредсказуемыми событиями, представляющими неэргодическое явление. Обоснование такого явления дано глобальной концепцией, объединяющей идеи Д. Норта [17] и Н. Талеба [18]: мир, в котором мы живем, является неэргодическим. Н. Талеб в последнем своем труде [19], как отмечается в рецензии на его книгу [20], вносит окончательную ясность в эту глобальную концепцию, которая начинает претендовать на самостоятельное место в современном научном мейнстриме.

Познание хаотичной среды начинается со стремления к ее структурированию. Представим некую упорядоченность внешней среды в понимании процессов, происходящих вокруг социально-экономической системы, в рамках предложенной Ф. Котлером стратификации ее на макро- и микросреду [21], с последующим выделением мезосреды под влиянием работы М. Портера [22]. Каждая выделенная среда — это носитель факторов,

силы воздействия, которая познается на основе числового и численного выражения. Преобразование динамического хаоса внешней среды в типологическую модель факторов относим к начальной стадии его упорядочения. Числа и составленные численные выражения выносим в информационную облачность, покрывающую каждое структурное факторное образование. Результаты предлагаемого преобразования динамического хаоса в типологическую информационную модель приведены в таблице 1 [23].

Типологической информационной моделью внешней среды созданы предпосылки к превращению массивов данных каждой информационной облачности в знания при построении определенных формализованных статистических конструкций, воссоздающих реальность в причинно-следственном контексте.

### **3. Вложение законов и принципов адаптации биологических систем в развитие основ адаптации социально-экономических систем**

Организм, по определению российского физиолога Н. А. Белова (1911), «живет постоянно в условиях малоустойчивого равновесия. И в этом состоит его спасение». Он пишет: «Наличность неустойчивости и постоянного, если можно так выразиться, балансирования, и дает организму возможность приспособляться к новым явлениям» [24, с. 1233]. Итак, неустойчивость — объективное явление, заложенное природой, относительно которого выполняется живыми системами компенсаторная приспособленность посредством динамического балансирования их равновесного состояния. Синергетикой, наукой об самоорганизующихся системах, неустойчивость возведена в базовый принцип типизации свойств системы [25].

Фиксирующим и регулирующим инструментом результативности адаптации в живых системах является гомеостаз, которым заданы состав существенных параметров и пределы допустимой степени свободы в их изменениях без утраты жизнеспособности организма. Вводится важное объяснение того, что создаваемая устойчивость живой системы не характеризуется стабильностью процессов внутри нее, наоборот, они динамичны и постоянно изменяются. Однако в условиях «нормы» колебания физиологических показателей жестко ограничены. Предполагается, что показатели колеблются в узких пределах вблизи средних величин — физиологических констант, поддержание которых и есть обязательное условие существования организма.

Возвращаясь к постулату Л. фон Берталанфи об установленном изоморфизме моделей биологических и организованных систем, очевидным становится, что гомеостаз должен быть также направляющим и регулирующим конструктором процесса адаптации социально-экономических систем. Для систем понятие гомеостаза, которое введено У. Р. Эшби, означает свойство поддерживать жизненно важные параметры — переменные величины в заданных пределах, благодаря чему обеспечивается устойчивость внутренней среды системы по отношению к возмущающим воздействиям внешней среды.

Основы конструирования гомеостаза как особой информационной структуры для управления сложной системой заложены Ст. Биром в концепции облика кибернетического предприятия. Содержание ключевых ее положений состоит в следующем [8, с. 187–190]:

1) «критерий деятельности предприятия определяется не одной переменной, а некоторым множеством переменных, которыми руководство определяет цели предприятия»;

2) критерий деятельности внешнего окружения, представляемого как сложная вероятностная система, взаимодействующая с системой-предприятием, «выражается множеством переменных»;

3) «между двумя системами устанавливается гомеостатическая связь: множество величин, определяющих критерий деятельности предприятия в каждый момент времени, предлагается внешнему окружению, в то время как текущее множество, характеризующее состояние внешней среды, предлагает-

ся системе, представляющей предприятие».

