

Применение методов системной живучести к нечеткой оценке экономической устойчивости

А. Н. Козловский
Государственная Дума РФ

А. О. Недосекин
ООО «СИ-ФИНАНС»

Е. И. Рейшахрит
Санкт-Петербургский горный университет

Как показано в работах [[2]], [[5]], [[8]], [[10]], экономическая устойчивость обеспечивается одновременно в трёх проекциях: эффективности, риска и шанса, - и ни один из названных критериев не может быть признан второстепенным. Чтобы поддерживать свою устойчивость, экономическая система должна: а) обладать свойствами кибернетической системы; б) обладать признаками жизнеспособности (витальности [[3]]), присущей живым организмам. В своё время, бурное развитие кибернетики было спровоцировано именно исследованием свойств живых организмов и систем (в частности, исследованием гомеостаза). Сегодня общесистемные, гуманитарные и технические науки активно обмениваются знаниями, непрерывно пытаясь транслировать полученный в своей среде опыт на смежные науки (например, достойная попытка применить теорию надежности к управлению региональной экономической представлена в [[1]]). Такие попытки, вне зависимости от специфики исследуемых систем, обречены на успех, поскольку сами эти системы обязаны быть живыми, витальными; из этого принципа следует всё остальное.

В настоящем докладе обосновывается законность применения результатов, полученных 30 лет назад в области технической живучести, в задачах оценки и обеспечения экономической устойчивости. Опять же, тревожность современных времен, присущая им предвоенная атмосфера и соответствующая риторика первых лиц, побуждают исследователей экономической устойчивости сосредоточиться в первую очередь на вопросах устойчивости, которая проявляет себя не в штатных условиях функционирования экономических систем, а в условиях воздействий на эту систему разнокалиберных неблагоприятных факторов (НВ), в том числе откровенно враждебного содержания, из арсенала так называемых гибридных войн. Такого рода НВ, вне зависимости от их природы и калибра, ставят перед собой одну сверхзадачу: дестабилизировать экономическую ситуацию в РФ, удержать РФ в статусе сырьевой колонии «фешенебельных стран», блокировать любые попытки на достижение РФ экономического и финансового суверенитета. Если говорить об НВ глобального характера, то к ним, в первую очередь, относятся экономические санкции, торговая дискриминация (в т. ч. под эгидой ВТО), блокирующие усилия по сдерживанию российского экспорта, или принуждение к экспорту, являющемуся заведо-

мо экономически невыгодным (пример транзита газа через Украину). Сами по себе такие НВ имеют чёткое экономическое измерение; нечётким является системный ответ экономики РФ и отдельных её субъектов (регионов, отраслей, предприятий) на приложенные к ней НВ. В крайних случаях, если экономический субъект хорошо управляется, отмобилизован и заточен на борьбу с последствиями НВ, то таковые последствия будут минимальны. Наоборот, если иммунитет экономического организма к вирусам НВ снижен или искусственно подавлен, то система подлежит ускоренной деградации, разрушению и гибели. В качестве красноречивого примера, можно привести гибель отрасли бытовой техники в РФ по результатам «перестройки и гласности».

В военно-технических приложениях науки живучести (например, см. [[6]], [[7]]), НВ моделируется как некий специализированный тест с достаточно простыми модельными допущениями. Этот тест, прикладываясь к модели технической системы (структурной или функциональной), порождает в системе соответствующий отклик, в форме деградации структуры и функционала системы и соответствующей потери её технической эффективности. При этом, характер теста целиком обуславливает структуру системного отклика. НВ-тест может быть:

- *детерминированным*, т. е. основываться на сценариях с заранее известными фиксированными параметрами;
- *вероятностным* – предполагать неопределенность в части мощности НВ и точки его приложения, равно как и стойкости элементов системы к НВ;
- *нечетко-логическим* – моделировать НВ в категориях самих поражающих факторов, внося в модельные описания НВ традиционные НЕ-факторы (нечеткость, неточность, неполнота);
- *гибридным* – сочетать характеристики трех предыдущих типов модельных описаний.

Сегодня отчетливо видно, что неопределенность, в которую «упакованы» ожидаемые НВ, является разноприродной и содержит в своём составе различные по степени проявленности и обусловленности компоненты. В ряде

случаев, применение вероятностных методов для моделирования оправдано и комфортно; а в ряде случаев, такое применение невозможно по ряду оснований. В общем случае, эффективность экономической системы может быть рассмотрена как вектор нечетких случайных величин, образованных в ходе гибридизации вероятностных и нечетких моделей. Такого рода величины в математике впервые были постулированы в [[9]]. В военных задачах, гипотеза распределения НВ по элементам системы может быть вероятностной; однако модель стойкости элементов системы к НВ уже содержит нечеткие компоненты. Аналогичным образом, мы можем, структурируя НВ-тест, произвольным образом сочетать сценарные, вероятностные и нечеткие описания.

