

## 8.13. СИСТЕМНО-СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Орлова Е.В., к.т.н., доцент, кафедра экономики предпринимательства

*Уфимский государственный авиационный технический университет*

В статье рассматривается проблема теоретико-методологического характера, связанная с анализом, моделированием и управлением экономикой как неравновесной, неустойчивой, самоорганизующейся системой. Представлены основные положения системно-синергетической концепции как методологической основы для эффективного управления социально-экономической системой.

### ВВЕДЕНИЕ

Методологические основы современной науки управления экономикой все в большей мере расширяются за счет подходов, которые до недавнего времени считались нетрадиционными. Так, концепция экономического равновесия не объясняет феномен усиления нелинейности происходящих процессов, а теория деловых циклов акцентирует свое внимание на исследовании различных по природе флуктуаций без учета их взаимодействия. Все это дает основания считать следующее:

- во-первых, значение динамического подхода к анализу экономической действительности все более актуализируется;
- во-вторых, фундаментальные особенности нелинейной экономической динамики заложены в особых законах функционирования сложных систем;
- в-третьих, развитие экономики все больше основывается на механизме положительной обратной связи и взаимоусилении циклических процессов, инициируемых внедряемыми инновациями;
- в-четвертых, необходимость учета субъективных характеристик экономических агентов.

Это обуславливает необходимость перехода к системно-синергетической парадигме исследования социально-экономических систем.

### Предпосылки перехода к системно-синергетической парадигме

В настоящее время в связи с социально-экономическим развитием ряда стран экономическая теория претерпевает ряд серьезных изменений. Институциональная и эволюционная парадигмы подвергают сомнению как исходные предпосылки неоклассики, так и содержательные выводы, получаемые из используемых неоклассических моделей. Экономический анализ с позиции неоклассической концепции проводится на основе гипотетической дедуктивной модели познания, в рамках которой исходят из определенного набора базовых предпосылок. Сначала проводится формальный анализ объекта исследования, а затем на его основе с использованием дедуктивного метода формируются определенные выводы. Для подобного исследования необходимы строгие аксиоматические ограничительные предположения от-

носительно природы экономического объекта и его составных элементов.

Дедуктивный аналитический подход основан на трех основных предпосылках – рациональности, преследовании собственных интересов и равновесия. При этом указанные предположения не во всех ситуациях соответствуют фактическому поведению экономических агентов. Иногда основное внимание уделяется формальной строгости и корректности математических моделей, в то время как практические выводы из этих моделей часто оказываются неадекватными реальности и не могут быть использованы для объяснения экономических закономерностей.

Известно, что в неоклассических моделях формулируются редуccionистские предпосылки относительно рациональности экономических агентов, которые способны собрать и обработать максимальный объем информации об объекте. При этом предполагается, что отсутствуют затраты на получение этой информации и рациональный агент способен выявить наилучшую альтернативу из множества доступных, базируясь на полученной информации [16, с. 133]. В некоторых моделях принятия решений учитывается неопределенность и ожидания экономических агентов. Однако даже в этом случае типичным является предположение о том, что все агенты способны безошибочно оценить возможные состояния экономической системы, и как результат, все ожидания будут автоматически реализованы. Данное предположение есть суть гипотезы совершенного предвидения.

Эмпирические исследования процессов принятия решений [11, с. 32] показали, что даже в части личных предпочтений поведенческие свойства экономических агентов не согласуются с утверждениями неоклассической теории. Эти исследования демонстрируют, что предпочтения экономических агентов со временем изменяются, что связано со способами формулирования проблем и методами принятия решений. Например, экономическая теория предполагает, что агенты оценивают результат выбора определенной альтернативы на основе их функции полезности. Однако в большинстве случаев экономические агенты результатами своей деятельности считают стоимостные характеристики – прибыль (убытки) с позиции начальных условий, а варианты формулирования целей (результатов) оказывают большое влияние на решения. Те агенты, которые оценивают результаты с позиции получения прибыли, меньше склонны к риску, чем те, которые воспринимают результаты с точки зрения убытков. Экономические агенты имеют разные типы поведения, зависящие от выбора точки отсчета (начальных условий) и личных субъективных особенностей.

Традиционно в моделях неоклассики в качестве конечной цели ее анализа выступает экономическое равновесие системы. При введении более сильных предположений равновесие достигается мгновенно, без учета влияния фактора времени. При рассмотрении динамики системы предполагают, что в процессе движения по своей траектории она достигает статического равновесия в каждые конкретные моменты времени. Поскольку при этом исходят из гипотезы однородности экономических агентов, то та-

кое равновесие легко можно смоделировать. Экономическая система декомпозируется на подсистемы, каждая из которых имеет определенное количество репрезентативных агентов, поведение которых одинаково и заранее известно.

