

Региональная и отраслевая экономика

УДК 681.5

DOI: 10.17277/voprosy.2022.02.pp.041-055

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ В ПОСТАНОВКЕ И РЕШЕНИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ. ЧАСТЬ V

**Н. С. Попов, О. В. Милованова,
А. А. Баламутова, Л. Н. Чуксина**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет», Тамбов, Россия;
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
университет имени Г. Р. Державина», Тамбов, Россия*

Ключевые слова: зеленая экономика; принятие решений; природо-промышленные системы; система менеджмента устойчивого развития; устойчивое развитие.

Аннотация: Циркуляционная и зеленая экономика признаны магистральными направлениями в решении проблемы устойчивого развития цивилизации. В их основу положены идеи комплексной переработки сырья и материалов, экономии ресурсов, создания технологий, дружественных природе и ряд др. При этом неясным остается механизм перевода действующих объектов региональной экономики на траекторию устойчивого развития. Для ответа на данный вопрос необходимо разрабатывать теорию и методы целевого долгосрочного планирования и управления социально-экономическими и экологическими процессами.

Введение

Ноосферный этап в эволюции биосферы, о неизбежности наступления которого предупреждал академик В. И. Вернадский в 1930-х годах прошлого века, в настоящее время оказывает колоссальное влияние на фор-

Попов Николай Сергеевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Природопользование и защита окружающей среды»; Милованова Ольга Викторовна – старший преподаватель кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: eso@mail.tstu.ru; Баламутова Анна Андреевна – аспирант кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ, Тамбов, Россия; Чуксина Людмила Николаевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры зарубежной филологии и прикладной лингвистики, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина», Тамбов, Россия.

мирование современного облика мировой экономики. Важнейшие особенности данного этапа сконцентрированы в так называемой Концепции устойчивого развития, а по сути, манифесте ООН, обращенном ко всем творческим силам мирового сообщества, способным поддерживать и продвигать в жизнь гуманистические идеи сохранности и воспроизводства живой материи, повышения общественного благосостояния, равенства полов, ликвидации бедности, сбережения ресурсов планеты для будущих поколений людей и т.п.

Реализация данной концепции, с одной стороны, стала серьезным испытанием человечества на его духовную зрелость и интеллектуальную состоятельность в разрешении конфликта между обществом и природой, а с другой – драйвером трансформации нынешней неустойчиво функционирующей экономики в парадигму более устойчивой зеленой экономики, дружественной природе.

Сложность построения модели зеленой экономики связана с необходимостью производства масштабных инноваций во всех сферах хозяйственной деятельности человека: созданием и внедрением малоотходных технологий, использованием альтернативных источников энергии, рециклингом полезных компонентов, заменой токсичных и опасных химических веществ на безвредные, экономией сырья и материалов, наконец, разработкой и применением на предприятиях и в организациях новой системы стратегического менеджмента, а именно, менеджмента устойчивого развития.

Осознавая эти сложности многие компании сегодня используют риторику устойчивого развития в своей внешней отчетности не столько для подтверждения избранного пути развития, сколько для легитимации осуществляемой ими экономической деятельности и формальной демонстрации социальной ответственности. Тем не менее у устойчивого развития на сегодня нет альтернативы, поскольку невозможно добиться устойчивости без инноваций [1]. Устойчивое развитие таит в себе многочисленные организационные и технологические новшества, востребованные экономикой в соответствующие моменты времени. Экологизация компаний, например, позволяет снизить собственные затраты, получать дополнительные доходы от производства более качественных продуктов и создавать новые рабочие места. Не случайно дальновидное руководство в компаниях рассматривает проблему устойчивого развития как ценностный ориентир для введения инноваций, сознавая при этом то обстоятельство, что они являются и ключевым фактором прогресса в периоды экономических кризисов.

В работе [1] изучены инициативы 30 крупных корпораций, заинтересованных в повышении своей деловой устойчивости. По мнению ее авторов путь к устойчивому развитию содержит пять разных стадий: 1 – анализ законодательства в своей стране и странах-партнерах; 2 – организация цепи поставок экологичного сырья и материалов, сокращающих отходы; 3 – проектирование новых продуктов и сервисов, дружественных природе; 4 – разработка экоориентированных моделей бизнеса в тандеме с другими компаниями; 5 – совершенствование существующих практик в целях перехода на платформу новых возможностей.

Два важных фактора содействуют компаниям в решении проблемы устойчивости: когда топ-менеджмент фокусирует внимание на этой проблеме и когда в компаниях осуществляется подбор социально ответственных и заинтересованных в выполнении экологических обязательств кадров.

Устойчивость, как целевое свойство поведения объектов управления, подразумевает возможность структурной реорганизации компаний, разработку оригинальных методов калькуляции, стимулирующих развитие рынка экологических товаров и услуг и позволяющих осуществлять экологический учет и отчетность в сфере устойчивого развития [2 – 4]. Появление новых смыслов в деятельности компаний привело к необходимости использования векторного критерия оценки их эффективности, включающего экономические, социальные и экологические показатели, вместо скалярного критерия максимизации финансовой прибыли.

