

УДК 336.62(045)

Е.Б. Герасимова

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва,
email: egerasimova@fa.ru

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ В УПРАВЛЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Ключевые слова: экономический анализ, анализа деятельности экономических субъектов, теория надежности, надежность экономических систем, резервирование, устойчивость, устойчивость экономического субъекта.

Статья посвящена проблематике управления устойчивостью экономических систем на базе применения положений теории надежности технических систем. Изучены понятия надежности и качества, особенности их трактовки в управлении экономическими системами. Выявлены возможности применения постулатов теории надежности к деятельности экономических субъектов. Исследованы и описаны особенности управления надежностью экономических систем с учетом специфических черт их функционирования. Выделены проблемные аспекты и угрозы надежности экономической системы с учетом выстраивания системы управления ею без учета постулатов теории надежности. Выявлено, что в управлении надежностью неосознанно преобладают наиболее простые и наименее эффективные методы, позволяющие достигать решения проблемы в краткосрочной перспективе, но способствующие углублению проблемы в долгосрочной перспективе.

E.B. Gerasimova

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,
email: egerasimova@fa.ru

APPLICATION OF THE RELIABILITY THEORY IN MANAGEMENT OF ECONOMIC SYSTEMS

Keywords: economic analysis, analysis of the activities of economic entities, theory of reliability, reliability of economic systems, redundancy, sustainability, sustainability of an economic entity.

The article is devoted to the problems of managing the stability of economic systems based on the application of the provisions of the theory of reliability of technical systems. The concepts of reliability and quality, the peculiarities of their interpretation in the management of economic systems are studied. The possibilities of applying the postulates of reliability theory to the activities of economic entities are revealed. The features of reliability management of economic systems are investigated and described, taking into account the specific features of their functioning. The problematic aspects and threats to the reliability of the economic system are highlighted, taking into account the construction of its management system without taking into account the postulates of reliability theory. It is revealed that in reliability management, the simplest and least effective methods unconsciously prevail, allowing to achieve a solution to the problem in the short term, but contributing to the deepening of the problem in the long term.

Постоянно меняющееся в последнее десятилетие внешнее и внутреннее окружение экономических субъектов еще острее ставит вопрос устойчивости их деятельности. Решение проблемы устойчивости лежит на наш взгляд в междисциплинарной плоскости. Необходимо изучать деятельность экономического субъекта не только с традиционной позиции финансовой устойчивости, но и шире, с учетом особенностей функционирования систем.

В этой связи представляется интересным применение к деятельности экономических субъектов положений

теории надежности технических систем. С этой целью необходимо оценить возможности и ограничения применения теории надежности применительно к функционированию экономической системы как системы со специфическими характеристиками.

Понятие надежности системы: за страницами толкового словаря

Понятие надежности долгое время ассоциировалось с областью человеческих взаимоотношений. Так, в словаре Ожегова 1949 года надежность объясняется как отвлеченное существительное

к прилагательному «надежный», а под надежным понимается либо свойство человека – внушающий доверие, верный, либо физическая характеристика материального объекта – прочный, крепкий, хорошо сработанный. Схожий подход обнаруживаем в Кембриджском толковом словаре: *reliable – able to be trusted or believed*.

К 1960-м годам сложилось представление о надежности технической системы как о некотором ее свойстве «обеспечивать нормальное выполнение заданных функций» [14]. При этом специалисты подчеркивали различие понятий «качество» и «надежность». Если под качеством понимается совокупность свойств объекта изучения, определяющих степень его пригодности для надлежащего использования, то под надежностью – способность функционирования объекта в течение определенного времени с сохранением заданных первоначальных характеристик.

И в настоящее время мы различаем эти понятия – качество и надежность. Качество трактуется достаточно широко как способность объекта удовлетворять комплекс требований потребителя. Под объектом здесь понимается не только продукция (типовой объект изучения в индустриальную эпоху), но и услуги, нематериальные объекты, качество которых измеряется как объективными (количественными), так и субъективными характеристиками.

Надежность применительно к результатам деятельности человека определяется как техническая характеристика. Так, согласно стандарта ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике (ССНТ) надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки.

Таким образом, качество – более общее философское понятие, тогда как надежность – конкретная характеристика качества объекта изучения.

Следует учитывать важное свойство надежности – в отличие от других характеристик объекта надежность является комплексной характеристикой, обеспе-

чение которой возможно лишь при условии соблюдения надежности отдельных частей объекта. Надежность также рассматривается как необходимое условие функционирования системы, без соблюдения надежности все другие характеристики не имеют практического значения.

