МЕНЕДЖМЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ

ПОНЯТИЙНЫЙ КАРКАС И МОДЕЛЬ МЕХАНИЗМА РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Алексеев М. А.

доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой корпоративного управления и финансов, Новосибирский государственный университет экономики и управления (Россия), 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Каменская, 56, m.a.alekseev@nsuem.ru

Фрейдина Е. В.

доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории конвергентных технологий, Новосибирский государственный университет экономики и управления (Россия), 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Каменская, 56, evfreydina@socio.pro

Тропин А. А.

кандидат экономических наук, доцент кафедры корпоративного управления и финансов, Новосибирский государственный университет экономики и управления (Россия), 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Каменская, 56, alexandertropin@mail.ru

УДК 338.24
ББК 65.050.12

Предмет. Робастного управления экономическими системами.

Цель. Сформировать каркас понятий робастного управления, новое знание в теории управления; выстроить модель механизма робастного управления экономическими системами, при котором открываются возможности для демпфирования неопределенности в поведении субъектов внешней среды и изменении состояния управляемого объекта.

Задачи. Обоснование актуальности продвижения в управлении от устойчивости к робастной устойчивости функционирования сложных динамических, диффузных систем, к классу которых отнесены экономические системы. Формирование каркаса понятий робастного управления на основе преемственности терминологии теории робастности в приложении к закрытым (техническим) системам. Создание модели механизма робастного управления экономическими системами с организацией фреймовой системы знаний.

Методология. В две главные структурные опоры управления экономическими системами «концепция равновесия» и «оптимизационный подход» встраивается третья – «робастная устойчивость». Демпфирование неопределенности возложено на робастное управление. Понятийный каркас робастного управления экономическими системами выстроен с соблюдением преемственности в терминологии теории робастности в приложении к закрытым (техническим) системам. Логика создания механизма робастного управления исходит из принципов: на вход системы поступает случайно распределенная информация, ограниченная некоторым пределом; для каждой гранулированной информации в рамках предела разрабатываются варианты результативных действий, способных обеспечить значения эндогенных переменных в рамках робастного предела. Механизм управления основан на фреймовой системе знаний.

Результаты. Развитие экономической системы представлено как возмущенное движение по нелинейной траектории, управление которой должно происходить с запасом устойчивости, что гарантирует робастное управление. Сформирован каркас понятий робастного управления в приложении к открытым сложным системам. Выстроена

© Алексеев М. А., Фрейдина Е. В., Тропин А. А., 2018

модель механизма робастного управления в рамках парадигмы «субъект-объект», настроенная на демпфирование неопределенности первого, второго и третьего порядка, носителями которой, соответственно, являются полисубъектная среда; деловая ситуация, внутренняя среда системы, её объекты. Механизм робастного управления настроен на формирование вариантов и выбор из них результативных действий в условиях неопределенности на основе фреймовой организации знаний, состоящей из совокупности фреймовых локальных систем знаний.

Научная новизна. Разработаны концептуальные основы и механизм робастного управления для преодоления неопределенности экономическими системами, вызванной хаотичностью и турбулентностью состояния полисубъектной среды, в пространстве которой происходит их функционирование и развитие.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), проект №18-010-00700.

Ключевые слова: investment policy of the region, investment attractiveness, investment climate.

FRAMEWORK OF CONCEPTS AND FORMATION OF THE MECHANISM OF THE ROBUST CONTROL OF ECONOMIC SYSTEMS

Alekseev M. A.

doctor of Economics, Associate Professor, Head of the Department of Corporate Governance and Finance, Novosibirsk State University of Economics and Management (Russia), 630099, Russia, Novosibirsk, Kamenskaya str., 56, m.a.alekseev@nsuem.ru

Freydina E. V.

doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher of the Research Laboratory of Convergent Technologies, Novosibirsk State University of Economics and Management (Russia), 630099, Russia, Novosibirsk, Kamenskaya str., 56, evfreydina@socio.pro

Tropin A. A.

candidate of Economics, Associate Professor, Department of Corporate Governance and Finance, Novosibirsk State University of Economics and Management (Russia), 630099, Russia, Novosibirsk, Kamenskaya str., 56, alexandertropin@mail.ru

Subject. Robust control of economic systems.

Purpose. To form a framework of concepts of robust management, new knowledge in the theory of management; to build a model of the mechanism of robust management of economic systems, which opens up opportunities for damping uncertainty in the behavior of subjects of the environment and in changing the states of the controlled object.

Tasks. Substantiation of progress in management from stability to robust stability of functioning of complex dynamic and diffuse systems, the class of which includes economic systems. Formation of a framework of concepts of robust control based on the continuity of the terminology of the theory of robustness in the application to closed (technical) systems. Creation of a model of the mechanism of robust control of economic systems with the organization of frame system of knowledge.

Methodology. Two main structural supports of management of economic systems are “the concept of balance” and “optimization approach”, into which the third support “robust stability” embeds. The damping of uncertainty is entrusted to robust control. The conceptual framework of robust control of economic systems is built in compliance with the continuity in the terminology of the theory of robustness in the application to closed (technical) systems. The logic of creating a robust control mechanism is based on the principles: the input of the system receives randomly distributed information limited to a certain limit; for each granular information within the limit options for effective actions are developed, these actions are capable to provide the values of endogenous variables within the robust limit. The mechanism of control is based on a frame system of knowledge.

Results. The relevance of progression from stability to robust stability of economic systems is justified. A framework of robust control concepts in application to open complex systems is created. A model of the robust control mechanism is built within the framework of the “subject-object” paradigm configured to damping uncertainties of the first, second and third order: the carriers of which, respectively, the internal environment of the system and its objects. The robust control mechanism is configured to form variants and selection from them effective actions in conditions of uncertainty based on the frame organization of knowledge consisting of a set of frame local knowledge systems.

Scientific novelty. The conceptual framework and mechanism of robust control to overcome the uncertainty of economic systems caused by the chaotic and turbulent state of the polysubject environment in the space of which their functioning and development.

Financing. This work was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR), project№18-010-00700.

Key words: control device, uncertainty, robust limit, robust control, robust stability.