Основной вопрос, интересующий руководителей компаний, связан с определением механизма и затрат на поддержание устойчивости в рамках принятых ими стратегий развития. Под стратегией в менеджменте обычно понимается умение (искусство) руководства принимать правильные долгосрочные управленческие решения в условиях активно действующего окружения, основанные на собственном опыте, интуиции, правилах, методах и приемах рационального использования ресурсного, научно-технического и сбытового потенциалов компании, обеспечивающих ее экономическую эффективность и необходимые конкурентоспособные преимущества.

За реализацию стратегии отвечает система административного управления (САУ), собирающая, анализирующая и использующая информацию обо всех значимых бизнес-процессах в компании для оценки ее деятельности, оптимизации структуры, улучшения трудовых отношений и экономических характеристик. Заметим, что в данном определении стратегии не фигурирует термин «устойчивость», поскольку традиционная САУ не способна ее обеспечивать. Устойчивое развитие компании – это длительный динамический процесс с непрерывным, сбалансированным улучшением социально-экономического и экологического потенциалов, реализация которых возможна только при участии соответствующих систем контроля за устойчивостью (СКУ), революционизирующих традиционную систему менеджмента САУ. Такая интегрированная система, основанная на целенаправленном, совместном и согласованном управлении всеми видами деятельности компании, знаниях руководства и ее сотрудников должна обеспечивать достижение главной цели – устойчивого роста экономических, экологических и социальных показателей. В этой связи настоящая работа посвящена обсуждению задач построения систем менеджмента устойчивого развития объектов региональной экономики.

Научные основы интеграции «стратегии» и «устойчивости» в системе менеджмента устойчивого развития

В теоретическом плане вопросы взаимодействия систем САУ и СКУ в рамках системы стратегического менеджмента устойчивого развития обстоятельно изложены в работе [5], где рассматриваются две концепции: 1 – интеграции систем; 2 – способы или режимы функционирования систем. Под интеграцией понимается степень перекрытия функциональных возможностей САУ и СКУ в процессе управления многомерным социотехническим процессом, свойственным сложным объектам экономики,

включающим технические/методологические, социальные и когнитивные компоненты, а под способами функционирования – использование САУ или СКУ для диагностики объекта управления и поддержания ключевых целей управления на стратегическом уровне, с внесением необходимых изменений в интерактивном режиме.

Важнейшие элементы первой концепции состоят в следующем [5]. *Техническая интеграция* предполагает необходимость учета результативности отдельных методов управления устойчивостью в рамках более широких возможностей традиционной САУ. При этом она интегрируется с действиями и локальными системами, обеспечивающими внутренний контроль за устойчивостью. В случаях, когда САУ и СКУ работают параллельно, могут возникать проблемы с принятием решений. Поэтому техническая интеграция предусматривает введение методологических (координирующих) связей между САУ и СКУ и использование общей вычислительной инфраструктуры, содержащей базу экономических, экологических и социальных данных.

Организационная интеграция связана с необходимостью осуществления функциональных преобразований внутри компаний. Она означает, например, переобучение бухгалтеров по управленческому учету в специалистов по отчетности и контролю в области устойчивого развития. Такой вид интеграции осуществляется на основе изучения ролей действующих лиц (акторов) и переосмысления задач структурных подразделений. В результате интеграции образуется сообщество менеджеров и специалистов по финансовому контролю, использующих разные инструменты управления устойчивостью, но знакомых с возможностями общих для них практик.

При *когнитивной интеграции* САУ и СКУ рассматриваются в качестве коммуникативных платформ, содействующих интерактивности и дискуссиям заинтересованных лиц с различными типами мышления и взглядов на устойчивость. Целями их диалогов является обмен знаниями, достижение взаимопонимания, преодоление или смена когнитивных границ. Когнитивная интеграция важна при обсуждении вопросов устойчивости с учетом ее социального, экономического и экологического аспектов.

Согласно второй концепции, основанной на идеях Р. Саймонса о воздействии систем управления на стратегические процессы внутри организации [6, 7], диагностические и интерактивные информационные процедуры необходимы для выявления и устранения неопределенностей и рисков стратегического характера, от которых зависит деловая стабильность. Диагностическое управление является тем инструментом, с помощью которого можно отслеживать и исполнять стратегические намерения организаций, а интерактивное управление, в свою очередь, не только стимулирует развитие новых идей, но и прямо участвует в формировании стратегии развития.

Диагностическое управление включает задание или установление стандартов; измерение выходных результатов соотнесенных со стандартами; принятие мер по устранению возможных расхождений полученных результатов от их стандартных значений. *Система интерактивного управления* используется в ситуациях, когда:

- информация, полученная от САУ, является важной и повторяющейся повесткой дня для топ-менеджеров;
- процесс управления требует регулярного внимания менеджеров всех административных уровней;
- полученные результаты обсуждаются и интерпретируются на личных встречах членов организации, представляющих интересы различных иерархических уровней управления;
- процесс управления инициируют постоянные вызовы (возмущения) и сопровождается обсуждением исходных данных, предположений и планов действий.

С позиций общей теории управления значение первой концепции, связанной с интеграцией САУ и СКУ, состоит в существенном расширении возможностей традиционной системы менеджмента в случаях целенаправленного изменения структурных и/или функциональных свойств объекта управления. Такие изменения делаются ради улучшения устойчивости функционирования объекта управления в условиях внешних вызовов.

Смысл второй концепции, связанной с использованием САУ и СКУ в режимах диагностического и интерактивного управления, состоит в необходимости организации текущего контроля за движением объекта управления и коррекцией траектории его движения по отношению к заданным стандартам (целям).

