

**ЭКОНОМИКА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ:
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
ECONOMICS OF INNOVATION-DRIVEN GROWTH:
THEORY AND PRACTICE**

УДК 330.4

**Теория катастроф как методологическая основа экономических оценок
проектов мега-класса**

Е. В. Жебит

Институт Европы Российской академии наук, Москва, Россия

cat.zhebit@gmail.com

Представлены результаты исследований в области экономики мегапроектирования. Рассмотрены элементы новой методологии экономического анализа мегапроектов. Показаны особенности системного подхода в оценке сложных экономических образований, в частности особо крупных проектов. Проанализированы возможности использования моделей элементарных катастроф для исследования мегапроектов как неравновесных самоорганизующихся систем, в частности для оценки их устойчивости. Даны рекомендации по использованию некоторых оценочных критериев для экономической оценки мегапроектов.

Ключевые слова: неравновесная система; теория катастроф; точка бифуркации; экономическая устойчивость; мегапроект.

**Catastrophe Theory as a Methodological Basis for Mega-Class Projects'
Economic Evaluations**

E. V. Zhebit

The Institute of Europe of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

cat.zhebit@gmail.com

The author has presented the results of research in the field of megaprojection economics. The author did consider elements of a new methodology for the economic analysis of megaprojects, showing the features of the system approach in the assessment of complex economic entities, in particular especially large projects. The author has analyzed possibilities of using elementary catastrophes' models for the study of megaprojects as non-equilibrium self-organizing systems, specifically for assessing their stability, and has given recommendations on the use of certain evaluation criteria for the economic evaluation of mega projects.

Keywords: non-equilibrium system; catastrophe theory; bifurcation point; economic stability; megaproject.

© Жебит Е. В.

Теория катастроф... Наверное, ее трудно изучать и осмысливать, не любуясь, не радуясь, не удивляясь увиденному единству и гармонии.

Г. Г. Малинецкий¹

Эволюционная экономика и экономика систем. Эволюционная экономика — одно из новых направлений экономической науки. Считается, что первые идеи, которые можно отнести к эволюционному подходу в экономической науке, были изложены в работах А. Смита, Б. Мандевилля и Т. Мальтуса. Большую роль в развитии эволюционной экономики сыграли работы Й. Шумпетера², Т. Веблена³, Р. Нельсона, С. Уинтера⁴, Л. Магнусона, У. Витта, а также ряда российских ученых: В. И. Маевского, М. В. Сухарева, Е. В. Попова, В. Л. Тамбовцева, Л. И. Абалкина, В. М. Полтеровича и др.

Эволюционная экономика не имеет строго очерченной структуры, ее предмет — экономическая эволюция во всех материальных сферах и функциональных аспектах [2]. Эволюционная экономика противостоит некоторым положениям неоклассической экономической школы. Так, эволюционная экономика, в отличие от неоклассической науки, оперирует системными представлениями, в частности, рассматривает экономический кризис как нарушение равновесного состояния социально-экономической системы. Отсюда, чтобы преодолеть такой кризис, необходимо восстановить ее равновесное состояние.

Применение общих принципов эволюционизма открывает новые перспективы в изучении экономики, но сопряжено с рядом трудностей. В основном это

связано с проблемой приложения математического и понятийно-категориального аппарата точных наук к изучению экономической устойчивости, а также с проблемой привлечения специалистов из разных областей науки.

Однако использование системного метода позволяет применять достижения одних областей знаний в других, а также единые правила и критерии оптимизации для самых различных явлений: физических, математических, физиологических, экономических и социальных.

Система и системная устойчивость. На сегодня известно множество определений в рамках общей теории систем, однако целям исследования экономических и социально-экономических систем отвечает следующее определение: *система — сверхсложная упорядоченная совокупность взаимосвязанных элементов, находящаяся в постоянном движении и развитии, стремящаяся к сохранению определенного единства и целостности и служащая достижению некоторой цели.*

При исследовании систем обычно делается акцент на изучении структуры и границ функционирования. Каждая система состоит из своего набора структурно неделимых элементов, качество и количество которых имеет значение для исследователя.

