

*АКТУАЛЬНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ТЕОРИИ*

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ
КАЧЕСТВА СТРАТЕГИЙ
И ПРОГНОЗОВ РАЗВИТИЯ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
СИСТЕМ¹

В.В. Клочков, И.Е. Селезнева

В работе описаны и проанализированы проблемы сложившейся системы организации и проведения стратегических и прогнозных НИР, такие как ограниченная применимость конкурсных механизмов отбора исполнителей данных исследований, непрозрачный характер формирования стратегий и прогнозов, субъективизм головного исполнителя исследований, отсутствие действенного контроля результатов выполнения НИР даже со стороны заказчика, а также некорректность самой методологии проведения системных исследований. Обоснована новая схема организации стратегических и прогнозных исследований, аналогичная современной системе проведения прикладных исследований для разработки новых технологий в наукоемкой промышленности. С целью повышения качества управления разработкой новых управленческих технологий внедряется

© Клочков В.В., Селезнева И.Е., 2017 г.

Клочков Владислав Валерьевич, д.э.н., к.т.н., директор департамента ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского»», Жуковский, ведущий научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва, vlad_klochkov@mail.ru

Селезнева Ирина Евгеньевна, аспирант Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва, ir.seleznewa2016@yandex.ru

¹ Статья подготовлена на основе доклада, сделанного на Секции 4 «Стратегическое планирование на мезоэкономическом (региональном и отраслевом) уровне» Восемнадцатого всероссийского симпозиума «Стратегическое планирование и развитие предприятий», 12 апреля 2017 г., и признанного лучшим на этой секции.

система оценки уровней готовности технологий к практическому применению. Она предусматривает строгий мониторинг промежуточных результатов системных НИР. Процесс развития новой управленческой технологии четко разделен на отдельные этапы – от разработки состава и структуры моделируемой системы до построения комплексной компьютерной модели управляемой крупномасштабной системы. Такая модель далее может неоднократно использоваться для построения прогнозов, стратегий развития рассматриваемой системы. Также в работе предложена новая экономико-математическая модель оценки качества организации разработки стратегий и прогнозов развития предприятий, отраслей, стран. Для этого были построены модели благосостояния общества в целом и его отдельных групп в зависимости от проводимой ими политики, модели выбора оптимальной политики, описан процесс формирования оценочной функции полезности общества. Формализованы параметры качества и точности управленческих решений, принимаемых на основе максимизации этой функции. Исследовано влияние предложенной авторами новой организации разработки прогнозов и стратегий на качество стратегического управления. Описаны условия «робастности» управляемой системы (предприятия, отрасли, национальной экономики) к искажениям целевой функции общества и оптимальной политики.

Ключевые слова: прогнозные и стратегические исследования и разработки, крупномасштабная система, иерархическая модель, управленческие технологии, функция полезности общества, оценка общественного благосостояния, качество прогнозов и стратегий.

JEL: C51, C52, C54, D60, D70, O20.

ВВЕДЕНИЕ

Стратегические и прогнозные исследования (далее – системные НИР) – исследования, направленные на прогнозирование развития (социально-экономического, научно-технологического и др.) и разработку стратегий развития предприятий, отраслей, регионов и национальной экономики в целом. Сложившаяся в нашей стране система организации таких НИР, выполняемых в ин-

тересах органов государственного управления и крупных корпораций, имеет ряд недостатков (см., например, (Клочков, Селезнева, 2016а)). Во-первых, сами по себе конкурсные принципы отбора исполнителей данных НИР некорректны, поскольку объективные критерии такого выбора сложно установить. До проведения исследований (а нередко и после) качество «продукта» еще не определено, а затраты на данные исследования не должны играть ведущей роли в выборе (подробнее о специфике стратегических НИР как вида деятельности см. (Гольдштейн, 2004)). Во-вторых, выбирается единственный головной исполнитель системных исследований (конкретная организация). В таком случае организатор конкурса фактически изначально предопределяет результат исследований. Неизбежен субъективизм, не уравновешенный критикой со стороны представителей других организаций, научных школ и т.п., что препятствует выявлению новых факторов и связей, снижает качество разрабатываемых моделей социально-экономических систем (если таковые вообще будут разработаны, о чем далее), и в конечном счете лишает объективности прогнозы и стратегические решения. В составе любой конкретной выбранной организации-победителя заведомо не может быть представлена большая часть основных научных позиций и взглядов на изучаемую комплексную проблему. В-третьих, отсутствует действенный контроль результатов выполнения НИР (по существу, но не по форме) даже со стороны заказчика. Поскольку заказчик выбрал именно данного исполнителя, *фактически согласившись заранее с будущими результатами* исследования, то эти результаты безотносительно их качества уже не могут быть подвергнуты критическому анализу, поскольку такая критика автоматически ставит под сомнение корректность выбора победителя конкурса.