В работе [14, с. 49] было показано, что обычно равновесные состояния экономических систем не являются неизменными, а экономические агенты не функционируют как «совершенные оптимизаторы». Экономические агенты, действуя на разных уровнях экономической системы, характеризуются неоднородностью и разнообразием, следовательно, экономический анализ таких агентов и систем должен быть сосредоточен на анализе изменений и динамики протекающих процессов, а не только на моделировании равновесных состояний.

Близость методологических подходов равновесной термодинамики и неоклассической микроэкономики отмечается в работах П. Самуэльсона, Л.И. Розоноэра, в которых используется аналогия между экономическим понятием «полезность» и термодинамическим понятием «энтропия». Такой подход применялся к анализу равновесия в экономических системах и для установления сходства механизмов обмена и распределения ресурсов в термодинамике и экономике.

Базовое различие между физическими и экономическими моделями лежит в разном подходе к использованию научных концепций, уравнений и эмпирических данных, на которых эти модели основываются. Классическая экономика построена на нормативных предположениях, которые затем превращаются в аксиомы – рациональность экономических агентов, «невидимая рука», эффективность рынка и т.п. Эти концепции часто заменяют собой эмпирические наблюдения. В физике же рассматриваются различные аксиомы и модели с определенной степенью доверия. Если модель не адекватна экспериментальным данным, она должна быть изменена или отброшена, несмотря на концептуальность и математическое совершенство. Позитивный подход в экономике используется реже, модели утвердились в качестве практических догм, овладевших как академической средой, так и ключевыми игроками в правительственных и финансовых организациях.

Необходимо учитывать *открытость и сложность экономических систем*, а не воспроизводить эмпирические данные. Используемые модели должны быть нацелены на выявление скрытых от аналитика механизмов, являющихся причинами экономических явлений. В них должны быть обязательно учтены рефлексивные связи между рыночными событиями и условиями спроса и предложения. Теория равновесия должна быть дополнена концепцией рефлексивности, которая, не отрицая выводов теории равновесия, дополняет их историческим измерением. Стрела времени представляет собой некий динамический процесс, стремящийся либо к своему равновесному состоянию, либо имеет неравновесную траекторию [2, с. 26]. Кроме этого, важную роль играют экономические ожидания, эта роль является рефлексивной: экономические агенты основывают решения на своих ожиданиях, а прогнозируемое будущее зависит от решений, прини-

маемых в текущий период. Разные решения приводят к различным состояниям системы в будущем, что обуславливает появления неопределенности в принимаемых решениях и их последствиях.

Для отображения экономического объекта или процесса в виде определенного класса систем и дальнейшего его исследования с применением соответствующих методов необходимо содержательно проанализировать экономический объект, определив в нем специфические свойства, присущие конкретному классу систем. В отличие от технических наук, нацеленных на изучение сферы объективного, экономика наполнена субъективной деятельностью, которая часто является предметом экономических исследований. Проблема субъекта существует в экономических науках изначально и порождает необходимость внесения в изучаемую систему таких ее свойств, как нелинейность, неопределенность, стохастичность. Нужен такой подход, такая парадигма, которая позволила бы исследовать экономику ни как соотношение целого и части (общество-индивид, микроэкономика-макроэкономика, рынок-государство), а как стратегию нелинейного развития сложной системы на базе коммуникативных взаимодействий различных ее структурных частей.

В теоретической экономике до сих пор не раскрыто социальное содержание субъекта в экономике как самостоятельной субъективной сущности, противостоящей процессу объективизации (репрезентативная фирма, портфельный инвестор и т.д.). В [8, с. 41] отмечается, что «адаптация экономического субъекта к объекту не технологична, а социальна». Действительно, системный субъект экономики со своим финансовым капиталом непрерывно осуществляет адаптацию к системному субъекту целеполагания – государству. Характер эволюционного развития сложных открытых систем не может в полной мере быть проявлен без рассмотрения проблемы сложности как совокупности объект-субъектных отношений при примате субъекта. Экономическая синергетика является наукой о становлении субъекта, в то время как решения в области макро- и микроэкономики основаны на «свободе экономического выбора и социальной поддержке политических решений» [8, с. 53].

Перечисленные противоречия обосновывают актуальность и необходимость перехода к новой концепции к объяснению экономических явлений и процессов, которая должна обеспечить:

- целевой подход к исследованию экономической системы;
- представление макроэкономики как сложной системы, которую невозможно свести к производительному факторному потенциалу микроэкономики;
- проведение экономического анализа на базе исследования потенциальных характеристик сложных открытых систем, актуализируя их динамический потенциал через целевое взаимодействие, т.е. с учетом субъективного начала;
- моделирование корреляций поведенческих функций каждого субъекта, адекватного определенному структурному уровню системы, с механизмами реализации динамического потенциала и способами качественного перехода в новое состояние.