Основываясь на синтезе изложенных закономерностей эволюции живых систем и принципов кибернетики, сформулируем принципы адаптации сложных систем с позиции достижения компенсаторного приспособления [6]:

– адаптация осуществима в рамках так называемого оцифрованного гомеостатического пространства, основными конструктивными структурами которого являются гомеостаз на входе в систему и гомеостаз на выходе из нее;

– цель адаптации — обеспечение соответствия выходных показателей функционирования системы значениям параметров, составляющим числовую последовательность некоторого их диапазона, ограниченного пределами;

– адаптационные решения выводят в рамках гомеостатического пространства систему на траекторию «плавающего равновесия», то есть на временной аттрактор ее функционирования и развития;

– адаптационные действия настроены на пороговое реагирование в рамках некоего предела, установленного по каждому параметру гомеостаза, расположенного на входе в систему и на выходе из нее, под влиянием существенных изменений, генерируемых внешней и внутренней средой;

– пределы адаптивного реагирования поддаются разрушению под влиянием накопленных ресурсов или воздействия дестабилизирующих факторов, при этом состоится или «движение к позитиву», или «бегство от негатива».

В связи с тем, что в сформированные принципы заложены основы эволюции биологических систем, выделим их в новую группу принципов организационного управления — бионические принципы. Сформулированные принципы послужили исходными знаниями для развития теории робастного управления сложными социально-экономическими системами, при котором создаются условия для их гибкой адаптации в отстроенном гомеостатическом пространстве [5].

#### **4. Типология адаптации социально-экономических систем**

Адаптация — это процесс, который, подобно организму, сопровождает организацию на протяжении активного периода ее жизненного цикла. Согласно одному из за-

конов адаптации живой системы «процесс адаптации всегда индивидуален, так как напрямую зависит от генотипа конкретного индивида и характера его предыдущей жизни» [11, с. 225].

Специфичность и избирательность реакции живой системы в общей биологии и генетике отражена в типах генотипической (внутренней) адаптации: из общей биологии — приспособление к условиям внешней среды, приспособительное поведение, морфологическая и физиологическая адаптация; генетикой — это генетическая адаптация [26]. «Приспособление к условиям внешней среды» происходит посредством внешних трансформаций, заложенных природой: предупреждающая окраска, имитация подо что-то с разными целями. Следующий тип адаптации — «приспособительное поведение», состоящее в проявлении признаков защиты или агрессии при намеренном изменении внешнего вида, сложных поведенческих механизмов таких как запасание, «строительство» нор и др. Цель «морфологической адаптации» — создание в системе «опорной конструкции тела», позволяющей обеспечивать жизнеспособность в тех или иных условиях среды. «Физиологическая адаптация» происходит путем изменений состава тканей и органов живой системы, накопленных в результате естественного отбора. Последний и самый высокий уровень адаптации живых систем — генетическая адаптация. Она означает возникновение новых аллелей (вариантов генов) в результате мутаций вследствие естественного отбора признаков, ассоциированных с этими аллелями и важных для выживания и успешной репродукции живых систем [11, с. 226].

Принятая терминология в типизации адаптации в биологии и генетике определяет направленность на распознавание признаков изоморфизма в действиях к адаптации социально-экономических систем. Рассмотренные типы адаптации разделим условно по степени глубины изменений, вносимых в биологическую систему, и сложности их осуществления на три группы:

- 1) простая — приспособление к условиям внешней среды, приспособительное поведение видов;
- 2) сложная — морфологическая и физиологическая;
- 3) сложностная (*perplexity*) — генетическая.

Перейдем к сопоставительно-типологическому анализу изоморфизма между процессами живых и социально-экономических систем в реакции их на воздействующие силы. К простому типу адаптации социально-экономических систем относим процессы поддержания устойчивого состояния и развития за счет ресурсного и интеллектуального ее потенциала без системного вмешательства в генезис и конструкцию системы. Так, в менеджменте адаптация к условиям внешней среды происходит путем применения технологий доверительных действий в контексте «субъект – субъект», проводимых через рекламу или личностные переговоры и отношения. Речь идет о способе передачи партнеру или противнику специально подготовленной информации для того, чтобы склонить его к «добровольно» принятому предопределенному решению, желательное для инициатора действие. Такое действие — это рефлексивный, развивающийся во времени процесс [27]. Тем самым вводим для рассматриваемого типа адаптации понятие «рефлексивная адаптация». Рефлексивная адаптация получает развитие в системах *e-learning* как процесс применения методов интеллектуального анализа данных [28].