Базируясь на этих двух концепциях, авторы цитируемой работы [5] поставили перед собой задачу определения «идеальных типов» конфигураций систем менеджмента, использующих интеграцию САУ и СКУ с диагностическим и интерактивным режимами их работы. С учетом опыта большого числа профессионалов в сфере менеджмента получено восемь конфигураций встраивания «устойчивости» в «стратегию» организаций (табл. 1). В ней «идеальные типы» формируются слева направо: от диагностического режима к интерактивному, и сверху вниз: от слабой интеграции систем к высокой. Каждая конфигурация обозначена литерами от А до Н, а их детальное описание приведено в работе [5]. Конфигурации оцениваются тремя качественными параметрами: стабильностью, достоверностью, способностью усиливать экологические, социальные и экономические характеристики (тракуемые нами как эффективность развития).

Особо следует отметить конфигурацию Н, соответствующую идеальному типу интерактивного использования интегрируемых систем САУ и СКУ. Такая конфигурация позволяет менеджерам извлекать инновационные процессы, услуги и продукты из участия в устойчивом развитии.

Вместе с тем необходимо признать, что процессы устойчивого развития объектов региональной экономики длятся более 20 лет, и нет никаких гарантий того, что первоначально выбранный вариант интеграции САУ и СКУ останется неизменным. Правильнее будет предположить возможную смену конфигураций А, ..., Н при возникновении тех или иных внутренних или внешних обстоятельств, ведущих к эволюции объекта управления. А вопрос о том, каким образом формируется стратегия устойчивого развития в эволюционном процессе, рассмотрим в следующем разделе.

Типология схем интеграции устойчивости в стратегию управленческого контроля [5]

Вид интеграции систем управления (когнитивная, организационная, техническая)	Использование систем управления (диагностика или интерактивность)			
	Диагностическое использование САУ		Интерактивное использование САУ	
	Диагностическое использование СКУ	Интерактивное использование СКУ	Диагностическое использование СКУ	Интерактивное использование СКУ
Низкий Разъединение систем	Конфигурация А Стратегия со скрытым разъединением Стабильность – низкая Достоверность – низкая Эффективность – низкая	Конфигурация В Появление стратегии через устойчивость Стабильность – средняя Достоверность – низкая Эффективность – средняя	Конфигурация С Стратегия устойчивости развития, ориентированная на соблюдение требований Стабильность – высокая Достоверность – высокая Эффективность – средняя	Конфигурация D Шизоидная стратегия устойчивости Стабильность – низкая Достоверность – средняя Эффективность – высокая
	Конфигурация Е Скрытая интегрированная стратегия Стабильность – низкая Достоверность – низкая Эффективность – низкая	Конфигурация F Организационная стратегия, ориентированная на устойчивость Стабильность – низкая Достоверность – средняя Эффективность – средняя	Конфигурация G Периферийная интеграция устойчивого развития Стабильность – высокая Достоверность – средняя Эффективность – средняя	Конфигурация H Интегрированная стратегия устойчивого развития Стабильность – высокая Достоверность – низкая Эффективность – высокая

Гибридная система менеджмента устойчивого развития

Ранее отмечалось, что перевод социально-экономических объектов на траекторию устойчивого развития сопряжен с многочисленными политическими, информационно-технологическими и иными изменениями в жизни современного общества, требующими инноваций, неординарных управленческих решений, затрат труда, времени и средств. На фоне таких сложных вызовов в развитых государствах рождается облик зеленой экономики как панацеи от острых экологических проблем. Идеи и методы зеленой экономики органично вписываются в Концепцию устойчивого развития, принятую в 1992 году в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН по окружающей среде и развитию.

На региональном уровне особое значение имеют инфраструктурные системы (ИС), предназначенные для обслуживания населения жизненно необходимыми продуктами, товарами, услугами и ресурсами [8]. Поскольку сроки эксплуатации таких систем исчисляются десятилетиями и невольно затрагивают интересы не рожденных поколений граждан, ИС необходимо включать в региональные планы устойчивого развития территорий. По структуре ИС являются многослойными, многокомпонентными, многосвязными и территориально распределенными, обладающими многоуровневыми системами управления различной ведомственной принадлежности. Все эти особенности существенно усложняют работу менеджеров по региональному развитию.

Несмотря на многообразие видов ИС при создании систем менеджмента устойчивого развития их удобно рассматривать с единых позиций: на универсальной научной платформе природо-промышленных систем (ППС) [9]. В кибернетическом варианте схема ППС показана на рис. 1. Данный тип систем следует отнести к категории целеустремленных и развивающихся макросистем [10]. Целеустремленное поведение ППС объясняется их движением к целям устойчивого развития (ЦУР). Характер этого движения зависит от факторов внешнего окружения, в связи с чем менеджеры вынуждены эпизодически менять поведение системы, а в критических (проблемных) ситуациях инициировать реструктуризацию ППС, содействуя, тем самым, ее эволюционному развитию. При этом назначение системы остается неизменным. К категории макросистем ППС относится по той причине, что ее поведение в целом воспринимается как детерминированное,