Подход, основанный на системно-синергетической концепции к описанию функционирования и разви-

тия экономических систем как открытых, нелинейных, динамических систем, использует принципы системного подхода и теории самоорганизации. Основные положения системно-синергетической концепции моделирования и эффективного управления экономическими системами состоят в следующем:

- взаимодействия (линейные и нелинейные) являются механизмом функционирования и развития экономических систем;
- системное единство объекта и субъекта при приоритете субъекта;
- методологическое и концептуальное единство причинности и свободы.

## Особенности синергетического подхода

Сегодня синергетика, являясь относительно новой наукой, изучает процессы самоорганизации и охватывает разные науки о природе, обществе, экономике и человеке [9, 22, 24]. Многие ученые воспринимают синергетику как новую всеобщую теорию развития, которая имеет достаточно большие мировоззренческие следствия. Смысл и основное содержание синергетики как науки состоит в том, что в открытых нелинейных системах, взаимодействующих с внешней средой и обменивающихся с ней веществом, энергией и информацией, при определенных условиях возникают процессы неуправляемой самоорганизации, т.е. рождения новых, устойчивых, упорядоченных структур с ранее не присущими свойствами. Эти процессы характерны для систем разной природы.

Сравнивая системный и синергетический подходы, можно сделать вывод, что синергетика во многом имеет сходство с системным анализом. Базовой категорией и в системном анализе и в синергетике является понятие система. Синергетику можно рассматривать как часть системного анализа [12, с. 17], так как и в синергетике и в системном анализе основной интерес представляют общие принципы, лежащие в основе функционирования систем. Одновременно эти науки отличаются тем, что с помощью методов системного анализа успешно исследуются системы разного характера – концептуальные, материальные, сильно и слабо структурированные, а метод синергетического анализа акцентирует внимание на анализе самоорганизующихся систем, исследуя конкретные принципы и механизмы самоорганизации. В части моделирования системных взаимодействий метод синергетического анализа позволяет более тонко учитывать в исследовании кооперативные, когерентные, самосогласованные системные процессы, которые неизбежно возникают в сложных нелинейных системах. Системный анализ безотносителен к природе систем и системных процессов, в противоположность которому синергетический подход наряду с формированием общей системной концепции, основанной на самоорганизации, учитывает конкретное содержание (физическое, химическое, экономическое) рассматриваемых процессов и явлений.

Отличительной особенностью синергетического подхода в том, что предметом его исследования являются процессы стихийной самоорганизации, а подлинный смысл возникающих при этом когерент-

ных, кооперативных явлений суть внутренних причин. Объяснение такого причинного способа самоорганизации позволило синергетической науке добиться выдающихся результатов в исследовании кооперативных явлений. Однако для эффективного использования синергетической концепции при решении проблем системного синтеза, управления и объяснения самоорганизующихся системных процессов с помощью причинного способа самоорганизации было явно неполным, так как необъяснимыми оставались вопросы, связанные с сущностью процессов управления и самоуправления.

Новизна этого метода состояла в интерпретации поведения системы не как непредсказуемого поведения, а как существование некоторого направленного движения вдоль желаемых инвариантных многообразий (аттракторов), к которым подстраиваются другие характеристики системы. Этот способ был назван направленной самоорганизацией синтезируемых систем, где целью является достижение аттрактора, определяющего сущность процесса. Это отражает свойство самоуправляемости и направленной самоорганизации нелинейной системы и дает новый подход к решению проблемы системного синтеза, на основе интеграции методов системного анализа и синергетики.

Синергетический подход позволяет в первую очередь определить макроскопические свойства процессов, поведение отдельного элемента не является при этом принципиальным, как, например, в классической механике. Наиболее существенным является количество отдельных элементов или компонентов системы. Предполагается, что само это количество выступает параметром порядка, который и управляет поведением всех элементов системы. В основе возникновения самоорганизующихся процессов лежит синергетический принцип подчинения [9, 24], следуя которому, исходную систему необходимо представить как сложную иерархическую структуру, состоящую из динамических подсистем, подчиненных друг другу и находящихся в динамически изменяемых взаимосвязях между собой.

