

# Регулирование сложных социально-экономических систем на разных уровнях иерархии в условиях неопределенности

Л.В. Жуковская<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Центральный экономико-математический институт» Российской академии наук, г. Москва, Россия

**Аннотация.** В работе предложен подход к построению и решению задачи управления динамикой сложных социально-экономических систем в условиях неопределенности при неидентичности в структуре и объемах информации на разных уровнях иерархии на примере системы социальной защиты и поддержки населения. Рассмотрены методы и технологии исследования проблем в социальной сфере с целью улучшения качества жизни населения и преодоления экономического неравенства.

**Ключевые слова:** сложные социально-экономические системы, управление, управляющее воздействие, динамические системы, нестационарные системы, неопределенности, дифференциальные уравнения, уровни иерархии, население, социальные услуги, социальная защита и поддержка граждан.

**DOI:** 10.14357/20790279180402

## Введение

Социально-экономические системы состоят из взаимодействующих, взаимовлияющих подсистем и имеют выраженную иерархическую структуру по уровням государственной власти – трехуровневую [1]. В свою очередь, они являются подсистемами по отношению к обществу в целом. В частном случае, сложная социально-экономическая система состоит из социальной и экономической подсистем, выполняющих определенные функции:

- социальная подсистема представляет собой составную часть общества с ее определенной социальной структурой, институциональными институтами, человеческим, в том числе культурным, интеллектуальным, образовательным, трудовым потенциалом и капиталом, морально-этическими принципами и демографическими процессами, а также здоровьем населения;
- экономическая подсистема, как совокупность всех экономических отношений, реализующихся в обществе, находится в непрерывном взаимодействии с элементами социальной подсистемы.

Отметим, что в процессе функционирования сложной социально-экономической системы часто возникает «подмена» функций управления инструментами социального конструирования, тогда

субъекты и объекты социальных и экономических отношений, включенные в функционирование данной системы, начинают выполнять не свойственные им функции. В частности, управление социально-экономическими процессами, направленное на улучшение качества жизни населения и преодоление экономического неравенства, осуществляется на настоящий момент, в основном, через применения инструментов социального инженеринга, а не путем развития промышленного потенциала, направленного на экономический рост. В этом случае, механизмы социального конструирования и проектирования становятся основой управления социально-экономическими процессами, подменяя собой инструменты экономической политики. Как следствие, нарушается баланс в функционировании подсистем и элементов системы, а поведение системы становится дисфункциональным. Следствием дисфункциональности или нестационарности [2] социально-экономической системы, в конечном итоге, является расширение зоны бедности, рост экономического неравенства, снижение объемов социальной поддержки населения и рост социальной напряженности.

Следует отметить, что нестационарность системы обусловлена, как правило, наличием неопределенности и конфликтности, внешними и внутренними рисками. Рост цены принятия управленческих

решений при наличии рисков дисфункциональности социально-экономической системы прямо пропорционален стоимости ресурсов для выхода из сложных, конфликтных и критических ситуаций.

В этом случае целесообразно применение различных инструментов моделирования сложных социально-экономических явлений и процессов при построении моделей сложных систем, которые учитывали бы различные типы внутреннего взаимодействия и влияние внешней среды. В данной работе исследование социально-экономических процессов предполагает использование инструментария теории игр, как метода экономико-математического моделирования.

Теория игр, как совокупность математических моделей и одновременно инструментарий для анализа и разработки как краткосрочных, так и долгосрочных стратегий, определяющих, например, правила поведения частных социально-экономических систем и принятия оптимальных управленческих решений в условиях конфликтов и неопределенности на уровне микроанализа.

Будут ли закономерности, принятые на микроэкономическом уровне справедливы для макроанализа? Ответ на этот вопрос можно получить, рассматривая основные тенденции реформирования социальной сферы последних лет.

Так, в последние десятилетия, объем бюджетных ресурсов, выделяемых на функционирование системы социальной защиты и поддержки населения с целью повышения качества жизни малообеспеченных и социально-незащищенных граждан, неуклонно уменьшается. При реализации государственной политики в социальной сфере на федеральном, региональном и муниципальном уровнях акцент смещается в сторону уменьшения объемов целевых поступлений. Посредством уменьшения объемов федерального бюджетного финансирования происходит вытеснение из социальной сферы бюджетных и казенных учреждений путем их реорганизации в автономные учреждения. Параллельно происходит формирование системы социально ориентированных некоммерческих организаций (СО НКО). На данный момент, СО НКО имеет ряд источников финансирования: через контрактную систему – целевые средства федерального бюджета, за счет оказания платных социальных услуг населению, а также договоров пожертвования от организаций корпоративного сектора экономики и физических лиц.