К вопросу продвижения от устойчивости к робастной устойчивости функционирования и развития экономических систем

Вопросы обеспечения устойчивого развития экономических систем различного уровня в их иерархии являются предметом многолетних фундаментальных исследований отечественных и зарубежных ученых. По утверждению Д. Норта «мы живем в мире неопределенности и непрерывных изменений, эволюция которого все время идет по новым и неожиданным путям. Стандартные теории в этих условиях едва ли на что-нибудь годятся» [1, с. 26]. В действительности, несмотря на создание мощного научного потенциала, направленного на улучшение управления экономическими системами, анализ реальной хозяйственной практики в условиях рыночной экономики, изложенный в фундаментальных работах Г.Б. Клейнера [2–3], в многочисленных публикациях других известных ученых, например, [4–6], а также авторов статьи [7–9], вскрывает существенную неустойчивость их деятельности. Сложившееся положение делает вызов к разработке новых моделей управления, которые бы отвечали запросам парадигмы 21 века об устойчивом развитии экономических субъектов.

В теории управления «Оптимизационный подход» и «концепция равновесия» по определению Р. Нельсон и С. Уинтер [10] являются главными структурными «опорами» в теории ортодоксальной экономики. В такое сочетание двух методологических конструкторов принятия решений в связи с высокой вариабельностью как экзогенных, так и эндогенных параметров экономических систем, естественным образом, встраивается третий – обеспечение устойчивого их состояния и развития.

В широком понимании «устойчивость – способность системы стремиться при различных состояниях к некоторому равновесию (стационарному) состоянию» [11, с. 468]. Равновесие экономической системы по определению К. Менара [12, с. 52], – «это совмещение формализма внутренних правил и возможности адаптации системы к окружающей среде». Равновесие по К. Менару выстраивается на стадии планирования деятельности системы путем сбалансирования различного вида ресурсов, причем, таким образом, чтобы система обладала свойством адаптации, когда допускается некоторая флуктуация ее параметров, сводящая к асимптотически устойчивому равновесию (малые отклонения). Малые отклонения кибернетикой рассматриваются как объективное свойство функционирования системы и, тем самым, полностью исключается «тривиальное равновесие» [5; 13]. При функционировании системы влияние случайных внутренних и внешних факторов усиливает флуктуацию параметров, приводящую к выходу их за пределы асимптотически устойчивого равновесия.

Рассмотрим свойства, генерирующие существенные отклонения от заданного равновесного состояния. Функционирование системы представляется как последовательный её переход из некоторого начального состояния (S_t) в период t в последующее состояние (S_{t+1}) в период ($t + 1$) и далее дискретно по периодам t_n, $n \in N$. Такого характера действие рассматривается как свойство системы – её «поведение», формула которого такова [14]:

$$S_{t-1} \rightarrow S_t \rightarrow S_{t+1} \rightarrow S_{t+n}, \quad (1)$$

$$S_t = (S_{t-1}, Y/t, \varepsilon_t), \quad (2)$$

где Y/t – интенсивность перехода системы из одного состояния в другое;

ε_t – возмущающее воздействие в период t.

Введенное понятия «состояние системы» определяется как совокупность параметров, оценивающих функциональную направленность экономической системы в период t, $t \in T$ и определяющих её последующие изменения. В формуле поведения системы (2) параметр интенсивность (скорость) перехода системы из одного состояния в другое характеризует такое понятие экономической системы как «движение». По определению В. Могилевского «проявление внутренних процессов в системе, которыми объясняется, как система переходит из одного состояния в другое, называется «движением системы» [15, с. 94]. Из этого определения вытекает следствие: если система имеет движение, то это движение совершается по определенной траектории, аппроксимация которой представляется некоторого вида функцией процесса насыщения.

Представление о «траектории движения» любого вида открытой системы (экономические, социальные) возникло как следствие развития закона онтогенеза, когда методом аналогии жизненный цикл биологической системы трансформирован в жизненный цикл организации.

Введение свойства системы как «движение» позволяет ввести из терминологии автоматического управления в исследование открытых систем такие понятия как «невозмущенное движение» и «возмущенное движение» системы. Согласно данному в [11, с. 468] определению «невозмущенное движение называется устойчивым по А. М. Ляпунову (или просто устойчивым), и, как вариант, – асимптотически устойчивым».

Раскроем понятие устойчивости по А. М. Ляпунову: траектория движения объекта называется 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. Приведенное понятие дополняется таким смыслом как «устойчивость именовалась как такое поведение системы, которое не могло измениться только в силу крохотной флуктуации одного из численных параметров» [6. с. 42]. Так называемые допускаемые «предельно малые флуктуации» характерны для создаваемых закрытых технических систем. Однако опыт их эксплуатации показал не подтверждение ожидаемой надежности их функционирования, что вызвало переход к развитию теории робастной устойчивости систем, обеспечивающей определенный их «запас устойчивости» расширением диапазона для допустимого изменения параметров порядка системы [16–17].

Флуктуация входных и выходных параметров экономических систем принята как объективное явление, подтверждающее принципами кибернетики и разработкой первого уровня модели управления экономическими системами «по отклонениям на основе формирования обратной связи» [13–14].

Очевидно, что возмущенное движение – это переход системы из одного состояния в другое, что отражено (1) и (2), под воздействием внутренних возмущений и внешних воздействий, формирующих среду неопределенности. Устойчивое (в изложенном ранее понимании) функционирование конструируется при планировании работы системы и достигается управлением с обратной связью, когда отклонения несущественны и высокочастотны. При существенных отклонениях происходит переход на адаптивное управление, а если резервов системе для адаптации не достаточно, то ведется поиск решений с применением оптимизационных методов и экспертных систем для возвращения системы в устойчивое состояние. Всё это носит ситуативный характер, иначе управление по сложившейся на период t, $t \in T$ деловой ситуации не приводит к устойчивому функционированию системы на последующие периоды.

Фундаментальное представление о создании устойчивого функционирования сложных систем характеризуется И. Пригожиныма и И. Стингерс [18, С. 281]: свойство устойчивости «связано с ответом системы на возмущения различного типа. В связи с этим некоторое «стандартное состояние» X_{S1}, X_{S2}, …, X_{Si}, где $\{X_{Si}\}$ представляет собой набор переменных состояния, непрерывно зондируемого внутренними флуктуациями и внешними возмущениями». И далее, опуская определение «стандартного состояния» как равновесного в понятии К. Менара, выделяем, что «самоорганизацию и возникновение сложного поведения системы следует рассматривать как переход от $\{X_{Si}\}$ к решениям нового типа».