Понятие надежности технических систем связано с бурным развитием техники и технологии, происходившем во второй половине XX века. Интерес к надежности вырос по причине увеличения сложности техники, роста количества узлов и деталей, надежность которых зависит от множества причин, начиная с качества исходного сырья, заканчивая режимом эксплуатации.

Автоматизация и последовавшая за ней диджитализация производственных и других процессов явились одновременно и инструментом обеспечения надежности, и дополнительным фактором риска потери надежности. Если ранее отказ системы был связан в основном с физическим отказом детали или узла, то в настоящее время отказ системы зачастую происходит как следствие случайного события, диагностировать которое достаточно трудно или невозможно.

Понятие надежности технической системы имеет и экономический аспект. Укрепление надежности связано с возникновением двух типов затрат: 1) первоначальные затраты на проектирование и изготовление технической системы, 2) затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание технической системы. Затраты на эксплуатацию сложной технической системы нередко превышают затраты на ее создание, поскольку материальные затраты на изготовление объекта часто бывают ничтожно малы, а затраты на его последующую эксплуатацию напрямую зависят от степени надежности объекта. Следовательно, управление надежностью технической системы эффективно не только с позиции обеспечения непрерывности технологического процесса, но и экономически эффективно.

Экономически укрепление надежности технической системы – это источник неисчерпаемых резервов повышения эффективности ее функционирования. Мероприятия по повышению надежности реализуют не только явные резервы (сокращение непроизводительных затрат

на ремонт и замену деталей и узлов), но и скрытые резервы (сокращение затрат вследствие увеличения срока эксплуатации технической системы, сокращение потребности в капитальных вложениях и внешнем финансировании деятельности и проч.).

В заключение рассуждений о понятии надежности считаем важным отметить, что понятие надежности системы вступает в противоречие с основными законами капиталистической экономики. Ведь для реализации стратегии коммерческой организации по увеличению стоимости бизнеса, как правило, требуется рост доходов, обеспечение которого достигается ростом продаж продукции, а стимулировать рост продаж затруднительно в условиях повышения надежности продукции. Чем надежнее производимая продукция, тем ниже частота совершения ее покупок, тем меньше экономическая заинтересованность производителя в улучшении показателей надежности.

Теория надежности: истоки и современное состояние

Как многие исследования в области техники и технологии исследования в области повышения надежности технических систем были стимулированы гонкой вооружений и потребностью в более надежном (а, следовательно, эффективном) оружии. Истоки теории надежности лежат в работе специалистов военно-промышленного комплекса США в период войны во Вьетнаме, перед которыми стояла задача повышения надежности систем вооружения из-за значительного ущерба от отказа отдельных элементов [1,2]. В дальнейшем положения теории надежности нашли применение в других отраслях. В Советском Союзе работы по теории надежности начали появляться уже с середины 1950-х гг. Областью применения стала авиация, предметом исследования – надежность авиационной автоматики и телемеханики. В последующие десятилетия теория надежности в СССР развивалась в рамках оборонных структур. Со второй половины 1970-х гг. проблематика надежности разрабатывалась в промышленной электронике, решались вопросы надежности сложных систем и современных

информационных технологий в разных отраслях промышленности [3-7].

Выделяют три направления развития теории надежности:

- 1) моделирование и анализ информации о состоянии функционирования технической системы и ее элементов;
- 2) статистический анализ физических процессов и прогнозирование безотказности элементов технической системы;
- 3) контроль и управление надежностью системы в процессе ее эксплуатации.

Несколько ключевых понятий теории надежности следует рассмотреть для понимания подхода к изучению надежности сложных систем.

Первыми рассмотрим восстанавливаемые и невозстанавливаемые объекты. Свойство восстанавливаемости элемента технической системы тесно связано со склонностью системы к отказам. Надежность невозстанавливаемого объекта описывается случайной величиной – временем до отказа. Задача инженеров, разрабатывающих технические системы, состоит в повышении вероятности безотказной работы объекта, а вероятность в свою очередь описывается функцией распределения случайно величины «время работы объекта до отказа». При эксплуатации технической системы важно обладать информацией о среднем времени работы таких систем до отказа и об интенсивности отказов (изменении надежности системы во времени).

Восстанавливаемые объекты предназначены для длительного использования, причем отказ отдельного элемента системы задерживает выполнение операций, но не приводит к остановке, функционирование системы продолжается. Таким образом, поведение такого объекта описывается чередованием периодов успешного функционирования и периодов восстановления. Восстанавливаемые объекты обычно представлены крупными техническими системами.