Оптимально, комплексирование модельных описаний экономической устойчивости может производиться в рамках матричной модели 4x6 [[10]], где строки матрицы – это выбранные стратегические перспективы модели (Ресурсы, Процессы, Отношения, Эффекты), а столбцы матрицы – это стратегические карты: Угрозы, Оказии, Система сбалансированных показателей (ССП), Риски, Шансы, Решения. Все карты в модели увязаны между собой нечетко-логическими связями [[4]] и содержат «экзогенные переменные» – точки приложения НВ, описанных на уровне карты Угроз. Приложенное воздействие распространяется по системе связей ССП и в конечном счёте наблюдается на уровне «выхода» кибернетической модели экономического агента. Принимаемые решения, направляемые на парирование последствий НВ, также обладают своими «экзогенными входами» – точками приложения решения. Суперпозиция НВ и решений по обеспечению экономической устойчивости порождает в системе «эффект гонок»: в зависимости от того, какая из волн последствий (НВ или решений) финиширует первой, настолько глубоко будет снижение экономической эффективности системы относительно её расчетного уровня.

В качестве показателей, оцениваемых экономическую устойчивость, можно рассматривать:

- вероятность выживания системы

$$\text{Surv} = \text{Prob} \{ \text{Eff} < \text{Eff}_0 \mid \text{HB} \}, \quad (1)$$

где Eff – эффективность системы после НВ, Eff₀ – минимально-допустимая экономическая эффективность, характеризующая границу между выжившей и погибшей системой. В этом представлении Eff – случайная величина (вероятностная модель НВ);

- интегральный риск системы

$$\text{Risk} = \text{Poss} \{ \text{Eff} < \text{Eff}_0 \mid \text{HB} \}. \quad (2)$$

В данном случае, модель НВ является нечеткой, а Eff – нечеткое число произвольного вида; Poss – знак возможности.

Сочетание вероятностного и нечетко-логического подходов порождает обновлённое задание критерия риска:

$$\text{Risk} = \text{PossProb} \{ \text{Eff} < \text{Eff}_0 \mid \text{HB} \}. \quad (3)$$

Здесь Eff – нечеткая случайная величина, PossProb – знак, указывающий на совмещение свойств вероятности и возможности в рамках одного критерия. Замечание: в общем случае, Eff₀ – нечеткая число произвольного вида (моделируется ситуация, когда эксперты выражают затруднение в ходе нормирования эффективности системы, с точки зрения установления границы «жив – мертв»). Оценка показателя (3) осуществляется в ходе двумерного агрегирования (интегрирования), одновременно в вероятностном и в возможностном пространствах.

Резюме доклада: глядя на системы с позиций общих свойств их витальности, проявленных на уровне соответствующих кибернетических моделей, мы можем с лёгкостью осуществлять транзит знаний между различными отраслями науки (техника, экономика, физика), в интересах оценки устойчивости экономических систем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Двас Г.В. Управление региональной экономикой на основе теории надежности. СПб: Наука, 2005. 358 с.
- [2] Козловский А.Н., Абдулаева З.И. Управление устойчивостью промышленного предприятия нечетко-логическими методами // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 4, № 1. С. 49-62.
- [3] Недосекин А.О. О проявлении свойства «витальность» в технических, экономических и социальных системах. – На сайте: http://an.ifel.ru/docs/Vitality_110416.pdf. Загл. с экрана. Яз. рус. Дата обращения: 18.01.2017.
- [4] Недосекин А.О., Абдулаева З.И. Нечетко-логическая система сбалансированных показателей (НЛ ССП) и оценка экономического риска // В кн.: Мягкие вычисления и измерения. Прикладные информационные технологии и системы: монография. Т. 2. М.: ИД «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2017. 416 с. С. 139–154.
- [5] Недосекин А.О., Рейшахрит Е.И., Козловский А.Н. Сырьевая отрасль как кибернетическая система // NovaInfo. 2017. №58-1. URL: <http://novainfo.ru/article/10821>.
- [6] Черкесов Г.Н., Недосекин А.О. Описание подхода к оценке живучести сложных структур при многофазовых воздействиях высокой точности // Надёжность, № 2 (57), 2016, с. 3–15.
- [7] Черкесов Г.Н., Недосекин А.О. Описание подхода к оценке живучести сложных структур при многофазовых воздействиях высокой точности (часть 2) // Надёжность, № 3 (58), 2016, с. 24–34.
- [8] Nedosekin A., Reishahrit E., Kozlovsky A. Estimation of economic resilience as a fuzzy-logical scientific task // In: Proceedings of the 20th International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017, pp. 752-753.
- [9] Puri M.L., Ralesku D.A., Fuzzy random variables / M.L. Puri, D.A. Ralesku. // J. Math. Anal. Appl. 1986. pp. 409-422.
- [10] Vinogradov V., Abdoulaeva Z. Fuzzy-set economic stability analysis model of mineral complex of the Russian Federation // In: Proceedings of the 19th International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2016, 7519822, pp. 489-490.