Таким образом, происходит постепенное разгосударствление социальной сферы. Вместо организованной и жестко структурированной иерархической системы с единым координирующим

центром, возможно появление множества отдельных организаций, принимающих решения и действующих самостоятельно – независимо друг от друга на формирующемся рынке социальных услуг (продуктов), предоставляемых населению. Идет трансформация в слабоструктурированную и нестационарную систему. Отметим также, что в настоящее время, путем систематического применения инструментов социального конструирования через различные средства массовой информации и новых технологий, искажается и ограничивается информационное поле о реализуемых государством социальных реформах – пенсионного обеспечения, социальной поддержки малоимущих граждан, и других вопросов социального обеспечения.

Нестационарность рассматриваемой сложной социально-экономической системы определяется присущей ей динамичностью и наличием неопределенности. Под неопределенностью понимается неполнота или неточность информации на разных уровнях иерархии об условиях реализации выбранного решения в социально-экономических системах.

Использование инструментария теории игр в решении проблем управления подобными социально-экономическими системами в настоящей статье заключается в обеспечении моделирования и анализа процессов управления при определенных предположениях об экзогенных переменных, конструктивного синтеза параметров исследуемых систем и управляющего воздействия.

Моделирование сложных социально-экономических систем, как целостных совокупностей взаимосвязанных и взаимодействующих социальных и экономических институтов, усложняется требованиями к получению реалистичных решений, которые приводят к увеличению размерности модели из-за уточнения ее параметров. Поэтому необходимы декомпозиция модели и разработка иерархии взаимосвязанных математических моделей, тем более что структура регулируемых сложных социально-экономических систем институционально определена тремя уровнями иерархии.

Научное обеспечение задач управления сложными социально-экономическими системами ставит следующие проблемы:

- разработки стабилизирующих управлений;
- согласованности критериев управления сложной социально-экономической системой;
- согласованность иерархического взаимодействия;
- необходимость учета факторов неопределенности и, как следствие, соответствующих рисков.

Устойчивое функционирование сложных социально-экономических систем определяется с помощью динамического свойства управляемости и предполагает ряд требований:

- практически монотонного возрастания некоторых показателей функционирования системы (уровень жизни, доходов, занятости, сбережений населения и т.д.);
- асимптотической устойчивости (стабилизируемости) системы;
- гармонизация всех уровней иерархии.

В настоящей статье предполагается лишь постановка иерархической задачи и возможные методы ее решения на примере системы социальной защиты и поддержки населения.

### **1. Модели и методы регулирования сложных социально-экономических систем в условиях неопределенности при неидентичности в структуре и объемах информации на разных уровнях иерархии**

Современное состояние теории управления и теории дифференциальных игр позволяет исследовать сложные социально-экономические нестационарные системы. В случае больших размерностей выстраиваемых моделей, аналитические методы сочетают с численным моделированием, применяется декомпозиция моделей. Приведенные выше признаки сложных систем: открытость, иерархичность, нелинейность, динамичность и др. допускают применение методов нелинейного анализа, дифференциальных игр, методов рациональных управлений. Модели иерархического взаимодействия применяются в связи с гармонизацией интересов сторон с целью устранения конфликтов.

Макроэкономические модели представляют собой формализованное описание различных социальных и экономических явлений и процессов в целях выявления взаимосвязей между ними. С помощью подобной обобщенной модели определяется комплекс альтернативных способов управления динамикой сложной социально-экономической системы. Необходимо отметить, что при принятии решений могут оказаться полезными даже «грубые» модели, если они приведут к положительным результатам или к возможным негативным последствиям управления.

Рассмотрим модель трехступенчатой иерархической социально-экономической системы по уровням государственной власти (федеральной, региональной, муниципальной).

Функции государственной политики в социальной сфере осуществляет Министерство труда

и социальной защиты Российской Федерации (далее – Министерство), управляющее воздействие которого институционально определяется «функциями по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере демографии, труда, уровня жизни и доходов, оплаты труда, пенсионного обеспечения, включая негосударственное пенсионное обеспечение, социального страхования (за исключением обязательного медицинского страхования), включая вопросы тарифов по страховым взносам, условий и охраны труда, социального партнерства и трудовых отношений, занятости населения и безработицы, трудовой миграции, альтернативной гражданской службы, государственной гражданской службы, социальной защиты населения, в том числе социальной защиты семьи, женщин и детей, граждан пожилого возраста и ветеранов, граждан, пострадавших в результате чрезвычайных ситуаций, опеки и попечительства в отношении совершеннолетних недееспособных или не полностью дееспособных граждан, социального обслуживания населения, оказания протезно-ортопедической помощи, реабилитации инвалидов, проведения медико-социальной экспертизы, по разработке и организации внедрения и консультативно-методическому обеспечению мер, направленных на предупреждение коррупции в организациях, по контролю за выполнением этих мер, по методическому обеспечению мер, направленных на развитие муниципальной службы, а также по управлению государственным имуществом и оказанию государственных услуг в установленной сфере деятельности»<sup>1</sup>.

