

Научная статья
УДК 338.24
DOI 10.18101/2304-4446-2022-1-12-24

**УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ
В КОНТЕКСТЕ ПАРАДИГМЫ «УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ»**

© **Алексеев Михаил Анатольевич**
доктор экономических наук, профессор
кафедры бизнес-аналитики и статистики
m.a.alekseev@nsuem.ru

© **Серга Людмила Константиновна**
кандидат экономических наук, заведующий кафедрой
бизнес-аналитики и статистики
serga-lk@ganepa.ru

© **Фрейдина Елизавета Васильевна**
доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник
научно-образовательного центра
evfreydina@socio.pro

Сибирский институт управления — филиал Российской академии
народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации
Россия, 630102, г. Новосибирск, ул. Нижегородская, 6

Аннотация. Цель статьи состоит в представлении теоретических и методологических ориентиров исследований, направленных на достижение устойчивости функционирования и развития социально-экономических систем в современном экономическом пространстве. Раскрыты методологические вопросы, связанные с отказом от приоритетного поддержания строго равновесного состояния, упускающего оценку динамики и характера происходящих изменений. Приведены модели равновесного состояния системы. Каждое из приведенных состояния определено характером и силой воздействия изменений и рамками пределов допустимого их размаха. Предел и природой, и наукой задается необходимостью обеспечить существование систем в режиме адаптации. Приведены распространенные формы пределов. Изложены принципы и распространенные инструменты оценки состояния системы, основанные на теории пределов, развиваемой в экономике и управлении. Показано, что в современной теории управления предел — детерминанта устойчивости процесса и системы. Изложены вызовы к развитию теории пределов в управлении: функционирование и развитие системы на грани порядка и хаоса. Для этих условий обоснован переход на робастное управление, конструкторами которого, создающими робастную устойчивость, являются робастный предел, адаптивный гомеостаз (вход в систему) и робастный (выход из системы). Приведена модель робастного предела. Изложены принципы, создающие основу адаптации системы для создания робастной устойчивости посредством периодической сборки «плавающего равновесия» — временного аттрактора в образованном гомеостатическом пространстве системы.

Ключевые слова: управление, равновесное состояние, устойчивость, адаптация, предел «жесткий и мягкий», робастный предел, робастная устойчивость.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект 22-28-00629.

Для цитирования

Алексеев М. А., Серга Л. К., Фрейдина Е. В. Управление социально-экономическими системами в контексте парадигмы «устойчивое развитие» // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2022. № 1. С. 12–24.

Введение. Доминирующей парадигмой начала XXI в. «устойчивое развитие» определено направление на преодоление противоположностей: устойчивое функционирование системы и принципиальное ее изменение в связи с взаимодействием с экономическими субъектами внешней среды и ее развитием, которое возлагается на управление системой. Актуальность исследований в контексте парадигмы состоит в развитии теоретических основ, определяющих и синтезирующих детерминанты явления устойчивости, имеющие историю представления, которая увязывается с эволюцией систем и внешней среды, и модели управления социально-экономическими системами.

Модели управления функционированием и развитием социально-экономической системы формируются под влиянием совокупности теоретических представлений, определяющих ключевые свойства исследуемой организованной сущности, органично включаемые в модельно представляемый образ. Начиная со времен А. Смита, главными «опорами» в теории ортодоксальной экономики, по определению Р. Нельсона и С. Уинтера, служили «концепция равновесия» и «оптимизационный подход» [19].

В конце XX — начале XXI в. в исследовательском сообществе определенное распространение получило понимание того, что социально-экономические системы являются сложными саморегулирующимися и самоорганизующимися. Исходя из указанных представлений теорию равновесного состояния по причине того, что она, по выражению Р. Нельсона и С. Уинтера, «утратила контакт с эмпирическими разработками на уровне микроэкономики», постепенно вытесняет разрабатываемая эволюционная теория экономических изменений [19]. В основу ее положен принцип о наличии эндогенных и экзогенных сил, порождающих случайные изменения и подлежащих изучению через выявление эволюционных закономерностей. Таким образом, к сочетанию двух названных выше традиционных теоретико-методологических «опор» моделирования социально-экономических систем в связи с высокой вариабельностью переменных естественным образом добавляется третья — «устойчивое функционирование и развитие».

