

К вопросу о долговечности проектов и формировании жизнеспособных систем

И. Н. Зимин

Аннотация. Главная тема проектного анализа, которой мы коснемся в данной публикации, — это вопросы, относящиеся к корректному учету полных затрат и выгод, связанных с реализацией сложных проектов. При планировании развития сложных систем вопросам долговечности и устойчивости проектов обычно уделяется существенно меньше внимания, чем другим аспектам проектного анализа. Результатом этого является неполный учет всех затрат и выгод и, как следствие, некорректная оценка фактически достижимой экономической эффективности проекта по сравнению с ожидаемой. Для устранения этих недостатков предлагается рассмотреть подход, альтернативный традиционному, базирующийся на концепции С. Бира анализа и создания адаптивных жизнеспособных систем и объектов. В статье обсуждаются вопросы разработки и примеры применения модельных средств в системном проектировании, анализе и оценке сложных объектов.

Ключевые слова: *анализ и управление проектами, долговечность, устойчивость, жизнеспособность, эффективность проектов, модель жизнеспособной системы (МЖС), программное планирование, сложность, разнообразие, закон необходимого разнообразия, организационная структура, цели, задачи, мероприятия, атрибуты, спецификации, матрица логической структуры (ЛогФрейм), рекурсия, иерархия, функция — выбор стратегических направлений развития, функция — идентификация и учет изменений во внешней среде, функция — управление внутренней средой, функция — координация, функция — реализация решений, мультилог, моделирование.*

Введение

Причинами написания данной статьи (или более точно — заметок) явились несколько обстоятельств.

Обстоятельство первое — это двадцатилетие семинара (в начале 2012 г.), регулярно проводимого в ИСА РАН под руководством В. Н. Лившица и посвященного различным проблемам анализа и управления проектами в России и за рубежом. Основное внимание на семинаре уделяется вопросам эффективности проектов. При этом большое практическое значение имеет полный и корректный учет всех затрат и выгод по проекту, особенно сравнение ожидаемых и фактически достигнутых результатов.

Считается, что при всесторонней оценке проекта, направленной на то, чтобы разработанный проект был обоснованным с экономической, финансовой и других точек зрения, должны быть учтены не только технологические и технические аспекты проекта, но и системы управления и финансирования, а также долговечность (иногда используют термин «устойчивость») проекта на протяжении всего периода его эксплуатации. При этом многие специалисты и меж-

дународные организации определяют «долговечность» проекта, как способность проекта продолжать обеспечивать экономический эффект в течение некоторого периода времени.

Здесь возникают два момента. Первый — терминологический, а второй — методический. Первый заключается в том, что эффект приносит не проект после его окончания, а тот объект, который создан в результате реализации проекта (например, автомобильная или железная дорога). Именно этот объект и эксплуатируется неопределенно долго (в нашем примере — в течение 30–40 лет). При этом понятно, что часть или весь эффект от эксплуатации созданного объекта относится на покрытие затрат по проекту.

Второй момент связан с расплывчатостью задачи создания долговечного проекта. Долговечность представляет собой относительное понятие, значение которого должно оцениваться по ряду показателей, объединяющих различные количественные и качественные аспекты деятельности по проекту. Вообще планирование развития сложных систем в первую очередь направлено на разработку, анализ и осуществление проектов, а вопросам долговечности про-

ектов уделяется существенно меньше внимания [1]. Например, лишь редкие страны-члены Всемирного банка включают некоторые из этих вопросов в рассмотрение. Результатом низкого приоритета проблемы долговечности проекта являются неполный учет всех расходов на техобслуживание, текущий ремонт, восстановление инфраструктуры, устранение негативных последствий воздействия на окружающую среду, снижение доступности результатов проекта для некоторых категорий выгодополучателей и, как следствие, снижение экономической эффективности проекта по сравнению с ожидаемой. Причиной этого является практическое отсутствие конструктивных подходов к решению задачи создания долговечных объектов (систем).

Альтернативой созданию долговечной системы неизвестными методами являются разработки У. Эшби и С. Бира [2] в области идей и практики создания жизнеспособных систем и объектов. При этом жизнеспособность организации определяется как ее способность поддерживать свои характеристики (или автономное существование) в заданных условиях (или выживать в конкретном окружении).

Когда мы начинали в ИСА РАН заниматься этими вопросами (в конце 70-х гг. прошлого столетия), эти подходы были малоизвестными в нашей стране и публикации на эту тему, кроме перевода отдельных книг С. Бира, практически отсутствовали.

Впервые я прочел ряд публикаций С. Бира в конце 60-х - начале 70-х гг. прошлого века, благодаря замечательному человеку и ученому Павлу Иосифовичу Медову (в то время он был профессором Йоркского университета в Торонто), который и обратил мое внимание на проблемы программного планирования и вопросы жизнеспособности сложных систем. Меня поразил огромный потенциал идей С. Бира в теоретическом и прикладном плане. Тогда и были приняты первые попытки формализации и прикладных исследований бировского подхода к конструированию моделей жизнеспособных систем (МЖС) на различных уровнях народного хозяйства.

И буквально года два назад в Интернете я, с чувством приятной неожиданности, обнаружил, что дело Бира живет и успешно развивается в России. Действительно появился обширный ряд очень интересных и полезных российских публикаций Л. Н. Отоцкого, В. Е. Хиценко и других [3], посвященных вопросам разработки и применения концепции МЖС, издается Интернет журнал «Компьютерра», проводятся зарубежные и российские конференции, на Физтехе (Кафедра системной интеграции и менеджмента) проводятся курсы для студентов по этой тематике.

Это и происходящие вокруг нас события (например, планы создания научно-прикладного инновационного центра «Сколково», проект «Электронная Россия», активизация исследований концепции МЖС)

были вторым обстоятельством, заставившим меня вернуться вновь к проблематике жизнеспособности сложных систем.

Если говорить о проектном анализе (ПА), то хотелось бы подчеркнуть, что задача любого проекта не просто создать объект, функционирующий 2–3 года (пока не пройдет апостериорная оценка проекта), а получить систему (объект) жизнеспособную, соответственно данному выше определению, а не только устойчивую в терминах ПА. Эта задача требует заведомо больших ресурсов, в т. ч. интеллектуальных, чем ожидается традиционно в подходах к долговечности проектов в ПА, т. к. необходимо выполнить заведомо больший объем исследований и разработок.

Главной проблемой, которой мы коснемся в данной публикации, — это вопросы, связанные с созданием жизнеспособного управляемого объекта. При этом сложность объекта, а также его окружения может намного превосходить способность управляющей системы получать исчерпывающее представление о внутренней и внешней структурах и процессах функционирования объекта [4].

Фактор многосубъектности и многоаспектности при формировании целей, средств их достижения и оргструктуры проектируемого объекта

Заметим, что цели, задачи и мероприятия по их достижению для сложного объекта (например, для разработки стратегий развития системы обеспечения экономики страны минеральными ресурсами — СОМС) формируются в ситуации многосубъектного и итеративного выбора из множества желаемых состояний системы в будущем. При этом субъекты-участники имеют нетождественные интересы и представления о будущем и в различной степени способны влиять на процесс принятия решений. Участники находятся в различных отношениях друг с другом, которые зависят от исторически сложившейся специализации, организационной структуры общества в целом и конкретных сфер производственно-хозяйственной деятельности. Иерархия целей и задач объекта, средств их достижения и решения, и специализация участников определяют иерархию отношений между ними в создаваемой системе, т. е. ее оргструктуру. Каждому уровню иерархии оргструктуры соответствует определенный характер деятельности, получаемой/обрабатываемой информации, собственное видение (идентификация), возможностей и средства оценки ситуации, воздействия на ситуацию и участников других уровней, способы обмена информацией с участниками других уровней.