Нередко некорректной оказывается и сама методология проведения системных исследований вследствие недостатков организации процесса. Несоответствие между рас-

полагаемыми и требуемыми компетенциями (для полноценного исследования сложной крупномасштабной системы) любого единственного исполнителя компетенций заставляет выбранных по конкурсу исполнителей прибегать к единственно возможной для них методологии – экспертному опросу широкого круга специалистов в различных релевантных областях, представителей сторонних организаций. Однако при этом, во-первых, неизбежен субъективизм в выборе экспертов и задаваемых им вопросов, в интерпретации получаемых ответов и их обобщении. Здесь решающей фактически становится роль модератора экспертного опроса, которым и является головной исполнитель НИР. Во-вторых, экспертными методами в принципе невозможно построить содержательную модель крупномасштабной системы – иерархическую, сложно организованную. Как обосновано в работе (Клочков, Селезнева, 2017), для разработки корректных и содержательных прогнозов и стратегий развития социально-экономических систем необходимо строить их экономико-математические модели. В свою очередь, эти модели не должны ограничиваться только элементарными эконометрическими зависимостями, построенными по принципу «черного ящика». Для адекватного управления крупномасштабной системой следует придерживаться принципа «серого ящика», т.е. строить модели состава и структуры сложной системы (иначе говоря, взаимосвязи ее элементов), а также модели ее элементов. Следует строить *иерархическую систему* содержательных моделей изучаемой системы.

Необходимо изменить сложившуюся организацию системных исследований, повысить эффективность и качество приведенных в них данных НИР. В то же время сами понятия «качество прогнозирования» и «стратегическое планирование» требуют объективного измерения. В данной работе предлагаются подходы к моделированию качества стратегий и прогнозов, а также организации их разработки.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Фактически в ходе системных исследований вырабатываются управленческие технологии. Поэтому представляется плодотворным применить в сфере прогнозных и стратегических исследований и разработок современные принципы управления созданием новых продуктовых технологий в высокотехнологичной промышленности (Клочков, Рождественская, 2016). Процесс прикладных исследований и разработок делится на этапы, называемые *уровнями готовности технологий* (УГТ): от УГТ 1 до УГТ 9 (подробнее о системе оценки уровней готовности технологий к практическому применению см. (Clausing, Holmes, 2010)). На ранних УГТ 1–3 проводятся так называемые *проблемно-ориентированные НИР*, в ходе которых отрабатываются отдельные технические идеи и концепции, причем допустима и даже желательна конкуренция между ними. Эта стадия обычно малозатратная.

Затем наиболее перспективные идеи, отобранные на УГТ 3, комбинируются в *комплексные проекты*, в рамках которых проводится их интеграция, или «увязка». Учитывается взаимодействие различных технологий между собой, при этом основное внимание уделяется снижению риска негативного взаимодействия и получению по возможности положительного синергетического эффекта. Стадия комплексных проектов, соответствующая УГТ 4–6, уже является дорогостоящей и ресурсоемкой. Однако и широкой диверсификации исследований здесь не требуется, поскольку отдельные наиболее перспективные технологии уже отобраны по итогам проблемно-ориентированных НИР. Такая организация разработки новых технологий позволяет сделать весь процесс прозрачным и управляемым, а также снизить риски и добиться создания новых технологий в срок, причем в виде комплекса технологий, готовых к внедрению в производство. УГТ 7–9 соответствуют разработке, производству и эксплуатации про-

дуктов, созданных с использованием новых технологий.

Применяя те же принципы в системных исследованиях и разработках, можно предложить их следующую организацию. На начальной стадии следует организовать широкий сбор предложений по составу и структуре модели управляемой системы, а также по спецификациям частных моделей элементов системы и связей между ними. Критериями допуска модели к дальнейшему исследованию и разработке (УГТ 1) могут быть наличие научных публикаций, прошедших независимое рецензирование, апробация научных результатов на конференциях, семинарах и т.п. с широким допуском всех заинтересованных сторон. К участию в системных стратегических исследованиях целесообразно допускать ученых и специалистов, подтвердивших свою профессиональную квалификацию именно в области предполагаемого приложения результатов НИР (отрасли, регионе и т.п.). Поскольку затраты на соответствующие прикладные НИР, выполняемые, как правило, индивидуально или в составе небольших коллективов, невелики, вполне допустимо, например, объявлять конкурс на лучшие научные работы в сфере отраслевой экономики или системного анализа соответствующей области. В данной области плодотворны подходы, развитые в рамках концепции открытых инноваций (см., например, (Чесбро, 2007)).

Целесообразно организовать прозрачное для профессионального сообщества прохождение каждого «уровня готовности». Как и для оценки УГТ при разработке продуктовых или производственных технологий, при создании управленческих технологий также следует выработать объективные критерии достижения УГТ. Так, например, при обосновании структуры модельной системы значимость предлагаемой связи между ее элементами следует подтвердить с определенной степенью достоверности экспертным путем или эмпирически. Аналогично необходимо, чтобы предлагаемая спецификация частной модели поведения элемента системы или свя-

зи между элементами удовлетворяла определенным критериям точности и достоверности в заданной области определения и т.п. При этом для профессионального сообщества процедуры контроля УГТ должны быть открытыми. На этих этапах ввиду относительно низкой ресурсоемкости соответствующих исследований допустима и желательна диверсификация направлений поиска, конкуренция среди альтернативных частных моделей. Подчеркнем: именно моделей, предлагаемых конкретными учеными или научными коллективами, а не организаций-разработчиков.