Американский физик Дж. Касти утверждает, что к общим базовым свойствам систем, в том числе экономических, относятся связность, сложность и устойчивость (постоянство).

Отсюда под развитием системы понимается часть ее движения, связанная с периодами ее совершенствования, прогресса, эволюции, т. е. со становлением ее положительных свойств. Таким

¹ Приводится по: [1].

² См., напр.: «Теория экономического развития» (1926), «Экономические циклы» (1939).

³ См., напр.: «Теория праздного класса» (1984).

⁴ См., напр.: «Эволюционная теория экономических изменений» (1982).

образом, это совокупное изменение во взаимосвязи количественных, качественных и структурных категорий в системе.

Очевидно, что для развития системы в заданном направлении необходимо обеспечить ее устойчивость.

Ученые вкладывают в это понятие разное содержание. Общее, хотя и не лишённое некоторых несовершенств, толкование этого термина предложил Дж. Касти, отметив: устойчивость обозначает способность некоей системы реагировать на изменения в окружающей среде (например, возмущения, случайные помехи) и по-прежнему сохранять приблизительно то же самое поведение на протяжении определенного (возможно, бесконечного) промежутка времени [3].

Джон Касти ввел две категории понятия устойчивости: *классическая* (система должна находиться в состоянии равновесия, а внешние силы, воздействующие на нее, изменяют ее, но не нарушают этого равновесия) и *структурная устойчивость* (структура системы изменяется в процессе движения).

Экономическим системам присущ структурный вид устойчивости, так как в процессе развития или изменения их количественные и качественные характеристики постоянно меняются под воздействием внутренних и внешних факторов.

Раскрывая понятие устойчивости экономической системы, следует учитывать многогранность этого явления и многообразие объектов системы. Экономические системы обладают признаками динамических, и по характеру взаимосвязи элементов их можно классифицировать как линейные и нелинейные.

Современная мировая социально-экономическая система характеризуется многомерностью и нелинейностью,

нестационарным поведением, а также социально-экономическими и экологическими кризисами. В связи с этим для нее особенно актуальны вопросы системной устойчивости, понимаемой как способность сохранять неизменность основных параметров функционирования системы.

При использовании физико-математических подходов для исследования устойчивости, присущей экономической системе, необходимо учитывать, что понятие устойчивости, сформулированное в данном контексте, отличается от его математической интерпретации [4]. Если в физических системах любое критическое отклонение от положения равновесия считается признаком выхода из состояния устойчивости, независимо от направления отклонения, то в экономических системах это направление имеет большое значение. Характер отклонений от равновесия часто играет ключевую роль в экономической среде. В этом понятийном пространстве именно «отрицательное» отклонение может быть движением по пути повышения устойчивости системы. Характер динамики колебательных процессов в экономических системах служит показателем их устремленности к устойчивому состоянию или к катастрофе. Следовательно, оценивая развитие различных экономических систем, необходимо четко определять признаки и параметры устойчивости для каждой конкретной системы. Сложность такого определения для экономических систем увеличивается в силу их структурной подвижности, поэтому выбор параметров состояния систем и их количественная оценка выходят на первый план при определении методологической базы исследований. В современных исследованиях экономических систем ученые оперируют среди прочего понятиями устойчивости по Ляпунову, Пуассону и Лагранжу.

Практические исследования экономических систем базируются на методологически обоснованных признаках и критериях. С опорой на них оцениваются состояние и развитие элементов системы, в том числе параметры их устойчивости. Однако особенность системного видения проблемы заключается в том, что устойчивость системы в целом не сводится к простой сумме значений ее элементов. Именно на этом уровне начинают работать особые законы больших и малых систем.

Так, оценка устойчивости производственного предприятия может основываться на оценке ее составляющих — материально-технической, инвестиционной, финансовой, производственной, организационно-управленческой и т. д. Однако их положительные оценки можно лишь условно распространить на систему в целом.