Синергетический подход позволяет успешно исследовать поведение нелинейных динамических систем вдали от положения равновесия при изменении управляющих параметров, что объединяет синергетику и теорию управления. Поэтому целесообразно использование свойств синергетических систем при моделировании систем управления с целью повышения эффективности разрабатываемых моделей. В [24] утверждается, что и теория управления и синергетика придают первостепенное значение понятию управления, при этом преследуют совершенно разные цели. Теория управления занимается разработкой методов, моделей и алгоритмов, обеспечивающих такое управление системой, которое позволяет достичь заданной цели с наименьшими потерями. Синергетика же моделирует изменения управляющих параметров более или менее непредсказуемым образом, в результате которых происходит самоорганизация системы, то есть система может переходить в различные состояния под воздействием управления. По Хакену, в синергетических системах, в которых отсутствуют целеполагающие причины, происходит стихийное измене-

ние управляющих параметров, что позволяет детально исследовать возникновение самоорганизации фактически неуправляемой нелинейной динамической системы.

Отсюда следует важный методологический вывод: для эффективного применения синергетической парадигмы при решении проблем управления в системах, в которых отсутствует целеполагание, следует перейти от непредсказуемого поведения системы к управляемому движению вдоль желаемых синергий. Надо отметить, что на уровне рыночных экономических взаимодействий теоретические концепции синергетики могут быть успешно использованы.

Итак, в основе синергетического подхода к управлению экономическими системами лежит механизм согласованных направляющих воздействий, в результате которых при определенных условиях она особенно чувствительна к воздействиям, согласованными с ее внутренними свойствами [20, с. 67]. Такое резонансное взаимодействие определяется не силой управляющего воздействия, а его согласованностью с внутренними свойствами системы. В связи с чем необходимо ставить и решать задачу поиска общих объективных законов процессов управления, позволяющую максимально учитывать естественные свойства исследуемого объекта и объединяющей в единой концепции объективные законы единства процессов самоорганизации и управления сложными системами [19, с. 148].

## Самоорганизующиеся системы и выбор методов моделирования

Выбор методов моделирования и построение алгоритмов управления сложными экономическими системами сильно зависит от уровня понимания законов функционирования и развития этих систем как объекта исследования. Одним из вариантов классификации систем по степени их организованности было предложено В.В. Налимовым и развито В.Н. Волковой [5, с. 39]. Выделяются классы систем, которые рассматриваются как подходы к отображению объекта и решаемой задаче. Предлагается характеристика, которая позволяет выбирать класс систем для отображения объекта в зависимости от стадии его познания и возможности получения информации о нем. Это три класса систем: хорошо организованные, плохо организованные и самоорганизующиеся.

Описание исследуемого объекта, процесса принятия решений, сформированное в виде хорошо организованной системы будет адекватным только в тех ситуациях, в которых возможно определить все элементы системы и их существенными взаимосвязями между собой и с целями всей системы, затем идентифицировать эти связи в виде детерминированных (аналитических или графических) зависимостей. При таком представлении объекта задачи выбора целей и определение средств их достижения (подсистем, связей элементов) не разделены, а проблемную ситуацию можно описать в виде выражений, связывающих цели со средствами их достижения, т.е. в виде критерия (критериев) функционирования, критериев

эффективности. Эти выражения могут иметь вид уравнений или системы уравнений.

При описании исследуемого объекта в виде плохо организованной системы уже не решается задача идентификации всех компонент системы и их связей с целевыми параметрами системы. В этом случае систему можно описать в виде некоторого набора макропараметров и закономерностей, которые определяются на основе анализа не всего объекта, а путем изучения определенной представительной выборки его компонентов. В результате такого выборочного наблюдения получают характеристики или закономерности, которые затем можно распространить на поведение всей системы в целом.

В методологии системного анализа самоорганизация относится к закономерностям развития систем, которая является одной из основных характеристик самоорганизующихся систем с активными элементами, обладающих способностью противодействовать энтропийным тенденциям и свойством адаптации к изменяющимся условиям путем преобразования своей структуры. Основанием этих внешних проявлений является базовая закономерность системы, основанная на двойственности противоречивых тенденций: с одной стороны, действие и проявление во всех открытых развивающихся системах второго закона термодинамики, состоящего в стремлении к росту энтропии (неопределенности, беспорядка). С другой стороны, в системе всегда наблюдаются негэнтропийные тенденции, то есть стремление к порядку, определенности.

Для сложных развивающихся систем характерен дуализм энтропийно-негэнтропийных тенденций. Закономерность самоорганизации проявляется в таких системах в том, что в зависимости от доминирования энтропийных или негэнтропийных тенденций система может либо развиваться и стремиться к более высокому уровню эквифинальности и в дальнейшем переходить на него, либо деградировать на основе энтропийного процесса и переходить на более низкий уровень существования.