Наряду с вышеизложенными функциями, Министерство определяет деятельность региональных и муниципальных органов государственной власти соответствующих уровней социальной защиты, центров социальной поддержки, учреждений и организаций, осуществляющих свою деятельность в социальной сфере.

Одной из важнейших целей регулирования социальной сферы является преодоление экономического неравенства через устранение диспропорций бедности путем увеличения доходов малоимущего и социально-незащищенного населения. Общегосударственные цели отождествляются с соответствующей государственной программой (далее – Программа), которая содержит перечень социальных услуг (продуктов), как конечных продуктов, и объемов их оказания населению. Ука-

<sup>1</sup> Постановление Правительства РФ от 19 июня 2012 г. № 610 «Об утверждении Положения о Министерстве труда и социальной защиты Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).

занный перечень сформулирован и утвержден в результате определенной формальной процедуры.

**Модель Программы.** В рассматриваемой социально-экономической системе (Министерством) вырабатывается перечень из разных социальных услуг (продуктов) населению  $P_1, P_2, \dots, P_M$ . Для выполнения Программы необходимо, чтобы социальные услуги (продукты) предоставлялись (производились) в течение определенного периода времени и в определенных количествах  $P_j^*(t) (j = 1, \dots, M)$ . Тогда реализация Программы в момент времени  $t$  характеризуется системой некоторых индикаторов (показателей)  $r_j(t) = P_j(t) / P_j^*(t)$ , а оценку качества реализации Программы оказания  $j$ -ой услуги в течение определенного периода времени  $[0, T]$  можно оценить достижение определенного индикатора, то есть  $\bar{r}_j = \min_{t \in [0, T]} r_j(t)$ . Предположим, что

Министерство тем лучше реализует Программу, чем больше (по  $P = (P_1(t), \dots, P_M(t))$ ) функционал

$$J^{Gov}(P) = \min_j \bar{r}_j = \min_j \min_i P_j(t) / P_j^*(t). \quad (1)$$

Это означает стремление к увеличению доли производимых социальных услуг (продуктов) в структуре ВВП. В этой связи, не лишне будет повторить, что сложной социально-экономической системе присуща субординация уровней и иерархический принцип построения.

Далее предполагается, что рассматриваемая сложная социально-экономическая система состоит из подсистем, которые в данной статье названы Центрами. Под Центрами понимаются региональные органы государственной власти, например, региональные министерства, департаменты и/или управления социальной защиты населения, осуществляющие функции управления социальной сферой. Они координируют деятельность организаций и учреждений, осуществляющих свою деятельность в социальной сфере на муниципальном уровне (далее – Организация).

**Задачи Центров:**

- распределение средств федерального и регионального бюджетов (государственных инвестиций) в основные фонды Организаций, осуществляющих свою деятельность в социальной сфере  $U_i (i = 1, \dots, N_i)$ ;
- распределение государственных средств по фондам заработной платы работников социальной сферы  $Q_i(t) (i = 1, \dots, N_i)$ .

Центру предлагается его программа  $P_j^*(t) (i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, M)$  оказания социальных услуг населению.

Так как объем получаемых федеральных субсидий зависит от объема оказываемых услуг, то стремление  $i$ -го Центра можно описать в виде максимизации функционала (по  $U = (U_1(t), \dots, U_{N_i}(t))$  и  $Q = (Q_1(t), \dots, Q_{N_i}(t))$ ):

$$J_i^{Cen}(U, Q) = \min_j \min_i P_j^i(t) / P_j^*(t) \quad (i = 1, \dots, N_i). \quad (2)$$

Для охвата более широкого класса задач будем считать, что цели  $i$  Центра описываются некоторым функционалом, зависящим от результатов деятельности территориальных Организаций по оказанию (производству) социальных услуг (продуктов):

$$I_i^{Cen}[U, Q] = I_i^{Cen}(J_1^{Cen}(U, Q), \dots, J_{N_i}^{Cen}(U, Q)). \quad (3)$$

Бюджетную политику государства и формирование частей бюджета на реализацию социальных обязательств осуществляет Министерство финансов Российской Федерации (далее – Минфин). Обозначим через  $z(t)$  объем средств федерального бюджета (денежный ресурс), выделяемый Минфином на осуществление социальной политики государства в данный момент времени  $t$ . В качестве доходной части бюджета в социальной сфере, опосредованно, можно рассмотреть следующие составляющие.