Направления и способы осуществления развития экономики в рамках парадигмы «устойчивое развитие» изложены Г. Б. Клейнером в статье «Устойчивость российской экономики в зеркале системной экономической теории» [13]. На современном этапе достижение устойчивости в развитии социально-экономических систем усложняется тем, что «современная цивилизация вступила в эпоху экспоненциально растущей сложности в режиме турбулентности, неопределенности и возникновения новых глобальных рисков» [9, с. 10]. Создание устойчивости функционирования и развития систем любого класса состоит в противостоянии их объективному свойству — неустойчивости в процессе управления. Принятие

решения, что система обладает устойчивостью, определяется наложением обоснованных пределов на спектр изменений параметров ее состояния, создавая параметрический коридор для устойчивого функционирования. В образуемом пределеми коридоре достижение устойчивости состоит в динамической перестройке равновесия системы по определенным принципам как исходным знаниям для управления.

Исходя из всего изложенного, выстроен комплекс задач исследований по развитию теоретико-методологических основ обеспечения устойчивости социально-экономической системы следующей направленности:

- раскрытие особенности связи двух понятий «равновесие» и «устойчивость» и представление модельного образа устойчивости, отражающего равновесное состояние системы в коридоре, ограниченном пределами;
- обоснование предела как детерминанты, определяющей меру устойчивости функционирования и развития сложных открытых систем с позиции преодоления различных категорий флуктуации экзогенных и эндогенных параметров-индикаторов состояния системы и внешней среды;
- рассмотрение инновационного подхода к обеспечению робастной устойчивости с введением робастного предела как некоторой обоснованной «нормы» экономических и организационных изменений;
- представление взаимосвязанной группы принципов адаптации системы, основанных на синтезе знаний законов кибернетики и эволюции биологических систем и раскрывающие способы управления равновесным состоянием в некотором предельном (гомеостатическом) пространстве;
- синтез в единую теоретическую основу детерминантов меры устойчивости и модель робастного управления социально-экономическими системами.

1 О взаимосвязи равновесия и устойчивости открытых систем

В изучении свойств системы как равновесие и устойчивость необходимо обратиться к истокам теоретических представлений о свойствах открытых систем, к которым в равной мере относятся и биологические и организационные системы. Наука о выживании и развитии биологических систем создана намного ранее общей теории систем. Так, в 1911 г. российский физиолог Н. А. Белов пишет, что «организм живет постоянно в условиях мало устойчивого равновесия. И в этом его спасение». Далее, «наличность неустойчивости и постоянного, если можно так выразиться, балансирования, и дает организму возможность приспособляться к новым явлениям» [4, с. 1233]. Общей теорией систем между биологическими системами и «организованными сущностями» (социально-экономическими системами) установлен на аксиоматическом уровне изоморфизм свойств как в измеримости сложности строения, так и в особенностях взаимодействия с окружающей средой [5]. Установление аналогии между биологическими и организационными системами продолжается в публикациях Н. Моисеева. Из установленной аналогии Н. Моисеевым выводятся два фундаментальных принципа, определяющих свойства системы, — «принципиальная неустойчивость» и «принципиальная стохастичность» [18]. Сформулированные принципы выступают в роли причины — неустойчивость и следствия — стохастичность.

«Принципиальная неустойчивость» в организационных системах определяется множеством факторов, генерируемых внутренней и внешней средой. Синерге-

тикой — наукой об самоорганизующихся системах и их процессах — неустойчивость возведена в базовый принцип типологической группировки систем [8].

«Принципиальная стохастичность» результат действия отдельных, нерегулярных, непостоянных, часто незначительных, но при этом сложных событий или одновременного воздействия множества причин, что вызывает неоднозначность и неопределенность сложившейся ситуации. Ключевой аксиомой является: случайность подчинена скрытым законам, которые приводят к росту разнообразия возможных форм, методов и моделей описания и управления системой. Каждое непредсказуемое, слабо предсказуемое или преднамеренное событие, приводящее к изменению, инициирует смену ситуации и является определенным вызовом к действию. Таким образом, чтобы следовать парадигме об устойчивом развитии системы необходимо преодолеть объективно возникающую неустойчивость.