Процессы самоорганизации, равно как и процессы самодиссипации, обусловлены действием общесистемных законов и закономерностей в разных условиях, на разных стадиях развития системы действуют разные законы. Дуализм организующих-дезорганизирующих законов в философии называют принципом единства и борьбы противоположностей, в общей теории систем обозначено как «системное сродство» [21, с. 57]. Основными признаками самоорганизации систем можно назвать следующие: во-первых, снижение энтропии; во-вторых, рост эффективности.

К изучению феномена самоорганизации сложных систем применяется синергетическая концепция, которая служит естественно-научной конкретизацией философского принципа самодвижения материи. Эта концепция базируется на ряде разнообразных подходов и моделях:

- параметров порядка и принципа подчинения Г. Хакена;
- неравновесных структур И. Пригожина;
- самоорганизованной критичности П. Баха;
- эволюции нестационарных структур в режимах с обострением А.А. Самарского, С.П. Курдюмова, Г.Г. Малинецкого.

Выделяют следующие типы процессов самоорганизации:

- процессы самозарождения системы, т.е. возникновения целостной системы из совокупности объектов и появление новых специфических закономерностей и качеств у новой системы;
- гомеостатические механизмы самоорганизации, преимущественно формирующиеся за счет действия отрицательных обратных связей. Благодаря гомеостатическим процессам, система поддерживает определенный уровень организации при изменениях условий (внешних и внутренних) ее функционирования;
- процессы самосовершенствования и саморазвития систем.

Любая система должна быть организована так, чтобы, с одной стороны, обеспечить собственное выживание, устойчивость в динамической среде, а с другой стороны – способствовать своему развитию, эволюции, достижению долгосрочных целей. Такая двойственность составляет одно из базовых противоречий в системе, разрешаемое через развитие. Требование сохранить устойчивость и стабильность предполагает, чтобы система была консервативна, обладала сопротивляемостью к ее трансформации и устойчивостью к внешним воздействиям. Напротив, потребность целенаправленного изменения, движения к заданной цели, совершенствования обязывают систему изменяться, формировать и реализовывать необходимые для этого управляющие воздействия. Исследование процессов развития, соотношения устойчивости и развития, анализ порождающих их механизмов являются наиболее сложными проблемами системного анализа экономических систем.

Класс самоорганизующихся, или развивающихся, систем, обладающих одновременно перечисленными свойствами, требуют использования специальных подходов к их моделированию. Объективное существование и дуализм процессов сохранения устойчивости и развития приводит к необходимости объединения и использования на системной основе двух подходов к моделированию и управлению сложными системами – системного и синергетического.

К выдающимся достижениям науки XX в. безусловно можно отнести такие бурно развивающиеся направления, как кибернетика (теория управления) и синергетика. Основоположник кибернетики Н. Винер определил ее как учение об «управлении и связи в живом и машине» [7]. Он предположил, что можно создать одну всеобъемлющую теорию, объясняющую работу не только технических, но и биологических систем. Агенты (сущности, машины, клетки) в этих системах осуществляют обработку информации, а затем действуют в соответствии с ней, также в процессе своего функционирования они пользуются такими механизмами, как отрицательная и положительная обратная связь и фильтрацию для отличия сигнала от шума. Дальнейшее развитие кибернетики получила в работах К. Шеннона, У. Эшби, С. Бира. Кибернетика с ее принципами обратной связи, направленного поведения и обработки информации больше ориентируется на изучение способов построения и функционирования автоматических систем и автоматов.

В последние три десятилетия при анализе сложных систем стал применяться синергетический подход.

Термин «синергетика» в науку ввел Г. Хакен, определивший ее как науку о сложных, нелинейных, самоорганизующихся системах. Синергетика пытается выявить базисные механизмы эволюции и самоорганизации систем вообще. Эту проблему решали выдающиеся ученые И. Пригожин, затем Н.Н. Моисеев, А.А. Самарский, С.П. Курдюмов, в настоящее время Г.Г. Малинецкий, Е.Н. Князева, А.А. Колесников, Л.П. Евстигнеева, Р.Н. Евстигнеев, В.-Б. Занг.

Как было показано выше, в системном анализе при рассмотрении классификации систем по степени организованности самоорганизующиеся (саморазвивающиеся) системы образуют отдельный класс, характеризующиеся наличием в своем составе объектов и процессов с высокой неопределенностью и обладающие рядом особенностей [5, с. 50]:

- нестационарностью и стохастичностью параметров;
- непредсказуемостью поведения;
- способностью адаптации к изменяющимся условиям среды;
- принципиальной неравновесностью;
- способностью противостоять энтропийным тенденциям и проявлять неэнтропийные тенденции;
- способностью формировать поведенческие альтернативы и изменять свою структуру;
- способностью к целеобразованию.