Процессы приспособительного поведения в социально-экономических системах с позиции их адаптации проявляются как защитные и агрессивные действия. Защитные действия в основном сводятся к накоплению запасов различного вида ресурсов. Управление запасами сложилось в самостоятельное научное направление: «оптимальное управление запасами» ресурсов и денежных средств. Понятие «агрессия» в менеджменте означает «наступать, двигаться вперед» для развития. К агрессивным процессам относим завоевание рынка и лидерских на нем позиций, агрессивную рекламу, агрессивный маркетинг, агрессивную стратегию и тактику, конкурентную борьбу. Рассмотренные процессы не являются системообразующими, поэтому относим их к аддитивным (прибавленным) действиям, суммарный эффект от которых равен сумме эффектов от каждого из них. В этом случае адаптацию посредством выполнения таких процессов будем именовать аддитивной адаптацией.

Сложный уровень морфологической и физиологической адаптации живых систем определен тем, что организм подвергается существенной трансформации в результа-



те естественного отбора, творческая роль которого состоит в эволюционном преобразовании отдельных органов и формы биологического вида. Морфологическая адаптация систем — это создание в ней «опорной конструкции тела». В ее качестве выступает организационная структура, которая оставалась долгое время наиболее консервативной относительно изменений частью социально-экономической системы. Но разнообразие моделей и целей ведения бизнеса и хаотичным состоянием с турбулентными изменениями внешней среды инициирована динамичная перестройка организационной структуры. О подвижности ее конструкции свидетельствует разработанная Г. Минцбергом типология «чистых типов», отражающая разнообразие организационной структуры [29, с. 252].

Усиление роли адаптации как процесса управления социально-экономической системой актуализировало постановку задачи по определению того, «кто, какая структурная единица» в системе управления занимается адаптацией. В этой связи получает развитие «концепция организационной амбидекстрии», что означает способность организации эффективно управлять сегодняшним бизнесом, а также адаптироваться посредством развития исследований к изменяющимся требованиям завтрашнего дня [9, с. 117].

Для установления изоморфизма в физиологических адаптационных способностях живых и социально-экономических систем допускаем такую условность: «ткани» — множество функций, которые выполняются системой для управления операционной деятельностью, «органы» — технологии их реализации. В качестве аналогии действиям при физиологической адаптации представляем функциональную деятельность, которая осуществляется посредством избирательного вовлечения в нее множества функций. Их состав изменяется по периодам, зависит от состояния системы и ситуации во внешней среде. Полагаем, что такая аналогия допустима, и появляется основание к замене относительно слова «адаптация» биологического термина «физиологическая» термином «функциональная».

К сложностному (*perplexity*) типу адаптации отнесена генетическая. В живых системах генетическая адаптация происходит посредством возникновения новых вариантов генов в результате мутаций и вследствие естественного отбора. Любая живая система

как совокупность генов представляет собой индивидуальный генотип [11]. Генотип несет в себе генетическую информацию, с помощью которой держит под контролем строение и развитие организма. Роль «генотипа» в организационной системе отводим механизму управления, оснащенного информацией и методами поиска наилучших решений. Механизм управления держит под контролем строение и развитие организаций, как и генотип биологической системы.

Чтобы социально-экономической системе владеть способностью генетической адаптации, приближенной к способности биологической системы, потребуется перейти на модель робастного управления, построение которой основано на изложенных выше бионических принципах адаптации, следуемых закономерностям эволюции живых систем и направленных на устойчивое функционирование и развитие социально-экономических систем. Механизм робастного управления конструируется как конфигуратор, синтезирующий различные представления о стратегических, тактических и оперативных действиях системы управления и производящий их избирательный отбор (компенсаторные действия) для построения «плавающего равновесия» (временного аттрактора) в гомеостатическом пространстве. Сборка «плавающего равновесия» осуществляется на основе поиска, подбора и комбинирования алгоритмов по вариациям параметров порядка до его отстройки с наиболее «хорошей» компенсаторной приспособленностью (более приближенной к базовому аттрактору) в окружающих условиях работы системы [5].