**Налоговые доходы:**

- налог на основные фонды (в единицу времени)  $k$ -ой Организации, входящей в  $i$ -ое объединение Организаций по территориальному признаку обозначим  $x_{ik}(t)$ . Организация  $(i, k)$  отчисляет средства  $\lambda_x x_{ik}$ , которые через налоговую систему, в конечном итоге поступают в Минфин, то есть в Минфин поступает

$$z_x^{(1)} = \lambda_x \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{N_i} x_{ik}(t) \quad (4)$$

- налог на добавленную стоимость. Пусть в единицу времени Организация  $(i, k)$  поставила социальную услугу (продукт)  $\{P_1^{ik}(t), \dots, P_M^{ik}(t)\}$ . Если  $c_j$  – цена продукта (услуги)  $P_j^{ik}(t)$ , а в виде налога, государству отчисляется сумма  $c_j^*$ , то Организация  $(i, k)$  получает

$$\sum_{j=1}^M (c_j - c_j^*) P_j^{ik}(t), \quad (5)$$

а от всех Организаций –

$$z_p^t = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{N_i} \sum_{j=1}^M c_j^* P_j^{ik}(t) = \sum_{j=1}^M c_j^* P_j(t), \quad (6)$$



где  $P_j$  – суммарная  $j$ -ая услуга (суммарный продукт).

**Процент от кредита.** Вследствие негативных тенденций в экономике и, как следствие, растущей социальной нагрузки последних лет, доходные части бюджетов всех уровней несут потери. Помимо дотаций на выравнивание бюджетной обеспеченности регионов и дотаций на частичную компенсацию расходов на реализацию социальных обязательств Минфин осуществляет процесс бюджетного кредитования регионов под процент. Поэтому можно утверждать, что в качестве доходов Минфин также получает процент от бюджетных кредитов. Если  $y_i(t)$  – количество денежных средств, которое  $i$ -му Центру было предоставлено в кредит, то он выплачивает в единицу времени денежные средства в размере  $\lambda_{y_i} y_i(t)$  ( $\lambda = const$ ). При этом, в форме процента от кредита в единицу времени, Минфин получает сумму:

$$z_y(t) = \sum_{i=1}^M y_i(t) \lambda_{y_i}. \quad (7)$$

Сложившаяся в последние десятилетия государственная социальная политика, привела к тому, что часть Организаций социальной сферы, если им это институционально разрешено, вынуждены брать кредиты. Если  $y_{ik}(t)$  – размер полученного Организацией кредита под процент  $\lambda_{y_{ik}}$ , то Государство, в лице Минфина, в течение единицы времени опосредовано получает сумму:

$$z_{yy} = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{N_i} \lambda_{y_{ik}} y_{ik}(t). \quad (8)$$

Коэффициенты  $\lambda_{y_i}, \lambda_{y_{ik}}$  – некоторые параметры, находящиеся в распоряжении Минфина.

Допустим, что доходная часть бюджета расходует в сфере социальной поддержки и защиты населения следующим образом:

- расходы на выплату социальных обязательств населению (непроизводственные расходы) в единицу времени  $R(t)$  – которые являются заранее фиксированными функциями времени;
- бюджетные ассигнования, выделяемые на социальную сферу  $R_u(t)$ , которые «получаются суммированием»  $U_i(t)$ :

$$R_u(t) = \sum_{i=1}^N U_i(t); \quad (9)$$

средства, выделяемые на фонды заработной платы работников, осуществляющих трудовую деятельность в социальной сфере,

$$Q(t) = \sum_{i=1}^N Q_i(t), \quad (10)$$

ограниченные по существу, объемом социальных услуг (продуктов), предоставляемых населению

$$Q(t) \leq \sum_j c_j P_j(t), \quad (11)$$

где суммирование распространяется по всем индексам  $j$ , которые отвечают перечню социальных услуг (продуктов);

- общая величина бюджетных кредитов, выдаваемых регионам, опосредованно Центрам  $R_y(t)$  – складывается из средств, полученных в качестве кредитов, выдаваемых Минфином на проведение мероприятий в социальной сфере:

$$R_y(t) = \sum_{i=1}^N v_i(t); \quad (12)$$

общая сумма кредитов Организациям:

$$R_{yy}(t) = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{N_i} v_{ik}(t). \quad (13)$$

Предположим, что максимальный объем кредитов лимитируется государством:

$$0 \leq v_i(t) \leq v_i^+(t, y_i), \quad (14)$$

$$0 \leq v_{ik}(t) \leq v_{ik}^+(t, y_{ik}, x_{ik}, P_j^{ik}). \quad (15)$$

Таким образом, в данной задаче управляющее воздействие Минфина в общем и упрощенном случаях зависят от объема денежных средств, предназначенных для выдачи бюджетных кредитов и от результатов деятельности Организаций в рассматриваемой системе.