Постановка и достижение согласованных целей реализуется через выполнение соответствующих действий или мероприятий. Формирование множества

мероприятий, как правило, осуществляется специалистами на основе конкретных исследований в предметных областях знаний. В частности, некоторые мероприятия могут выступать как средства для достижения сразу нескольких целей, в т. ч. и не являющимися целями создаваемой (проектируемой) системы.

Каждое мероприятие будем характеризовать набором количественных и качественных параметров или атрибутов (спецификаций). Атрибуты — это временные, затратные и организационные характеристики мероприятий. К атрибутам мероприятия можно отнести также информацию о возможных (потенциальных) участниках и исполнителях мероприятия, квалификацию исполнителей (субъектов-участников), ожидаемые последствия, угрозы и риски реализации мероприятий. Предлагаемое представление такой информации (см. ниже) обобщает и дополняет известный инструмент описания программ и проектов — ЛогФрейм или «Матрицу логической структуры» [5].

Чем выше уровень иерархии, тем к более общей подсистеме объекта относится управленческая деятельность субъекта, тем более общий язык он использует в своей деятельности. Этот язык выступает в качестве метаязыка для всех организационных уровней, находящихся на более низкой ступени иерархии. Все установки (цели, задачи) субъекта управления, предназначенные для более низких уровней иерархии, требуют перевода с метаязыка на язык соответствующего уровня. Проблемы, неразрешимые на каком-то уровне иерархии, могут быть разрешены только на более высоком (метасистемном) уровне с использованием соответствующего языка.

В процессе эволюции системы происходит адаптация участников и оргсистемы к изменяющимся условиям, меняются их отношения, функции и возможности, степень влияния друг на друга и на протекающие процессы. Изменение ролей организаций, социальных групп и институтов может существенно повлиять на миссию, цели, формы и содержание деятельности проектируемого объекта (системы).

Формирование комплекса мероприятий, их исполнителей и ресурсов является центральным моментом, так как позволяет конструктивно определить способы достижения намеченных целей. Достижение целей и переход системы в желаемое состояние подчинены ряду ограничений. К их числу относятся внутренние ограничения, обусловленные взаимодействием структурных элементов системы, и внешние ограничения, определяемые взаимодействием с внешней средой. Примерами внешних ограничений могут быть ресурсные ограничения (поставки оборудования и обеспеченность трудовыми ресурсами нужной квалификации), структура и масштабы потребностей экономики в различных видах сырья.

Под внешней средой объекта мы будем понимать события и явления, которые происходят за пределами выделенной нами системы. Внешняя среда выступает для системы одновременно источником возможностей и ограничителем осуществления тех или иных мероприятий при конструировании и функционировании объекта.

Среди факторов воздействия внешней среды на систему и системы на внешнюю среду обычно выделяют экономические, политические, институциональные, научно-технические, технологические, экологические и социальные. Действительно, изменение законодательства может повлиять на функционирование системы, политические решения во внутрисударственной и международной сферах. Например, нововведения и новые технологии могут потребовать получения новых видов сырья, изменения масштабов потребления существующих и реструктуризацию производственных мощностей. Вопросы учета этих факторов в модельных схемах жизнеспособных систем.

1. Адаптивные модели формирования целевых объектов и МЖС

Основное назначение адаптивного планирования и управления состоит в эффективном реагировании управляемой системы на возникновение непредвиденных воздействий и нестандартных ситуаций. Идеи в области применения адаптивного управления социально-экономическими системами находятся в стадии интенсивного развития. Поэтому, даже предварительные результаты применения в этом направлении позволяют рассматривать его как очень перспективное для научных исследований и практических приложений (см. [3]). Наиболее интересными нам представляются подходы к построению процедур адаптивного управления, предложенные С. Биром и его коллегами в плане разработки и применения на практике моделей жизнеспособных систем. Описания модели жизнеспособной системы (МЖС) разной степени подробности можно найти во многих публикациях [6]. Для наших целей будет достаточно общего описания МЖС, приведенного ниже.

Как отмечалось, принципиальная сложность формирования сложного объекта (см. примеры из СОМС) обусловлена высоким разнообразием внутренних и внешних элементов и их взаимодействий и изменения состояний, происходящих внутри и вне объекта в течение периода, на который рассчитан проект. Также практически невозможно надежное прогнозирование изменения элементов системы (в частности, например, в силу высокой неопределенности прогнозных запасов сырья) и окружающей систему среды (состояния экономики, конъюнктуры мирового рынка).

Адаптация состоит в таком управлении системной конфигурацией объекта, которое позволяет системе приспосабливаться к разнообразию внешних воздействий, избегая нежелательных последствий этих воздействий, и, в конечном счете, сохранять свою жизнеспособность, а значит и долговечность.

Модель любой жизнеспособной системы может быть представлена как последовательность вложенных друг в друга (рекурсивных) множеств взаимодействующих гомеостатических систем [7]. Гомеостатической системой или гомеостатом принято называть объект, способный поддерживать свои важнейшие (критические) параметры в допустимых для этого объекта пределах в условиях разнообразия внешних воздействий. Условием возможности поддержания системой устойчивого динамического равновесия с внешней средой (гомеостазиса) является удовлетворение системы принципу необходимого разнообразия [8].

Для сбалансированности системы и ее подсистем по разнообразию нужно, чтобы каждая подсистема объекта на каждом фиксированном уровне рекурсии обладала необходимым внутренним разнообразием, а также чтобы обладали необходимым разнообразием информационные каналы связи между подсистемами и каналы преобразования информации внутри блоков. Эти условия являются необходимым и достаточным условием жизнеспособности систем. Такая система может выживать при значительных воздействиях на нее со стороны окружающих систем, т. е. она обладает необходимым потенциалом восприятия противодействия и компенсации внешних возмущений. В случае СОМС, если при ухудшении горно-геологических условий и качества сырья система не может быть переориентирована на заменители этого сырья, то первоначальный эффект ухудшения сырья будет усиливаться и сопровождаться эскалационным эффектом ухудшения экономических и экологических показателей не только в добывающей промышленности, но и в сферах его потребления.

МЖС представляет собой рекурсивную иерархию подсистем, включающих функциональные подразделения и управляющие системы. Физическую и функциональную основу любой хозяйственной деятельности составляют функциональные элементы (производственные, транспортные мощности, инфраструктура, склады, хранилища и т. п.). Если объектом управления выступает СОМС, то ее основные функциональные элементы — производство (добыча), внутреннее потребление первичного сырья, экспорт и импорт сырья, производство вторичного сырья и т. д. Заметим, что эти элементы СОМС состоят из подсистем следующего, более низкого уровня иерархии системы. Такими подсистемами являются подсистемы внутреннего и вторичного производства, импорта, экс-

порта и потребления конкретных видов сырья. Эти подсистемы в свою очередь включают подсистемы следующего уровня (например, базирующихся на определенных технологиях, географическом положении или категориях сырья, конкретных производителях или потребителях сырья) и т. д. Поэтому можно говорить о рекурсивности подсистем СОМС. Что касается собственно СОМС, то она сама является одной из подсистем более общей социально-экономической системы. Важно отметить, что этот объект нашего изучения существует неопределенно долго, сохраняя характерные для него свойства и функции, т. е. является жизнеспособным, хотя и со своей организационной патологией и, нередко, характеризуемой убожеством социальных условий и экономического эффекта для потенциальных выгодополучателей.

Таким образом, функционирование объекта в МЖС описывается ее функциональными элементами и их взаимодействием. Для случая СОМС в целом это подсистемы производства, экспорта, импорта и потребления сырья. Для подсистем — отрасли, для отраслей — промышленные предприятия и т. д.

С. Бир выделяет следующие пять основных системных функций управляющих элементов на каждом иерархическом уровне МЖС [9]. В работе Р. Эспехо [10] эти функции называются:

- 1) выбор политики/стратегии,
- 2) управление взаимодействием с внешней средой,
- 3) управление внутренней средой (подсистемами),
- 4) координация деятельности подсистем (функциональных элементов),
- 5) управление функциональными элементами реализация системных мероприятий.