Затем следует организовать системную интеграцию частных моделей, отобранных из ряда конкурирующих предложений, на основе определенной по итогам предыдущего этапа модели состава и структуры изучаемой системы. Как правило, ввиду большого масштаба изучаемых систем, их многосвязного характера такая системная интеграция уже невозможна на основе аналитических методов и требует применения информационных технологий (см., например, (Макаренко, Хрусталева, 2007)), в том числе суперкомпьютеров. Это обуславливает большую трудоемкость и стоимость работ на данном этапе, аналогичные разработке комплексных проектов при создании продуктовых технологий в промышленности. В то же время, поскольку отбор наиболее адекватных частных моделей уже проведен, число таких более ресурсоемких проектов, как правило, значительно меньше, чем на начальных этапах.

В итоге разрабатываются комплексные иерархические модели исследуемых крупномасштабных систем, которые далее могут использоваться неоднократно для построения прогнозов их развития (в том числе сценарных, многовариантных), выработки стратегий развития этих систем, в том числе при различных вариантах изменения внешних условий и даже критериев планирования, целей развития. Иными словами, создаваемые системные модели – лишь инструмент для решения конкретных прикладных проблем, причем достаточно универсальный, что позволяет его использовать неоднократно.

Можно наглядно представить предлагаемую организацию прогнозных и стратегических НИР следующим образом (рис. 1).

Предлагаемая организация процесса системных исследований позволяет контролировать затраты на их проведение. За счет декомпозиции НИР на конкретные этапы и работы неопределенность связи между размером оплаты и результатом работы существенно снижается по сравнению с выплатой единой суммы за всю НИР одной организации-исполнителю (которая в этом случае выступает как «черный ящик» с точки зрения калькуляции трудозатрат). В силу большей прозрачности расходования ресурсов даже в наименее благоприятном случае их потребуется меньше, чем при сложившейся непрозрачной практике выполнения прогнозных и стратегических НИР в рамках единственной головной организации. Поскольку при переходе к предлагаемой системе организации стратегических исследований происхождение каждого элемента комплексной модели изучаемой системы известно, становится конкретным и прозрачным вклад каждого ученого, что повышает ответственность авторов за качество своих работ. Открыта возможность учета конкретных предложений всех заинтересованных исследователей в части моделей состава и структуры изучаемой системы, моделей ее элементов и

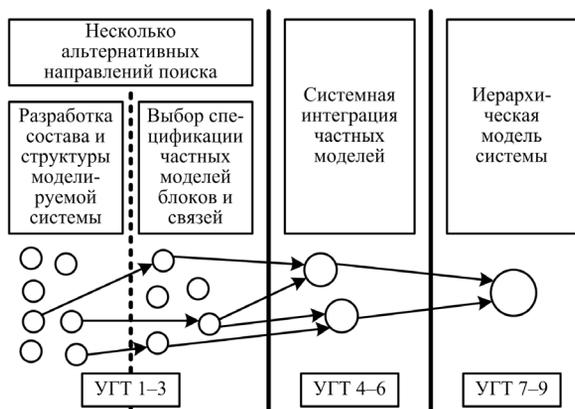


Рис. 1. Предлагаемая схема организации стратегических НИР

связей между ними (подробнее см. (Клочков, Селезнева, 2016б)). Повышаются возможности выявления и корректировки ошибок. Также новая схема организации системных исследований позволяет избежать дорогостоящих стратегических ошибок, поскольку, как показано, например, в работе (Панин, Клочков, 2011), в процессе развития научных теорий до определенного момента не представляется возможным однозначно определить, какая именно из конкурирующих моделей или точек зрения является истинной.

Разумеется, переход к предлагаемой системе организации прогнозных и стратегических НИР встретит серьезное сопротивление. Несмотря на явную неэффективность нынешней системы, в ее основе – интересы ряда влиятельных акторов. В их числе и сами организации-исполнители, особенно те, которые в силу лоббистских возможностей (либо, идеологической предпочтительности для заказчиков) оказываются в числе постоянных победителей соответствующих конкурсов – и заказчики системных НИР, которые зачастую желают получить наперед заданный «научно обоснованный» вывод или результат. Кроме того, нередко подобные НИР являются лишь формальным основанием для финансирования организаций, фактически выполняющих роль «теневых аппаратов» различных органов государственной власти, вынужденных отдавать на аутсорсинг экспертно-аналитическое обеспечение своей управленческой деятельности. В этих случаях, поскольку фактически средства выплачиваются не столько за НИР, отношение к научным исследованиям как к побочному продукту определяет и их соответствующее качество. При этом законность финансирования и хотя бы формального соответствия результатов НИР установленным требованиям вызывает претензии у контролирующих органов².