Форма оцифрованного гомеостатического пространства определяется сборкой адаптивного гомеостаза, расположенного на входе, и робастного гомеостаза на выходе из этого пространства. Гомеостаз выстраивается из параметров-индикаторов, при этом каждый параметр представлен информационной гранулой. Математическую конструкцию информационной гранулы представим в формате диапазона последовательности значений переменной  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$  с приписыванием к каждому числу  $x_n$  степени его принадлежности к множеству  $A$  в виде функции принадлежности. Формула информационной гранулы принимает вид [30]:

$$\mu_A(x) : X \rightarrow [0,1] \quad \forall x \in X. \quad (1)$$

## Типология системной адаптации социально-экономических систем

Table 2. Typology of systemic adaptation of socio-economic systems

Тип адаптации	Определение
Рефлексивная	Развивающийся во времени процесс воздействия на потребителя встраиванием в его сознание доверия к принятию предложений как проявлению рациональности в его действиях и поведении с целью выживания, развития и обогащения бизнеса
Аддитивная	Осуществление агрессивных и защитных процессов поведения и процессов обеспечения устойчивого функционирования системы посредством создания материальных запасов на входе в систему и на выходе из нее, запасов капитала, человеческих ресурсов и интеллектуальной продукции. Суммарный эффект аддитивных процессов с позиции адаптации системы равен сумме эффектов от каждого из них
Функциональная	Процесс перехода организационного управления от одной парадигмы к другой с изменением состава и технологии функций и введением информационных технологий (стандартов управления). Процесс освоения автоматизированных и роботизированных технологий производства и другие преобразования, вызванные научно-техническим прогрессом и усиливающие экономическую эффективность деятельности системы
Морфологическая	Процесс создания в социально-экономической системе «опорной конструкции» ее целостности, под которой понимается организационная структура, позволяющая обеспечивать жизнеспособность системы в тех или иных условиях среды с изменением ее стратегической направленности
Генетическая	Процесс динамической трансформации «плавающего равновесия» как фактора «жизни» системы в отстроенном гомеостатическом пространстве для поддержания ее устойчивого состояния путем периодической сборки механизмом управления действий по достижению конечно результата с компенсаторным эффектом

Мера степени принадлежности числа  $x_n$  определена в интервале  $[0,1]$ . В контексте робастного управления информационная гранула именуется робастным пределом, то есть обоснованной «нормой» экономических и организационных изменений параметров-индикаторов деятельности социально-экономической системы [5].

По итогам проведенного сопоставительного-типологического анализа в исследовании изоморфизма адаптации биологических систем со способностью к этому процессу социально-экономических систем выстроена типология их «внутренней» адаптации, процессы которой направлены на системное вмешательство в поведение и устройство системы в гомеостатическом пространстве. Сформированную совокупность типов адаптации предложено именовать системной адаптацией, происходящей путем перестройки внутренней среды системы, как видно в таблице 2.

Выстроенная в таблице 2 типология, как упорядоченное разнообразие проявления изучаемого свойства, ставит перед механизмом управления задачу распознавания факторов и ранжирования их по степени негативного влияния на деятельность системы и избирательно осуществлять тот или

иной тип адаптации. Настройка механизма робастного управления на системную адаптацию, особенно генетического типа, осуществима путем оснащения его «мозгового центра» инструментарием эволюционных вычислений, который включает в себя таксономию моделей эволюционных вычислений, генетические алгоритмы, эволюционное моделирование, генетическое и эволюционное программирование [31]. Реализация модели робастного управления вызывает естественный запрос на использование инструментария теории эволюционных вычислений для осуществления адаптации в режиме саморегуляции социально-экономических систем, обеспечивающей робастную устойчивость их функционирования и развития.