Сложностью ввести систему возмущенного движения по нелинейной траектории развития в устойчивое состояние обусловлен переход к «решениям нового типа», к которым относим развитие теории робастной устойчивости экономических систем, открывающей возможности для демпфирования неопределенности, возникающей в контуре их управления [19]. Введением робастного управления в новую сферу деятельности определены в качестве первостепенных следующие задачи: формирование понятийного каркаса, как совокупности понятий о робастном управлении открытыми системами и построение модели механизма робастного управления, решение которых изложено в данной статье.

Формирование понятийного каркаса робастного управления экономическими системами

Теория робастности в управлении закрытыми системами получила развитие в связи с тем, что открыла возможности для демпфирования неопределенности, возникающей в контуре управления, и гарантирования желаемого значения показателя качества управления на основе разработки прорывных фундаментальных методов и критериев, определяющих робастную устойчивость [17]. Дословно термин «робастное управление» означает «сильное управление» или «прочностное управление», иначе управление с определенным запасом устойчивости для погашения влияния неопределенности. Считается, что в развитии автоматического управления в 80-е годы произошла подлинная революция с созданием методов решения задач по преодолению неопределенности и, тем самым,

был дан импульс к развитию робастного управления и для экономических систем [16–17; 20]. Робастные системы управления могут сочетать черты, как классического управления, адаптивного, оптимизационного.

Неопределенность будущего состояния экономической системы и поведения субъектов внешней среды способствует усложнению управления. Как утверждает Ф. Найт, что «если мы хотим понять функционирование экономической системы, мы должны осмыслить суть и значимость фактора неопределенности» [5, с. 195].

Здесь уместно сделать акцент на закономерном развитии каждой науки. Так по Э. Юдину «в развитии каждой науки наступает период, когда в ней система знаний начинает «давать перебои», перестает «работать» с прежней безотказностью. В системе знаний обнаруживаются парадоксы». Первый парадокс – система знаний разрастается в рамках одной парадигмы. Второй парадокс действующей системы знаний «связан с накоплением в науке новых фактов и экспериментальных данных. Существующая система знаний перестает выступать как средство, объясняющая основные факты, которые накоплены в эмпирической сфере каждой науки. Теория и действительность расходятся» [21, с. 56–57].

Новые факты в науке управления экономическими системами – это власть неопределенности событий, ситуаций, поведенческих стратегий над «работой» экономической системы. По определению Д. Канемана и его соавторов «неопределенность – это факт, с которым все формы жизни должны быть готовы бороться» [22, с. 39].

Для того, чтобы робастное управление, как управление с «запасом устойчивости» в приложении к открытым экономическим системами, отнести к самостоятельному научному направлению и не опустить преемственность существующей системы понятий теории робастности, рассмотрим общность и смысловые различия между существующими и вводимыми ключевыми понятиями. Причинность создаваемого понятийного аппарата состоит в существенном различии свойств закрытых (технических) и открытых (экономических) систем. Остановимся на следующих явных различиях:

первое, как основное, технические системы, вводимые в эксплуатацию, лишены такой способности как развитие по стадиям жизненного цикла и таких фундаментальных свойств как самоорганизация, жизнеспособность;

второе, технические системы в процессе эксплуатации лишены возможности изменять свои цели, конфигурацию и структуру;

третье, технические системы лишены управляемого взаимодействия с субъектами внешней среды и её конструированию под влиянием активной деятельности;

четвертое, относительно технической системы расширен масштаб проявления неопределенности в состоянии экономической системы и её деловых ситуаций, вызванный активным её взаимодействием с субъектами деловой среды, а также её вероятностными свойствами, генерирующими параметрическую и частотную неопределенность, физически отличающеюся от проявления этих типов неопределенности в технических системах.

Перейдем к ключевым понятиям, представляющим каркас понятий теории робастности в приложении к экономическим системам. Под *робастностью экономических систем* будем понимать свойство системы сохранять качество функционирования в пределах, предъявляемых к ней требований, при изменении ее параметров или структуры под влиянием неопределенности, генерируемой внутренними возмущениями и внешними воздействиями со стороны субъектов деловой среды. Субординантное понятие в этом определении – это предел предъявляемых требований к системе. Для теории робастного управления экономическими системами понятие «робастный предел» – суперординантное понятие. Вводим его определение: *«робастный предел»* как некоторая обоснованная «норма» экономических и организационных изменений параметров порядка (гомеостатических), определяющих результаты деятельности экономических систем с позиций достижения поставленных целей [19; 23]. Робастный предел относительно предела устойчивости по А. М. Ляпунову создает некоторый «запас устойчивости» для системы, обеспечивающий её робастную устойчивость. Стремление к её достижению объясняется тем, что *робастная устойчивость* гарантирует устойчивость системы с возмущенным движением в условиях неопределенности состояний систем и деловых ситуаций.

Отличие роли предела, обеспечивающего робастную устойчивость технической и экономической системы, состоит, прежде всего, в том, что выход технической системы за пределы означает разрушение созданной конструкции системы, а экономической системы или переход на качественно новый уровень, или в допустимую, критическую или кризисную зону деятельности. Грани робастного предела экономической системы следует разделять на критическую и ожидаемую максимальную величину, соответствующую величине заинтересованности экономического субъекта в результате той или иной деятельности. Для показателя (X_i), значение которого чем больше, тем лучше, то грань $inf\ X$ – критическая, а грань $sup\ X$ – достижение желаемого результата. В противном случае – назначение граней изменяется. Идея создания

регулятора для принятия решений раскрывается уже в работе Х. Таха [24, с. 11] вводом «критерия предельного уровня», который соответствует «приемлемому способу действия».

Краткое раскрытие общности и различия между понятиями теории робастного управления техническими системами, изложенными в работах [11;16;17;25], и понятиями, предложенными авторами по робастному управлению экономическими системами, приведено в таблице 1.

Смысловой анализ выделенного в таблице 1 понятийного каркаса робастного управления позволяет прийти к следующим выводам.