² Подробнее см. отчет о результатах контрольного мероприятия «Проверка законности проведения конкурсов и заключения контрактов для государственных нужд, а также целевого и эффективного использования бюджетных средств, выделен-

В то же время, разумеется, предлагаемая организация системных НИР сложнее действующей. Практически наверняка описанный выше процесс последовательной разработки сложной модели управляемой системы, тем более открытой, с привлечением конкурирующих научных школ и концепций будет существенно дороже, чем исследование или экспертный опрос, проводимые одной-единственной организацией, победившей в конкурсе на разработку стратегии или прогноза. Насколько предлагаемая система организации прогнозирования и стратегического планирования лучше нынешней? В каких условиях ее преимущества окажутся наиболее убедительными, а в каких – несущественными? Для ответа на эти вопросы авторы предлагают также прибегнуть к «мягкому» экономико-математическому моделированию (о «мягких» моделях подробнее см. в книге (Арнольд, 2004)). В основе моделей лежит следующий качественный тезис. Новая организация разработки стратегий и прогнозов прежде всего более демократична и устойчива, она позволяет учесть более широкий круг мнений, а следовательно, и факторов, влияющих на развитие управляемой системы. Тогда как сложившаяся система прогнозирования и стратегического планирования имеет келейный характер: организация – победитель конкурса будет учитывать лишь выделенные факторы в соответствии с интересами представляемой ею группы общества, отрасли и т.п.

ных в рамках федеральных целевых программ «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002–2010 годы и на период до 2015 года», «Модернизация Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации (2009–2015 годы)», «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)». URL: <http://www.ach.gov.ru/upload/iblock/794/794759b3f91e190c73029348957b8d81.pdf> (дата обращения: 30.10.2017).

2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Модель общественного благосостояния

Пусть истинная функция полезности общества (отражающая в полной мере достижение декларируемых генеральных целей развития управляемой системы – отрасли, региона, национальной экономики) имеет вид $U(x)$, где $x \in [a; b]$ – управляющая переменная, подлежащая выбору (количественное выражение политики). Строго говоря, она является многомерным вектором, но для демонстрации предлагаемого подхода достаточно и одномерного скалярного примера. Предположим, что на интервале $[a; b]$ функция $U(x)$ достигает максимума

$$U_{\max} = \max_{x \in [a; b]} U(x)$$

в некоторой точке $x_{\text{opt}} \in [a; b]$. Она и представляет собой оптимальное решение для всего общества с точки зрения декларируемых целей, т.е. $U_{\max} = U(x_{\text{opt}})$.

Предположим без ограничения общности, что функцию $U(x)$ можно представить в виде суммы слагаемых $\{u_k(x)\}$, $k = 1, \dots, m$ (назовем их *факторами*):

$$U(x) = \sum_{k=1}^m u_k(x). \quad (1)$$

Эти факторы отражают различные аспекты достижения генеральных целей развития и могут вести себя различным образом при изменении управляющей переменной x , т.е. могут быть противоречивыми.

2.2. Модель групповых интересов

Предположим, что в обществе присутствует n различных групп, обладающих собственными интересами. Обозначим индексами $i = 1, \dots, n$, причем полезность каждой группы отражает функция $U^i(x)$. Пусть каждая

такая функция также может быть представлена в виде суммы вышеописанных слагаемых $\{u_k(x)\}$, но для отдельных групп в составе суммы могут быть представлены не все возможные слагаемые, а только некоторые. Формально это можно выразить следующим образом:

$$U^i(x) = \sum_{k=1}^m \delta_k^i u_k(x), \quad (2)$$

где δ_k^i – индикатор, принимающий значение 1, если фактор k значим для группы i , и 0, если он для нее незначим. Разумеется, можно привести множество примеров, когда факторы, позитивные для одних групп, являются негативными для других, т.е. в обществе имеет место жесткий антагонизм. Однако здесь для простоты можно ограничиться описанным выше допущением. Функции полезности каждой из n групп также достигают максимумов на интервале $[a; b]$ в некоторых точках $\{x_{\text{opt}}^i\}$, оптимальных для этих групп:

$$U_{\text{max}}^i = \max_{x \in [a; b]} U^i(x) = U^i(x_{\text{opt}}^i), \quad i = 1, \dots, n.$$

Разумеется, эти оптимальные точки могут отличаться от общественного оптимума x_{opt} . И если общественные решения будут приниматься исходя из тех или иных групповых интересов, значение функции полезности общества будет отличаться от максимально возможного $U_{\text{max}} = U(x_{\text{opt}})$.

