

## МОДЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА УСТОЙЧИВОСТИ СОЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

© 2016 В.И. Дровяников, Е.А Чумак

ЧОУ ВО «Международный институт рынка», г. Самара, Россия

Рассмотрены подходы и методы разработки математических моделей оценки потенциала устойчивости социальной системы на уровне региона и отрасли. Модельный аппарат применим при создании механизмов организационно-экономического управления системой в условиях нестабильности экономического развития, а также при поиске оптимальных решений для обеспечения устойчивого функционирования и развития системы. Показана целесообразность исследования системы как социального кластера. Для диагностики состояния кластера и его субъектов с учетом динамики их развития предложен модельный аппарат, основанный на оценке уровня конкурентоустойчивости с использованием регрессионных моделей. Дана оценка факторов и показателей устойчивости. Описаны направления применения модельного аппарата в инструментарии управления социальным кластером, который создается на основе пакета имитационного моделирования AnyLogic. Исследования направлены на разработку научной базы для поиска оптимальных решений по обеспечению устойчивого развития социального кластера и его субъектов, а также социальной системы региона.

Ключевые слова: социальная система, кластер, экономический агент, математическая модель, факторы и параметры, устойчивость экономической системы

На современном этапе развития социально-экономической системы региона в условиях нестабильности экономики для адекватной оценки эффективности деятельности социально-экономической системы и ее субъектов, необходимо применять индикаторы, характеризующие потенциал их устойчивого функционирования. В этой связи для управления системой как социальным кластером определяющее значение имеет наличие модельного аппарата оценки такого потенциала. Математические модели составляют основу инструментария управления социальной системой, который позволяет обеспечить эффективное управление в условиях нестабильности экономики и стагнации социального сферы. Такие модели организационно-экономического управления способствуют решению актуальной задачи обеспечения перехода социально-экономической системы к устойчивому развитию на основе эффективного управления этим процессом.

При разработке модельного аппарата и инструментария управления социально-экономической системы в условиях нечеткой информации и экономических

рисков за основу можно принять концепцию конкурентоустойчивости [3,4]. Она основывается на создании совокупного конкурентного потенциала системы за счет поиска внутренних и внешних драйверов развития. Предлагается модель управления конкурентоустойчивостью, базирующаяся на методике оценки состояния системы в конкурентной среде. При этом, формируется комплекс факторов и показателей с учетом многоаспектности управления. Также модели позволяют сформировать адекватные механизмы и инструментарий управления устойчивым развитием социального кластера [7,9].

Переход к устойчивому развитию социальной системы (кластера) представляется как динамический процесс в многоуровневой среде внешних и внутренних взаимодействий [4]. Очевидно, что стратегия устойчивого развития – это комплекс административных и хозяйственных решений, сбалансированных с точки зрения имеющегося потенциала и направленных на стабильное долгосрочное функционирование социально-экономической системы. Эффективные

экономико-математические модели позволяют снизить неопределенности в области принятия решений и являются научной основой для нахождения управляющих воздействий, способствующих устойчивости функционирования системы

При таком подходе основная задача управления – организация эффективного согласованного взаимодействия экономических агентов кластера в соответствии с их ролью в процессе устойчивого функционирования как системы в целом, так и ее отдельных звеньев.

В нестационарных условиях экономического развития, связанных с внутренними проблемами и внешней нестабильностью, решение такой задачи включает в себя следующие основные этапы:

- определение локальных и общесистемных показателей и индикаторов устойчивости;
- оценка угроз внешней среды и тенденции их изменения;
- определение внутренних критериев устойчивого функционирования экономической системы;
- определение состава и оценка значимости факторов устойчивого функционирования экономической системы и ее агентов;
- выработка предложений по составу, содержанию и величине управляющих воздействий;
- оценка реакции системы и корректировка комплекса управляющих воздействий.