Фундаментальное понятие устойчивости, получившее широкую известность, сформулировано в конце XIX в. русским ученым математиком А. М. Ляпуновым. Согласно этому понятию, траектория движения объекта называться устойчивой, если для сколь угодно малого предельного отклонения, определяющего коридор (окрестность, пространство) устойчивости, можно указать такие ограничения для возмущений (колебаний), при которых система не выйдет из этого коридора или окрестности. Надо сделать акцент на том, что понятие устойчивости относится не к системе как таковой, а к параметрам ее функционирования и развития [22]. Из приведенного определения следует, что объективное явление как вариабельность параметров системы, ее неустойчивость, вводится в некоторый «коридор» допустимых изменений, при которых не происходит нарушения ее целенаправленной деятельности. Таким образом, достижение устойчивости требует управления социально-экономической системой, выступающего противоположностью саморегуляции в биологических системах [10].

Развитию понимания устойчивости в кибернетике посвящено множество работ. Приведем одно из распространенных определений: «устойчивость — способность системы стремиться при различных состояниях к некоторому равновесному (стационарному) состоянию» [23]. В развитии этого понятия равновесное состояние системы рассматривается с разной мерой устойчивости: тривиальное, асимптотически устойчивое и устойчивое.

Тривиальное равновесие ($dx/dy = 0$) — нулевые изменения всех видов используемых системой ресурсов, существует как результат модельного конструкта периодического состояния системы. Некоторая временность равновесия объясняется определением этого понятия как способность системы в отсутствии внешних воздействий сохранять свое поведение и выдерживать заданную траекторию движения. Так как внешнее воздействие выступает как неоспоримый факт, то возникающие разной категории флуктуации нарушают равенство, определяющее равновесие, т. е. имеем $dx/dy \neq 0$, и для системы потребуется найти пределы ее устойчивого состояния.

Асимптотически устойчивое равновесие — состояние системы при малых отклонениях. На практике функционирование действующей системы с предсказуемыми малыми отклонениями допускается в условиях внутренней среды с характеристиками ресурсного обеспечения, являющимися случайными величинами

ми. Такие условия типичны при разработке месторождений твердых полезных ископаемых в режиме управления качеством. Разработка плана ведется с использованием критериев равномеризации [22]. Для малых флуктуаций определяется коридор (окрестность, пространство), направленный на обеспечение асимптотической устойчивости функционирования системы. Представление асимптотического равновесия для переменной x_n имеет вид:

$$\underline{\Theta} \leq x_n \leq \bar{\Theta}, \quad (1)$$

где $\bar{\Theta}$, $\underline{\Theta}$ — верхний и нижний пределы соответственно.

Выражение (1) будем считать, что отображает «жесткий предел» (предел по А. М. Ляпунову), полностью отвечающий условию $|x_n - a| < \varepsilon$, где ε — предельное малое отклонение, которое является основой кибернетической модели управления с обратной связью или управление по отклонениям.

Устойчивость равновесного состояния системы — ее способность сохранять требуемые свойства в условиях возмущающих воздействий или способность системы, выведенной из устойчивого состояния, самостоятельно возвращаться в это состояние [22, с. 177]. Коридор допустимых отклонений при устойчивом равновесии $(\bar{\Theta}, \underline{\Theta})$ раздвигается максимально до величины $\pm 3\sigma$:

$$\bar{X} - 3\sigma \leq x_n \leq \bar{X} + 3\sigma, \quad (2)$$

где \bar{X} — среднее значение переменной величины, определяющее равновесное состояние; σ — среднеквадратичное отклонение переменной.

Выражение (2) отображает «мягкий» предел. Числовые последовательности выражений (1) и (2), ограниченные верхним и нижним пределами именуется информационной гранулой [20].

Из вышеприведенного имеем, неустойчивость — объективное явление для любого класса систем, а устойчивость обеспечивается динамическим балансированием их равновесного состояния в установленных пределах посредством адаптации к изменениям, генерируемым внутренней и внешней средами.

В теории управления в качестве аксиомы выступает положение о том, что система только тогда обладает требуемыми свойствами (эффективностью, финансовой состоятельностью, операционной результативностью и т. п.), когда ее ключевые параметры находятся в заданных пределах или принадлежат некоторым областям, ограничивающим пространство допустимых их изменений [22, с.178].