Философия и методология современного системного анализа включает в себя методы синергетики как один из своих элементов. А синергетика соответствует закономерности целостности. Исследование причин самоорганизации, целостности показывает, что ее основой является диалектика части и целого в системе. Оценка степени целостности позволяет определить начало процесса снижения эффективности функционирования системы, когда необходимым становится переход на новый уровень эквифинальности.

В [17, с. 113] отмечается, что на разных уровнях управления экономической системой целесообразно применять различные методы. Так, на производственно-технологическом уровне управления системой можно использовать хорошо апробированные классические методы оперативного управления и оптимизации. На социально-экономическом и организационном уровне управления более эффективным является использование новых методов гармоничного управления, основанных на принципах золотого сечения, мягкого резонансного управления, когнитивного анализа, рефлексивного управления. Таким образом, более корректно, следуя [12, 17] можно принять более широкое понятие системного подхода и анализа, включающего в себя методы синергетики и кибернетики, которое дает исследователю новые возможности анализа и синтеза сложных объектов, процессов и явлений в экономике и обществе. При этом методы кибернетики используются для организации систем с отрицательной обратной связью и способствуют решению задач исследования и обеспечения устойчивости (гомеостаза) сложных систем, функционирование которых описывается линейными детерминированными или стохастическими дифференциальными уравнениями. Синергетические методы целесообразно использовать для исследования процессов развития нелинейных систем, для которых характерны нелинейность, неравновесие, неустойчивость.

## Системное единство объекта и субъекта

В 1960-1970 гг. в науке управления появился термин «активные системы», «активный элемент», введенные В.Н. Бурковым [3, с. 29]. Под активным элементом понимается объект управления, который обладает свойствами активности, т.е. наличием собственных интересов, способностью сознательно передавать достоверную информацию, не выполнять намеченные планы. Сегодня теория активных систем преобразовалась в более широкое направление – теорию управления организационными системами [4, с. 3; 13, с. 25], объектом исследования которой являются организационные системы (объединение экономических агентов, совместно реализующих некоторую программу или цель и действующие на основе процедур и правил в виде механизмов функционирования). Предметом исследований теории управления организационными системами выступают механизмы управления, а основным методом исследования является метод математического моделирования.

Для управления организационными системами с активными элементами применяется принцип открытого управления, состоящий в следующем. Организационная система состоит из элементов (агентов) со своими интересами (целями). Цели системы в целом выражает центр, вырабатывающий управляющие воздействия. Центр ставит задачу выбора наилучшего решения, которое в общем случае не является оптимальным для всех элементов. Руководствуясь собственными целями, агенты склонны исказить информацию, представляемую центру. Для того чтобы этого избежать, центру необходимо назначать агентам выгодные для них плановые показатели, иногда в ущерб интересам системы. Центру необходимо решать задачу оптимизации на множестве совершенно согласованных планов, оптимальных для всех агентов.

Для того чтобы достичь собственных интересов, центру необходимо прогнозировать с высокой степенью точности поведение агентов, моделировать их реакции на различные управленческие воздействия. Имея адекватную модель агента, можно проанализировать реакции управляемой системы, а затем выбрать и применять на практике то управляющее воздействие, которое приводит к требуемой реакции. Для этого разрабатываются так называемые механизмы стимулирования, предназначенные для побуждения агента к выбору действий, выгодных для центра. Основная идея состоит в том, чтобы изменить предпочтения агента так, чтобы ему стало выгодно выбирать нужные центру действия. Центр влияет на выгодность (предпочтительность) для агента выбора тех или иных действий, обещая ему денежные выплаты за выбор требуемых действий или денежные штрафы за выбор требуемых действий, в которых центр не заинтересован. Такие механизмы стимулирования служат инструментом согласования интересов центра и агента и обеспечивают условия выполнения агентом решений, установленных центром. Примеры таких механизмов описаны в [1, 10, 13, 18].

## Причинность в экономической науке

Можно выделить два подхода к пониманию причинности: индуктивный и теоретический. Индуктивный метод хорошо развит в логике и восходит к принципам Ф. Бэкона и Д.-С. Милля (известны также как логические правила Бэкона-Милля), основан на логических рассуждениях о причинах и их следствиях и включает пять вариантов сопоставления возможных причин и следствий – единственное сходство, единственное различие, сходство и различие, сопутствующие изменения, остающаяся часть причины [23]. При рассмотрении достаточно длинных временных рядов или пространственных данных для выявления причинно-следственных связей используются эконометрические методы (корреляционный анализ, путевой анализ, структурное моделирование [15, с. 32]).