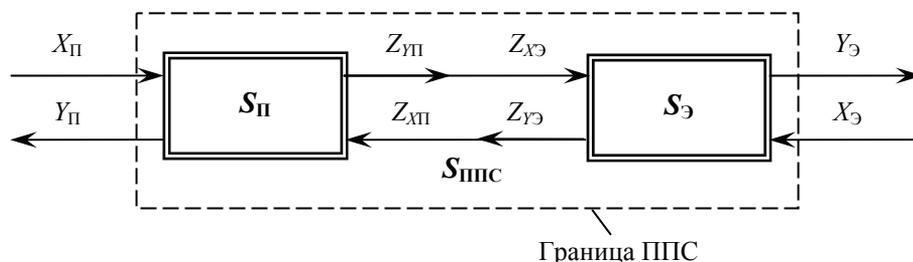


Рис. 1. Структурная схема системы:

X_{Π} , X_{Ξ} и Y_{Π} , Y_{Ξ} - соответственно множества всех входных и выходных переменных в промышленной S_{Π} и экологической S_{Ξ} подсистемах; $Z_{\Pi\Xi} \equiv Z_{X\Xi}$ и $Z_{\Xi\Pi} \equiv Z_{X\Pi}$ - связующие переменные

тогда как элементы системы имеют какой-либо недетерминированный тип поведения [11]. Такая особенность характерна в большей мере для экосистем, входящих в состав ППС.

В работах [12, 13] показано, что эволюционное развитие ППС можно представить в виде последовательной смены трех состояний: 1 – исходного состояния нормального функционирования, в котором ППС пребывает после ввода в эксплуатацию и проведения оптимизационных мероприятий; 2 – проблемной ситуации, требующей от менеджеров принятия неординарных решений по реструктуризации системы в целях восстановления ее управляемости, необходимой для продвижения к ЦУР; 3 – целеустремленного состояния, адаптированного к возмущениям, породившим проблемную ситуацию в п. 2. Это целеустремленное состояние является результатом выбора способов действий из нескольких альтернативных вариантов, имеющих различную эффективность.

Графическая модель эволюционного развития ППС представлена на рис. 2, из которого следует, что эволюционный процесс является циклическим и обновляющимся при участии менеджмента. Управление процессом в состояниях $h(t_i)$ осуществляется непрерывно, а в $h(t'_i)$ – дискретно. Переход из $h(t'_i)$ в $h(t'_i + 0)$ под действием $c_i \in C$ означает реструктуризацию ППС посредством внедрения соответствующего инвестиционного проекта. Символ $\langle c \rangle$ характеризует управления (способы действий), с помощью которых проводится вывод системы из проблемных ситуаций в результате смены ее технологической или организационной структуры, а символ $\langle u \rangle$ означает способы управления режимами работы системы в целеустремленных состояниях функционирования.

Моменты времени t' соответствуют спонтанному появлению в окружении ППС возмущений, действие которых требуется компенсировать с помощью управления c . Возможные причины реструктуризации ППС рассмотрим на примере системы городского водоснабжения. По данным работы [14] их можно разделить на четыре группы:

1. Окончание срока службы оборудования или материалов (регламентные вызовы).
2. Постоянные аварийные ситуации (внутренние вызовы). Выход из строя насосного оборудования, сбой в системах автоматизации и контроля, протечки гидравлической обвязки по причине коррозии, снижение ресурса или неэффективность работы оборудования водоподготовки указывают на необходимость замены или ремонта систем, входящих в водозаборные узлы.

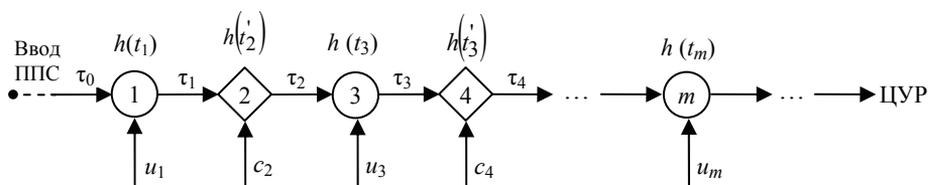


Рис. 2. Графическая модель движения ППС к ЦУР:

$h(t)$ – целеустремленные состояния; $h(t')$ – проблемные ситуации; u – управляющие воздействия в $h(t)$; c – эволюционные способы действий в $h(t')$; τ_i – время пребывания системы в состояниях $i = 1, 2, \dots$

Даже замена проблемных узлов может не дать результата, и оборудование вновь выходит из строя, что свидетельствует о несовершенстве самой технологической системы и негативном влиянии других ее изношенных элементов на работоспособность замененного узла. В таких ситуациях требуется изменение технологической схемы или использование дополнительного оборудования для защиты новой техники.

3. Морально устаревшее оборудование и технологии (смешанные вызовы). В такой ситуации требуется замена архаичных насосных агрегатов, работающих без средств автоматики и потребляющих большое количество электроэнергии, на современные насосные станции с частотным регулированием и устройством плавного пуска.

Замена громоздких контактных камер, отстойников и градирен на напорные системы аэрации и новые комплексы дозирования реагентов позволяют повысить надежность, сократить площади для установки дополнительного оборудования в целях увеличения суточной производительности водозабора или резервирования.

Применение ультрафиолетового обеззараживания, в свою очередь, позволяет получить ранее недостижимые результаты в системах водоподготовки, повысить качество и безопасность подаваемой потребителю воды.