Эффективное выполнение этих функций на каждом уровне системной иерархии является необходимым и достаточным условием поддержания жизнеспособности (гомеостазиса) подсистем и системы в целом.

В реальной жизни эти системные функции реализуются и могут быть по-разному распределены между управляющими субъектами (ЛПР, экспертами, организациями), участвующими в деятельности системы.

Первая функция — выбор стратегических направлений развития. Она состоит в определении генеральных целей и проработке принципиальных способов и направлений их достижения. Примерами стратегий СОМС на национальном уровне могут быть стратегия «структурной перестройки», подразумевающая кардинальное перераспределение производственных ресурсов в сферы производства СОМС, которые в складывающихся условиях экономической деятельности позволяют получать наибольшую отдачу, и стратегия «сдерживания», при которой ограничивается стремление сырьевых отраслей к расширению масштабов производства на определенный период времени.

Детализация выбранных вариантов развития является соответствующей функцией следующего (более низкого) иерархического уровня, который производит свой выбор в рамках (и ограничениях) принятой стратегии. Выбор стратегического направления осуществляется в достаточно общих терминах, соответствующих уровню внешней среды, с которым взаимодействует рассматриваемая подсистема. Поскольку такой выбор проводится на каждом уровне системы (а не только самом высоком), то стратегическая функция присуща всем уровням управления системой.

В связи с этим следует отметить, что период времени, на который вырабатывается стратегия, не является определяющей характеристикой стратегии, так как характерные времена протекающих процессов (прогнозирования, планирования и реализации мероприятий) могут весьма различаться для разных подсистем. Принятые на каждом уровне решения могут итеративно пересматриваться в связи с изменением контекста решений вышестоящего уровня или изменениями внутренней или внешней ситуаций подсистемы.

Вторая функция — это управление взаимодействием данного уровня системы с общей для всего уровня внешней средой (подсистемой внешней среды всей системы). Эта функция ориентирована на идентификацию и учет изменений во внешней среде и разработку альтернативных действий по адаптации подсистемы или ее воздействию на внешнюю среду для достижения баланса с внешней средой.

Выработка мероприятий по изменению, мониторинг и предоставление информации о состоянии внутренней ситуации обеспечиваются третьей системной функцией. Первая и вторая функции подсистем сильно взаимосвязаны через степень учета изменений внешней среды и тип вырабатываемых альтернативных стратегий. В рамках первой функции ищется компромисс между направленностью стратегии на изменение внешней и внутренней ситуации. В реальности вторая функция реализуется через планирующие органы, исследовательские и другие организации. Если вторая функция осуществляется неадекватно, то подсистема может, либо упустить какие-то возможности, либо недооценить угрозы и последствия принимаемых решений. И то и другое приводит к снижению эффективности деятельности подсистемы и даже к развитию неблагоприятных ситуаций для всей системы. Использование методов моделирования и современной вычислительной техники является существенным усилителем этой функции организаций на современном этапе, так как дает возможность устанавливать закономерности изменений, происходящих во внешней среде. Цель развития этих средств состоит в расширении охвата внешних ситуаций (в т. ч. в режиме онлайн) и в опережении роста их сложности.

Третья функция, помимо подготовки альтернатив действий, состоит также в получении информации о принятом (в рамках первой функции) стратегическом решении и ее преобразовании в форму целевых установок для подсистем следующего (более низкого) уровня. При этом решения, принятые на уровне первой функции, выражаются в операциональном виде (транслируются) для каждой из подсистем следующего уровня иерархии с учетом их специфики. Функциональные характеристики подсистем могут быть пересмотрены посредством третьей системной функции, а общие ресурсы подсистем перераспределены, исходя из новых целевых установок. Таким образом, задача третьей функции в выработке собственных (стратегических для объекта) решений путем детализации целевых установок системы I и перераспределения ресурсов для управляемых подсистем.

Деятельность в рамках данной функции (управления внутренней средой) носит перманентный характер и включает проверку соответствия показателей функционирования подсистем (соблюдение границ гомеостаза), составление расписания выполнения необходимых мероприятий и распределение ресурсов между ними с учетом их приоритетности. Наряду с первыми двумя данная функция играет важную роль в достижении целей системы и ее взаимодействия и приспособлении к изменяющейся внешней среде. Действительно, если деятельность в рамках второй функции сосредоточена на поиске новых возможностей для системы и ее подсистем во внешней среде, то третья функция нацелена на поиск новых возможностей во «внутреннем» потенциале подсистем, на использование всех способов повышения их эффективности.

Четвертая функция — координирующая. Цели, определенные для подсистем первыми тремя функциями, как правило, не являются независимыми. То же можно сказать и о деятельности подсистем каждого уровня по достижению своих целей. При этом действия одной из подсистем могут улучшать или ухудшать возможности другой в достижении ее целей и, более того, приводить другие системы в нежелательные, с их точки зрения, состояния. Чем более масштабный характер носит деятельность подсистем, тем выше их уровень в иерархии управления, тем более необходима координация этой деятельности с другими подсистемами и значение механизмов разрешения конфликтов и процедур поиска компромиссов между подсистемами.

Пятая функция — реализация решений. Деятельность в рамках этой функции направлена на воплощение в жизнь выявленных предшествующими четырьмя функциями возможностей и принятых решений. Результатом этой деятельности могут быть изменения внешней среды. На каждом системном уровне именно подсистемы осуществляют реализацию

всех запланированных мероприятий и представляя собой функциональные элементы этого уровня.

Каждая из пяти функций на всех уровнях выполняется при участии некоторого организованного коллектива людей (ЛПР, менеджеров, специалистов, организаций, общественности), который располагает определенными навыками и средствами для реализации этих функций. Эти коллективы мы будем называть системами управления (или гомеостатами) и присвоим им номера, соответствующие введенным номерам выполняемых функций.

Рассмотрим взаимодействие этих гомеостатов применительно к процессу функционирования проектируемого объекта. Система 5 отслеживает состояние своего функционального элемента и осуществляет оперативное управление его деятельностью в соответствии с планом общей деятельности всех функциональных элементов данного уровня, согласованного с системой 3. Прогнозируя отклонения от намеченного плана, система 5 предпринимает корректирующие действия. Если у нее отсутствует возможность немедленного реагирования, то ее действия могут вызвать эффект, противоположный ожидаемому, и привести к дестабилизации деятельности соответствующего функционального элемента и даже всей функциональной системы.

Система 4 выступает в роли метасистемы по отношению ко всем системам 5 данного уровня. Она отслеживает изменение ситуаций во всей функциональной системе, оценивает возможные последствия, разрабатывает план преодоления негативных последствий, оценивает синергетический эффект предпринимаемых действий для всей функциональной системы. Система 4 при необходимости подключает к решению возникающих проблем системы 3 и 1. Таким образом, система 4 выступает как монитор по отношению к системам 5 и как фильтр разнообразия для системы 3.

Система 3 представляет собой верхний уровень управления внутренним состоянием объекта (на рассматриваемом уровне иерархии) и в то же время нижний уровень стратегического управления (вместе с системой 2). Эта система является передаточным звеном и усилителем разнообразия стратегических решений, подготовленных системами 1, 2 и 3. Одновременно она снижает разнообразие информации (фильтрует разнообразие), поступающей от систем 4, 5 и управляет их деятельностью по реализации стратегий, используя методы типа «поощрений» и «наказаний».

В то время как системы 4 и 5 являются локальными гомеостатами, поддерживающими равновесие функциональной системы с ее локальной внешней средой, система 3 выступает как глобальный гомеостат объекта. В отличие от систем 4 и 5, имеющих дело с выполнением функций управления, система 3

призвана решать задачи структурной перестройки функциональной системы и перераспределения ресурсов между ее элементами. Система 3 активизируется, т. е. приступает к разработке новых мероприятий, если в изменившейся ситуации проблема стабилизации функциональной системы не может быть разрешена системой 4. В этом случае система 3 непосредственно взаимодействует с функциональными элементами и управляющими системами 5.