При разработке модельного аппарата оценки потенциала устойчивости социальной системы, целесообразно исследовать ее на региональном и отраслевом уровне как кластер [12,14]. Кластерный подход позволяет спроектировать адекватный механизм сетевого взаимодействия экономических агентов и создать эффективную систему организационно-экономического управления развитием социальной системой [7]. Представление социально-экономической системы в виде кластера

позволяет оптимизировать стратегию регионального развития и более правильно определить ключевые направления инвестирования ресурсов со стороны властных и финансовых структур [3,14]. Проведенные исследования показали, что наличие адекватных экономико-математических моделей является основой для нахождения оптимальных траекторий развития кластера и обеспечения создания хозяйственных и инфраструктурных условий его деятельности в нестабильной экономической среде [11,13]. Опыт исследования кластерного развития подтверждает, что особую значимость приобретает инструментарий информационного управления, который призван обеспечить как внутрикластерное взаимодействие, так и взаимодействие экономических агентов кластера с внешней средой [3,8].

Как показано в ряде работ, решение такой задачи необходимо искать в рамках изучения деятельности кластера как динамической активной системы с использованием мультиагентного подхода и с применением методов имитационного моделирования [5]. Ряд моделей и механизмов, разработанных с использованием данной концепции при исследовании социальных систем, показали хорошую работоспособность [3,6].

Для оценки потенциала устойчивости социальной системы целесообразно использовать интегральный показатель, характеризующий конкурентоустойчивость системы в нестабильной экономической среде. Этот подход основан на выявлении факторов, определяющих конкурентный потенциал деятельности экономических агентов в рыночной среде [7,10].

Для формирования модельного аппарата оценки потенциала устойчивости социальной системы (кластера) предлагается оценочная регрессионная модель, сформированная методами факторного анализа на основе данных, полученных в экспертном исследовании деятельности кластера.

Следует отметить, что при определении факторов и показателей на основе методики частотного анализа каждому из них присваиваются соответствующие коэффициенты значимости. Набор факторов и показателей модели должен учитывать все аспекты функционирования системы и отражать динамику ее развития. Это даст возможность спрогнозировать устойчивость экономической системы (агента) и выявить тренды развития.

В ходе исследования социально-экономическую среду региона представляем как совокупность отдельных систем, отличающихся по составу экономических агентов. Например, производственная система, финансовая система. В их числе и социальная система, которая исследуется как социальный кластер. Его субъектами являются предприятия, учреждения и организации различных сфер: образовательной, культурно-досуговой, здравоохранения.

Целью исследования является создание комплекса математических моделей и механизмов управления кластером и выполнение на основе комплекса исследований социальной сферы с учетом влияния внешних и внутренних факторов. В состав такого модельного аппарата входят оценочные и имитационные модели.

В качестве среды проектирования агент-ориентированных моделей использован пакет имитационного моделирования AnyLogic [1,2].

При инициализации моделей предлагается выделить среди субъектов социального кластера отдельные группы (подкластеры) по различным критериям. За критерий этого распределения принят найденный экспертным путем уровень конкурентоустойчивости субъекта кластера. Он имеет интегральный характер и учитывает общий потенциал устойчивости экономического агента, в том числе за счет инвестиций и других преференций.

Основываясь на таком подходе, предложено выделить четыре группы (подкластера) экономических агентов социального кластера:

- группа 1 - инновационно ориентированные и активно развивающиеся экономические агенты, обладающие высокой устойчивостью;
- группа 2 – экономические агенты, положение которых на грани устойчивости и требует результативного управления и внешней поддержки;
- группа 3 – экономические агенты, которые находятся в условиях стагнации и не имеют перспектив развития без проведения специальных антикризисных мер;
- группа 4 – экономические агенты, которые прекратили свою деятельность или влились в состав других субъектов кластера.

Модель управления функционированием кластера в экономическом пространстве региона должна описывать взаимодействие субъектов кластера внутри группы и между группами, а также оценивать влияние на состав групп программ инновационного и кластерного развития, финансовых инвестиций и других внутренних и внешних факторов.

Определенный интерес представляет исследование условий перемещения экономических агентов из одной группы в другую и получение рекомендаций по управлению этими процессами с учетом целей и задач развития кластера и социальной системы региона. Это будет способствовать росту экономического потенциала и устойчивости как социальной сферы, так и в целом региона.

При проектировании модели управления кластером выделяются факторы, оказывающие определяющее влияние на социальное развитие, а также определяются ресурсные и информационные потоки, характеризующие взаимодействие субъектов кластера на всех уровнях организационно-экономического управления.