4. Изменение условий водоснабжения (внешние вызовы). Увеличение водопотребления или ужесточение требований потребителя к воде, либо изменение химического состава воды, гидрогеологических условий, снижение производительности скважин, ограничение строительного пространства зданий водозабора, объема резервуаров и, самое главное, совмещение существующего оборудования и систем с вновь проектируемыми системами также становятся причинами возникновения проблемных ситуаций в городских системах водоснабжения.

Важная особенность эволюционного процесса, изображенного на рис. 2, состоит в том, что моменты времени t'_{i+1} , в которых происходит смена состояний ППС $h(t'_{i+1})$, $i = 1, 2, \dots$, оказываются случайными в силу того, что эта смена инициируется случайными событиями различного происхождения, о которых сказано выше. В работе [10] эволюционный процесс формализован в виде выражения

$$E_{\text{vop}} := P \left\{ \exists \varepsilon^* \in E \mid h(t_i) \xrightarrow[\varepsilon^*]{} h(t'_{i+1}, \varepsilon^*) \xrightarrow[\substack{\min H \\ c \in C \\ u \in U}]{} h(t_{i+2}) \wedge \theta(h(t_{i+2})) > \theta(h(t_i)) \right\}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

где ε^* – случайное событие (возмущение), создающее проблемную ситуацию в системе $h(t'_{i+1}, \varepsilon^*)$, выход из которой возможен с помощью управляющих воздействий c и u . Здесь u может рассматриваться и как административное воздействие организационного характера.

Из анализа выражения (1) следует ряд выводов:

1) дискретные моменты времени $t'_{i+1}, t'_{i+2}, \dots$ являются случайными некоррелированными величинами, на основе которых невозможно спрогнозировать очередной момент времени смены состояния ППС;

2) любое новое состояние $h(t'_{i+k})$ не связано с предыдущим состоянием $h(t'_{i+k-1})$ из-за особенностей п. 1;

3) управление развитием ППС базируется на одношаговых решениях;

4) стратегией развития ППС можно назвать такую последовательность одношаговых управленческих решений, в которой соседние решения склеены каким-либо подходящим способом.

В качестве способа «склеивания» примем условие монотонного роста ценности целеустремленных состояний системы, в которые они переходят из проблемных ситуаций в результате реализации управлений c_i, u_i :

$$w_{1j} \leq w_{2j} \leq \dots \leq w_{ij}, \quad j = 1, 2, 3, \quad (2)$$

где w_{ij} – удельная ценность i -го состояния системы, включающая экономические, экологические и социальные показатели [8].

Пусть система $S_{ППС}$ определена в виде отношения на декартовом произведении (рис. 1)

$$S_{ППС} \subset (X_{\Pi} \times X_{\Xi}) \times (Y_{\Pi} \times Y_{\Xi}), \quad (3)$$

где \times – знак декартова произведения; X_{Π}, X_{Ξ} – множества всех входных и выходных переменных в подсистеме S_{Π} и S_{Ξ} , состоящие из подмножеств наблюдаемых R_{Π}, R_{Ξ} , управляемых U_{Π}, U_{Ξ} и случайных Ξ_{Π}, Ξ_{Ξ} воздействий соответственно. В проблемных ситуациях подмножества U_{Π} и U_{Ξ} расширяются за счет включения множеств C_{Π} и C_{Ξ} (эволюционных способов действий), необходимых для осуществления реструктуризации системы и перевода ее в целеустремленное состояние, ориентированное на ЦУР.

В подобных ситуациях решения менеджеров относительно выбора c и u можно представить в векторной форме $\mathbf{v}^T = [c, u]$, где c и u – подвекторы управлений структурой и функциями $S_{ППС}$ соответственно. Качество принимаемых решений должно оцениваться по трем критериям: $w_1(\mathbf{v}^T), w_2(\mathbf{v}^T), w_3(\mathbf{v}^T)$, выражающим удельные ценности целеустремленных состояний системы.

Задачу управления устойчивым развитием $S_{ППС}$ в дискретные моменты времени сформулируем следующим образом. Для случайных моментов времени $t' \in T$ необходимо найти такой вектор решений \mathbf{v}^{T*} , реализация которого максимизирует векторный критерий качества

$$\max_{\{\mathbf{v}^T\}} \{w_1(\mathbf{v}^T), w_2(\mathbf{v}^T), w_3(\mathbf{v}^T)\}, \quad (4)$$

при выполнении условия (2) и всех необходимых ограничений вида

$$\mathbf{g}(\mathbf{v}^T) \leq \mathbf{0}, \quad (5)$$

свойственных конкретной $S_{ППС}$, где \mathbf{g} – вектор-функция; $\mathbf{0}$ – вектор-столбец.

Данная задача относится к классу задач векторной оптимизации.

Абстрактное описание ИС на платформе ППС интересно тем, что в рамках общего подхода к анализу больших систем удается эффективнее оценить важнейшие особенности ИС как объектов управления, охватить их сущность, определить масштабы и классы задач менеджмента. Тогда как при проектировании систем управления устойчивым развитием требуются детальные знания содержимого «черного ящика» на рис. 1, а объект управления следует рассматривать как сложнейшую мультидисциплинарную систему, образованную из сотен элементов, связей и процессов разного типа. Необходимо осознать и то, что ИС в первую очередь – это системы с социальной организацией, в которых элементами являются не только машины и механизмы, но и целеустремленные индивиды, от поведения которых зависит поведение системы в целом.