Когда дело доходит до исчерпания системой 3 всех внутренних возможностей улучшения состояния объекта, требуется кардинальное изменение курса действий, т. е. изменение стратегии. Выработка новой стратегии осуществляется системой 1 при участии систем 2 и 3. При этом система 2 осуществляет мониторинг глобальной (для данного уровня) внешней среды и интерпретирует ее изменение в терминах комплекса альтернативных мероприятий воздействия на внешнюю среду.

Важной особенностью МЖС является возможность управления степенью автономности подсистем, т. е. изменением порога их чувствительности к воздействию других подсистем. Повышение чувствительности ведет к необходимости распознавания и восприятия большего разнообразия воздействий и чревато «переполнением» избыточной информацией данной подсистемы. Снижение порога устраняет эту опасность, но снижает возможность вовремя распознать и отреагировать на важные сигналы, а, значит, снижает адаптивность подсистемы. Поиск компромисса в этом случае может осуществляться методом проб и ошибок, что составляет сущность процесса обучения подсистем. Этот вид управления может быть реализован только при наличии необходимого разнообразия (т. е. необходимой пропускной способности) информационных каналов между подсистемами.

Завершая это краткое описание МЖС, надо отметить что система 1, являясь метасистемным уровнем управления по отношению к системам 2–5, представляет собой логическое замыкание этого множества функций. Иными словами, в соответствии с рекурсивной функциональных и управляющих подсистем, системы 1–5 включаются в систему 5 более высокого (метасистемного) уровня управления. С другой стороны, система 5 является метасистемой, охватывающей системы 1–5 более низкого уровня иерархии управления. Логика описания функций подсистем по выработке и реализации решений сохраняется на всех уровнях системы, а, следовательно, модель является рекурсивной.

Можно несколько иначе определить указанные 5 функций и получить иное представление модели. Тем не менее мы используем приведенную классификацию функций подсистем (допуская, если это необходимо, ее модификацию при работе с конкретными

объектами), поскольку она представляется достаточно наглядной и легко интерпретируемой в терминах реально существующих общественных институтов и организаций. Системный подход на основе ограниченного числа функций подсистем, как показывает практика многочисленных исследований, удобен также с точки зрения возможных упорядочений подсистем в минимальных моделях элементов различных народнохозяйственных комплексов.

2. Элементы модельного комплекса

Рассмотрим примеры блоков (или модельных схем) элементов МЖС. Модели должны предоставлять исследователю возможность анализировать поведение объекта в разных условиях, при разнообразных внешних и внутренних (управленческих) воздействиях. Ниже дается описание моделей для проведения имитационных экспериментов при конструировании сложных объектов. В качестве элементов моделей выступают блоки или схемы, которые мы будем называть каноническими. Канонические схемы являются минимальными моделями [11], из которых конструктор может сформировать модели необходимой сложности. Рекурсивное использование схем дает возможность отразить в моделях многоуровневость изучаемых объектов и процессов.

Это позволяет, во-первых, достаточно просто согласовывать работу блоков моделей и отдельных схем внутри блоков посредством сетевых программ — диспетчеров. Во-вторых, поскольку в канонических схемах переменными являются множества индексов объектов, эти множества могут иметь переменную структуру и описываться качественными характеристиками. Последнее означает, что создаваемые модели в равной степени допускают работу с количественной и качественной информацией.

При применении канонических схем центральными вопросами являются предметно-содержательное наполнение схем и построение многоуровневых диспетчеров активизации различных блоков композиционной схемы (сложной модели). Такие задачи решаются при непосредственном участии специалистов из содержательных областей знаний. Все дело в том, что схемы превращаются в модель только при их наполнении содержательной информацией, а механизмы управления, взаимодействия изучаемых объектов и процессов определяют конкретное содержание и структуру программ диспетчеров.

Следует отметить достаточно универсальный характер канонических схем по отношению к природе исследуемых объектов. Универсальность обеспечивается за счет большой степени «открытости» схем для конкретных содержательных наполнений. Иными словами, схемы исходно обладают свойствами

отображения высокого разнообразия объектов и процессов, протекающих в реальности. Это облегчает работу по построению общего для различных моделей программного обеспечения и в то же время повышает роль пользователя, который становится полноправным участником создания модели.

Ниже мы рассмотрим примеры модельных схем, описывающих ряд элементов МЖС и возможности их применения.

3. Схема гомеостатической фильтрации (СГФ)

В социально-экономических системах фильтрация представляет собой процесс коллективного выбора субъектами планирования и управления решений для достижения определенных целей на основе доступных ЛПП представлений об ограничивающих этот выбор условиях [12]. Кроме того, для нас существенными аспектами фильтрации являются участие в этом процессе множества субъектов с несовпадающими интересами и различной степенью влияния на принимаемые решения, неформализуемость поведения участников и качественный характер фильтруемых элементов (объектов, признаков или спецификаций объектов и т. д.), возможность снижения разнообразия результатов фильтрации по сравнению с разнообразием исходной информации.

Формально схему фильтрации можно представлять как процедуру коллективного решения вопросов об исключении некоторых элементов из заданного множества. Например, как это делается при экспертизе альтернативных проектов или как скульптор создает свое произведение, отсекая от глыбы камня все лишнее.

Как известно, в алгоритмах дискретной имитации индексы поставлены в соответствие моделируемым объектам или качественным и количественным признакам объектов. Поэтому формально схему гомеостатической фильтрации (СГФ) можно представлять как процедуру исключения некоторых индексов из заданного списка.

Предположим, что рассматривается задача проектирования некоторого сложного объекта или модели жизнеспособной системы (МЖС). На практике в процесс формирования представления о будущем объекте вовлечено довольно много заинтересованных субъектов (например, группа управления проектом, представители правительства и частного сектора, группы экспертов, общественные организации и т. п.). Субъекты (или гомеостаты) могут оказывать определенное влияние на содержание и варианты протекания указанных процессов и, в итоге их взаимодействия, формируется некоторый конечный результат. Этот результат — прошедшие сквозь фильтр допустимые,

с точки зрения фильтрующих гомеостатов, решения (например, в отношении поставленных целей, задач, мероприятий и реализующих их организаций на фиксированном уровне иерархии проектируемого объекта).

Пусть SPH — множество всех потенциальных участников процесса проектирования (включая команду проекта, партнеров, заинтересованных и противодействующих сторон). Не все эти участники могут быть одновременно вовлечены в процесс принятия решений по целому ряду причин. Расписание активизации (участия и включения в процесс выбора) гомеостатов задается таблицей $TSCH$:

$$TSCH = \{SCH(\zeta), \zeta\}, SCH(\zeta) \in SPH, \zeta \in TR,$$

где

$SCH(\zeta)$ — множество активных гомеостатов в момент времени ζ ;

TR — множество моментов времени, в которые рассматривается взаимодействие гомеостатов в процессе формирования представления о будущем объекте.

В данной схеме предполагается, что задано потенциальное множество спецификаций конструируемого объекта (SPS). Это множество включает описание некоторого набора подготовленных (командой или инициаторами проекта) вариантов системы, ее элементов, характеристик и свойств. Проектирование и создание любой сложной системы предполагает итеративное прохождение целого ряда стадий. В СГФ стадийность конструирования задается расписанием изменения спецификаций объекта в соответствующие моменты времени. Подчеркнем, что процесс конструирования имеет итеративный характер и изменение спецификаций во времени обусловлено в т.ч. и этим фактором. Изменение спецификаций во времени в данной схеме описывается таблицей $TSCS$:

$$TSCS = \{SCS(s), s\}, SCS(s) \in SPS, s \in TS,$$

где

$SCS(s)$ — множество спецификаций объекта в момент времени s . Такие спецификации будем называть активными (по аналогии с активными гомеостатами).