Кроме ограничений (14) и (15) на размер текущих займов, должны быть введены для предотвращения роста общей кредитной задолженности регионов дополнительные ограничения на общую сумму кредита, находящегося в распоряжении заемщика:

$$\begin{aligned} y_i(t) &\leq y_i^+(t), \\ y_{ik}(t) &\leq y_{ik}^+(t). \end{aligned} \quad (16)$$

Изменение финансовых ресурсов, находящихся в распоряжении Минфина в исследуемой модели, описывается следующим скалярным дифференциальным уравнением:

$$\dot{z} = z_x + z_p + z_y + z_{yy} - R - R_u - Q - R_y - R,$$

где величины правой части описываются (4), (6)–(13).

Парадокс настоящего времени заключается в том, что в недоходной сфере государственного регулирования задачей Минфина является максимизация функционала (1) и использование управляющих воздействий  $U_i(t), Q_i(t), \lambda_x^*, c_j^*, \lambda_y^*, \lambda_{yy}^*, v_i^+, v_{ik}^+, y_i^+, y_{ik}^+$  для по-

лучения максимального объема денежных средств от нижних уровней иерархий.

Далее модель строится следующим образом. Министерство, вырабатывая государственную политику в социальной сфере, координирует деятельность Центров и Организаций путем направления нормативных правовых актов для соответствующего их исполнения на всех уровнях иерархий.

Отметим, что каждый  $i$ -ый Центр располагает некоторым объемом бюджетных средств  $U_i(t)$ , а также кредитными средствами в пределах ограничений (14) и (16). Данные средства расходуются на содержание основных и оборотных фондов Организаций и оплаты процентов по кредитам:

$$U_i(t) + v_i(t) = \sum_{k=1}^{N_i} U_{ik}(t) + \lambda_{y_i} y_i(t), \quad (17)$$

где

$$\dot{y}_i = v_i(t). \quad (18)$$

Управляющим воздействием Центра является распределение, на своем уровне иерархии, денежных ресурсов и выбор объема бюджетного кредита в пределах соответствующих лимитов.

В исследуемой модели Центр распределяет денежные средства по фондам заработных плат Организаций:

$$Q_i(t) = \sum_{k=1}^{N_i} Q_{ik}^*(t) + q_i, \quad (19)$$

где  $q_i$  – строго регламентированное число, либо фиксированное, либо является однозначной функцией функционала  $J_i^{Cen}$ .

Центр определяет меры административного воздействия на Организации: функции премирования или наказания Организаций  $\varphi_{ik}^j(P_j^{ik})$  ( $j = 1, \dots, M; i = 1, \dots, N; k = 1, \dots, N_i$ ).

Они подчиняются системе ограничений

$$\sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^{N_i} \varphi_{ik}^j(P_j^{ik}) + \delta_i = 0, \quad (20)$$

где – некоторая часть благ, получаемая Центром.

Задачей  $i$ -го Центра является распоряжение управляющими воздействиями  $U_{ik}(t), Q_{ik}(t), \varphi_{ik}^j, y_i(t)$ , при ограничениях (17) – (20), с целью максимизации функционала (3).

На нижнем уровне моделируемой сложной социально-экономической, динамической, иерархической системы находятся Организации. Каждая Организация обладает бюджетом и/или фондом  $x_{ik}$ , необходимым для оказания услуг  $P_j^{ik}$  (производства социального продукта). Динамика фондов описывается дифференциальным уравнением

$$\dot{x}_{ik} = -\chi_{ik} x_{ik} + u_{ik}(t) + w_{ik}(t),$$

где  $w_{ik}(t)$  – использование собственных ресурсов (внутренние инвестиции) в единицу времени,  $\chi_{ik}$  – коэффициент.