Преемственность из теории робастного управления закрытыми (техническими) системами проявляется в следующем:

первое, в том, что имена терминов переносится методом «обложки», выстраивающих методологию и структуру теоретических основ робастного управления экономическими системами;

второе, понятия «робастность», «робастные системы», «робастное качество» входят в теорию робастного управления экономическими системами с незначительным преобразованием;

третье, сохраняя имена терминов, например, таких как «робастная устойчивость», «робастное управление», «робастный предел», но, в определение их вводятся концепты, посредством которых раскрывается существенное отличие в управлении экономическими системами от технических систем, прежде всего, из-за более расширенного масштаба неопределенности, с которыми должна «бороться» экономическая системами при принятии управленческих решений.

Следует отметить, что развитие теории автоматического управления техническими системами опережает развитие теории организационного управления. Преемственность в терминологии прослеживается, начиная с модели управления с обратной связью, затем адаптивное и оптимальное управление при существенном отличии в математических структурах, описывающих управленческие действия. Появляется основание считать, что вновь сделан вызов к развитию теории организационного управления с позиции придания робастной устойчивости функционированию и развитию экономических систем. Создание каждой новой модели управления определяется этапами развития представления об экономической системе как объекта управления в методологии систем и теории исследования систем.

Таблица 1. **Каркас понятий, раскрывающих смысловые особенности робастного управления экономическими системами**

Понятие в теории управления закрытыми системами	**Определение с внесение принципиальных особенностей открытых экономических систем**	**Примечание**
Устойчивость	Способность системы стремиться при различных состояниях к некоторому равновесию (стационарному) состоянию	Общепринятое понятие в теории управления
Робастность	Свойство системы сохранять качество функционирования в пределах, предъявляемых к ней требований, при изменении ее параметров или структуры под влиянием внутренних возмущений и внешних воздействий	Преобразовано к открытым системам
Робастная устойчивость	Способность системы с возмущенным движением гарантировать устойчивость в условиях неопределенности состояний системы и деловых ситуаций	Преобразовано к открытым системам
Робастный предел	Некоторая обоснованная «норма» экономических и организационных изменений гомеостатических показателей деятельности экономических систем с позиций достижения поставленных целей	Введено новое понятие
Робастная система	Система, обладающая свойством робастности	Общепринятое понятие в теории управления
Робастное управление	Совокупность методов теории управления, целью которых является синтез такого регулятора, который обеспечивал сохранение выходных переменных системы в рамках робастного предела при всех типах неопределенности	Преобразовано к открытым системам
Робастное качество управления	Степень соответствия изменения значений множества выходных переменных как результатов функционирования системы заданному робастному пределу	Преобразовано к открытым системам

Конструирование механизма робастного управления в рамках парадигмы «субъект-объект»

Цель робастного управления – это синтез регулятора, который способен обеспечивать сохранение выходных переменных системы в рамках робастного предела при всех типах неопределенности. В контексте экономической системы под регулятором будем понимать механизм робастного управления. Выстроить модель такого механизма означает увязать с использованием методов, моделей и техник управления «чисто случайные процессы, происходящие во внешней среде и являющиеся входными для системы, с процессами на её выходе» И далее, по утверждению Ст. Бира, установление связи между этими процессами «должно послужить важным стимулом для серьезных размышлений о всей проблеме неопределенности» [13, с. 241].

Основным конструктором создания робастной устойчивости являются «робастный предел», запишем его формулу как некоторую последовательность эндогенных (системных параметров) переменных $\{Y_1, Y_2..., Y_N\}$, подчиняющейся определенной статистической природе, и установленный предел изменения случайных экзогенных (входных) переменных $\{X_1, X_2, ..., X_N\}$, представляемых в виде информационной гранулы, имеющей конечную и ненулевую ширину» [26, с. 16]. Элементы-гранулы – это распределенная последовательность, описываемая некоторой функцией принадлежности.

Проведем формирование модели механизма робастного управления, начиная с представления управления в рамках парадигмы «субъект-объект» [23]. Как фактор, оказывающий влияние на управление экономической системой в «субъектно-объектном контексте», выделены неопределенности первого, второго и третьего порядка. К носителям неопределенности введенного порядка отнесены следующие:

первое, рефлексивно-активная полисубъектная среда, как носитель неопределенности первого порядка;

второе, деловая ситуация, элементарная средовая структура, вызывающая неопределенность второго порядка;

третье, внутренняя среда системы, её объекты, как некоторое целое, с проявлением случайных «отказов», приводящих к потере их работоспособности или системы в целом, а также её индивидуумов, является носителем неопределенность третьего порядка.

Неопределенность первого порядка проявляется в изменчивости факторов внешней среды и под их влиянием происходит изменение входной информации, а именно, экзогенных переменных модели функционирования системы, или образуются так называемые стохастические «входные процессы». Неопределенность представляется, принимая выражение Д. Канемана и его соавторов [22] в виде «распределенной оценки», которая формируется (в наиболее простом варианте) как некоторая совокупность данных, составленная на основании систематизации и типизации случаев, источников и причин, вызывающих неопределенность в предвидении ближнего или дальнего будущего окружения системы. «Распределенная оценка» может быть выражена моделью – прогнозной (различными формами трендов), некоторого закона распределения или в форме нечеткого множества, т.е. не обладающей статистической природой.

С изложенной позиции идентификации неопределенности в работе [27] предложена классификация четырех типов неопределенности (рис. 1).

На ее основе сформирован аналитический инструментарий для принятия управленческих решений. Дадим краткое им определение из [27]. Первый тип неопределенности назван «определенное будущее» – в этом случае для разработки стратегии компании достаточно построение одного прогноза. Действие остаточной неопределенности не оказывает влияние на результат реализации стратегии компании. Второй тип – «многовариантное будущее», предполагает разработку стратегии компании при учете возможных дискретных состояний внешней среды. Третий тип – «диапазон будущего», не позволяет использовать сценарный подход, а требует учета чрезвычайно большого количества возможных состояний внешней среды. Четвертый тип – «истинная неоднозначность будущего», не позволяет делать какие-либо прогнозы.