TS — множество моментов времени изменения спецификаций объекта.

На каждой стадии формирования сложной системы, определяемой изменяющимся во времени множеством активных спецификаций и множеством активных гомеостатов, моделируется процесс фильтрации спецификаций. Каждый из гомеостатов оценивает приемлемость выдвинутых к рассмотрению спецификаций. В простейшем варианте фильтрации реакции гомеостатов могут быть двух типов:

- а) сохранение спецификации в общем списке, если эта спецификация приемлема, и
- б) исключение ее из списка в противоположном случае.

Если мнения гомеостатов о приемлемости какой-либо спецификации расходятся, то возможны различные способы и механизмы разрешения этой ситуации. Один из них — это когда предпочтение отдается мнению того гомеостата, который обладает более высоким, в каком-то смысле, статусом. Например, находится на более высокой ступени властной или управленческой иерархии, заданной на множестве гомеостатов. Статус или степень влияния гомеостата на принимаемые решения в упрощенном виде будет характеризоваться неким показателем — числом PI . При этом гомеостат с большим значением PI доминирует в ходе принятия решения над участниками с меньшими значениями этого показателя. Будем считать, что значение PI также меняется во времени («Что такое официальное лицо или неофициальное? Все это зависит от того, с какой точки зрения смотреть на предмет. Все это, Никанор Иванович, зыбко и условно. Сегодня я неофициальное лицо, а завтра, глядишь, официальное! А бывает и наоборот, и еще как бывает!» [13]). Эти изменения индекса влияния (власти) задаются таблицей TPI :

$$TPI = \{PI(t), t\}, t \in TP,$$

где

$PI(t)$ — вектор «весов» активных в момент t гомеостатов.

Результатом фильтрации является выявление множества допустимых результирующих спецификаций объекта RCS , которые являются приемлемыми с точки зрения участвующих в фильтрации гомеостатов, с учетом их статуса в процессе принятия решения. Возможен случай, когда множество допустимых результирующих спецификаций пусто. Это означает, что предложенный вариант конструируемой системы является неприемлемым и необходима разработка иных дополнительных альтернатив.

При проведении фильтрации могут быть использованы различные механизмы определения результирующего множества спецификаций (например, механизм простого большинства при голосовании), а гомеостаты имеют право дополнять и изменять множество защищаемых (PS) и отвергаемых (ES) спецификаций. Эти множества мы будем задавать таблицами:

$$TPS = \{PS(t), t\}, t \in TS, PS(t) \in SCS(t),$$

$$TES = \{ES(t), t\}, t \in TE, ES(t) \in SCS(t).$$

Сам механизм фильтрации также может меняться во времени и описываться различными операторами ($F(t)$):

$$TPM = \{F(t), t\}, t \in TM, F(t) \in PMF,$$

где

TPM — таблица изменения механизма (правил проведения) фильтрации во времени,

TM — множество моментов времени изменения механизма фильтрации,

PMF — потенциальное множество возможных механизмов фильтрации.

$$\{SCH(t), PI(t), SCS(t), PS(t), ES(t), PMF\} \rightarrow F(t) \rightarrow RCS(t),$$

t — текущий момент времени.

Заметим, что схема фильтрации может применяться для изучения взаимодействия субъектов при принятии решений и различных подсистем МЖС, а также использоваться как описание фильтра разнообразия взаимодействий с внешней средой (на разных иерархических уровнях МЖС).

4. Модельная схема согласования интересов (ССИ)

Реализация крупномасштабных проектов и программ (а именно о таких объектах здесь идет речь) невозможна в рамках одной организации или одного коллектива выдающихся специалистов. Невозможна хотя бы в силу высокого разнообразия конструируемой иерархической системы. Наличие нескольких (а как правило, значительное число) участников процесса порождает вопросы создания условий их взаимодействия, установления диалоговых (а по сути — мультилоговых) контактов между разработчиками и другими многочисленными заинтересованными сторонами. При этом необходимо выяснить степень заинтересованности или даже противодействия различных участников в ходе реализации этапов намеченной работы, согласовать вопросы о формах и масштабах их участия (или неучастия). Надо обосновать включение дополнительных мероприятий (например, непрерывного обучения персонала) в планы создаваемых объектов или соответствующих участников, рассмотреть вопросы реализуемости и непротиворечивости планируемых мероприятий другим намеченным и уже реализуемым программам.

Принципиальной схемой согласования интересов послужили модели, разработанные и использованные в задачах формирования подрядческих сетей [14], исследования мировой структуры обеспечения и переработки минерального сырья [15] и модели процессов формирования зарубежных источников сырья для обеспечения народного хозяйства [16]. Эта схема, разработанная на основе использования методов дискретной имитации, применялась при

анализе ситуации на крупнейшем мировом рынке алюминиевого сырья, выработке рекомендаций по выбору приемлемых (с точки зрения импортера) партнеров по поставке сырьевых ресурсов. В данном разделе приведено краткое формализованное описание этой модельной схемы.

Рассмотрим описание взаимодействия гомеостатов на некотором фиксированном уровне i рекурсивной иерархии МЖС. Модель описывает процесс формирования альтернатив организационного закрепления участников-исполнителей за мероприятиями (программы или проектов), выполнение которых приведет к достижению целей (или задач) заказчиков на данном уровне иерархии конструируемой системы. Имея целевые установки с предшествующего более высокого уровня иерархии (с номером $i - 1$) наша задача описать в данной схеме процесс формирования планов мероприятий, их реализации и оргструктуры создаваемого объекта. Эта деятельность должна обеспечивать реализацию целевых установок более высокого уровня управления и задавать (транслировать) целевые установки более низкого уровня иерархии.

В данной схеме рассматривается взаимодействие разнообразных участников и команды проекта (инициаторов — ЛПР или заказчиков работ) в ходе этих процессов. Как сформулировано у И. Ильфа и Е. Петрова «Согласие есть продукт при полном непротивлении сторон» [17]. Поэтому очень важно выяснить степень заинтересованности всех возможных участников — соисполнителей (сторонних организаций) в формировании и реализации мероприятий (данного уровня иерархии конструируемой МЖС), согласовать формы, условия и масштабы их участия. Необходимо обосновать включение мероприятий по реализации проектов в планы сторонних организаций (подрядчиков).

Обозначим $ZH(t)$ — множество участников (групп или подразделений) из команды проекта, каждый из которых отвечает за решение определенной задачи на данном уровне иерархии создаваемой МЖС и в данный момент времени. Назовем их для краткости «заказчиками». Без ограничения общности можно считать, что каждый заказчик отвечает и участвует в решении одной задачи (или разработке и реализации одного проекта) на данном уровне иерархии МЖС. Каждый из этих гомеостатов отвечает за выявление и формирование круга организаций — подрядчиков (для краткости «исполнителей») для решения поставленных перед ним задач. Множество ZH может изменяться во времени, так как одни заказчики могут завершить свои задачи раньше, другие позже, либо какие-то задания для групп могут стать неактуальными:

$$ZH(t) = ZH(s) \cup ZHA(t) \setminus ZHD(t), t \in TZ, t \geq s,$$

где

$ZH(t)$ — множество активных (действующих) заказчиков в момент времени t ,

TZ — совокупность моментов времени изменения множества ZH ,

$ZHA(t)$ — множество заказчиков, включающихся в работу над своими заданиями в момент времени t ,

$ZHD(t)$ — множество заказчиков завершающих свою работу в момент времени t .