2 Предел — детерминанта устойчивости процесса и системы

Предел как понятие получило развитие в философии, математике, физике, управлении, экономике, медицине и в других науках. Опираясь на исследования, изложенные в [7], сложившееся представление об ограничениях в изменении параметров системы, а именно о пределе и границе, приводится в виде следующего выводного знания [3]:

- 1) понятия «граница» и «предел» имеют самостоятельное значение;
- 2) граница содержит в себе моменты «ничто» и «иного», предел отрицает «иное»;

3) выявление пределов — это сосредоточение на самой вещи: есть нечто иное, но оно не имеет значения.

И. Кант отмечает «родство» предела и границы и считает, что выделение предела и выделение границы — это две стороны одного процесса, его ограничения, но граница включает в себя пределы [12]. Предел и природой, и наукой задается необходимостью обеспечить существование биологической, социально-экономической, технической и другого класса систем путем развития их свойства адаптации.

Ключевая роль предела в моделировании функционирования социально-экономических систем определяется наличием контуров управления, включающих в себя обратную связь. На протяжении длительного периода роль предела была сведена исключительно к фиксированию малых флуктуаций объективной природы и как следствие в модельных представлениях использовался жесткий предел (выражение (1)) или предел, по А. М. Ляпунову. Непредсказуемой изменчивостью с различными категориями флуктуации при агрессивной среде, окружающей систему, вызвана необходимость расширения жесткого предела (приведенного, например, в выражении (2)) с целью создания условий для демпфирования случайной природы изменений параметров системы.

Стало аксиомой, что внутренняя среда социально-экономической системы характеризуется неопределенностью, генерируемой случайными изменениями и «отказами» ее элементов различного назначения. На практике все изменения улавливаются и фиксируются, как правило, в разрезе отдельных процессов. Представление внутренней среды организации в виде процессной модели получило активное развитие в практическом менеджменте благодаря тому, что результат протекания всякого процесса поддается измерению и создается фактологическая база принятия управленческих решений.

Операционные (рабочие) процессы социально-экономических систем имеют фундаментальную особенность: они относятся к классу случайных процессов [11]. Преодолению вариабельности результатов операционных процессов и приведению их в «нормальный режим» посвящены многочисленные научные исследования по динамике изменения результатов преобразования ресурсов процессами технологическими и управления запасами и денежными потоками предприятия. Во всех случаях обеспечение устойчивой работы процессов состоит в установлении пределов, определяющих диапазон допустимых колебаний измеряемой величины.

Начиная с 1928 г. для управления технологическими процессами, работающими в режиме управления качеством изготавливаемой продукции, введены «контрольные карты качества» Шухарта (W. E. Shewhart). Контрольная карта — инструмент, позволяющий отслеживать ход протекания процесса посредством измерения показателей качества и воздействовать на него с помощью обратной связи, предупреждая превышения отклонения от среднего значения установлением верхнего и нижнего контрольных пределов [23]. Превышение показателями качества предельных значений — вызов к корректирующим мероприятиям работы процесса.

Подход к определению числового значения пределов допустимой вариабельности входного и выходного потоков процесса широко распространен в управле-

нии запасами материальных ресурсов и денежных средств. В управлении запасами — это модель управлением с фиксированным объемом запасов, равным размеру экономически целесообразного объема. В управлении запасами денежных средств наибольшее распространение получили такие инструменты, как модели Баумоля и Миллера — Орра [14, с. 358–362], которые отражают динамику и изменчивость денежных потоков по суточным периодам. Аналитическими расчетами определяются допустимые пределы (X_{min} — X_{max}) варьирования денежных сумм в свободном обращении. Выход за границы предела предусматривает следующие управляющие действия: при превышении — конвертацию денежных сумм в ликвидные ценные бумаги до достижения «точки возврата» — установленного аттрактора, при снижении — наращивание денежной массы до «точки возврата». Для итоговой оценки операционной результативности системы в качестве нижнего предела (X_{min}) может рассматриваться «точка безубыточности», или «порог рентабельности», или «запас финансовой прочности».