### Заключение

В сложившейся экономической реальности, когда адаптация является неотъемлемым свойством функционирования системы на протяжении жизненного цикла, возникает объективная необходимость перехода от понимания категории «адаптация» в узком смысле (как «приспособления») к пониманию этого термина в широком смысле — «компенсаторному приспособлению»

к изменениям. Результатом является разграничение управленческих действий по выживанию любой социально-экономической системы с действиями по ее росту и развитию.

Исходными знаниями для управления процессом адаптации представляются бионические принципы и типология адаптации системы посредством ее внутренней перестройки. Осуществление процессов системной адаптации возлагают на механизм робастного управления, оснащенного сценариями

подготовленных адаптационных действий в соответствии с допустимой «нормой» организационных и экономических изменений, определяющихся робастным пределом.

Исследование социально-экономических систем в контексте организменного подхода вызывает естественный запрос на использование инструментария теории эволюционных вычислений. В итоге появляется возможность реализации междисциплинарной конвергенции знаний об управлении социально-экономическими системами.

### Список источников

1. *Тоффлер Э.* Шок будущего / пер. с англ. М.: АСТ, 2002. 557 с.
2. Управление организацией. Энциклопедический словарь. М.: ИНФРА-М, 2001. 882 с.
3. *Ожегов П. С.* Словарь русского языка. М.: Русский язык, 1989. 922 с.
4. *Reeves M., Levin S.* Think Biologically: Messy Management for a Complex World // *Bcg*. 2017. July 18. URL: <https://www.bcg.com/publications/2017/think-biologically-messy-management-for-complex-world.aspx> (дата обращения: 08.07.2021).
5. *Алексеев М. А., Алексеев Е. Е., Фрейдина Е. В., Тропин А. А.* Параметрическая робастность как технологический и финансовый механизм управления экономическими системами // *Вестник НГУЭУ*. 2019. № 4. С. 143–160. DOI: 10.34020/2073-6495-2019-4-143-160
6. *Алексеев М. А., Фрейдина Е. В.* К теории гибкой адаптации экономических систем посредством робастного управления // *Фундаментальные исследования*. 2019. № 6. С. 7–17.
7. *Берталанфи Л. К.* Общая теория систем — обзор проблем и результатов / пер. с англ. // *Системные исследования*. Ежегодник. М.: Наука, 1969. С. 30–54.
8. *Бир Ст.* Кибернетика и управление производством / пер. с англ. В. Я. Алтаева. М.: Физматгиз, 1963. 274 с.
9. *Рейнор М.* Стратегический парадокс / пер. с англ. И. Р. Шафикова. М.: Юрайт, 2009. 399 с.
10. *Стёпин В. С.* Исторические типы научной рациональности в их отношении к проблеме сложности // *Синергетическая парадигма*. Синергетика инновационной сложности / отв. ред. В. И. Аршинов. М.: Прогресс-Традиция, 2011. С. 37–46.
11. *Анохин П. К.* Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975. 477 с.
12. *Моисеев Н. Н.* Алгоритмы развития. М.: Наука, 1987. 304 с.
13. *Буданов В. Г., Аршинов В. И., Свирский Я. И., Лепский В. Е.* Сложность и проблема единства знаний. Вып. 1. К стратегии познания сложности. М.: Институт философии РАН, 2018. 105 с. URL: <https://iphras.ru/uplfile/root/books/2018/Budanov.pdf> (дата обращения: 08.07.2021).
14. *Лепский В. Е.* Эволюция представлений об управлении (методологический и философский анализ). М.: Когито-Центр, 2015. 107 с.
15. *Субетто А. И.* Теория знания и системология образования: монография. СПб.: Астерион, 2018. 142 с. URL: <http://noocivil.esrae.ru/pdf/2018/5/1852.pdf> (дата обращения: 08.07.2021).
16. *Алексеев М. А., Фрейдина Е. В., Тропин А. А.* О преодолении стратегической неопределенности посредством интеграции робастного управления и сценарного планирования // *Экономика и управление*. 2019. № 9 (169). С. 97–106. DOI: 10.35854/1998-1627-2019-9-97-106
17. *Норт Д.* Понимание процесса экономических изменений / пер. с англ. К. Мартынова, Н. Эдельмана. М.: ИД Высшей школы экономики, 2010. 256 с.
18. *Тaleb Н. Н.* Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости / пер. с англ. А. Бердичевский. М.: КоЛибри, 2009. 528 с.
19. *Тaleb Н. Н.* Рискую собственной шкурой. Скрытая асимметрия повседневной жизни / пер. с англ. Н. Караева. М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2018. 384 с.
20. *Балацкий Е. В.* Учение о неэргодичности социального мира. Рецензия на книгу: *Тaleb Н. Н.* (2018) *Рискую собственной шкурой: скрытая асимметрия повседневной жизни*. М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус // *Мир России*. Социология. Этнология. 2020. Т. 29. № 1. С. 174–193. DOI: 10.17323/1811-038X-2020-29-1-174-193