Оказание социальных услуг (производство социального продукта) описывается функциями  $F_j^{ik}$  вида  $P_j^{ik} = F_j^{ik}(x_{ik}^j, \gamma_{ik}^j, L_{ik}^j)$ , где  $x_{ik}^j$  – доля ресурса  $x_{ik}$ , используемая на оказание  $j$ -ой социальной услуги (производства  $j$ -го социального

$$\text{продукта)} \sum_{j=1}^M x_{ik}^j = x_{ik}.$$

Стоимость, оказанных Организацией ( $i, k$ ) социальных услуг (поставленного социального про-

$$\text{дукта), равна } \sum_{j=1}^M c_j P_j^{ik}.$$

Объем денежных средств, получаемых Организацией в единицу времени, складывается из стоимости оказанных услуг (поставленного продукта) и опосредованно займа  $v_{ij}(t)$ . Эти средства расходуются следующим образом:

- в виде выплаты налога на добавленную стои-

$$\text{мость } \sum_{j=1}^M c_j^* P_j^{ik};$$

- в виде выплаты налога на фонды  $\lambda_x x_{ik}$ ;

- выплаты по заработной плате  $Q_{ik}(t) = \sum_{j=1}^M \gamma_{ik}^j L_{ik}^j$ , причем  $Q_{ik}(t) \leq Q_{ik}^*(t)$ ;

- осуществляются внутренние инвестиции на развитие Организации  $w_{ik}(t)$ ;

- оплата штрафов или выплату поощрений в виде премирования  $\varphi_{ik}^j(P_j^{ik})$ .

Разность

$$\psi_{ik} = \sum_{j=1}^M (c_j - c_j^*) P_j^{ik} + v_{ik} - \lambda_x x_{ik} - w_{ik} - \sum_{j=1}^M \gamma_{ik}^j L_{ik}^j - \sum_{j=1}^M \varphi_{ik}^j(P_j^{ik})$$

представляет собой доход Организации ( $i, k$ ). Целью Организации является максимизация суммарного дохода:

$$J_{ik}^{Org} = \int_0^T \psi_{ik} dt. \quad (21)$$

Организациям, находящимся на нижнем уровне иерархии, предоставляется Центром и Министерством информация об объемах финансирования. Указанный объем информации является не полным по отношению к степени информированности вышестоящих уровней иерархии и, следовательно, решения на уровне Организаций принимаются в условиях неполноты информации, т.е. неопределенности, вызванной неидентичностью в структуре и объемах информации.

Аналогичное утверждение справедливо для Центров по отношению к Министерству.

## 2. Правила функционирования социально-экономической системы

Чтобы рассматриваемая система могла функционировать должны быть определены «правила игры».

Необходимо установить порядок ходов. Государством определен трехуровневый порядок функционирования органов исполнительной власти (федеральный, региональный, муниципальный). Первых ход делает федеральное Министерство, которое сообщает региональным министерствам, департаментам и/или управлениям социальной защиты населения (Центрам) и организациям, осуществляющим свою деятельность в социальной сфере, значения своих управляющих параметров и функций.

Затем задача сводится к анализу двухступенчатой иерархии. На этом уровне следующий ход делают Центры, доводя до сведения Организаций, значения своих управляющих воздействий. Теперь каждая Организация должна сделать свой ход, принять свои решения, т.е. выбрать значения управляющих функций и параметров.

Гипотеза  $\Gamma_{ik}$  поведения Организации ( $i, k$ ) состоит в том, что она максимизирует функционал (21) – максимизирует доход, увеличивая объемы предоставляемых социальных услуг (продуктов) за счет расширения перечней оказываемых платных услуг (продуктов) и оказывая дополнительные услуги. Решения Организации (управляющее воздействие Организации) являются функционалом от управляющих воздействий соответствующих Центров и Министерства. Принимаемое оперативное решение на уровне Организации, согласно нормативным правовым документам, самостоятельные и не согласуются с региональным Центром. В свою очередь, аналогично принимают решения Центры.

Гипотеза  $\Gamma_i$  поведения  $i$ -го Центра – максимизация целевых функций (2), т.е. максимизация результатов деятельности Организаций, объединенных по территориальному признаку. Выбирая свои управляющие воздействия, Центр основывается на гипотезах  $\Gamma_{ik}$  поведения Организаций.

При принятии решения в социальной сфере на верхнем уровне иерархии (федеральном уровне), управляющие функции Центров будут некоторыми функционалами от управляющих воздействий Министерства. При данном подходе план распределения ресурсов и стратегия использования бюджета являются оптимальными, если при них достигается максимальное значение функционала (1), т.е. осуществляется наи-

лучшее выполнение описанной выше программы при гипотезах  $\Gamma_i, \Gamma_{ik}$ .