Для подобного типа систем Р. Энтони разработал трехуровневую организационную модель менеджмента [15]. Согласно этой модели на верхнем *стратегическом* уровне управления ставятся долгосрочные цели, определяются необходимые ресурсы для их достижения и изучаются возможности их осуществления. При этом управленческая информация используется для формирования стратегической политики, долгосрочного планирования и контроля, принятия решений о стратегических инвестициях, выпускаемой продукции, новых технологиях, методах конкурентной борьбы и т.п.

На среднем *тактическом* уровне необходимо решать задачи о том, как достичь стратегических целей, какие ресурсы и на каких условиях надо для этого привлечь. В экономическом аспекте на тактическом уровне формируются бюджеты, цены, планы, ассортименты. Для принятия среднесрочных решений используется информация о производительности, прогнозах продаж, денежных потоках, структуре запасов и т.п.

На нижнем *оперативном* уровне решаются частные повседневные задачи производственного характера, мало влияющие на стратегический план развития.

Для принятия решений на любом из этих уровней требуется своя постановка задачи управления и соответствующая ей информация.

Принимая во внимание все вышеизложенное, можно назвать ряд основополагающих принципов построения системы менеджмента устойчивого развития ИС:

- эволюционное развитие;
- целеустремленное движение к ЦУР;
- многоуровневое управление;
- интегративность САУ и СКУ;
- интерактивное взаимодействие САУ и СКУ;
- диагностирование состояний системы;
- многокритериальная оптимизация развития.

Эти принципы учтены при разработке архитектуры системы менеджмента (рис. 3). Данная система относится к категории гибридных по двум причинам: из-за сочетания непрерывной динамики процессов в подсистемах с дискретными операциями, связанными с преодолением проблемных ситуаций и из-за комбинации различных типов систем управления: административного, экспертного и автоматизированного.

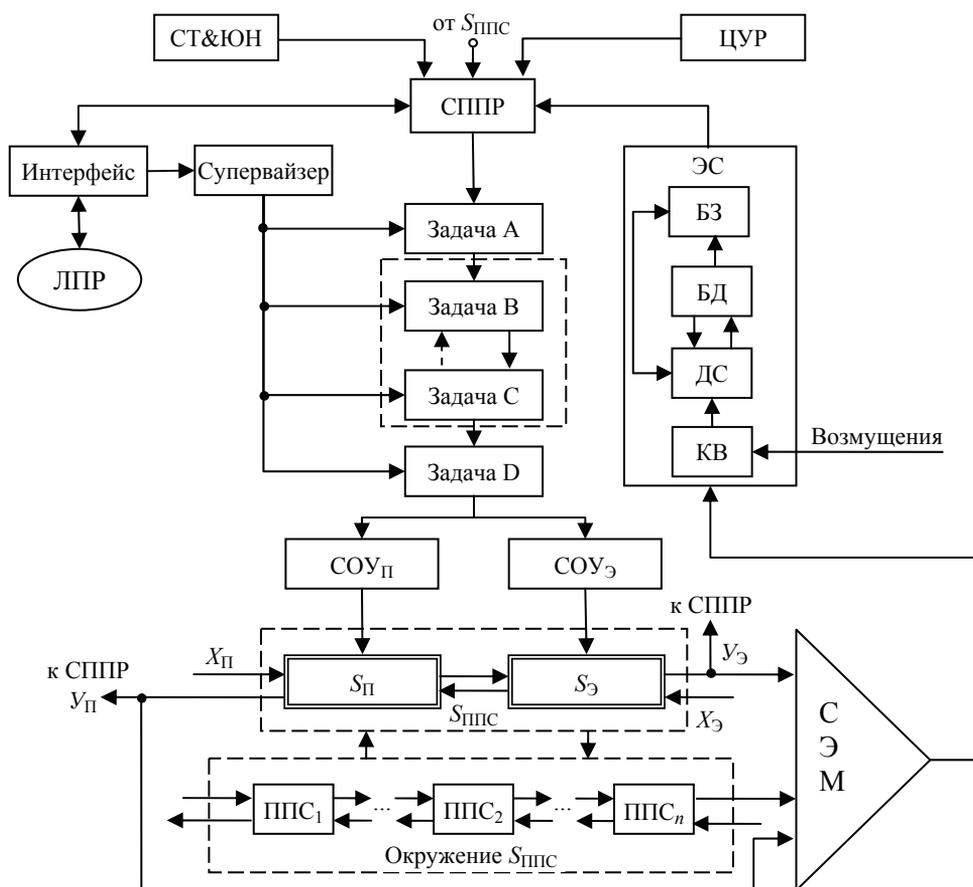


Рис. 3. Структурная схема системы менеджмента устойчивого развития ИС:

ЛПР – лицо, принимающее решение; СТ&ЮН – социальные требования и юридические нормы; СОУ – системы оперативного управления; ППС_{*n*} – смежные с S_{ППС} природо-промышленные системы