Следующая сфера применения предела — обработка массивов данных о положении системы в рыночной среде и преобразование их в матричные инструменты. Пределы являются конструкторами концептных матриц, разделяющие совокупности данных (распределение на группы) по качественному признаку. В итоге формируется структурно-информационная модель из N -го количества гранул числовой последовательности. Признак различия по каждому квадранту матрицы определяется логической конструкцией (концептом), характеризующей состояние компании в зависимости от количественного отношения выделенных «координат» — пары факторов с диапазоном их изменения в пределах информационной гранулы. Отметим, что предел в матричной модели выступает как преобразователь информации в оценку состояния и процесса и системы.

Матричный инструментарий получил широкое распространение. Отметим матрицы: BCG («рост рынка/относительная доля рынка»), Matrix Dupont — инструмент финансовой экспресс-диагностики (рентабельность активов/оборачиваемость активов), многокритериальную портфельную матрицу, разработанную компаниями General Electric и McKinsey (GE&M), матрицу Ансоффа и ряд других. Внимание обратим на продолжающееся развитие матричного инструментария. Так, для обоснования продуктовой стратегии формируется интегрированная матрица «Product Planning Matrix», объединяющая 8 локальных матриц, используемых как главный инструмент методологии QFD (Quality Function Deployment), разработанной компанией Toyota. Синтез локальных матриц активно представлен М. Мак-Донельдом в работе [17, с. 151–154] в виде каркасных моделей и служит как пример действующего в широкой практике совмещения качественной оценки структуры совокупности и логического механизма принятия стратегических решений.

Из рассмотренного состояния использования пределов в моделировании и управлении процессами и системами приходим к выводу, что усилия об обеспечении устойчивости в основном направлены на нормализацию работы процессов операционной системы. Матричный инструментарий свидетельствует о неизменности оценки состояния компании при некотором диапазоне изменения показателей-индикаторов. В таком представлении упускается из рассмотрения ряд важных аспектов устойчивости систем: характер поведения равновесного состояния в рамках пределов и что требуется предпринять для его удержания в них.

Сложившаяся в мировой практике организационного управления доказательная основа для ввода социально-экономических систем в класс сложных адаптивных систем, обозначаемых компанией BCG как CAS (Complex Adaptive Systems), действующих на грани порядка и хаоса, делает вызов к разработке теоретико-методологических основ по обеспечению устойчивого функционирования и развития этого класса систем с применением робастного управления.

3 Робастная устойчивость — устойчивость с «запасом прочности»

Под **робастностью системы** понимаем пороговую чувствительность системы к различному характеру возмущающих воздействий и ее способность к тому, чтобы поддерживать равновесное состояние в рамках заданных пределов. Вызовом к «жизни» этого свойства закладывается способность системы к робастной устойчивости, устойчивости с «запасом прочности». Робастная устойчивость трактуется как способность системы с возмущенным поведением и движением гарантировать устойчивость в условиях неопределенности состояний системы и деловой среды посредством адаптации в образуемом гомеостатическом пространстве по подготовленным сценариям [2].

Стремление к созданию робастной устойчивости коммерческих организаций активно обсуждается в зарубежных публикациях [24, 25]. Так в отчете компании BCG отмечается, «чтобы управлять сложными адаптивными системами, компании должны преодолеть несколько фундаментальных проблем. Они должны быть в состоянии поддерживать робастность в изменяющейся среде, а также избегать попадания в неблагоприятные траектории притяжения» [25]. Избежать неблагоприятных траекторий притяжения удастся посредством развития способности системы к адаптации в заданных пределах.

В изложенном понимании робастной устойчивости наблюдается преемственность в ее трактовке законов существования и развития биологических систем. Так, в общей биологии адаптация (adaptatio-приспособление) — это процесс приспособления организма к условиям среды, а результат процесса рассматривается как гомеостатическое уравнивание системы при взаимодействии ее с окружающей средой [15]. Основываясь на фундаментальных положениях законов биологии и эволюции, авторами статьи сформулированы принципы адаптации сложных систем, следование которым направлено на обеспечение устойчивого состояния системы [2]:

- адаптация осуществима в рамках некоторого оцифрованного гомеостатического пространства, определяемого параметрами порядка организованной целостности;
- основными конструктивными структурами гомеостатического пространства являются гомеостаз на входе в систему и гомеостаз на выходе из системы;
- адаптационные действия рассматриваются как пороговое реагирование в рамках некоторого предела по каждому параметру гомеостаза на изменения, генерируемые внешней и внутренней средой;
- цель адаптации — достижение значений, обеспечивающих соответствие выходных показателей эффективности функционирования системы значениям, заданным пределам параметров гомеостазов;

– адаптационные решения выводят систему в рамках заданных пределов параметров гомеостазов на траекторию «плавающего равновесия», т. е. на некоторый временной аттрактор ее функционирования и развития;

– пределы адаптивного реагирования поддаются разрушению как под влиянием прямых связей, определяющих развитие системы, так и под воздействием дестабилизирующих факторов с изменением адаптивной нормы системы, при этом состоит или «бегство от негатива», или «движение к позитиву»;

– система, маневрируя посредством реагирования на последовательность возмущений, достигая пороговых значений контрольных параметров, переходит в критическое состояние, что именуется как самоорганизованная критичность системы (self-organized criticality, SOC).

Выведенные принципы выступают исходными посылками для конструирования модели робастного управления, ориентированной на обеспечение устойчивости функционирования и развития самоорганизующихся социально-экономических систем [1].

Фиксирующим и регулирующим инструментом результативности адаптации в живых системах является гомеостаз, которым задается состав и пределы допустимой степени свободы существенных параметров в их изменениях без утраты жизнеспособности системы. Вводится важное пояснение того, что создаваемая устойчивость не характеризуется стабильностью процессов внутри системы, наоборот, они динамичны и постоянно меняются, однако в условиях «нормы» колебания физиологических показателей довольно жестко ограничены. Этим положением конкретизируется конструкция гомеостаза [16].

Понятие «гомеостаз», как отмечает И. В. Прангишвили, «оказалось настолько удачным для описания сохраняемых свойств сложных систем любой природы, что оно быстро распространилось на все области системного анализа» [21, с. 323]. Для организационных систем понятие «гомеостаз» впервые ввел У. Р. Эшби, означающее свойство систем поддерживать жизненно важные параметры в определенном диапазоне, основанное на устойчивости внутренней среды системы по отношению к возмущающим воздействиям внешней среды.

Основы конструирования гомеостаза как особой информационной структуры для управления сложной стохастической системой (предприятием) заложены Ст. Биром в разработке концепции создания кибернетической машины [6]. Из сформулированных положений Ст. Бира выводится, что гомеостаз должен быть расположен на входе в систему с параметрами, направляющими адаптационные действия системы (адаптивный гомеостаз), и выходе системы — параметрами, по которым действие системы оценивается во внешней среде (робастный гомеостаз). Робастный гомеостаз выступает как регулятор и настройщик действий системы для поддержания ее конкурентоспособности. Гомеостаз формируется из совокупности параметров-индикаторов, при этом значение каждого из них имеет некоторую допустимую степень свободы в изменении значения, определенную робастным пределом. Понятие «робастный предел» — некоторая обоснованная «норма» экономических и организационных изменений гомеостатических параметров-индикаторов деятельности социально-экономической системы с позиций достижения поставленных целей.

Математическая конструкция робастного предела (информационной гранулы) представляется в формате некоторого диапазона последовательности значений переменной:

$$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\} \quad (3)$$

с приписыванием к каждому числу x_n степени его принадлежности к множеству A в виде функции принадлежности. Формула информационной гранулы принимает вид [20]:

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1] \quad \forall_x \in X, \quad (4)$$

Исходной посылкой для расширения знаний о робастном пределе является то, что числовая последовательность информационной гранулы большей частью имеет распределение в виде нечеткого множества, которое рассматривается как множество с возможностями «предельного перехода». Наличие предельных точек является эквивалентным наличию совокупности некоторых подмножеств с линейными трендами квазистабильного значения параметра.

Установлением функциональной зависимости между параметрами адаптивного и робастного гомеостаза создается гомеостатическое пространство, в котором осуществляется адаптационная перестройка системы с одного равновесного состояния на другое, обеспечивающая робастную устойчивость системы. Выводится понятие «плавающее равновесие» [2]. В целом получаемое оцифрованное гомеостатическое пространство определяет возможности системы к адаптации и координации без потери устойчивости.