Дальнейшее развитие данного подхода заключалось в исследовании зависимости неопределенности

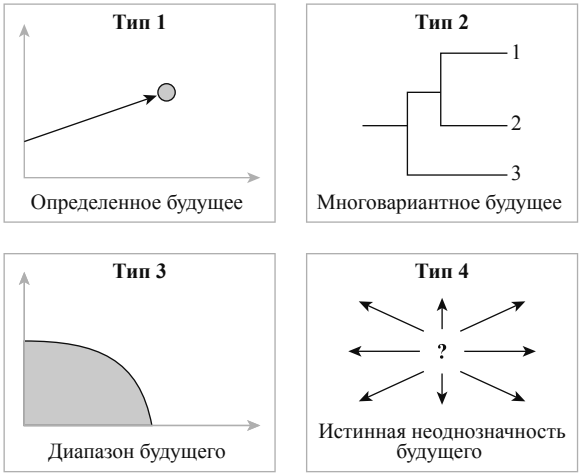


Рис. 1. **Классификация четырех типов неопределенности [27]**

не только от типов (особенностей) изменения факторов внешней среды, но и от скорости и особенностей протекания подобных изменения [28]. Некоторые факторы внешней среды, влияющие на организацию, являются относительно стабильными или характеризуются медленными, постепенными изменениями. Другие факторы могут быть чрезвычайно изменчивыми, что требует особых адаптационных усилий со стороны менеджмента. Траектории темпов изменения факторов внешней среды описывается тремя возможными сценариями [28]: 1) равномерный темп изменения; 2) монотонно нарастающие изменения; 3) неравномерный, скачкообразный темп изменения. Из приведенного следует, что суждение о неопределенности зависит от сложности идентификации и продолжительности её влияния. Время, которое потребуется, чтобы обеспечивать устойчивое функционирование или развитие экономической системы под влиянием неопределенности будет определяться динамикой изменения факторов макро- и микросреды.

Логика создания механизма робастного управления экономическими системами состоит в том, что для каждой гранулированной информации в рамках обоснованного предела её изменения на входе в систему, т.е. значения переменной, разрабатываются варианты результативных действий, начиная от стратегии, переходя к тактике и оперативному воздействию на деловую ситуацию.

Становится очевидным, что неопределенность первого порядка вносит свои гипотетические свойства в разработку стратегии. Любая стратегия по определению Питера Сенге «это – набор гипотез» [29]. Причем, как обращает внимание Ст. Бир, и, что очень важно для управления, даже при предсказуемой естественной закономерности распределения экзогенной переменной и разработке под каждую гранулированную информацию стратегии, выход на её реализацию происходит случайным образом.

Следующим носителем неопределенности второго порядка выступает деловая ситуация. Авторами монографии деловая ситуация представляется как элементарная «средовая структура» рефлексивно-активной среды, проявляющая внешнее вмешательство в действие экономической системы до окончательной реакции системы на это вмешательство [19, 23]. Деловая ситуация формирует область управления на момент t, $t = 1, 2, \ldots, N$ и является носителем неопределенности для экономической системы. В зависимости от меры неопределенности деловые ситуации П. Лоуренс и Дж. Лорш [30] подразделяют (в рамках континуума «низкая – высокая») на четыре типа: низкая, умеренная, умеренно-высокая и высокая. Параметром, определяющим степень неопределенности деловой ситуации, выступает характеристика дестабилизирующих факторов – мало их или много, схожи они или нет, не меняются или постоянно меняются. В итоге модель «рефлексивно-активной среды» представляем как пространство, состоящее из изменяющихся деловых ситуаций. Экономика знаний привносит «уплотнение» количества ситуаций во времени.

Примем из [22], что для оценки неопределенности деловой ситуации используется как «распределенная», так и «единичная» форма информации. Идентификация распределенной информации аналогична, что и при оценке неопределенности первого порядка (рис.1). Принятие решений на основе «единичной оценки неопределенности» – это, по определению Ф. Найта, «волевое воздействие на ситуацию» подкрепленное «статистической интуицией» [5].

Экономическая система, как производственный объект, является носителем неопределенности третьего порядка. По аналогии с преодолеваемыми неопределенностями техническими системами [16–17;20], в контурах экономической системы выделяется параметрическая и частотная неопределенности, но природа их существенно отличается. Параметрическая неопределенность экономической системы вызывается как эндогенными (внутренними возмущениями), так и экзогенными (внешними воздействиями) факторами. Причинность параметрической неопределенности в стохастической природе операционных процессов, в «дефектах» принимаемых решений, в объективном свойстве технических объектов, проявляющемся «отказами» с потерей работоспособного состояния, в диффузии информационных потоков, в недостаточности и недостоверности данных, составляющих их, и нелинейных связях между видами деятельности системы управления.

Параметрическая неопределенность усложняется частотной неопределенностью, под которой будем понимать частоту дискретных изменений состояний системы (S_{ti}) в некоторый период $T=t_1, \ldots, t_n$, происходящих под воздействием дестабилизирующих внутренних и внешних факторов. В частотной неопределенности главную роль следует отдать частоте отказов – случайных событий, как выхода из работы технических объектов или из взаимодействия с системой субъектов (поставщиков, потребителей, партнеров, банков и др.) внешней среды. Пример, вида и характера проявления случайных событий, вызывающих ситуацию с неопределенностью для принятия решений, приведен в таблице 2 (стр. 80).

Общепринятым утверждением, например, в теории надежности, считается что неопределенности, инициируемые отказами технических объектов, составляющими устройство системы, поддаются описанию определенным статистическими функциями, например, функцией Пуассона, но время наступления этого случайного события – «отказа» остается неизвестным.

Таблица 2. **Виды проявления события, вызывающего хаотичность и неопределенность в состоянии экономической системы**

Признак	**Проявление случайного события**
Порождение возникновения	Внезапное Накапливаемое
Взаимовлияние	Автономное Катализатор Генерирующее
Время воздействия	Периодическое Импульсное
Распознавание	Очевидное (явное) Скрытое (неявное)

Следующая задача в конструировании модели механизма робастного управлении состоит в синтезе знаний управления экономическими системами. В контексте робастного управления предполагается, что для продуктивной реакции экономической системы на вмешательство неопределенности со стороны полисубъектной среды или деловой ситуации как носителей неопределенности в её деятельность, должна быть организована система знаний, которая позволяет извлечь из её базы знаний наилучший вариант действия, соответствующий сложившимся деловым обстоятельствам [19;23]. Для выбора метода организации базы знаний при управлении экономическими системами обратимся к теории фреймов.