Важной задачей исследования является оценка потенциала устойчивости социальной системы с учетом возможного изменения факторов в результате внешних и внутренних воздействий.

При этом социально-экономическую систему в качестве объекта управления изучаем на нескольких уровнях, связанных с иерархией управления. Можно выделить три основных уровня:

1. микроуровень – экономические агенты системы организации, предприятия, учреждения, ведущие хозяйственную деятельность;
2. мезоуровень – региональные и муниципальные экономические системы, в том числе отраслевого подчинения;
3. макроуровень – экономическая система в масштабе государства.

Следует отметить, что на мезоуровне управление устойчивостью региональной социально-экономической системы направлено на повышение ее сбалансированности в соответствии с накопленным потенциалом устойчивости и ресурсной базы. Для интегральной совокупной оценки устойчивости системы и ее агента предлагается концепция, основанная на поиске уровня их конкурентоустойчивости в экономической рыночной среде. Интегральный потенциал устойчивости является функцией, зависящей от влияния набора факторов и показателей, характеризующих значимые аспекты хозяйственной деятельности субъекта системы. Этот подход реализуется путем проектирования математической модели, позволяющей оценить показатель устойчивости как результат влияния комплекса факторов и показателей.

Модель может быть сформирована различными математическими методами. Наиболее приемлемы для этого хорошо разработанные и апробированные аппараты регрессионного и факторного анализов. Такие экономико-математические модели составляют основу механизмов управления социальной системой. Инструментарий управления позволяет получить научно-обоснованные рекомендации по поддержанию устойчивости системы.

В качестве базовой модели, определяющей экономическое состояние социального кластера, принята оценочная

модель, в которой рассчитывается коэффициент конкурентоустойчивости как интегральный показатель уровня устойчивости системы и агентов в экономической среде. Модель формируется на основе методов факторного и регрессионного анализов. Она связывает с комплексом факторов и показателей, характеризующих основные аспекты экономической деятельности кластера и его агентов. В свою очередь, каждый фактор рассматривается как набор количественных и качественных параметров.

Следует отметить, что факторы, параметры и показатели могут коррелировать между собой. Учет такой межфакторной корреляции играет важную роль в процессе управления и в перспективе базовая модель может быть расширена с ее учетом.

При разработке модели все факторы и показатели необходимо выразить в относительных количественных величинах, то есть провести процедуру нормирования показателей.

Модельный аппарат на базе экономико-математической модели позволяет определить уровень экономической устойчивости (потенциал устойчивости) социального кластера и его агентов. Этот потенциал используется как критерий, характеризующий состояние и тренды развития кластера и его субъектов при создании агент-ориентированных моделей. Формирование таких моделей является следующим этапом разработки математического аппарата управления социальным кластером. Агент-ориентированные модели могут иметь разнонаправленность в зависимости от целей и задач управления. Реализация их в среде имитационного моделирования AnyLogic привлекает инструментальные средства имитационного моделирования для формализации системы взаимодействия как субъектов социального кластера, так и всей социальной сферы региона [2, 13].

Основанный на объектно-ориентированной концепции пакет

имитационного моделирования AnyLogic позволяет с помощью диаграмм состояния задать поведение агентов в экономической среде их взаимодействия. Например, возьмем имитацию кризисной ситуации в социальной сфере в нестабильных экономических условиях. Исследование с помощью модели условий устойчивости социального кластера и экономических агентов обеспечивает анализ текущего состояния социального кластера и создает основу для прогноза перспектив их дальнейшей деятельности и трендов развития социальной системы. Такая математическая модель позволит оценить угрозы развития кластера и его агентов. Это дает возможность получить рекомендации по антикризисным мерам, например, в виде финансовых инвестиций и других преференций от властных структур. Если окажется, что ряд предприятий, имеющих социальную значимость, попадает в группу с неустойчивым развитием, можно наметить и осуществить целевые антикризисные меры по предотвращению их ликвидации. В их числе могут быть налоговые льготы и уменьшение арендных и коммунальных платежей.

Набор формализованных моделей в пакете AnyLogic позволяет подобрать модель, адекватную цели и задачам управления. В число показателей агент-ориентированных моделей предлагается включать наряду с потенциалом устойчивости степень ресурсного обеспечения, уровень инновационного развития социально-экономической системы, степень выраженности кризисных явлений, степень инерционности деятельности агента, уровень эффективности реализации ресурсного обеспечения.