Проблема обеспечения надежности невозстанавливаемых систем решается посредством резервирования. Используют два принципа резервирования – так называемый «горячий» резерв и холодный резерв. «Горячим» резервом называют параллельную систему, которая находится в состоянии готовности на тот

случай, если произойдет остановка основной системы. Однако более оптимальным считается так называемое ненагруженное резервирование, холодный резерв, когда на рабочей позиции находится единственный элемент, который в случае отказа без задержки заменяется на новый исправный элемент.

Следует также учесть, что элементы, которые не работают, но находятся в готовности, также расходуют свой ресурс и отличаются от абсолютно новых элементов. Возможен отказ этих элементов еще при хранении или в режиме ожидания. Инженеры называют такие элементы «теплым» резервом или облегченным резервированием. Определить теплый резерв достаточно сложно, отказ резервных элементов величина настолько случайная, что ее прогнозирование представляется невозможным.

Таким образом, опуская математический инструментальный теории, можно выделить одно из ключевых направлений обеспечения надежности – определения формы оптимального резервирования. Проблема может быть решена путем применения одного из двух подходов:

1) посредством резервирования достигается максимально возможное значение выбранного показателя надежности при заданных ограничениях на общие затраты, связанные с введением резервных элементов;

2) посредством резервирования достигается требуемое значение показателя надежности системы при минимально возможных затратах на резервные элементы.

Экономическая система как объект изучения теории надежности

Возможность применения некоторых постулатов и общих подходов теории надежности к изучению функционирования экономических систем определяется характером последних. Экономические системы описывают как сложные системы со специфической организацией взаимодействия входящих в них элементов.

Своеобразие экономических систем объясняется дуальностью их природы. С одной стороны, экономические системы являются безусловно искусственными системами – они создаются людьми

по определенным правилам и нормам и предназначены для выполнения основной функции, при этом они формируют в процессе функционирования новые свойства. Это роднит экономические системы с другими искусственными системами, прежде всего, техническими. Следовательно, к изучению функционирования экономических систем можно применять подходы, которые были разработаны для управления техническими системами.

С другой стороны, экономическим системам присущи черты биологических систем, такие как размножение (воспроизводство), адаптивность к изменениям внешней среды, самоорганизация. Биологические свойства экономических систем обусловлены также присутствием человека как одного из элементов системы. Человеческий капитал подобно биологической системе стремится к выполнению заданных функций и последующему сохранению достигнутого состояния при минимизации затрат энергии.

Для оценки условий применения теории надежности к управлению экономическими системами следует определить:

1) к какому типу объектов относится экономическая система – к восстанавливаемым или к невосстанавливаемым объектам;

2) если какая-то часть экономической системы будет признана невосстанавливаемым элементом, какой тип резервирования следует выбрать.

Отвечая на первый вопрос, необходимо признать, что экономическая система в целом, безусловно, является восстанавливаемым объектом. Следовательно, для нее решающее значение имеет время исправления возникших неполадок в системе – оперативность принимаемых в этой связи управленческих решений. Инструментом обеспечения безотказной работы экономической системы является внедрение комплексных систем управления эффективностью, например, менеджмента качества, включая процессный подход. Описание бизнес-процессов, определение их количественных параметров, таких как время, необходимое на решение возникающих проблем («отказов» системы), необходимо для поддержания надежности экономической системы.

Специфические свойства экономической системы, такие как высокая адаптивность к изменениям окружающей среды, приводят к тому, что некоторые элементы системы могут быть признаны невосстанавливаемыми – определенное направление деятельности, рынок сбыта, структурное подразделение и т.п. В ситуации, когда отдельные элементы технической системы признаются невосстанавливаемыми, применяют резервирование как метод повышения надежности системы в целом.

Для экономических систем наиболее подходящим считаем так называемое функциональное резервирование, основанное на использовании способности одних элементов системы выполнять функции других элементов – дополнительные для себя функции – наряду со своими основными или вместо них [8-12].

Зачастую в экономических системах интуитивно складывается ситуация, когда практикуется так называемое нагрузочное резервирование, которое предусматривает использование способности элементов системы воспринимать дополнительные нагрузки и работать с большей интенсивностью. В отличие от технических систем регулярные повышенные нагрузки на элементы экономической системы могут долгое время не оказывать никакого влияния на результаты деятельности или вовсе не приводить к негативным последствиям. По нашему мнению, это обеспечивается функционированием главного элемента системы – человеческого капитала.