21. Котлер Ф. Основы маркетинга / пер. с англ. В. Б. Боброва. М.: Прогресс, 1991. 733 с.
22. Портер М. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов / пер. с англ. Н. Минервин. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 454 с.
23. Алексеев М. А., Глинский В. В., Серга Л. К., Фрейдина Е. В. Генерация и рецепция информационной составляющей робастного управления социально-экономическими системами // Вестник НГУЭУ. 2022. № 1. С. 10–31.
24. Белов Н. А. Учение о внутренней секреции органов и тканей и его значение в современной биологии // Новое в медицине. 1911. Вып. 22. С. 1228–1236.
25. Буданов В. Г. Методология и принципы синергетики // Філософія освіти. 2006. № 1 (3). С. 143–172.
26. Каменский А. А., Криксунов Е. А., Пасечник В. В. Биология. Общая биология. 10–11 класс: учебник. М.: Дрофа, 2005. 367 с.
27. Лефевр В. А. О самоорганизующихся и саморефлективных системах // Рефлективные процессы и управление. 2005. Т. 5. № 1. С. 29–35.
28. Бождай А. С., Евсеева Ю. И., Гудков А. А. Применение методов интеллектуального анализа данных для реализации рефлексивной адаптации в системах e-learning // Открытое образование. 2017. Т. 21. № 4. С. 13–20. DOI: 10.21686/1818-4243-2017-4-13-20
29. Минцберг Г. Структура в кулаке: создание эффективной организации / пер. с англ. Д. Раевской. СПб.: Питер, 2001. 512 с.
30. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / пер. с англ. А. Г. Подвесовского, Ю. В. Тюменцева. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 798 с.
31. Курейчик В. В., Курейчик В. М., Родзин С. И. Теория эволюционных вычислений: монография. М.: Физматлит, 2012. 260 с.