Далее перейдем к формализации решения трехуровневой дифференциальной игры, игроками которой являются Министерство, Центры и Организации. Укажем принципы взаимодействия между игроками нижнего уровня иерархии. В зависимости от условий, в которые «погружена» игра, принципы взаимодействия либо устанавливаются Центром, либо определяются игроками нижнего уровня (Организациями) самостоятельно.

Следовательно, возникает проблема выбора теоретико-игровых принципов оптимальности, которым должны следовать игроки нижнего уровня при выборе своих стратегий. Если указанные игроки выбирают свои стратегии независимо друг от друга, то рассматривается бескоалиционный вариант игры, если – совместно и согласованно, то – кооперативный. При коалиционной игре, игроки распределены на непересекающиеся группы (коалиции), внутри которых – кооперативный вариант игры, а между коалициями – бескоалиционный.

Далее во избежание громоздкости модели предположим, что на втором и третьем уровне иерархии будет только по одному игроку. Пусть динамика трехуровневой иерархической игры описана системой дифференциальных уравнений:

$$\dot{x} = f(t, x, u_{Gov}, u_{Cen}, u_{Org}), \quad x(t_0) = x_0, \quad (22)$$

где фазовый вектор  $x \in E^n$  стратегии Министерства  $u_{Gov} \in \mathfrak{Z}_{Gov}$ , стратегии Центра  $u_{Cen} \in \mathfrak{Z}_{Cen}$ , стратегии Организации  $u_{Org} \in \mathfrak{Z}_{Org}$ . Используемые здесь и далее параметры, функции и множества удовлетворяют обычным ограничениям теории дифференциальных игр [3].

Функции выигрыша «игроков» определены функционалами:

$$J_i(u_{Gov}, u_{Cen}, u_{Org}) = \Phi_i [T, x(t)] + \int_{t_0}^T F_i(t, x, u_{Gov}, u_{Cen}, u_{Org}) dt \quad (i = Gov, Cen, Org). \quad (23)$$

Предположим, что вводимые далее отображения  $R_i$  однозначны. Допустим, что, во-первых, существует отображение  $R_{Org} : \mathfrak{Z}_{Gov} \times \mathfrak{Z}_{Cen} \rightarrow \mathfrak{Z}_{Org}$ , такое что для каждой фиксированной пары  $\{u_{Gov}, u_{Cen}\} \in \mathfrak{Z}_{Gov} \times \mathfrak{Z}_{Cen}$  имеет место

$$\max_{u_{Org} \in \mathfrak{Z}_{Org}} J_{Org}(u_{Gov}, u_{Cen}, u_{Org}) = J_{Org}(u_{Gov}, u_{Cen}, R_{Org}(u_{Gov}, u_{Cen})).$$

Во-вторых, существует такое отображение  $R_{Cen} : \mathfrak{Z}_{Gov} \rightarrow \mathfrak{Z}_{Cen}$ , что при каждом фиксированном  $u_{Gov} \in \mathfrak{Z}_{Gov}$

$$\max_{u_{Org} \in \mathfrak{Z}_{Org}} J_{Cen}(u_{Gov}, u_{Cen}, R_{Org}(u_{Gov}, u_{Cen})) = J_{Cen}(u_{Gov}, R_{Cen}(u_{Gov}), R_{Org}[u_{Gov}, R_{Cen}(u_{Gov})]).$$

В-третьих, существует, так называемая, допустимая стратегия Министерства  $u_{Gov}^0 \in \mathfrak{Z}_{Gov}$  такая, что

$$\begin{aligned} \max_{u_{Org} \in \mathfrak{Z}_{Org}} J_{Gov}(u_{Gov}, R_{Cen}(u_{Gov}), R_{Org}[u_{Gov}, R_{Cen}(u_{Gov})]) = \\ = J_{Cen}(u_{Gov}^0, R_{Cen}(u_{Gov}^0), R_{Org}[u_{Gov}^0, R_{Cen}(u_{Gov}^0)]). \end{aligned}$$

Определенную стратегию  $u_{Gov}^0$  назовем гарантирующей стратегией государства (Министерства). Тройку  $\{u_{Gov}^0, R_{Cen}(u_{Gov}^0), R_{Org}(u_{Gov}^0, u_{Cen}^0)\}$  – решением трехуровневой иерархической игры (22), (23). Применение Министерством гарантирующей стратегии приводит к увеличению объемов социальной поддержки населения, что в свою очередь, ведет к улучшению качества жизни населения, получающего социальное обеспечение в виде услуг (продуктов).