Множества $ZHA(t)$ и $ZHD(t)$ задаются таблицей TZH :

$$TZH = \{ZHA(\zeta), ZHD(\zeta), \zeta\}, \quad \zeta \in TZ.$$

Каждый заказчик (или разрабатываемый им проект) $j \in ZH$ характеризуется некоторым набором атрибутов (характеристик, спецификаций). Обозначим его SZj . В набор этих характеристик может входить техническое задание проекта, сроки, показатели ожидаемых затрат и выгод от реализации мероприятий, условия, предпочтения или эксклюзивные права, которые заказчик может предоставить исполнителю и т. д. Для краткости это множество характеристик будем обобщенно называть «атрибутами заказчика». Будем считать, что множество атрибутов для каждого гомеостата — заказчика меняется с течением времени. Без ограничения общности можно полагать, что эти изменения происходят дискретно в определенные моменты времени. Множество моментов времени изменения атрибутов заказчика SZj обозначим TZj , а атрибуты в момент времени t через $SZj(t)$. Помимо количественных данных (например, сроки выполнения работ или объем отпущенных для проекта средств) атрибуты заказчика включаемые в SZj могут быть качественными (например, требование о наличии у потенциального исполнителя лицензии на осуществление профессиональной деятельности или авторитет организации). Качественные элементы множества атрибутов описываются вербально. Их динамика во времени описывается следующим выражением:

$$SZj(t) = SZj(s) \cup SZAj(t) \setminus SZDj(t), \\ j \in ZH, s, t \in TZ, t \geq s,$$

где

$SZAj(t)$ — множество атрибутов заказчика j , добавляемых в момент времени t ,

$SZDj(t)$ — множество атрибутов заказчика j , исключаемых из рассмотрения в момент времени t .

Множества $SZAj(t)$ и $SZDj(t)$ задаются таблицей $TSZj$:

$$TSZj = \{SZAj(t), SZDj(t), t\}.$$

Таблицу изменений всех элементов множества атрибутов обозначим TSZ :

$$TSZ = \{TSZj, j, j \in ZH\}.$$

Аналогичным образом мы будем описывать динамику поведения множества потенциальных партнеров-исполнителей (подрядчиков) организаций и их условия взаимодействия и сотрудничества с исполнителями. Пусть SH — множество организаций — потенциальных исполнителей, которых можно привлекать к сотрудничеству и способных решать вопросы, связанные с достижением поставленных целей. Мы называем элементы множества SH потенциальными партнерами потому, что не все они могут стать полноценными партнерами-исполнителями в какой-то момент времени, ввиду отсутствия возможности участия в планируемых мероприятиях или отсутствия опыта и квалификации для решения возникающих задач, или несоответствия другим требованиям заказчика (например, финансовым) и т. п. Например, в работе по формированию зарубежных источников сырья для обеспечения народного хозяйства [18] исходное множество экспортеров насчитывало около 30 стран. После модельного анализа отбора экспортеров, приемлемых с точки зрения импортера, реальных партнеров осталось от 4-х до 11 (в зависимости от рассматриваемого сценария развития мировых событий).

Таким образом, множество SH может изменяться во времени:

$$SH(t) = SH(s) \cup SHA(t) \setminus SHD(t), \\ t \in TS, t \geq s,$$

где

$SH(t)$ — множество активных (действующих) исполнителей в момент времени t ,

TS — совокупность моментов времени изменения множества SH ,

$SHA(t)$ — множество дополнительных исполнителей, которые становятся доступными для сотрудничества с заказчиками в момент времени t ,

$SHD(t)$ — множество исполнителей, функционирование которых завершается в момент времени t .

Множества $SHA(t)$ и $SHD(t)$ задаются таблицей TSH :

$$TSH = \{SHA(\zeta), SHD(\zeta), \zeta\}, \quad \zeta \in TS.$$

Каждый элемент (организация или группа специалистов) h из множества SH характеризуется набором атрибутов SR_h , рассмотрение которых может влиять на выбор партнера исполнителем данного уровня. В это множество характеристик потенциальных партнеров входят также требования к возможному заказчику. Встречные требования к заказчику могут включать условия оплаты, возможные дополнительные виды услуг, сроки начала и окончания совместной деятельности, и т. д.

Для краткости это множество характеристик можно назвать «атрибутами исполнителя». Будем считать, что множество атрибутов для каждой орга-

низации-исполнителя меняется с течением времени. Множество моментов времени изменения атрибутов исполнителя $h \in SH$ обозначим TR_h , а значение характеристик в момент времени t через $SR_h(t)$. Помимо количественных данных (например, затраты или показатели финансовой эффективности деятельности) характеристики исполнителя могут также быть качественными (например, финансовая стабильность организации, наличие лицензии на осуществление профессиональной деятельности, профессиональный уровень, авторитет или престижность организации-исполнителя). Временная динамика атрибутов исполнителя описывается следующим образом:

$$SR_h(t) = SR_h(s) \cup SRA_h(t) \setminus SRD_h(t), \quad (1)$$

$$h \in SH, s, t \in TR, t \geq s,$$

где

$SRA_h(t)$ — множество атрибутов исполнителя h , добавляемых в момент времени t ,

$SRD_h(t)$ — множество атрибутов исполнителя h , исключаемых из рассмотрения в момент времени t .

Множества $SRA_h(t)$ и $SRD_h(t)$ задаются таблицей

$$TSR_h = \{SRA_h(\zeta), SRD_h(\zeta), \zeta\}, \quad \zeta \in TR_h,$$

$$TSR = \{SRA(\zeta), SRD(\zeta), \zeta\}, \quad \zeta \in TR.$$

Эта таблица состоит из множества троек $SRA_h(\zeta)$, $SRD_h(\zeta)$, ζ . Первые два элемента — это описание множества атрибутов, а третий элемент — это момент времени задания характеристик партнера h .

Таблицы TZH, TSZ, TSH, TSR — это по существу сценарии эволюции множества гомеостатов — заказчиков, условий заказчиков, множества потенциальных исполнителей и характеристик исполнителей.

Как уже упоминалось выше, данная модельная схема предназначена для формирования альтернатив организационного закрепления участников-исполнителей за мероприятиями программ или проектов. На практике выбор партнеров (подрядчиков) не является однозначным и жестким. Данную схему можно использовать как генератор разнообразия для построения иерархии целей и задач проектируемого объекта, его организационного дизайна и анализа заинтересованных сторон. Последнее означает, что используя эту схему можно определить, какие группы поддерживают, а какие относятся безразлично и даже могут противодействовать созданию жизнеспособной системы, а также оценить риски соответствующих мероприятий. Кроме того, эти факторы позволяют предусмотреть дополнительные меры, направленные на получение поддержки каких-либо сторон и дополнения множества сторонников проекта системы.

Рассмотрим процесс формирования и выбора альтернатив организационного закрепления участ-

ников-исполнителей за мероприятиями конструирования жизнеспособной системы на фиксированном уровне ее иерархии.

Будем считать, что моменты времени в таблицах TZH, TSZ, TSH и TSR упорядочены по возрастанию. Множества моментов времени задания таблиц не обязательно совпадают между собой. Поэтому требуется доопределять заданные в таблицах значения и для моментов времени, не содержащихся в этих таблицах. Для этого можно использовать следующую интерполяционную процедуру.

$$TZH = \{ZHA(\tau), ZHD(\tau), \tau\}, \quad \tau \in TZ,$$

где

$$ZHA(\tau) = ZHD(\tau) = \emptyset,$$

если τ не принадлежит множеству TZ,

$$TSH = \{SHA(\tau), SHD(\tau), \tau\}, \quad \tau \in TS,$$

где

$$SHA(\tau) = SHD(\tau) = \emptyset,$$

если τ не принадлежит множеству TS.

На начальном этапе для каждого заказчика проверяется приемлемость исполнителей как партнеров для разработки и реализации соответствующих мероприятий, выполнение которых приведет к достижению поставленных заказчиком целей.