2.3. Формализация качества системных исследований

С формальной точки зрения суть системных исследований состоит в формировании оценочной функции полезности общества, или функции-оценки общественного благосостояния $\hat{U}(x)$. Эксперты, участвующие в системных (прогнозных, стратегических) исследованиях, представляют те или иные группы из числа n описанных выше групп общества. Соответственно при формировании оценки функции полезности общества $\hat{U}(x)$ они со-

общают о тех факторах, которые значимы для представляемой ими группы. Будем считать, что если какие-либо эксперты, представляющие различные группы, сообщили о некотором факторе $u_k(x)$, $k = 1, \dots, m$, этот фактор учтен в составе функции-оценки $\hat{U}(x)$. Данный фактор будет учтен один раз и включен в состав функции-оценки $\hat{U}(x)$, как бы много таких экспертов ни было, – важно, чтобы данный фактор был учтен хотя бы одним из экспертов, допущенных к формированию оценочной функции полезности общества $\hat{U}(x)$. Для простоты не будем учитывать различие политического или научного веса тех или иных экспертов, способность более многочисленных коалиций экспертов нивелировать мнение менее многочисленных, предположим, что для учета того или иного фактора важно, чтобы он был хотя бы упомянут в процессе построения системной модели функции-оценки $\hat{U}(x)$. Отметим, что это весьма оптимистическое представление о реальном процессе системных (прогнозных, стратегических) исследований. В реальной жизни их организации исключительно важно обеспечить выполнение описанного принципа: если данный фактор был упомянут хотя бы однажды, его уже нельзя «замолчать», и если с научной точки зрения его значимость опровергнуть не удастся, он будет учтен при формировании политики. Поскольку в реальной жизни это нередко недостижимо, потери из-за неидеальности системных (прогнозных, стратегических) исследований, как правило, выше, чем будет показано в последующих рассуждениях.

Предположим, что политика, т.е. управляющие воздействия, формируются из соображений максимизации оценочной функции $\hat{U}(x)$. Она достигает максимума на интервале $[a; b]$ в некоторой точке

$$\hat{x}_{\text{opt}} \in [a; b], \quad \hat{U}(\hat{x}_{\text{opt}}) = \max_{x \in [a; b]} \hat{U}(x) = \hat{U}_{\text{max}}.$$

Однако истинная функция полезности общества при такой политике может принимать значение, далекое от своего максимума:

$$U(\hat{x}_{\text{opt}}) \leq U(x_{\text{opt}}) = U_{\text{max}}.$$

Таким образом, в конечном счете, качество организации системных (прогнозных, стратегических) исследований определяется тем, насколько близко значение истинной функции общественного благосостояния, достигаемое при политике, оптимальной по искаженному критерию, т.е. $U(\hat{x}_{\text{opt}})$, к максимуму истинной функции общественного благосостояния $U_{\text{max}} = U(x_{\text{opt}})$. Степень отклонения от максимума общественного благосостояния нагляднее измерять в относительном выражении, т.е. как относительный проигрыш:

$$\Delta = \frac{U_{\text{max}} - U(\hat{x}_{\text{opt}})}{U_{\text{max}}}. \quad (3)$$

3. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТОЧНОСТЬ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Та или иная организация системных исследований приводит к тому, что в числе допущенных к ним экспертов оказываются представители тех или иных заинтересованных групп. Реальный процесс формирования пула экспертов нередко является отнюдь не случайным, а представляет собой коалиционную игру, в ходе которой различные группы блокируются для лоббирования желательного для них состава учтенных факторов. Здесь же мы для простоты предположим, что при заданной организации исследований случайным образом выбираются эксперты, представляющие $\hat{n} \leq n$ групп, и они сообщают о значимых с их точки зрения факторах. Предположим, что каждая группа считает для себя значимыми в среднем $\bar{m}_{\text{гр}}$ факторов, т.е.

$$M \left[\sum_{k=1}^m \delta_k^i \right] = \bar{m}_{\text{гр}},$$

где $M[\dots]$ – символ математического ожидания. Будем считать, что факторы, учитываемые каждой из групп, распределены равномерно среди всех m факторов. Обозначим \hat{m} ожидаемое число учтенных в модели факторов при данной организации системных исследований. На рис. 2 представлены графики зависимости ожидаемого числа учтенных факторов от числа экспертов, допущенных к формированию системной модели для двух различных значений числа факторов, значимых с точки зрения отдельной группы, $\bar{m}_{\text{гр}}$.

Заметим, что при $\bar{m}_{\text{гр}} \approx m$, даже если в числе экспертов будут представлены немногие группы общества (т.е. при $\hat{n} \ll n$), вероятно, будут учтены почти все факторы, т.е. $\hat{m} \approx m$. Такое положение соответствует относительно полному учету интересов общества в целом со стороны каждой из заинтересованных групп, т.е. относительному консенсусу в обществе в целом и в сообществе экспертов в частности относительно общественного благосостояния и критериев достижения декларируемых генеральных целей развития. В этом случае не столь важно широкое представительство различных заинтересованных