В этом случае система причинных гипотез изображается в виде модели – графа связей, вершинами которого являются переменные – причины или следствия, ориентированные ребра соответствуют постулируемым причинным отношениям, а неориентированные дуги – отношениям координированного изменения. Регрессионные веса, прогнозируемые моделью, сравниваются с наблюдаемой корреляционной матрицей переменных, и рассчитывается статистика качества соответствия. Наиболее соответствующая модель признается наилучшей для подтверждения теоретических предположений о причинно-следственных зависимостях.

Теоретический подход к исследованию причинности в экономике восходит ко взглядам Дж. Хикса, предложившего другую трактовку причинности, согласно которой любое утверждение о причинности должно ссылаться на конкретную теорию [25, с. 46]. По отношению ко времени Хикс выделял три типа причинности и три соответствующих типа экономической теории: статическая причинность, которой соответствует статическая классическая экономическая теория А. Смита, одновременная причинность с макроэкономической теорией Дж. М. Кейнса и теорией А. Маршалла в микроэкономике, последовательная причинность и марксистская теория.

Интересный подход к пониманию причинности в экономике изложен Л. Гребневым, предложившим разделять событийный и свойственный типы причинности. Событийный тип объяснения причинности состоит в том, что когда для каждого события, являющегося следствием какой-то породившей его причины, в качестве которой может выступать событие (набор событий), согласно такой логике «вещи остаются вещами в себе по Канту, и в теориях присутствуют как что-то идеальное, умоглядное» [6, с. 110]. Такой тип объяснения восходит от явления к сущности, от частного к общему, от эмпирического объяснения к теории. При событийной причинности исследователь не только объясняет суть вещей, но и воспроизводит их, но так как он делает это мысленно, то возникает проблема оценки адекватности таких объяснений. Критериями истины в этом случае выступают законы логики. Свойственный тип объяснения не может быть абстрагирован от функционирования объектов, которые являются носителями конкретных свойств. В этом случае под

событием понимается изменение свойств объектов. Исследованию подвергается не собственно объект, а его структура и связи с другими объектами, вскрывается логика существования (функционирования) объекта. Для более плодотворного исследования причинности, с чем можно согласиться, Л. Гребнев предлагает объединить событийный и свойственный подходы в экономической науке. Действительно, такой синтез возможен, о чем свидетельствует объективное существование вещей, которые одновременно являются и объектом (со своими свойствами) и проявляются в последовательных событиях, например циклические экономические процессы.

Представляется, что в рамках системно-синергетического подхода надо учитывать концептуальное единство причинности и свободы при моделировании и принятии экономических решений. Такое единство может быть обеспечено путем использования инструментария системно-динамического моделирования со встроенными модулями, воспроизводящими модели поведения экономических агентов. Построение причинных связей должно учитывать изменение поведенческих свойств агентов. Это обеспечит более высокую степень реализации целей социально-экономической системы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ ключевых предпосылок неоклассической теории экономики выявил ряд ключевых недостатков, препятствующих адекватному представлению экономической системы. Предлагаемая парадигма к моделированию и управлению экономической системы базируется на системно-синергетической концепции, позволяет соединить системный и синергетический подходы к исследованию экономики и учитывающий такие свойства как системность, динамичность, нестационарность, способность к самоорганизации, активность. В рамках указанной парадигмы на первый план выступает изучение функционирования и развития социально-экономической системы, основанное на взаимодействии внутренних подсистем и влиянии внешних сред, разнородных объектов и процессов.