## References

1. Toffler A. Future shock. New York: Bantam Books; 1984. 576 p. (Russ. ed.: Toffler A. Shok budushchego. Moscow: AST; 2002. 557 p.).
2. Organization management. Encyclopedic dictionary. Moscow: Infra-M; 2001. 882 p. (In Russ.).
3. Ozhegov P.S. Dictionary of the Russian language. Moscow: Russkii yazyk; 1989. 922 p. (In Russ.).
4. Reeves M., Levin S. Think biologically: Messy management for a complex world. BCG. July 18, 2017. URL: <https://www.bcg.com/publications/2017/think-biologically-messy-management-for-complex-world.aspx> (accessed on 08.07.2021).
5. Alekseev M.A., Alekseev E.E., Freydina E.V., Tropin A.A. Parametric robustness as a technological and financial tool for management of economic systems. *Vestnik NGUEU = Vestnik NSUEM*. 2019;(4):143-160. (In Russ.). DOI: 10.34020/2073-6495-2019-4-143-160
6. Alekseev M.A., Freydina E.V. To the theory of flexible adaptation of economic systems through robust control. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*. 2019;(6):7-17. (In Russ.).
7. Bertalanffy L. von. General system theory: Foundations, development, applications. New York: George Braziller Inc.; 1968:3-17. (Russ. ed.: Bertalanffy L. Obshchaya teoriya sistema — obzor problem i rezul'tatov. In: Sistemnye issledovaniya. Ezhegodnik. Moscow: Nauka; 1969:30-54.).
8. Beer S. Cybernetics and management. London: English University Press; 1959. 240 p. (Russ. ed.: Beer St. Kibernetika i upravlenie proizvodstvom. Moscow: Fizmatgiz; 1963. 274 p.).
9. Raynor M.E. The strategy paradox: Why committing to success leads to failure (and what to do about it). New York, London: Crown Business Publishing; 2007. 320 p. (Russ. ed.: Raynor M. Strategicheskii paradoks. Moscow: Urait; 2009. 399 p.).
10. Stepin V.S. Historical types of scientific rationality in their relation to the problem of complexity. In: Arshinov V.I., ed. Synergetic paradigm. Synergetics of innovative complexity. Moscow: Progress-Traditsiya; 2011:37-46. (In Russ.).
11. Anokhin P.K. Essays on the physiology of functional systems. Moscow: Meditsina; 1975. 477 p. (In Russ.).
12. Moiseev N.N. Algorithms of development. Moscow: Nauka; 1987. 304 p. (In Russ.).
13. Budanov V.G., Arshinov V.I., Svirskii Ya.I., Lepskii V.E. Complexity and the problem of the unity of knowledge. Iss. 1: Toward a strategy for understanding complexity. Moscow: RAS Institute of Philosophy; 2018. 105 p. URL: <https://iphras.ru/uplfile/root/books/2018/Budanov.pdf> (accessed on 08.07.2021). (In Russ.).
14. Lepskii V.E. Evolution of ideas about management (methodological and philosophical analysis). Moscow: Cogito-Centre; 2015. 107 p. (In Russ.).



15. Subetto A.I. Theory of knowledge and systemology of education. St. Petersburg: Asterion; 2018. 142 p. URL: <http://noocivil.esrae.ru/pdf/2018/5/1852.pdf> (accessed on 08.07.2021). (In Russ.).
16. Alekseev M.A., Freydina E.V., Tropin A.A. On overcoming strategic uncertainty through the integration of robust control and scenario planning. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2019;(9):97-106. (In Russ.). DOI: 10.35854/1998-1627-2019-9-97-106
17. North D.C. Understanding the process of economic change. Princeton, NJ: Princeton University Press; 2010. 200 p. (Russ. ed.: North D. Ponimanie protsessa ekonomicheskikh izmenenii. Moscow: HSE Publ.; 2010. 256 p.).
18. Taleb N.N. The black swan. The impact of the highly improbable. New York: Random House; 2007. 366 p. (Russ. ed.: Taleb N.N. Chernyy lebed'. Pod znakom nepredskazuemosti. Moscow: KoLibri; 2009. 528 p.).
19. Taleb N.N. Skin in the game: Hidden asymmetries in daily life. London: Allen Lane; 2018. 279 p. (Russ. ed.: Taleb N.N. Riskuya sobstvennoi shkuroi. Skrytaya asimmetriya povsednevnoi zhizni. Moscow: KoLibri, Azbuka-Attikus; 2018. 384 p.).
20. Balatsky E. The non-ergodicity of the social world: A modern doctrine. Book review: Taleb N.N. (2018) Skin in the game: Hidden asymmetries in daily life, Moscow: KoLibri, Azbuka-Attikus (in Russian). *Mir Rossii. Sotsiologiya. Etnologiya = Universe of Russia. Sociology. Ethnology*. 2020;29(1):174-193. (In Russ.). DOI: 10.17323/1811-038X-2020-29-1-174-193
21. Kotler Ph. Marketing essentials. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall; 1984. 556 p. (Russ. ed.: Kotler Ph. Osnovy marketinga. Moscow: Progress; 1991. 733 p.).
22. Porter M.E. Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors. New York: The Free Press; 1998. 397 p. (Russ. ed.: Porter M. Konkurentnaya strategiya: metodika analiza otraslei i konkurentov. Moscow: Alpina Business Books; 2007. 454 p.).
23. Alekseev M.A., Glinskii V.V., Serga L.K., Freydina E.V. Generation and reception of the information component of robust control of socio-economic systems. *Vestnik NGUEU = Vestnik NSUEM*. 2022;(1):10-31. (In Russ.).
24. Belov N.A. The doctrine of the internal secretion of organs and tissues and its significance in modern biology. *Novoe v meditsine*. 1911;(22):1228-1236. (In Russ.).
25. Budanov V.G. Methodology and principles of synergetics. *Filosofiya osviti = Philosophy of Education*. 2006;(1):143-172. (In Russ.).
26. Kamenskii A.A., Kriksunov E.A., Pasechnik V.V. Biology. General biology. Grade 10-11. Moscow: Drofa; 2005. 367 p. (In Russ.).
27. Lefevr V.A. On self-organizing and self-reflexive systems. *Refleksivnye protsessy i upravlenie = Reflexive Processes and Control*. 2005;(1):29-35. (In Russ.).
28. Bozhday A.S., Evseeva Yu.I., Gudkov A.A. Data mining methods application in reflective adaptation realization in e-learning systems. *Otkrytoe obrazovanie = Open Education*. 2017;21(4):13-20. (In Russ.). DOI: 10.21686/1818-4243-2017-4-13-20
29. Mintzberg H. Structure in fives. Designing effective organizations. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall; 1992. 312 p. (Russ. ed.: Mintzberg H. Struktura v kulake: sozдание effektivnoi organizatsii. St. Petersburg: Piter; 2001. 512 p.).
30. Piegat A. Fuzzy modeling and control. Heidelberg: Physica-Verlag; 2001. 728 p. (Studies in Fuzziness and Soft Computing. Vol. 69). (Russ. ed.: Piegat A. Nechetkoe modelirovanie i upravlenie. Moscow: Binom. Laboratoriya znanii; 2013. 798 p.).
31. Kureichik V.V., Kureichik V.M., Rodzin S.I. Theory of evolutionary computing. Moscow: Fizmatlit; 2012. 260 p. (In Russ.).