То есть в каждый момент времени для всех $j \in ZH$ и $h \in SH$ проводится сравнение множеств их атрибутов SZ_j и SR_h . Если пересечение этих множеств на каком-то интервале времени не пусто,

$$SZ_j \cap SR_h \neq \emptyset,$$

то в эти моменты (интервалы) времени составлен допустимый вариант пары «заказчик-исполнитель». Такие варианты запоминаются в базе данных (множество субъектов и согласованных между ними атрибутов — S1) и могут дальше итеративно уточняться составившими их субъектами. Эти уточнения могут понадобиться, так как возможна ситуация, когда одному или нескольким элементам множества $j^* \in ZH$ соответствует несколько элементов $\{h^*\}$ множества SH, т. е.

$$j^* \rightarrow \{h^*\}, j^* \in ZH, \quad \{h^*\} \in SH.$$

Такие варианты также включаются в множество S1. Данный случай, во-первых, демонстрирует, как модельная схема выполняет функцию генератора вариантов (морфологического дерева вариантов). Во-вторых, обращает внимание на необходимость модификации (детализации, изменения, а может быть «ужесточения» требований) условий партнерства и повторения процесса. И, в-третьих, подчеркивает неизбежность осуществления итеративного процесса при выборе окончательного решения.

Далее проверяется все ли заказчики из имеющегося списка гомеостатов ZH вошли в множество S1:

$$\{j | j \in S1\} = SZ.$$

Если ответ утвердительный, то процесс поиска допустимого решения завершен. Если требуются некоторые уточнения или детализация, то итерация повторяется, но вместо множества исполнителей SH используется модифицированное множество $SH_{new} = \{h | h \in S1\}$ и скорректированные таблицы TZH, TSZ, TSH, TSR. Заметим, что в этой ситуации возможен случай, когда какой-то исполнитель пользуется «повышенным спросом» у заказчиков и его выбирают сразу несколько заказчиков, т. е.

$$\{j^{**}\} \rightarrow h^{**}, \{j^{**}\} \in ZH, h^{**} \in SH.$$

Заметим, что в реальности мы часто сталкивались с случаем, когда один исполнитель может обслуживать несколько заказчиков. Такие варианты также помещаются в множество S1 и далее с ними ведется та же работа, что и в случае рассмотренном выше, когда одному заказчику соответствует несколько исполнителей.

Вернемся теперь к случаю, когда для каких-то $j \in ZH$ и $h \in SH$ пересечения этих множеств пусто,

$$SZj \cap SRh = \emptyset,$$

т. е. не существует интервалов времени, когда хотя бы некоторые условия заказчика и исполнителя совпадают.

В этой ситуации необходима дополнительная информация или переговоры, уточняющие атрибуты потенциальных партнеров и, затем, повторение итерации по проверке совместимости условий субъектов. Если компромисс не будет найден, возможно, дело может дойти до обращения на $i - 1$ уровень системы для пересмотра некоторых задач или мероприятий проектируемого объекта (МЖС).

Так или иначе, работа с моделью — это итеративный процесс, продолжительность которого определяется эндогенно временем необходимым для получения допустимых решений или задается экзогенно соответствующим ЛПП. Пересмотр, исключение или дополнение характеристик в модели отражаются путем изменения множеств ZH, SH, SZ SR и таблиц TZH, TSZ, TSH, TSR.

Полученное допустимое решение означает, что на данном уровне иерархии конструируемой системы поставлены задачи (цели), определены организации, отвечающие за их решение и совокупность мероприятий и расписание выполняемых работ, реализация которых приводит к решению поставленных задач (достижению целей).

По сути данная схема представляет собой морфологическое дерево или генератор разнообразия возможных вариантов закрепления исполнителей за за-

казчиками и возможных наборов мероприятий для достижения поставленных целей данного уровня иерархии конструируемого объекта (системы). То есть в ходе итеративного процесса уточняются (а иногда — формируются заново или исключаются) цели (задачи), расписание мероприятий и сами мероприятия, а также их исполнители. Благодаря синергетическому свойству этой модельной схемы зачастую в ней генерируются априорно трудно представляемые комбинации согласований интересов участвующих субъектов.

Имея в виду высокую размерность рассматриваемой системы (много контракторов и подрядчиков, большое число характеристик и условий), ее анализ и структуризация не может быть эффективно проведены без использования современной компьютерной техники, обеспечивающей оперативное формирование баз данных, доступ к Интернет и наличие видеоконференцсвязи.

Данная модельная схема использовалась при решении вопросов о размещении и развитии производства, формирования новых межрегиональных связей, при учете локальных, экологических, социальных и экономических ограничений на реализацию мероприятий (выполнение работ), а также для объединения территориально разобщенных объектов в единую целостность, с общими целями и задачами.

Заключение

Приведем несколько заключительных комментариев.

1. Еще раз хочется подчеркнуть важность различий понятий «устойчивый» («долговечный») проект и проект «жизнеспособный». Проект называют устойчивым, если после истечения срока его исполнения, созданный целевой объект/группа продолжает некоторое время извлекать для себя пользу. «Жизнеспособность» объекта/системы — это способность к существованию, развитию, выживанию и самостоятельному существованию и сохранению своей миссии и важных свойств, сочетанию устойчивости системы и ее адаптивности [19]. Отсюда следует, что ни один проект не является жизнеспособным. Действительно, проект постоянно требует заботы, внимания и вливания материальных и интеллектуальных ресурсов со стороны его исполнителей (менеджмента, целевой группы). Но самое главное, что проект «смертен, но это было бы еще полбеды. Плохо то, что он иногда внезапно смертен, вот в чем фокус!» [20]. Применительно к проекту, внезапное его прекращение на любой стадии его исполнения (от замысла до завершения) зачастую является несомненным благом для его исполнителей. Еще один важный вывод — обеспечение жизнеспособности целевого объекта

требует несомненно гораздо больше ресурсов, чем просто обеспечение устойчивости проекта. А следовательно, это может существенно повлиять на априорную и апостериорную оценки эффективности проектов. Поэтому изучение вопросов жизнеспособности систем создаваемых в результате реализации сложных проектов является актуальным и важным для будущих исследований, и заслуживает особого внимания. Этим объясняется активизация в последние годы прикладных исследований бировского подхода к конструированию моделей жизнеспособных систем (МЖС) на различных уровнях народного хозяйства. Достаточно полные обзоры теоретических и прикладных исследований работ в этом направлении в России и за рубежом представлены в работе [21]. А также публикациях авторов статей перечисленных в [3].

2. Изложенные выше модельные схемы (СГФ и ССИ) показали свою применимость и «работоспособность» на практических примерах. Они были опробованы при проведении целого ряда прикладных исследований в Институте системного анализа РАН при участии многочисленных партнерских организаций. К этим исследованиям относятся:

- исследования мировой структуры обеспечения и переработки минерального сырья [22],
- анализ ситуации на мировом рынке алюминиевого сырья, модели процессов формирования зарубежных источников сырья для обеспечения экономики страны [23]¹,
- стратегии диверсификации хозяйственной деятельности в удаленных северных территориях,
- применение диалоговых моделей к прогнозам развития глобальной энергетики (см. [13]),
- методика системного проектирования подземных блоков на Хибинских апатитовых рудниках [24],
- технороботный проект системы оперативных информационных изданий на Олимпиаде-80 в Москве [25], и др.

Помимо этих схем были разработаны и другие модели. Это популяционно-структурная модельная схема (ПСС), которая была использована для описания функциональных элементов (в терминологии С. Бира) и анализе вариантов изменения и развития множества функциональных элементов в МЖС. Схема «Сеть» для составления и анализа расписаний работ и динамического распределения ограниченных организационных, материальных и финансовых ресурсов между мероприятиями сложных проектов или группы проектов и др.