## Литература

1. Белоусов В.М. и др. Проблемы нелинейной динамики и теории самоорганизации процессов товарно-денежного обмена [Текст] / В.М. Белоусов, Б.Г. Долгопят, Т.А. Колесникова // Синергетика и проблемы теории управления. – М. : Физматлит, 2004. – С. 420-433.
2. Богданова Э.Н. Самоорганизация и управление в сложных эволюционирующих системах [Текст] : автореф. дис. ...д-ра филос. наук : 09.00.01 / Э.Н. Богданова. – Пятигорск, 2009. – 44 с.
3. Бурков В.Н. Теория активных систем (история развития и современное состояние) [Текст] / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков // Проблемы управления. – 2009. – №3.1. – С. 29-35.
4. Бурков В.Н. и др. Теория управления организационными системами и другие науки об управлении организациями [Текст] / В.Н. Бурков, М.В. Губко, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков // Проблемы управления. – 2012. – №4. – С. 2-10.
5. Волкова В.Н. Теория систем [Текст] / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – М. : Высшая школа, 2006. – 511 с.
6. Гребнев Л. Между историей и наукой: к анализу проблемы причинности в экономике [Текст] / Л. Гребнев // Вопросы экономики. – 1994. – №4. – С. 106-128.
7. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине [Текст] / Н. Винер. – М. : Советское радио, 1958.
8. Евстигнеева Л.П. Экономика как синергетическая система [Текст] / Л.П. Евстигнеева, Р.Н. Евстигнеев. – М. : Ленард, 2010. – 272 с.
9. Занг В.Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории [Текст] / В.Б. Занг. – М. : Мир, 1999. – 335 с.
10. Иванов Д.Ю. Методология и математические инструменты построения оптимально-согласованных систем материального стимулирования на предприятиях машиностроительного комплекса [Текст] : автореф. ... д-ра экон. наук: 08.00.13 / Д.Ю. Иванов. – Самара, 2011. – 40 с.
11. Канеман Д. Рациональный выбор, ценности и фреймы [Текст] / Д. Канеман, А. Тверски // Психологический журнал. – 2003. – Т. 24 ; №4. – С. 31-42.
12. Лившиц В.Н. Основы системного мышления и системного анализа [Текст] / В.Н. Лившиц. – М. : Ин-т экономики РАН, 2013. – 54 с.
13. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами [Текст] / Д.А. Новиков. – М. : Физматлит, 2012. – 604 с.
14. Нельсон Р. Эволюционная теория экономических изменений [Текст] / Р. Нельсон, С. Уинтер. – М., 2000.
15. Орлова Е.В. Эконометрическое моделирование и прогнозирование [Текст] / Е.В. Орлова. – Уфа : УГАТУ, 2013. – 250 с.
16. Орлова Е. Экономическое поведение: синтез рационального и иррационального [Текст] / Е. Орлова // Проблемы теории и практики управления. – 2014. – №3. – С. 127-136.
17. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности [Текст] / И.В. Прангишвили. – М. : Синтег, 2000.
18. Садовничий В.А. и др. Моделирование и прогнозирование мировой динамики [Текст] / В.А. Садовничий, А.А. Акаев, А.В. Коротаев, С.Ю. Малков. – М. : ИСПИ РАН, 2012. – 359 с.
19. Синергетика и проблемы теории управления [Текст] / под ред. А.А. Колесникова. – М. : Физматлит, 2004. – 504 с.
20. Скиба А.Н. Резонанс-эффекты в экономике: формирование системно-синергетического подхода [Текст] / А.Н. Скиба // Труды ИСА РАН. – 2011. – №3. – С. 65-75.
21. Урманцев Ю.А. Общая теории систем: состояние, приложения и перспективы [Текст] / Ю.А. Урманцев. – М. : Мысль, 1988.
22. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. Динамическая теория информации [Текст] / Д.С. Чернавский. – М. : УРСС, 2014.
23. Философский энциклопедический словарь [Текст]. – М. : Советская энциклопедия, 1983.
24. Хакен Г. Синергетика: иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах [Текст] / Г. Хакен. – М. : Мир, 1985.
25. Hicks J.R. Causality in economics [Text] / J.R. Hicks. – Basil Blackwell, 1979. – 127 p.

## Ключевые слова

Экономическая система; системный подход; синергетика; теория управления организационными системами; причинно-следственные связи; свобода выбора.

*Орлова Екатерина Владимировна*

## РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность проблемы. Объективные свойства социально-экономических систем – нелинейность, стохастичность, нечеткость параметров, неравновесность и непредсказуемость экономических процессов – требуют адекватного инструментария моделирования и управления таким классом систем. Одним из возможных подходов к формированию такого инструментария является системно-синергетический подход, объединяющий методы системного анализа сложных систем с его принципами целостности, обратной связи, устойчивости с синергетическим подходом, включающим принципы самоорганизации, нелинейного синтеза, резонанса, неустойчивости. Поэтому исследование, направленное на решение проблемы синтеза системного и синергетического подходов при моделировании экономических объектов и процессов, является важным и необходимым этапом при разработке нового инструментария экономико-математического моделирования и управления.

Научная новизна и практическая значимость. В статье предложена авторская концепция анализа, моделирования и управления социально-экономическими системами, базирующаяся на синтезе системного и синергетического подходов, применение которой в исследовании социально-экономических систем позволит учитывать кооперативные, когерентные, самосогласованные системные эффекты и использовать полученные знания при моделировании систем управления с целью повышения эффективности проектируемых моделей и систем управления. Внедрение этой концепции в управленческую практику для разработки моделей производственно-экономических, социальных, бизнес-процессов позволит повысить точность моделирования и эффективность управленческих методов и механизмов.

Заключение. Рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к изданию.

*Глебова Т.А., д.з.н., профессор кафедры экономики предпринимательства Уфимского государственного авиационного технического университета.*