Работа схемы на рис. 3 базируется на решении трех задач: 1 – стратегической задачи А, в которой заданы цели устойчивого развития (ЦУР), критерии эффективности и ресурсные ограничения; 2 – среднесрочных задач В – структурных и С – функциональных изменений S_{ППС}, связанных с переходом системы в целеустремленные состояния; 3 – задачи D – оперативного управления подсистемами нижнего уровня. Система поддержки принятия решений (СППР) позволяет ЛПР принимать управленческие решения в соответствии с действующим законодательством, социальными нормами и принятыми целями устойчивого развития. Принятые решения направляются супервайзеру для реализации задач А – D. В схеме управления предусмотрена оценка влияния «смежных» хозяйственных систем на экологическое состояние рассматриваемой S_{ППС} [16]. Для этих целей используется система экологического мониторинга (СЭМ). Получаемая оперативная информация используется в экспертной системе (ЭС), содержащей классификатор возмущений (КВ), модуль диагностики состояний системы (ДС), базу данных (БД) и базу знаний (БЗ). Экспертная информация необходима для комплексной оценки отклонений текущих состояний S_{ППС} от целеустремленных.

Заключение

Если под развитием любого объекта исследований понимать процесс закономерного улучшения его состояний, а под устойчивым развитием – процесс с гарантированным переходом в целевые состояния, тогда под управлением устойчивым развитием следует понимать естественную или искусственную систему контроля за взаимодействием процесса развития с активным внешним окружением, работа которой обеспечивает жизнеспособность объекта, способствует улучшению его характеристик и содействует ему в достижении имманентных целей.

На основе анализа систем административного управления сложными социо-техническими объектами в настоящей работе определены принципы построения системы менеджмента устойчивого развития, а на их основе разработана архитектура системы управления устойчивым развитием инфраструктурными объектами региональной экономики, к которым, в частности, относятся системы водоснабжения и водоотведения. Данный вариант систем управления является гибридным из-за сочетания в нем принципиально разных информационных потоков.

Список литературы

1. Nidumolu, R. Why Sustainability Is Now the Key Driver of Innovation / R. Nidumolu, C. K. Prahalad, M. R. Rangaswami // IEEE Engineering Management Review. – 2013. – Vol. 41, Issue 2. – P. 30 – 37. doi: 10.1109/EMR.2013.6601104
2. Hart, S. L. A Natural-Resource-Based View of the Firm / S. L. Hart // The Academy of Management Review. – 1995. – Vol. 20, No. 4. – P. 986 – 1014.
3. Adams, C. A. Conceptualising Future Change in Corporate Sustainability Reporting / C. A. Adams, G. Whelan // Accounting, Auditing and Accountability Journal. – 2009. – Vol. 22, No. 1. – P. 118 – 143. doi: 10.1108/09513570910923033
4. Gray, R. Is Accounting for Sustainability Actually Accounting for Sustainability...and How Would We Know? An Exploration of Narratives of Organisations and the Planet / R. Gray // Accounting, Organizations and Society. – 2010. – Vol. 35. – P. 47 – 62. doi: 10.1080/0969160X.2011.556420
5. Configuring Management Control Systems: Theorizing the Integration of Strategy and Sustainability / J.-P. Gond, S. Grubnic, Ch. Herzig, J. Moon // Management Accounting Research. – 2012. – Vol. 23, Issue 3. – P. 205 – 223. doi: 10.1016/J.MAR.2012.06.003
6. Simons, R. Levers of Control: How Managers Use Innovative Control Systems to Drive Strategic Renewal / R. Simons. – Boston : Harvard Business School Press, 1995.
7. Simons, R. Performance Measurement and Control Systems for Implementing Strategy: Text & Cases / R. Simons, A. Davila, R. S. Kaplan. – Prentice Hall, 2000.
8. О некоторых особенностях в постановке и решении региональных задач устойчивого развития. Часть III / Н. С. Попов, О. В. Милованова, А. А. Баламутова, Л. Н. Чуксина // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2021. – № 2 (80). – С. 16 – 32. doi: 10.17277/voprosy.2021.02.pp.016-032
9. Попов, Н. С. Разработка системного подхода к решению региональных задач устойчивого развития / Н. С. Попов, О. В. Пещерова, Л. Н. Чуксина // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2018. – Т. 24, № 3. – С. 400 – 423. doi: 10.17277/vestnik.2018.03.pp.400-423
10. О некоторых особенностях в постановке и решении региональных задач устойчивого развития. Часть IV / Н. С. Попов, О. В. Милованова, А. А. Баламутова, Л. Н. Чуксина // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2022. – № 1 (83). – С. 46 – 62. doi: 10.17277/voprosy.2022.01.pp.046-062

11. Попков, Ю. С. Элементы теории макросистем и ее приложения / Ю. С. Попков // Тр. I Всесоюзной шк.-семинара. – М., 1986. – С. 4 – 19.

12. Попов, Н. С. О некоторых особенностях в постановке и решении региональных задач устойчивого развития. Часть I / Н. С. Попов, О. В. Пещерова, А. А. Чуксин // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2020. – № 2 (76). – С. 91 – 106. doi: 10.17277/voprosy.2020.02.pp.091-106

13. Попов, Н. С. О некоторых особенностях в постановке и решении региональных задач устойчивого развития. Часть II / Н. С. Попов, О. В. Пещерова, А. А. Чуксин // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2020. – № 3 (77). – С. 40 – 55. doi: 10.17277/voprosy.2020.03.pp.040-055

14. Обследование и модернизация инженерных систем и сооружений. – Текст : электронный // Буровой союз. – URL : <https://burs.pro/public/obsledovanie-i-modernizatsiya-inzhenernykh-sistem-i-sooruzheniy.html> (дата обращения: 27.05.2022).