Модельные схемы позволяют решать задачу описания динамически изменяющихся во времени про-

цессов и структурных преобразований. Идеальным с точки зрения условий проведения имитационного эксперимента было бы участие в нем одного или нескольких реальных конкретных специалистов из соответствующей области. Тем более что имитация может проводиться как в режиме реального времени, так и с разделением запросов к специалистам и их ответами во времени. Это позволило бы использовать возможности разработки и проигрывания сценариев по отношению к поведению конкретных субъектов управления. Однако на стадии обучения и экспериментальной проверки методики моделирования это условие не является обязательным. На этой стадии роль реального гомеостата исполняет игрок-экспериментатор, строящий свое поведение в соответствии с заранее разработанным сценарием, который описывает текущую ситуацию и ее развитие в будущем. Сценарное описание стратегического поведения гомеостата может включать политические, экономические, социальные и другие аспекты на некоторый базовый год, тенденции и возможные ключевые события в будущем.

Конечно, концепция МЖС и приведенное модельное обеспечение требуют дальнейшего развития, и эти шаги предпринимаются многими исследователями. Тем не менее общим недостатком публикаций (в т. ч. относящимся и к автору данной статьи) является отсутствие или очень незначительное число описаний конкретных примеров применения данной концепции на практике. В этом направлении предстоит очень много и плодотворно поработать.

В заключение хотелось бы процитировать Л. Н. Отоцкого (Журнал «Компьютерра», № 3 от 4 февраля 2008 г.): «Что касается России, то здесь существующая „гремучая смесь“ дикого капитализма с пережитками старых бюрократических технологий явно не соответствует „духу Бира“. Однако в рамках проекта „Электронная Россия“ можно пытаться сделать что-то более серьезное, нежели хорошую машину по переработке „бюрократического мусора“ на основе Lotus Notes. Правда, для этого нужны воля и усилия».

Литература

1. *Bamberger M., Cheema S.* Case Studies of Project Sustainability. Implication from Asian Experience EDI. 1990.
2. *Ashby R.* Introduction to Cybernetics. Chapman Hall, I., 1965; *Beer S.* Platform for Change. Chichester, John Wiley, 1975.
3. *Отоцкий Л. Н.* Стаффорд Бир и перспективы ИТ // Компьютерра. № 36, 2003. Сайт Л. Отоцкого http://www.ototsky.mgn.ru/it/beer_menu.html; *Отоцкий Л. Н.* Стаффорд Бир и перспективы ИТ («КТ», № 511), *Отоцкий Л. Н.* К вопросу о Киберкоммунизме («КТ», № 519), *Отоцкий Л. Н.* Уроки Стаффорда Бира («КТ»,

¹ Данная работа была удостоена серебряной медали ВДНХ за 1988 г. по экспозиции «Защита окружающей среды, преодоление экологической опасности, рационализация потребления энергетических и сырьевых ресурсов».

- № 560), *Отоцкий Л. Н.* Стэффорд Бир и жизнеспособные системы в XXI веке (www.sim-mipt.ru/content/?fl=284&doc=973); *Отоцкий Л. Н.* Чтобы не отстать в 21-м веке // Директор ИС. 2001. № 3; *Хиценко В. Е.* Самоорганизация в социальных системах. Эволюционный менеджмент. Реферативный обзор. НИТУ, Новосибирск, 1992; *Хиценко В. Е.* Модель жизнеспособной системы Стаффорда Бира // Менеджмент в России и за рубежом. № 4, 1999; *Хиценко В. Е.* Несколько шагов к новой системной методологии // Социологические исследования. № 3, 2001; *Хиценко В. Е.* Коллегиальность или подчиненность // Персонал МИКС. № 5 и 6, 1999; *Хиценко В. Е.* Самоорганизация: становление теории и перспективы социальных приложений.
4. *Beer S.* Decision and Control. Wiley: Chester, 1966.
 5. European Commission (1993) Project cycle management, SIDA (2004). The Logical Framework Approach: A summary of the theory behind the LFA method.
 6. *Beer S.* Diagnosing the System for Organizations, L.: Wiley, Chichester, 1985; *Espejo R., Harnden R.* The Viable Systems Model L.: Wiley, Chichester, 1989; *Ackoff R. L.* Redesigning the Future. Stafford Beer // Systems Practice, 1990. Vol. 3, No 3; *Beer S.* Recursion Zero: Metamanagement // Systems Practice, 1990. Vol. 3, No 3; *Schwabinger M.* Embodiments of Organizational Fitness: The Viable Systems Model (VSM) as a Guide // Systems Practice, 1990. Vol. 3, No 3; *Espejo R.,* Complexity and Change: Reflections upon the Cybernetic Intervention in Chile, 1970–1973 // Systems Practice, 1990. Vol. 3, No 3.
 7. *Espejo R., Harnden R.* The Viable Systems Model L.: Wiley, Chichester, 1989.
 8. *Beer S.* Heart of Enterprise, L.: Wiley, Chichester, 1979.
 9. *Beer S.* The Viable System Model: Provenance Development, Methodology and Pathology // Journal of Operations Research Society, 1984. Vol. 35. № 1. P. 7–25.
 10. *Espejo R.,* Complexity and Change: Reflections upon the Cybernetic Intervention in Chile, 1970–1973 // Systems Practice, 1990. Vol. 3, No 3.
 11. *Мусеев Н. Н.* Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981.
 12. *Medow P. I.* Systems Planning in Public Sphere — II // Economic Research and Systems Planning Group, Toronto: York University, 1979.
 13. *Булгаков М. А.* Мастер и Маргарита. Четвертое издание 1977, Posev-Verlag, V. Gorachek KG., 1969, Frankfurt am Main.
 14. *Medow P. I.* ZDI: A Structure Filtering Model with Evolving Server Structures, Toronto: York University, 1981; *Medow P. I.* Systems Planning in Public Sphere — II // Economic Research and Systems Planning Group, Toronto: York University, 1979.
 15. *Зимин И. Н.* Модельное обеспечение международных программ планирования в области освоения и использования минеральных ресурсов. Сб. трудов ВНИИСИ. Вып. 7, М., 1984.
 16. *Арбатов А. А., Грин А. А., Зимин И. Н.* Моделирование процессов формирования внешних (зарубежных) источников сырья для обеспечения народного хозяйства. М.: ВИЭМС, 1987.
 17. *Ильф И. А., Петров Е. П.* Двенадцать стульев. Сб. соч. Т. 1. С. 335. М.: Государственное издательство художественной литературы, 1961.
 18. *Грин А. А., Зимин И. Н.* Системный подход и стратегическое управление импортом. Методология. Сб. трудов ВНИИСИ. Вып. 5, М., 1991.
 19. *Разумовский О. С., Хазов М. Ю.* Проблема жизнеспособности систем // «Компьютерра». № 10 от 22 марта 2008 года.
 20. *Булгаков М. А.* Мастер и Маргарита. М.: Москва. № 11, 1966; № 1, 1967.
 21. *Отоцкий Л. Н.* К вопросу о киберкоммунизме // «Компьютерра». № 44 от 08 декабря 2003 года.
 22. *Зимин И. Н.* Модельное обеспечение международных программ планирования в области освоения и использования минеральных ресурсов. Сб. трудов ВНИИСИ. Вып. 7, М., 1984.
 23. *Арбатов А. А., Грин А. А., Зимин И. Н.* Моделирование процессов формирования внешних (зарубежных) источников сырья для обеспечения народного хозяйства. М.: ВИЭМС, 1987.
 24. Методика системного проектирования подземных блоков на Хибинских апатитовых рудниках, коллектив авторов, Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1988.
 25. Система выпуска оперативных информационных изданий на Играх XXII Олимпиады в г. Москве (система «Издание»). Технорабочий проект АПН, М., июнь 1980.

Зимин Игорь Николаевич. С. н. с. ИСА РАН, к. ф.-м. н. Окончил МФТИ в 1970 г. Количество печатных работ: более 100, в т. ч. 8 монографий. Область научных интересов: проектный анализ, экономический анализ проектов и программ, вопросы моделирования сложных социально-экономических систем. E-mail: igorzimin@list.ru