### Заключение

В статье проведено исследование моделей, методов и технологий исследования управления динамикой сложных социально-экономических систем, в условиях неопределенности вызванной неидентичностью в структуре и объемах информации применительно к решению на трех уровнях иерархии, на примере системы социальной защиты и поддержки населения.

Получено решение трехуровневой иерархической игры и определено управляющее воздействие государства на социально-экономические процессы. Содержание этого воздействия определяется функциями, которые государство в лице Министерства, выполняет и/или должно выполнять по отношению к гражданам.

Проведены исследования для создания предпосылок по разработке и применению правовых институтов, регулирующих функционирование си-

стемы социальной защиты и поддержки населения, с целью упорядочивания отношений между экономическими агентами, осуществляющими свою деятельность в социальной сфере, и населением, что может способствовать выполнению социально-экономическими подсистемами своих задач.

В статье проведен анализ с использованием теоретико-игровых инструментов моделирования, доказывающий, что государственное регулирование сферы социальной защиты и поддержки населения должно быть направлено на рост качества жизни малоимущего и социально-незащищенного населения и преодолению экономического неравенства.

В заключении можно привести цитату В. Лукаса: «Можно утверждать, что теория игр  $n$  лиц является, по общему мнению, областью самого активного развития в теории игр и что здесь в последние годы появились существенные математические достижения. Это самая подходящая теория решения многих проблем в социальных науках...»

### Литература

1. Месарович М., Такатара Я. Общая теория систем: математические основы. М.: Мир, 1978. 312 с.
2. Лившиц В.Н. Системный анализ рыночного реформирования нестационарной экономики России, 1992-2013. М.: URSS: ЛЕНАНД, 2013. 631 с.
3. Вайсборд Е.М., Жуковский В.И. Введение в дифференциальные игры нескольких лиц и их приложения. М.: Советское радио, 1980. 314 с.
4. Муссеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. М.: Наука, 1975. 528 с.
5. Жуковский В.И. Жуковская Л.В. Риск в многокритериальных и конфликтных системах при неопределенности. 3-е изд. М.: URSS: ЛКИ, 2017. 270 с.

**Жуковская Лидия Владиславна.** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Центральный экономико-математический институт» Российской академии наук (ЦЭМИ РАН), г. Москва, Россия. Ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук. Количество печатных работ: 33 (в т.ч. 4 монографии). Область научных интересов: системный анализ, экономико-математическое моделирование. E-mail: Zhukovskaylv@mail.ru



## Public administration of the difficult socio-economic systems on the different levels of hierarchy of in conditions of uncertainty

L.V. Zhukovskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The Federal State Budgetary Scientific Institution Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

**Abstract.** In the article offered approach to the construction and decision of case frame by the dynamics of the difficult socio-economic systems in the conditions of vagueness at non-identity in a structure and volumes of information on the different levels of hierarchy on the example of the system of social defense and support of population. Methods and technologies of research of problems are considered in a social sphere with the purpose of improvement of quality of life of population and overcoming of economic inequality.

**Keywords:** *complex systems, management, control, dynamic systems, nonstationary systems, uncertainties, risks, differential equations, hierarchy levels, population, social services, social products, social protection and citizen support.*

**DOI:** 10.14357/20790279180402

### References

1. *Mesarovich M., Takatara Y.* 1978. *Obshaya teoriya system: matematicheskie osnovi.* [General theory of systems: mathematical foundations]. Moscow: Mir. 312 p.
2. *Livshich V.N.* 2013. *Sistemnyy amalis rinochnogo reformirovaniya nestacionarnoy economici Rossii* [System analysis of market reform of the non-stationary economy of Russia] Moscow: URSS: LENAND. 631 p.
3. *Vaisbord T.V. Zhukovskiy V.I.* 1980. *Vvedenie v differentsialnie igry neskolkih lich pri neopredelen-*
4. *Moiseev N.N.* 1975. *Elementy teorii optimalnih system* [Elements of the theory of optimal systems.] Moscow: Science. 528 p.
5. *Zhukovskiy V.I., Zhukovskaya L.V.* 2017. *Risk v mnogokriterialnih I konfliktnih sistemah pri neopredelennosti* [Risk in multi-criteria and conflict systems under uncertainty (3rd ed.)], Moscow: URSS: LKI. 270 p.

**Zhukovskaya L.V.** Central Economics and Mathematics Institute RAS, Moscow. Researcher, Ph.D. (phys.-math.) Amount of publications: 33 (4 monographs). Area of scientific interests: system analysis, economic and mathematical modeling. E-mail: Zhukovskaylv@mail.ru