15. Anthony, R. Planning and Control Systems: A Framework for Analysis. Division of Research / R. Anthony. – Boston : Graduate School of Business Administration Harvard University, 1965.

16. Баламутова, А. А. Водный менеджмент в проблемах регионального устойчивого развития / А. А. Баламутова, Н. С. Попов // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2021. – № 4 (82). – С. 64 – 79. doi: 10.17277/voprosy.2021.04.pp.064-079

References

1. Nidumolu R., Prahalad C.K., Rangaswami M.R. Why Sustainability Is Now the Key Driver of Innovation, *IEEE Engineering Management Review*, 2013, vol. 41, issue 2, pp. 30-37, doi: 10.1109/EMR.2013.6601104

2. Hart S.L. A Natural-Resource-Based View of the Firm, *The Academy of Management Review*, 1995, vol. 20, no. 4, pp. 986-1014.

3. Adams C.A., Whelan G. Conceptualising Future Change in Corporate Sustainability Reporting, *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, 2009, vol. 22, no. 1, pp. 118-143, doi: 10.1108/09513570910923033

4. Gray R. Is Accounting for Sustainability Actually Accounting for Sustainability...and How Would We Know? An Exploration of Narratives of Organisations and the Planet, *Accounting, Organizations and Society*, 2010, vol. 35, pp. 47-62, doi: 10.1080/0969160X.2011.556420

5. Gond J.-P., Grubnic S., Herzig Ch., Moon J. Configuring Management Control Systems: Theorizing the Integration of Strategy and Sustainability, *Management Accounting Research*, 2012, vol. 23, issue 3, pp. 205-223, doi: 10.1016/J.MAR.2012.06.003

6. Simons R. *Levers of Control: How Managers Use Innovative Control Systems to Drive Strategic Renewal*, Boston: Harvard Business School Press, 1995.

7. Simons R., Davila A., Kaplan R.S. Performance Measurement and Control Systems for Implementing Strategy: Text & Cases, Prentice Hall, 2000.

8. Popov N.S., Milovanova O.V., Balamutova A.A., Chuksina L.N. [About some features in setting and solving regional problems of sustainable development. Part III], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2021, no. 2 (80), pp. 16-32, doi: 10.17277/voprosy.2021.02.pp.016-032 (In Russ., abstract in Eng.)

9. Popov N.S., Peshcherova O.V., Chuksina L.N. [Development of a systematic approach to solving regional problems of sustainable development], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2018, vol. 24, no. 3, pp. 400-423, doi: 10.17277/ vestnik.2018.03.pp.400-423 (In Russ., abstract in Eng.)

10. Popov N.S., Milovanova O.V., Balamutova A.A., Chuksina L.N. [About some features in setting and solving regional problems of sustainable development. Part IV], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2022, no. 1 (83), pp. 46-62, doi: 10.17277/voprosy.2022.01.pp.046-062 (In Russ., abstract in Eng.)
11. Popkov Yu.S. [Elements of the theory of macrosystems and its applications], *Trudy I Vsesoyuznoy shkoly-seminara* [Proceedings of the 1st All-Union school-seminar], Moscow, 1986, pp. 4-19. (In Russ.)
12. Popov N.S., Peshcherova O.V., Chuksin A.A. [On some features in the formulation and solution of regional problems of sustainable development. Part I], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2020, no. 2 (76), pp. 91-106, doi: 10.17277/voprosy.2020.02.pp.091-106 (In Russ., abstract in Eng.)
13. Popov N.S., Peshcherova O.V., Chuksin A.A. [On some features in the formulation and solution of regional problems of sustainable development. Part II], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2020, no. 3 (77), pp. 40-55, doi: 10.17277/voprosy.2020.03.pp.040-055 (In Russ., abstract in Eng.)
14. <https://burs.pro/public/obsledovanie-i-modernizatsiya-inzhenernykh-sistem-i-sooruzheniy.html> (accessed 27 May 2022).
15. Anthony R. *Planning and Control Systems: A Framework for Analysis. Division of Research*, Boston: Graduate School of Business Administration Harvard University, 1965.
16. Balamutova A.A., Popov N.S. [Water management in the problems of regional sustainable development], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2021, no. 4 (82), pp. 64-79, doi: 10.17277/voprosy.2021.04.pp.064-079 (In Russ., abstract in Eng.)

On Some Features in Statement and Solution of Regional Tasks of Sustainable Development. Part V

**N. S. Popov, O. V. Milovanova,
A. A. Balamutova, L. N. Chuksina**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia;
Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia*

Keywords: green economy; making decisions; natural-to-industrial systems; sustainable development management system; sustainable development.

Abstract: The circulation and green economy are recognized as the main directions in solving the problem of sustainable development of civilization. They are based on the ideas of complex processing of raw materials and materials, saving resources, creating technologies that are friendly to nature, and a number of others. At the same time, the mechanism for transferring existing objects of the regional economy to the trajectory of sustainable development remains unclear. To answer this question, it is necessary to develop the theory and methods of long-term planning and management of socio-economic and environmental processes.

© Н. С. Попов, О. В. Милованова,
А. А. Баламутова, Л. Н. Чукукина, 2022