Термин «фрейм» ввёл М. Мински, создатель теории фреймов [31]. По его определению фрейм является структурой данных для представления стереотипной ситуации. К настоящему времени сложилось несколько определений термина «фрейм», выведенных теориями социологии, информатики, педагогики и инженерии. Внимание привлекает следующее определение: фрейм – это некоторая структура, содержащая сведения об определенном объекте и выступающая как целостная и относительно автономная единица знания.

Перейдем к конструированию фреймов – носителей знаний в контексте робастного управления экономическими системами. Так как входная информация организуется в виде некоторого диапазона изменения её значений (предел на входе в систему) и составляет информационную гранулу, то под каждый её элемент разрабатывается специальная система действий по управлению экономическими системами: «стратегия – тактика – принятие решений – интерпретация ситуации – воздействие на ситуацию», которая может возникнуть с различной мерой вероятности.

Приведенные управленческие действия составляют иерархическую структуру, состоящую из фреймов, в которую они собираются с помощью родовидовых связей. Сформированную таким образом фреймовую модель будем именовать как «фреймовую локальную системы знаний» (ФЛСЗ). Информация в ФЛСЗ подчиняется следующему принципу управления знаниями: фреймовый метод следует рассматривать как метод плавающей периодизации обработки динамических рядов экономических данных для устранения диспаритета между имеющимися и требуемыми знаниями, необходимыми для создания робастной устойчивости экономических систем.

Раскроем составляющие ФЛСЗ для определенной гранулированной информации – экзогенной переменной из выделенного диапазона её изменения:

1) фрейм «стратегия» как система знаний о стратегическом управлении;

2) фрейм «тактика» – система знаний о тактических действиях (планах) реализации стратегии;

3) фрейм «принятие решений», наполненный оперативными планами, включая на этом уровне программу корректирования хода действия для исключения выхода системных показателей за границы коридора робастной устойчивости;

4) фрейм «интерпретация ситуации» – меню действий в виде эмпатических стратегий для предотвращения дестабилизирующих факторов, вызванных случайными отказами, дефектами, разрывами и другими воздействиями, происходящими в период $t \in T$;

5) фрейм «воздействия на ситуацию» – модели действия участника ситуации, владея знаниями в виде комплекса эмпатических стратегий.

Сформированная модель ФЛСЗ приводится на рис. 3 и представляет n-й элемент механизма робастного управления. Исходные данные модели ФЛСЗ – информационная гранула экзогенной переменной с определенной функцией принадлежности, несет неопределенность первого порядка (рис. 2).

По каждой переменной гранулированной информации находятся фреймы «стратегия», содержащие систему знаний, истинную на определенный момент времени $t \in T$ для фреймов её исполнителей. Знания фрейма «стратегия», например, для предела изменения экзогенной переменной «цена на продукцию», необходимый набор деловых стратегий, подлежащих разработке: производство, маркетинг и финансы. Стратегии в ходе реализации связаны между собой «поэлементно». «Первопроходцем» может быть элемент (мероприятие) из любой приведенной стратегии, например, финансовой. Затем, после обеспечения денежными средствами, в реализацию вводится мероприятие из стратегии «производство». Если возможность реализована, подключаем или параллельно ведутся маркетинговые исследования или принимается другая последовательность действий. В итоге реали-

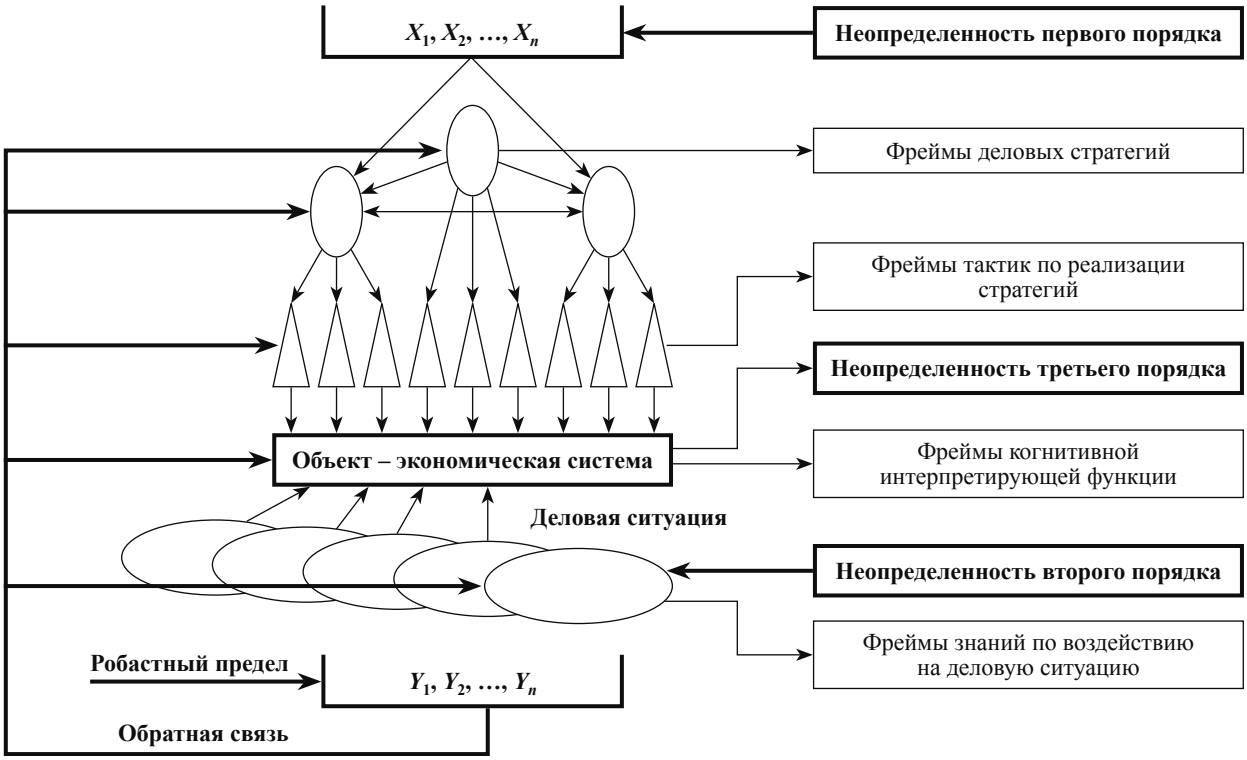


Рис. 2. **Модель ФЛСЗ механизма робастного управления (ЭС – экономическая система)**

зуется во всех предполагаемых стратегических действиях, используя терминологию Дж. Сороса, «шнуровочная» стратегия, для формирования которой требуется управление знаниями [32].