Между тем при таком решении вопроса надежности экономических систем могут возникать иные негативные последствия, в частности, постепенное снижение качества деятельности, качества продукции (работ, услуг). Одной из актуальных проблем управления человеческим капиталом является обеспечение качественного состава персонала. Возникновение диспропорций очевидно связано с изменениями в системе образования, в частности, с последствиями комплексного процесса трансформации профессионального образования, включая фактическую ликвидацию системы среднего профессионального образования, а также демократизацию и ком-

мерциализацию системы высшего образования. Многие выпускники высших учебных заведений не работают по специальности, по официальным данным и по данным порталов поиска работы таких по оценкам последнего десятилетия примерно 30%. При этом распределение по специальностям неравномерно, наибольший процент трудоустроенных по профилю в сфере информационных технологий и здравоохранения, наименьший (около 50 %) в области естественных наук [13]. Образование в сфере гуманитарных и социальных наук зачастую рассматривается как наиболее доступное, при этом в последние годы растет популярность стратегия получения высшего образования на базе среднего профессионального. Между тем работа по гуманитарной и социальной специальности уже не представляется столь привлекательной примерно половине выпускников среднего профессионального или высшего учебного заведения, и они находят занятность в других сферах. По данным исследований рынка труда наибольший процент работающих не по специальности характерен для сферы услуг и торговли [13].

Решение проблемы надежности экономической системы путем (осознанного или интуитивного) применения нагрузочного резервирования, то есть наделения отдельных работников организации функциями, выходящими за пределы их обычных обязанностей, приводит к получению результатов деятельности, отличных от заданных. В ряде случаев нагрузочное резервирование экономической системы может достаточно долго обеспечивать бесперебойное функционирование системы, а снижение качества результатов деятельности может не осознаваться. В этом случае негативные последствия накапливаются и происходит «аварийная» ситуация.

Выводы

Необходимость обеспечения надежности функционирования экономической системы является первостепенной задачей системы управления, поскольку надежность системы один из наиболее важных факторов качества жизнедеятельности широкого круга заинтересованных сторон.

Надежность экономической системы, с одной стороны, подчиняется общим положениям теории надежности системы, с другой стороны, описывается специфическими характеристиками, обусловленными особенностями функционирования экономических систем.

Библиографический список

1. Похабов Ю.П. Надежность в цифровых технологиях // Надежность. 2020. № 2. С. 3-11. DOI: 10.21683/1729-2646-2020-20-2-3-11.
2. Ушаков И.А. Надёжность: прошлое, настоящее, будущее // Reliability: Theory & Applications. 2006. № 1.
3. Ушаков И.А. Откуда есть пошла надежность на Руси // Методы менеджмента качества. 2009. № 1. С. 10-13.
4. Половко А.М., Чукреев П.А. Об ускоренном испытании надежности электроэлементов технических систем // Известия АН СССР. ОТН. Энергетика и автоматика. 1959. № 2.
5. Половко А.М., Гурович Б.Н. Метод расчета надежности резервированных восстанавливаемых устройств // Известия Академии наук СССР. Техническая кибернетика. 1971. № 4. С. 78-83.
6. Смолицкий Х.Л., Чукреев П.А. К вопросу об оптимальном резервировании аппаратуры // Известия Академии наук СССР. Отделение технических наук. Энергетика и автоматика. 1959. № 4. С. 79-85.
7. Barlow R., Proschan F. Mathematical Theory of Reliability. New York, John Wiley & Sons, NY. 1965.
8. Кожевников В.С., Матюшкин И.В., Черняев Н.В., Жукова Т.Д. Взаимосвязь физической и информационной энтропий в теории надежности для наноразмерных элементов // Известия вузов. Электроника. 2019. Т. 24. № 6. С. 589–600. DOI: 10.24151/1561-5405-2019-24-6-589-600.
9. Абрамов А.Н. Эксплуатационная надежность технических систем. М.: МАДИ, 2019. 120 с.
10. ГОСТ 27.003-2016. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.
11. ГОСТ 27.001-2015. Надежность в технике. Термины и определения.
12. ГОСТ Р 27.003-2011. Надежность в технике. Управление надежностью. Руководство по заданию технических требований к надёжности.
13. Чередниченко Г.А. Выпускники российских вузов на рынке труда (данные опроса Росстата) // Социологическая наука и социальная практика. 2020. Т. 8. № 3. С. 108-124. DOI: 10.19181/snsr.2020.8.3.7490.
14. Сорин Я.М., Лебедев А.В. Беседы о надежности. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Знание, 1968. 256 с.