Робастная устойчивость сводится к поддержанию допустимых значений параметров в установленных робастных пределах. На робастное управление возлагается задача: экономические и организационные изменения должны быть не спонтанными, а подготовленными. Под робастным (прочностным) управлением открытыми системами понимается избирательное и подготовленное воздействие механизмом управления на объект управления в гомеостатическом пространстве, определяющем возможности смены траектории его равновесного состояния без нарушения пороговых значений параметров-индикаторов посредством превентивной адаптации, чем обеспечивается устойчивое функционирование и развитие социально-экономической системы в целом [1].

В заключение отметим, что в современном мире существенно усложнилось управление системами. Имеем конвергенцию сложной социально-экономической системы и сложностной внешней рефлексивно-активной среды, отличающейся информационным хаосом с флуктуациями разной категории. При таких обстоятельствах обеспечение устойчивости в понимании, что ее можно достичь с применением обратной связи и адаптации по ситуации уходит с приоритетной позиции и наблюдается стремление менеджмента к настрою на освоение знаний и методов по созданию робастной устойчивости при функционировании и развитии бизнеса. Подобная функция свойственна и имманентно присуща робастному управлению организационными системами, базирующимися в принятии решений на «умном роботе» — механизме управления, нагруженном множеством специфичных функций преобразования информации в поведение системы.

Литература

1. Параметрическая робастность как технологический и финансовый механизм управления экономическими системами / М. А. Алексеев, Е. Е. Алексеев, Е. В. Фрейдина, А. А. Тропин // Вестник НГУЭУ. 2019. № 4. С.143–161. Текст: непосредственный.
2. Алексеев М. А., Фрейдина Е. В. К теории гибкой адаптации экономических систем посредством робастного управления // Фундаментальные исследования. 2019. № 6. С. 7–17. Текст: непосредственный.
3. Алексеев М. А., Фрейдина Е. В., Хрущев С. Е. Управление сложными системами: пределы и преобразования информации в поведение // Развитие территорий. 2021. № 1. С. 21–30. Текст: непосредственный.
4. 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. Текст: непосредственный.
5. Берталанфи Л. К. Общая теория систем — обзор проблем и результатов // Системные исследования. Ежегодник. Москва: Наука, 1969. С. 30–54. Текст: непосредственный.
6. Бир Ст. Кибернетика и управление производством: перевод с английского. Москва: Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1963. 274 с. Текст: непосредственный.
7. Боровкова О. В. «Граница» и предел как два способа ограничения» // Вестник Томского государственного университета. 2007. № 299(1), июнь. С. 38–41. Текст: непосредственный.
8. Буданов В. Г. Методология и принципы синергетики // Філософія освіти. 2006. № 1(3). С. 143–172. Текст: непосредственный.
9. Сложность и проблемы единства знаний / В. Г. Буданов, В. И. Аршинов, Я. И. Свирский, В. Е. Лепский. Вып. 1. К стратегии познания сложности. Москва: ИФ РАН, 2018. 105 с. Текст: непосредственный.
10. Нечеткие нейронные сети в оценке экологической безопасности / В. Глинский, Л. Серга, М. Хван, К. Зайков // Вопросы статистики. 2015. № 12. С. 61–68. Текст: непосредственный.
11. Деминг Эд. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами: перевод с английского. Москва: Альпина Бизнес Букс, 2007. 370 с. Текст: непосредственный.
12. Кант И. Прологомены ко всякой будущей метафизике, могущей появиться как наука // Сочинения в шести томах. Москва, 1965. С. 69–211. Текст: непосредственный.
13. Клейнер Г. Б. Устойчивость российской экономики в зеркале системной экономической теории. Ч. 2. Вопросы экономики. 2016. (1). С. 117–128. Текст: непосредственный.
14. Ковалев В. В. Финансовый анализ. Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. 2-е изд. Москва: Финансы и статистика, 1998. 512 с. Текст: непосредственный.
15. Кузьмина В. Е., Беляк В. И. Основы адаптологии: учебное пособие. 2-е изд. Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2013. 236 с. Текст: непосредственный.
16. Логинов А. А. Гомеостаз. Философские и общепсихологические аспекты. Минск: Высшая школа, 1979. 176 с. Текст: непосредственный.
17. Мак-Дональд М. Стратегическое планирование маркетинга: перевод с английского. Санкт-Петербург: Питер, 2000. 272 с. Текст: непосредственный.
18. Моисеев Н. Н. Алгоритмы развития. Москва: Наука, 1987. 304 с. Текст: непосредственный.
19. Нельсон Р., Уинтер С. Эволюционная теория экономических изменений: перевод с английского. Москва: Дело, 2002. 536 с. Текст: непосредственный.