Фреймы «тактика» в контексте робастного управления наполняются знаниями в виде паттернов «оптимальных планов» с установленными гранями робастного предела и реализации «шнуровочной» стратегии. Знания фрейма «принятие решений» предназначены для области деятельности, которая по выражению А. Реуса [33], представляет «проблемное месиво» и без подготовки знаний, продолжая цитирование А. Реуса, «приходится, прежде всего, опираться на самые общие принципы». В современной деловой среде с высокой степенью неопределенности следует переходить к новым формам управления: «от управления людьми к управлению знаниями» [33, с. 56]. Под такой установкой понимается, что недостаточно опираться только на знания, умения и опыт специалиста на данный момент времени, у него должен быть «под рукой» паттерн знаний для осмысления новой ситуации и руководства, т.е. некоторая созданная фреймовой модель знаний.

Фрейм «интерпретация деловой ситуации» содержит когнитивную функцию по формированию знаний о деловой ситуации, интерпретирующую функцию для распознавания дестабилизирующих факторов и по осмыслению информации когнитивной функции с последующим формированием структурированного знания по разрешению возникшей проблемы, как установленного способа осуществления действия [34].

Фрейм «воздействия на ситуацию» содержит модели, сформированные на основе знаний «интерпретация деловой ситуации». Цель – это осуществить реализацию наилучшей альтернативы (эмпатической стратегии) в условиях динамически изменяющейся ситуации. В разработку эмпатической стратегии вложены все знания и умения производителя продукции для преодоления возникшей ситуации с той или иной мерой неопределенности: низкой, умеренной, умеренно высокой и высокой.

Выстроенная иерархическая модель ФЛСЗ (см. рис. 2) ориентирована на реализацию наилучших действий для конкретной сложившейся деловой среды и её ситуации. Структура фреймовой системы знаний для экономической системы в целом представляется как развитая структура, состоящая из некоторой совокупности, определенным образом взаимосвязанных ФЛСЗ. В контексте фреймовой модели предполагается плавающей периодизации обработки динамических рядов эконо-

мических данных, чем достигается их гибкая адаптация к неопределенности.

Актуальность фреймовой организации знаний подтверждается выводами специалистов в области управления инновационными системами. Например, сформулированный А. Реусом в [33, с. 53] пятый принцип управления: «работай по схемам управления знаниями», и далее, «в современной высокотехнологичной корпорации управление знаниями и есть основной производственный процесс». Разработка подобных фреймовых систем – сложная научная задача, решение которой откроет перед бизнесом новые возможности.

В заключение отметим, что изложенное представляет этап разработки теоретического знания робастного управления открытыми системами, назначение которого состоит в развитии гибкой адаптации экономических систем к неопределенности различной природы и разного порядка для достижения их устойчивого развития.

Литература:

1. Норт Д. Понимание процесса экономических изменений. М.: Изд. дом ВШЭ, 2010. 256 с.
2. Клейнер Г. Б. Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность. М.: Экономика, 1997. 288 с.
3. Клейнер Г. Б. Устойчивость российской экономики в зеркале системной экономической теории. Ч. 2 // Вопросы экономики. 2016. № 1. С. 117–128.
4. Кузьмин Е. А. Неопределенность в экономике: понятия и положения // Вопросы управления. 2012. № 2. С. 80–92.
5. Найт Ф. Х. Риск, неопределенность и прибыль. М.: Дело, 2003. 360 с.
6. Глейк Дж. Хаос. Создание новой науки: СПб.: Амфора, 2001. 398 с.
7. Алексеев М. А. Теоретические подходы к пониманию неопределенности // Сб. научных трудов: проблемы экономической науки и практики. 2017. № 3. С. 8–14.
8. Алексеев М. А. Концепция информационного пространства финансового рынка. Новосибирск: НГУЭУ, 2017. 247 с.
9. Фрейдина Е. В., Никулина Н. А., Тропин А. А. Методологические аспекты и развитие методов управления операционными процессами предприятий // Вестник НГУЭУ. 2013. № 2. С. 112–127.
10. Нельсон Р., Уинтер С. Эволюционная теория экономических изменений: пер. с англ. М.: Дело, 2002. 536 с.
11. Энциклопедия кибернетики. Т. 1. Киев: Главная редакция Украинской Советской энциклопедии, 1974. 607 с.
12. Менар К. Экономика организаций. М.: Инфра, 1996. 160 с.
13. Бир Ст. Кибернетика и управление производством. М., 1963. 274 с.
14. Фрейдина Е. В. Исследование систем управления. М.: Омега-Л, 2014. 369 с.
15. Могилевский В. Д. Методология систем. М.: Экономика, 1999. 251 с.
16. Зотов М. Г. Об одном подходе к конструированию робастных систем // Автоматика и телемеханика. 2010. № 11. С. 149–158.
17. Поляк Б. Г., Щербаков П. С. Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002. 303 с.
18. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
19. Алексеев М. А., Фрейдина Е. В. Методологические основы развития теории робастного управления экономическими системами // Вестник НГУЭУ. 2017. № 2. С. 19–40.
20. Никифоров В. О. Адаптивное и робастное управление с компенсацией возмущений. СПб.: Наука, 2003. 282 с.
21. Юдин Э. Г. Системный подход и принципы деятельности. Методологические проблемы современной науки. М.: Наука, 1978. 392 с.
22. Канеман Д., Словик П., Тверски А. Принятие решений в неопределенности: правила и предупреждения. Харьков: Гуманитарный центр, 2005. 632 с.
23. Алексеев М. А., Фрейдина Е. В., Тропин А. А. Эволюционный подход к концепции робастного управления экономическими системами // Идеи и Идеалы. 2018. № 3. Т. 2. С. 3–21.
24. Таха Х. Введение в исследование операций. Т. 2. М.: Мир, 1985. 493 с.
25. Александров А. Г. Запасы устойчивости и робастная устойчивость // Известие РАН. Теория и системы управления. 2010. № 6. С. 32–41.
26. Пегат А. Нечеткое управление и моделирование. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 798 с.
27. Courtney H., Kirkland J., Viguerie P. Strategy Under Uncertainty // Harvard Business Review. 1997. 3(4). P. 117–187.
28. Doh J. P., Pearce J. A. Corporate Entrepreneurship and Real Options in Transitional Policy Environments: Theory Development // Journal of Management Studies. 2004. № 41(4). P. 645–664.
29. Сенге П. Пятая дисциплина. Искусство и практика самообучающейся организации. М.: Олимп-Бизнес,1999. 408 с.
30. Lawrence P., Lorsch J. Organization and Environment: Managing Differentiation and Integration. Boston: Harvard University, 1967. 279 p.
31. Мински М. Фреймы для представления знаний. М.: Энергия. 1979. 152 с.
32. Сорос Дж. Алхимия финансов. М.:ИНФРА-М, 2001. 416 с.
33. Реус А. Знания в управлении и управление знаниями: опыт интеграции высокотехнологичных отраслей. М.: Альпина Паблишер. 2012. 171 с.