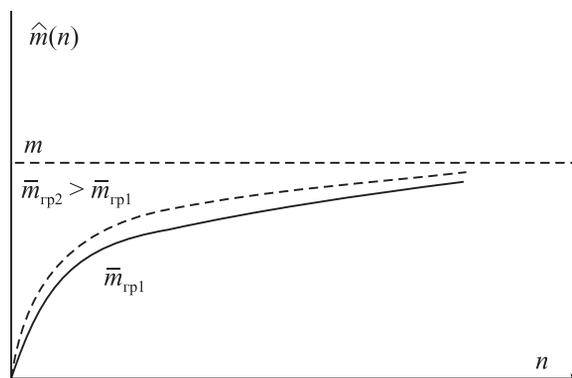


Рис. 2. Зависимость ожидаемого количества учтенных факторов от числа экспертов, допущенных к формированию системной модели

групп при разработке стратегий и прогнозов. Напротив, при

$$\bar{m}_{\text{гр}} \ll m \text{ и } \sum_{k=1}^m (\delta_k^i \delta_k^j) \ll m,$$

что отражает высокую степень поляризации интересов и даже антагонизм между группами общества, а неполное представительство этих групп в пуле экспертов чревато тем, что при формировании функции-оценки общественного благосостояния значительная доля значимых факторов учтена не будет.

Неполный учет различных факторов при проведении системных (прогнозных, стратегических) исследований приводит к следующей цепочке последствий:

- искаженным оценкам последствий различных решений;
- неоптимальному формированию политики;
- потерям общественного благосостояния.

В то же время в рамках предлагаемой здесь модели тяжесть последствий неидеальности проводимых (прогнозных, стратегических) системных исследований существенно зависит от того, насколько:

- сильно искажается оценочная функция общественного благосостояния $\hat{U}(x)$ при неполном учете различных факторов, т.е. насколько сильно она отличается от истинной функции полезности общества $U(x)$;
- далек оптимум управляющей переменной, определенный исходя из искаженной оценочной функции полезности \hat{x}_{opt} , от истинного оптимума x_{opt} ;
- сильно меняется значение истинной функции полезности общества при отклонении политики от оптимальной, т.е. насколько сильно $U(\hat{x}_{\text{opt}})$ отличается от $U(x_{\text{opt}})$.

При неучете большей части значимых факторов (т.е. при $\hat{m} \ll m$) оценочная функция полезности общества $\hat{U}(x)$ заведомо будет сильно отличаться от истинной $U(x)$ – иначе неучтенные факторы и не были бы значимыми. В то же время даже при силь-

ном отличии оценочной функции полезности общества от истинной вполне возможно, что точки оптимума \hat{x}_{opt} и x_{opt} будут отличаться относительно мало. Это имеет место в следующих случаях. Либо практически все значимые факторы не конфликтны, а сонаправлены и достигают максимума приблизительно в одной точке, см. пример 1 на рис. 3.

Либо они имеют различные точки максимума на интервале $[a; b]$ – например, половина – ближе к его левой границе a , а половина – к правой границе b , и лишь их сумма достигает максимума в некоторой точке x_{opt} . Но при этом возможно, что в числе немногих факторов, учтенных при формировании функции $\hat{U}(x)$, оказались все разнонаправленные типы факторов, так что максимум суммы этих слагаемых близок к максимуму полной суммы всех факторов $U(x)$, как показано на рис. 4.

В противном же случае при таком разнородном составе целевой функции оценка оптимума будет сильно искажена.

Наконец возможно, что даже при сильном отличии истинной оптимальной политики x_{opt} от квазиоптимальной \hat{x}_{opt} , полученной на основе искаженной функции полезности общества $\hat{U}(x)$, значение истинной функции

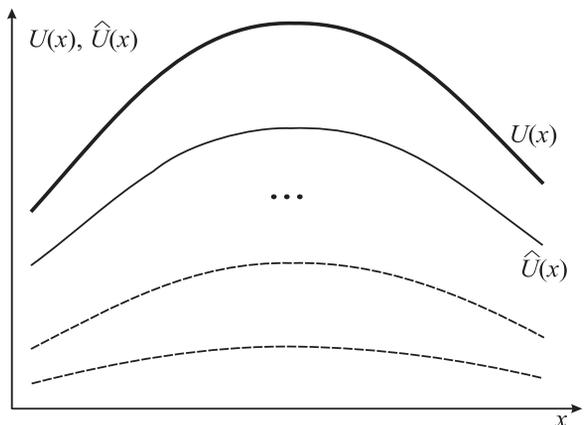


Рис. 3. Оценка оптимума при неполном учете значимых факторов в составе целевой функции (пример 1)

общественного благосостояния сократится незначительно. Это имеет место в следующих случаях:

- при слабой зависимости функции общественного благосостояния от выбранной политики на интервале $[a; b]$, т.е. в случае, когда

$$\max_{x \in [a; b]} U(x) - \min_{x \in [a; b]} U(x) \ll \max_{x \in [a; b]} U(x),$$

см. пример на рис. 5;