## Сведения об авторах

### Михаил Анатольевич Алексеев

доктор экономических наук, доцент,  
профессор кафедры бизнес-аналитики  
и статистики

Сибирский институт управления — филиал  
Российской академии народного хозяйства  
и государственной службы при Президенте  
Российской Федерации

630102, Новосибирск, ул. Нижегородская,  
д. 6

## Information about Authors

### Mikhail A. Alekseev

DSci, PhD in Economics, Associate Professor,  
Professor of the Department of Business Analytics  
and Statistics

Siberian Institute of Management — Branch  
Russian Academy of National Economy  
and Public Administration under the President  
of the Russian Federation

6 Nizhegorodskaya str., Novosibirsk 630102,  
Russia

**Кирилл Алексеевич Зайков**

кандидат экономических наук, директор научно-образовательного центра «Цифровая трансформация экономики»

Сибирский институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

630102, Новосибирск, ул. Нижегородская, д. 6

**Елизавета Васильевна Фрейдина**

доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Устойчивое развитие социально-экономических систем»

Сибирский институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

630102, Новосибирск, ул. Нижегородская, д. 6

Поступила в редакцию 18.02.2022

Прошла рецензирование 18.03.2022

Подписана в печать 28.03.2022

**Kirill A. Zaykov**

PhD in Economics, Director of the Scientific and Educational Center "Digital Transformation of the Economy"

Siberian Institute of Management – Branch Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation

6 Nizhegorodskaya str., Novosibirsk 630102, Russia

**Elizaveta V. Freydina**

DSci, PhD in Technical Sciences, Professor, Leading Researcher of the Research Laboratory "Sustainable Development of Socio-Economic Systems"

Siberian Institute of Management – Branch Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation

6 Nizhegorodskaya str., Novosibirsk 630102, Russia

Received 18.02.2022

Revised 18.03.2022

Accepted 28.03.2022

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest related to the publication of this article.