34. Фрейдина Е. В., Ботвинник А. А., Корох А. А. Интерпретирующая функция рефлексивного управления как развитие системного принятия решений в бизнесе // Вестник НГУЭУ. 2013. №4. С. 332–343.

References:

1. North D. Understanding the process of economic change. M .: Pub. house of the Higher School of Economics, 2010. 256 p.
2. Kleiner G. B. Enterprise in an unstable economic environment: risks, strategies, security. M .: Economics, 1997. 288 p.
3. Kleiner G. B. The stability of the Russian economy in the mirror of a system of economic theory. P. 2 // Economic Issues. 2016. №1. P. 117–128.
4. Kuzmin E. A. Uncertainty in the economy: concepts and positions // Issues of management. 2012. №2. P. 80–92.
5. Knight F. Kh. Risk, uncertainty and profit. M .: Delo, 2003. 360 p.
6. Glake J. Chaos. Creating a new science: St. Petersburg: Amfora, 2001. 398 p.
7. Alekseev M. A. Theoretical approaches to the understanding of uncertainty // Coll. scientific papers: problems of economic science and practice. 2017. №3. P. 8–14.
8. Alekseev M. A. The concept of information space of the financial market. Novosibirsk: NSUEA, 2017. 247 p.
9. Freydina E. V., Nikulina N. A., Tropin A. A. Methodological aspects and development of methods of management of operational processes of enterprises // Vestnik NSUEA. 2013. №2. P. 112–127.
10. Nelson R., Winter S., Evolutionary Theory of Economic Change: Per. from English M .: Delo, 2002. 536 p.
11. Encyclopedia of Cybernetics. V.1. Kiev: Main editorial board of the Ukrainian Soviet Encyclopedia, 1974. 607 p.
12. Menar K. Economics of organizations. M.: Infra, 1996. 160 p.
13. Bear Art. Cybernetics and production management. M., 1963. 274 p.
14. Freydina E. V. Research management systems. M.: Omega-L, 2014. 369 p.
15. Mogilevsky V. D. Methodology of systems. M.: Economy, 1999. 251 p.
16. Zotov M. G. On an approach to the design of robust systems // Automation and Remote Control. 2010. №11. P. 149–158.
17. Polyak B. G., Scherbakov P. S. Robust stability and control. M.: Nauka, 2002. 303 p.
18. Prigogine I., Stengers I. Order from chaos. A new dialogue of man with nature. M .: Progress, 1986. 432 p.
19. Alekseev M. A., Freydina E. V. Methodological basis for the development of the theory of robust control of economic systems. Vestnik NGUE. 2017. №2. P. 19–40.
20. Nikiforov V. O. Adaptive and robust control with disturbance compensation. SPb.: Science, 2003. 282 p.
21. Yudin E. G. System approach and principles of activity. Methodological problems of modern science. M.: Science, 1978. 392 p.
22. Kaneman D., Slovik P., Tversky A. Decision Making in Uncertainty: Rules and Warnings. Kharkov: Humanitarian Center, 2005. 632 p.
23. Alekseev M. A., Freydina E. V., Tropin A. A. Evolutionary approach to the concept of robust control of economic systems // Ideas and Ideals. 2018. №3. V. 2. S. 3–21.
24. Taha H., Introduction to Operations Research. V.2. M.: Mir, 1985. 493 p.
25. Aleksandrov A. G. The reserves of stability and robust stability // News of the Russian Academy of Sciences. Theory and control systems. 2010. №6. P. 32–41.
26. Pegat A. Fuzzy control and modeling. M.: BINOM. Laboratory of Knowledge, 2013. 798 p.
27. Courtney H., Kirkland J., Viguerie P. Strategy Under Uncertainty // Harvard Business Review. 1997. №3 (4). P. 117–187.
28. Doh J. P., Pearce J. A. Corporate Development in Transitional Policy Environments: Theory Development // Journal of Management Studies. 2004. №41 (4). P. 645–664.
29. Senge P. Fifth discipline. The art and practice of a self-learning organization. M .: Olympus Business, 1999. 408 p.
30. Lawrence P., Lorsch J. Organization and Environment: Managing Differentiation and Integration. Boston: Harvard University, 1967. 279 p.
31. Minsky M. Frames for knowledge representation. M.: Energy. 1979. 152 p.
32. Soros J. Alchemy of Finance. M.: INFRA-M, 2001. 416 p.
33. Reus A. Knowledge in management and knowledge management: experience in the integration of high-tech industries. M.: Alpina Publisher. 2012. 171 p.
34. Freydina E. V., Botvinnik A. A., Korokh A. A. Interpretive function of reflexive control as the development of systemic decision-making in business // Vestnik NSUEA. 2013. №4. P. 332–343.