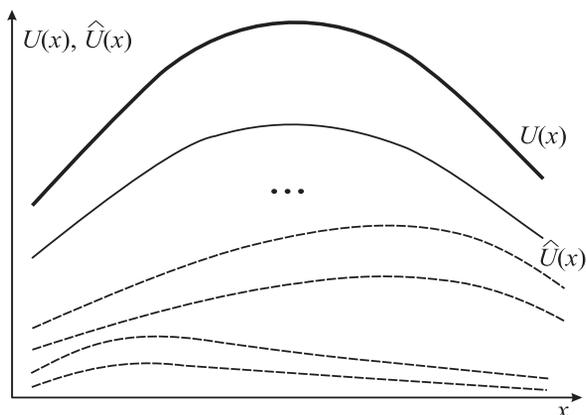


Рис. 4. Оценка оптимума при неполном учете значимых факторов в составе целевой функции (пример 2)

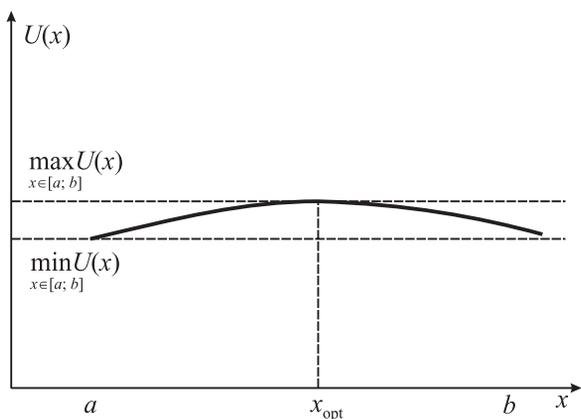


Рис. 5. Изменение значения целевой функции при отклонении от максимума (пример 1)

- истинная функция полезности общества на интервале $[a; b]$ меняется немонотонным образом (например, периодически) и в некоторой точке \hat{x}_{opt} , сильно отличающейся от истинного оптимума x_{opt} , тем не менее достигает значения, лишь немногим меньшего, чем максимум на данном интервале U_{max} , что показано на рис. 6.

В реальности весьма маловероятно, хотя и возможно, что неоптимальная политика \hat{x}_{opt} практически совпадет с другим локальным максимумом функции $U(x)$, как на рис. 6.

При выполнении вышеописанных условий устойчивости, «робастности» рассматриваемой системы к искажениям целевой функции и оптимальной политики (что показано на рис. 3–6), даже крайне несовершенная организация системных исследований не приведет к критическим последствиям и большим потерям общественного благосостояния. Напротив, в противоположных случаях система управления развитием (предприятия, отрасли, региона, национальной экономики в целом) весьма чувствительна к недостаткам организации и методологии стратегического анализа, прогнозирования и планирования. Именно в этих случаях наиболее актуальными становятся предлагаемые авторами меры повышения качества системных исследований.

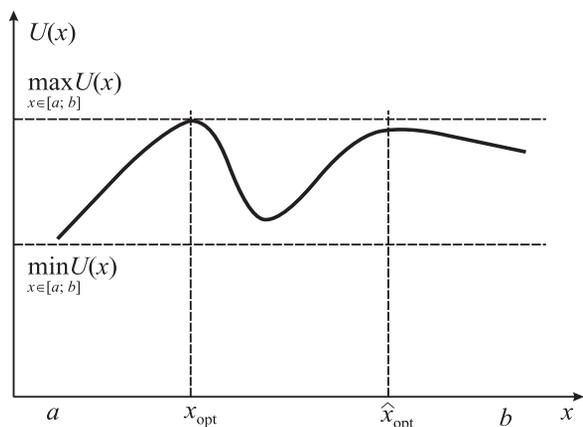


Рис. 6. Изменение значения целевой функции при отклонении от максимума (пример 2)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам качественного анализа предложенной математической модели организации процесса разработки стратегий и прогнозов развития социально-экономических систем можно сформулировать следующие выводы.

1. Повышение качества организации разработки стратегий и прогнозов, направленное на учет конкурирующих научных концепций, максимально полный учет всех значимых факторов при построении системных моделей, наиболее актуально в тех случаях, когда:

- мнения общества поляризованы относительно значимости тех или иных факторов для достижения генеральных целей развития;
- различные факторы, влияющие на достижение генеральных целей развития, конфликтуют между собой и по-разному зависят от выбранной политики;
- степень достижения генеральных целей развития сильно зависит от выбранной политики и существенно уменьшится/снизится при неоптимальном ее характере.

2. В организации системных исследований следует предусмотреть открытый, прозрачный процесс проверки значимости любого учитываемого фактора вне зависимости от того, насколько многочисленны и авторитетны называющие его эксперты.

ваниями в авиационной науке // Интеллект & технологии. 2016. № 1 (13). С. 58–63.

Клочков В.В., Селезнева И.Е. Проблемы методологии и организации исследований и разработок, выполняемых в интересах государственного управления // Россия: тенденции и перспективы развития. Вып. 11. Ч. 2. М.: ИНИОН РАН, 2016а. С. 401–407.

Клочков В.В., Селезнева И.Е. Новые принципы организации прогнозных и стратегических исследований и разработок // Друкеровский вестник. 2016б. № 4. С. 98–112.