Нормализованный вид этих показателей позволяет включить их в диаграмму состояния, которая задает алгоритм действия экономического агента. Данные алгоритмы формализуют поведение агента во времени при изменении внутренних и внешних условий экономической среды. Таким образом, создается имитационная модель как научная основа для синтеза

состояния социально-экономической системы и выработки рекомендаций по обеспечению ее устойчивого развития.

Выделение значимых факторов и показателей, характеризующих состояние социального кластера является отдельной задачей исследования. Для ее решения необходимо привлечение группы экспертов и проведение экспертного социологического исследования, результаты которого обрабатываются статистическими методами.

Например, при исследовании системы здравоохранения региона можно выделить в числе показателей конкуренто-устойчивости следующие:

- количество субъектов системы здравоохранения в каждом из его подкластеров;
- остаточная стоимость основных фондов субъекта;
- балансовая стоимость основных фондов;
- требуемый уровень оснащенности субъектов системы (по подкластерам) основными фондами;
- среднесписочная и требуемая численность персонала субъекта кластера;
- реальная и требуемая квалификация персонала;
- уровень финансирования субъекта системы из регионального и муниципального бюджетов;
- уровень качества предоставляемых субъектом системы услуг.

При исследовании системы необходимо определить базовые факторы (финансовый, кадровый, объемный и т.п.), а потом в их составе выделить комплекс характеризующих их критериев и показателей. При этом, как отмечено выше, они могут быть как качественные, так и количественные.

В формализованном виде модель оценки степени устойчивости социально-экономической системы и его агентов можно представить в следующем виде:

где  $f_i$  - значение фактора;  $K_i$  - коэффициент значимости фактора

(определяется экспертным путем);

- число факторов.

В свою очередь каждый фактор можно представить в виде совокупности критериев (параметров), зависящих от набора:

где  $\alpha_j$  - значение критерия, (параметра);  $\beta_j$  - значение показателя;  $\gamma_j$  - коэффициент значимости критерия;  $n_j$  - число критериев;  $m$ ;  $s$  - число показателей, характеризующих критерий  $j$ .

Целевую функцию определяют как поиск максимума прироста конкурентоустойчивости в многомерном факторном пространстве:

Оптимальное значение ищется в границах допустимого изменения факторов, критериев и показателей в процессе управления организационной и экономической деятельностью кластера.

Такой подход применительно к социальной системе (кластеру) региона, состояние развития которого является ключевым детерминантом процесса конкурентного развития территории, позволяет предложить следующий вид базовой оценочной модели:

где  $\alpha_j$  - коэффициенты значимости факторов;  $\beta_j$  - факторы,  $n_j$  - количество факторов,  $m$  - критерий  $j$ ;  $j=1..m$  ( $m$ -число критериев);  $\beta_j$  - показатели  $l=1..s$ ,  $s$ -число критериев.

В число основных факторов, характеризующих состояние социальной системы региона могут войти следующие: состояние демографии; уровень обеспеченности жильем; состояние системы обеспечения правопорядка и безопасности; состояние системы социальной защиты населения; состояние системы торгово-бытового обслуживания;

состояние системы образования; состояние системы здравоохранения; состояние культурно-досуговой сферы. Для модели выбираются факторы, которые управляемы в той или иной степени.

В соответствии с предложенной методикой в свою очередь состояние системы здравоохранения как кластера оценивается с помощью следующей аналогичной модели с выделением подкластеров субъектов системы здравоохранения например: поликлиники, аптеки и т.п.; В модели показатели, характеризующие параметры, выражаются в относительных величинах. Например, такой параметр как коэффициент обновления основных фондов -  $\beta_i$ , где

$\beta_i$  - стоимость новых основных фондов, введенных в эксплуатацию в  $i$ -ом виде в исследуемом периоде;  $\beta_i$  - балансовая стоимость основных фондов  $i$ -того вида субъекта системы на конец исследуемого периода.

Входящие в модель показатели можно разделить на несколько групп, например, объемные (количество организаций, объем предоставляемых услуг), финансовые (стоимость услуг, уровень бюджетного финансирования, объем прибыли, объем средств, потраченных на развитие, и т.п.), качественные (уровень квалификации персонала, качество услуг) и т.п.