Сравнение математического и экономического подходов к оценке устойчивости систем позволяет выявить главное отличие экономических систем: их способность сохранять и эффективно изменять параметры своего развития, компенсируя внешние воздействия, поддерживая свой гомеостаз или совершенствуясь в соответствии с законами развития.

Со временем, после продолжительного пребывания в равновесном состоянии, экономические системы под дестабилизирующим влиянием внешних или внутренних факторов неизбежно переходят в состояние динамической неустойчивости. Однако переход в неравновесное состояние следует рассматривать как жизненно необходимое свойство систем, поскольку именно такие состояния способствуют приобретению экономическими системами нового качества: соответствия изменившимся условиям, продиктованным технологическим

и социальным прогрессом, экономическими и институциональными трансформациями. В этом контексте экономические процессы проявляют себя как открытые и необратимые, определяющие структурные перемены [2].

Неопределенность и бифуркации. Система стремится сохранить параметры устойчивости своего функционирования, сопротивляясь внутренним и внешним воздействиям. В переходный период, даже испытывая влияние извне, она сохраняет в себе минимальный уровень противоречий и изменений. Однако ее состояние постоянно изменяется во времени. Колебательный характер этих изменений может постепенно нарастать, что со временем приведет систему в состояние критических отклонений. При превышении некоторого их уровня система может перейти в состояние, называемое точкой кардинальных перемен, или *точкой бифуркации*. Подобные состояния экономических систем соответствуют локальным экономическим кризисам, в результате которых системы могут претерпевать глубокие качественные изменения или разрушаться.

В системном анализе эволюцию системы принято рассматривать как чередование детерминированных и недетерминированных состояний, или как цепь бифуркаций. Аналитикам рекомендуется обратить особое внимание на следующую особенность бифуркационного механизма: ему сопутствует фактор непредсказуемости траектории развития системы при переходе через точку бифуркации. В этот момент на выбор пути дальнейшего развития системы может повлиять любой, даже самый ничтожный фактор.

Бифуркационная модель служит для экономических систем одним из наиболее эффективных инструментов анализа системных процессов. В связи с этим

при решении задач повышения устойчивости экономической системы прежде всего следует:

– выявить закономерности в появлении критических состояний, характерных для данной системы;

– определить характеристики поведения системы в критические периоды и возможные пути ее посткризисного развития.

В современных исследованиях иногда встречаются попытки классифицировать точки бифуркации в соответствии с характером процессов, сопровождающих этот переход. Например, в случаях простых (примитивных) систем предлагается исходить из перемены состояния по схеме однозначной альтернативы (выбор из двух возможных вариантов). В случаях сложных (креативных) систем рассматривается набор сценариев и на выбор влияют многие факторы.

Момент прохождения системой точки бифуркации может быть сопряжен с переходом из состояния неустойчивости в ярко выраженное хаотическое состояние. С аналитической точки зрения, оно представляет наибольший интерес, поскольку может привести либо к катастрофе, либо к рождению новой системы, совершеннее прежней. Период хаотических состояний систем принято называть креативным, поскольку он благоприятствует рождению революционных идей и решений. Экономические системы в такие периоды переживают слом прежних структур и связей и становление новых, более совершенных. Эти процессы принято относить к самоорганизации — важнейшему свойству систем, без которого эволюция невозможна.

Кризисы и катастрофы в экономике мегапроектирования. Как известно, основоположником теории катастроф стал французский тополог Р. Том; толчком

для ее возникновения послужило полное решение проблемы о типах особенностей гладких отображений, полученное американским математиком Х. Уитни, а также теория бифуркаций динамических систем А. Пуанкаре и А. А. Андронова. Объект исследования теории катастроф — нелинейная динамическая система (см.: [5]).

Помимо этой теории, к экономическим системам можно применить *теорию особенностей* Х. Уитни. В соответствии с ней, в любой момент времени на фоне изменяющейся ситуации минимизируется или максимизируется некоторая функция [6] (например, минимизируется функция издержек или максимизируется функция полноты финансирования).