Клочков В.В., Селезнева И.Е. Стратегические и прогнозны исследования и разработки: проблемы методологии и организации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. Т. 13. Вып. 3. С. 449–463.

Макаренко Д.И., Хрусталева Е.Ю. Когнитивное моделирование наукоемких оборонно-ориентированных производств. М.: ЦЭМИ РАН, 2007.

Панин Б.А., Клочков В.В. Анализ предпосылок и последствий политизации экономической науки // Экономическая наука современной России. 2011. № 3. С. 56–67.

Чебуров Г. Открытые инновации: создание прибыльных технологий. М.: Поколение, 2007.

Clausing D., Holmes M. Technology readiness // Research Technology Management. 2010. № 53 (4). P. 52–59.

Рукопись поступила в редакцию 21.04.2017 г.

Список литературы

Арнгольд В.И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. М.: Московский центр непрерывного математического образования, 2004.

Гольдштейн Г.Я. Стратегический инновационный менеджмент: учеб. пособие. Таганрог: Таганрог. гос. радиотехн. ун-т, 2004.

Клочков В.В., Рождественская С.М. Современные принципы управления прикладными исследо-

MODEL OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS DEVELOPMENT STRATEGIES AND FORECASTS QUALITY ESTIMATE

V.V. Klochkov, I.E. Selezneva

Klochkov Vladislav V., National Research Center “Institute named after N.E. Zhukovsky”, Zhukovsky, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, vlad_klochkov@mail.ru

Selezneva Irina E., V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, ir.seleznewa2016@yandex.ru

The paper describes and analyzes the problems associated with present-day practice of strategic and forecast researches organization and carrying out, such as restricted applicability of competitive mechanism for these investigations' executors choice, non-transparency of strategies and forecasts formation, bias of lead research executor, the lack of efficient monitoring of the research results by the customer, as well as the incorrectness of system research methodology. The new scheme of organization of these researches is justified. It is similar to the modern system of organization of applied investigations carried out in high-tech industry for new technologies development. To improve the quality of new managerial techniques development management the system of technology readiness (for practical application) levels is introduced. It provides strict monitoring of intermediate results of system researches. New managerial technology development process is clearly subdivided into separate stages, from the development of composition and structure of a simulated system to the computer models of large-scale systems development. Such a model can be used further repeatedly to construct the forecasts, strategies of the controlled systems development. Also in the paper a new economic-mathematical model is proposed for enterprises, industries, and countries strategies and forecasts development organization quality assessment. For this aim, society and its separate groups welfare models dependent on the policy performed were built. The model of optimal policy choice was also constructed, the process of the society utility evaluation function forming was described. The accuracy and quality parameters of management decisions taken from maximization of the function concerned were formalized. The influence of the proposed by the author's new forecasts and strategies development organization on the quality of strategic management was investigated. Controlled system (enterprise, industry, national economy) «robustness» conditions to the biases of the society objective function and optimal policy were described.

Keywords: forecast and strategic research and development, large-scale system, hierarchical model, management technologies, the society utility function, evaluation of social welfare, the quality of forecasts and strategies.

JEL: C51, C52, C54, D60, D70, O20.

References

- Arnold V.I. (2004). «Hard» and «soft» mathematical models. Moscow, Moscow center of continuous mathematical education (in Russian).
- Goldstein G.Y. (2004). Strategic innovation management: tutorial. Taganrog, Taganrog state radio engineering University (in Russian).
- Klochkov V.V., Rozhdestvenskaya S.M. (2016). Modern principles of management of applied researches in aviation science. *Intelligence & technologies*, no. 1 (13), pp. 58–63 (in Russian).
- Klochkov V.V., Selezneva I.E. (2016a). Problems of methodology and organization of research and development performed in the interests of state management. Russia: tendencies and prospects of development. Moscow, INION RAN, vol. 11, part 2, pp. 401–407 (in Russian).
- Klochkov V.V., Selezneva I.E. (2016b). New principles of organization of forecast and strategic research and development. *Drucker herald*, no. 4, pp. 98–112 (in Russian).
- Klochkov V.V., Selezneva I.E. (2017). Strategic and predictive research and development: Methodological and organizational considerations. *National Interests: Priorities and Security*, vol. 13, no. 3, pp. 449–463 (in Russian).
- Makarenko D.I., Khrustalev E.Yu. (2007). Cognitive modeling of innovate defense-oriented industries. Moscow, CEMI RAS (in Russian).
- Panin B.A., Klochkov V.V. (2011). The analysis of the prerequisites and consequences of the economic science politicization. *Economic Science of Modern Russia*, no. 3, pp. 56–67 (in Russian).
- Chesbro G. (2007). Open innovations: creating profitable technologies. Moscow, Pokolenie (in Russian).
- Clausing D., Holmes M. (2010). Technology Readiness. *Research Technology Management*, no. 53(4), pp. 52–59.

Manuscript received 21.04.2017