Предложенный модельный аппарат оценки потенциала устойчивости социальной системы позволяет учесть значимые факторы, влияющие на деятельность экономических агентов системы и определить ее состояние в различных экономических условиях. Это создает научную базу для поиска оптимальных решений по обеспечению устойчивого развития как системы и ее экономических агентов, так и экономики социальной сферы региона в целом.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели экономики. – М.; ЗАО «Издательство «Экономика». 2008. – 279 с.

2. Бахтизин А.Р., Марков В.Л., Социальное моделирование – новый компьютерный профиль (агенториентированные модели). – М.: Экономика. – 2013. – 295 с.
3. Дровяников В.И., Хаймович И.Н., Грешнов М.В., Чумак Е.А. Управление социальным кластером региона с использованием агент-ориентированных моделей. – Самара, - АНО «Издательство СНЦ», - 2015. – 126 с.
4. Дровяников В.И., Хаймович И.Н., Чумак Е.А. Методика управления развитие социальной сферы на основе динамической модели. // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12 (часть 6), – С. 1206-1209.
5. Дровяников В.И. Мультиагентный подход к исследованию системы подготовки профессиональных кадров// Экономические науки. – 2010. - №11(72). – С.274-277.
6. Дровяников В.И., Хаймович И.Н., Чумак В.Г. Математический аппарат для выбора стратегии вуза в конкурентной среде //Научное обозрение. – 2012. - №4. – С. 388-392.
7. Дровяников В.И., Хаймович И.Н. Концепция организационно-экономического управления кластерным развитием социальной сферы//Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 5.- С. 334.
8. Жук М.А. Информационное пространство мезоуровня как обеспечивающая среда формирования региональной промышленной политики// Вестник экономической интеграции. – М.- 2009. - №7. – С. 62-71.
9. Рамзаев В.М., Кукольникова Е.А. Модель управления конкурентоспособностью функционального промышленного кластера//Актуальные проблемы экономики и права. – 2013. - № 1(25). – С.195-201.
10. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Управление инвестиционными проектами при проведении энерго модернизаций предприятий в регионе // Экономические науки. – 2013. - №4(11). – С. 109-113.
11. Рамзаев В.М., Кукольникова Е.А. Управление пространственной организацией и динамикой развития сложных социально-экономических систем территорий//Проблемы современной экономики. - 2013. - № 4(48) – С. 48-52.
12. Саяпина К.В. Формирование инновационных кластеров как инструмент эффективного экономического управления // Эффективное антикризисное управление. – 2013. – №6(31). – С. 295.
13. Стеблякова Л.П. Кластерный подход к решению проблемы модернизации экономики: системный и социальный анализ // Человек и труд. – 2010. - №3. – С. 64-67.
14. Чумак Е.А. Механизмы и модели кластерного взаимодействия как инструмент управления устойчивым экономическим развитием социальной сферы//Вестник Международного института рынка.- № 1.- 2015 г. – С.100-107.

## **MODEL FRAMEWORK OF POTENTIAL ASSESSMENT OF SOCIAL SYSTEM STABILITY**

© 2016 Viktor I. Drovyanikov, Elena A. Chumak

International Market Institute, Samara Russia

The article considers the approaches and methods for the development of mathematical models to estimate the potential sustainability of the social system at the level of the region and the industry. The model framework is applicable to the establishment of mechanisms of organizational and economic management system in the conditions of instability of the economy, as well as in finding the best solutions to ensure stable functioning and development of the system. It is practical to research the system as a social cluster. To diagnose the state of the cluster and its entities, taking into account the dynamics of their development, the model framework is proposed, based on the level of competitiveness assessed using regression models. The article gives the evaluation factors and indicators of sustainability. It describes the ways of using the model framework in the toolkit of

management of social cluster-based simulation package AnyLogic. Research is directed at the scientific basis development for the search for optimal solutions for the sustainable development of the social cluster and its entities, as well as the social system in the region.

Keywords: social system, cluster, an economic agent, the mathematical model, the factors and parameters, the stability of the economic system, the regression model, factor synthesis, agent-based models, simulation system.