20. Пегат А. Нечеткое управление и моделирование: перевод с английского. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 798 с. Текст: непосредственный.

21. Прангишвили И. В. Системный подход и общесистемные закономерности. Серия «Системные проблемы управления». Москва: СИНТЕГ, 2000. 538 с. Текст: непосредственный.

22. Фрейдина Е. В. Исследование систем управления: учебное пособие по специальности «Менеджмент организации»; под редакцией Ю. В. Гусева. 6-е изд. стер. Москва: Омега-Л, 2013. 368 с. Текст: непосредственный.

23. Фрейдина Е. В., Ботвинник А. А., Дворникова А. Н. Системное управление качеством углей при открытой разработке месторождений Сибири. Новосибирск: Наука, 2019. 264 с. Текст: непосредственный.

24. Hannah Kosow. The best of both worlds? An exploratory study on forms and effects of new qualitative-quantitative scenario methodologies. Institut für Sozialwissenschaften der Universität Stuttgart, 2016. 340 с.

25. Reeves M., Levin S, Ueda. D. Think Biologically: Messy Management for a Complex World (18 июля 2017). URL: <https://www.bcg.com/publications/2017/think-biologically-messy-management-for-complex-world.aspx> (date of the application: 08.07.2019).

Статья поступила в редакцию 17.11.2021; одобрена после рецензирования 28.01.2022; принята к публикации 01.02.2022.

CONTROL OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS IN THE CONTEXT OF THE "SUSTAINABLE DEVELOPMENT" PARADIGM

Mikhail A. Alekseyev

Dr. Sci. (Econ.), Prof. of Business Analytics and Statistics Department
m.a.alekseev@nsuem.ru

Lyudmila K. Serga

Cand. Sci. (Econ.), Head of Business Analytics and Statistics Department
serga-lk@ranepa.ru

Elizaveta V. Freydina

Dr. Sci. (Engineering), Prof.,
Leading Researcher of Research and Educational Center
evfreydina@socio.pro

Siberian Institute of Management — Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration
6 Nizhegorodskaya St., Novosibirsk 630102, Russia

Abstract. The article analyzes the theoretical and methodological guidelines for research aimed at achieving the sustainability of functioning and developing socio-economic systems in the modern economic space. We have considered the methodological issues related to the refusal of the priority of maintaining a strictly equilibrium state, which misses an assessment of the dynamics and nature of the ongoing changes. The article presents models of the system's equilibrium state. Each of the equilibrium states is determined by the nature and strength of the impact of changes and the limits of their permissible scope. The limit is set by both nature and science to ensure the existence of systems in the adaptation mode. We have mentioned common forms of limits, as well as the principles and tools for assessing the system's state based on the theory of limits in economics and management. It is shown that

in modern control theory the limit is a determinant of the process and system stability. Functioning and development of the system on the verge of order and chaos is the challenge to the theory of limits in management. For these conditions we have established the transition to robust control, which constructors, creating the robust stability, are robust limit, adaptive homeostasis (entry into the system) and robust homeostasis (exit from the system). The article presents a robust limit model. We have shown the principles that create the basis for adapting the system to robust stability by periodical assembling a "floating equilibrium" — a temporary attractor in the developed homeostatic space of the system.

Keywords: control, equilibrium state, stability, adaptation, "rigid and soft" limits, robust limit, robust stability.

Acknowledgements. The work was supported by the Russian Science Foundation, project 22-28-00629.

For citation

Alekseyev M. A., Serga L. K., Freydina E. V. Control of Socio-Economic Systems in the Context of the "Sustainable Development" Paradigm. *Bulletin of Buryat State University. Economy and Management*. 2022; 1: 12–24 (In Russ.).

The article was submitted 17.01.2022; approved after reviewing 28.01.2022; accepted for publication 01.02.2022.