При исследовании внутренних и внешних факторов как источников возникновения нестабильности систем необходимо учитывать, что хаос имеет не только деструктивный, но и созидательный характер, играя важнейшую роль в эволюции систем. Опыт исследований показывает, что социально-экономическое развитие не может быть монотонно возрастающим. Периоды подъема неизбежно сменяются кризисными явлениями, т. е. для достижения более высокой точки развития система иногда вынуждена пройти через катастрофу, однако на графике эволюции средний показатель все равно будет стремиться вверх.

Комплекс моделей, позволяющих исследовать социально-экономические системы с позиций теории катастроф, предложен коллективом российских авторов в работе [7].

В мировой практике внедрения особо крупных проектов с международным участием аккумулирован весьма обширный и многосторонний опыт

привлечения государственных структур, инвестиционных банков и частных коммерческих организаций. Развитие подобных проектов приобретает ярко выраженный инфраструктурный характер, что требует более масштабного подхода к оценкам их выполнимости. При этом деятельность проектных команд подвергается справедливой критике: отмечается недостаточное освещение проблем, связанных с экономическими показателями таких проектов, а также вопросов экологических и социальных последствий их внедрения. Последние часто недооцениваются, а нередко совсем не принимаются в расчет.

Между тем можно с уверенностью утверждать, что проекты мега-класса имеют все признаки систем, склонных к кризисам, что дает аналитикам основания использовать методы, основанные на моделях элементарных катастроф.

При разработке больших проектов, в том числе научных мегапроектов класса *mega-science* (крупных исследовательских установок), моделирование с использованием идей и методов теории катастроф позволяет определять область точек бифуркации, являющуюся областью рисков развития кризисных сценариев.

Принято считать, что мегапроекты, в сравнении с обычными, на протяжении своего жизненного цикла могут пройти намного больше точек бифуркации, поскольку зависят от большего числа факторов и имеют более продолжительный период реализации. Отсюда при разработке больших научных проектов с использованием моделей катастроф следует уделять особое внимание связи возможных точек бифуркации с параметрами состояний мегапроекта как системы.

Объектом, параметры которого позволяют точнее всего судить о взаимодействии всех элементов мегапроекта,

может выступать его финансовая подсистема. Финансы наиболее полно отражают состояние развития мегапроекта; отчет о движении его денежных потоков в результате взаимодействия с внешней средой дает представление о финансовой эффективности. Таким образом, финансовую устойчивость можно с определенной долей условности считать показателем устойчивости мегапроекта. Соответственно главной проблемой его реализации представляется управление финансовым блоком для поддержания состояния, в котором проект будет функционировать стабильно.

Еще на стадии разработки мегапроекта, выстраивая стратегию управления финансами, важно выделить зоны устойчивости и критических состояний, а также рассчитать вероятные траектории развития. С этой целью следует определить:

- управляющие экономические параметры мегапроекта (основные показатели, обуславливающие развитие финансового блока);
- их влияние на условия достижения финансовой устойчивости;
- траекторию устойчивого развития мегапроекта («идеальную траекторию»).

Итак, учитывая масштабы и жизненный цикл мегапроектов, а также множественность и разнообразный характер рисков, сопровождающих их реализацию, целесообразно рассматривать такие проекты в качестве неравновесных систем, состояние которых характеризуется сменой детерминированных и недетерминированных фаз с переходом через точки кардинальных изменений (точки бифуркации).

Международные проекты мега-класса отличаются многосторонностью, сложностью, масштабностью, протяженностью во времени и еще большей зависимостью от внешних факторов.

Их следует рассматривать как неравновесные системы, в развитии которых даже незначительное изменение отдельных показателей может повлечь за собой резкие перемены, вплоть до катастрофических. Использование инструментария моделирования на концептуально-методологической основе теории катастроф позволит повысить предсказуемость и управляемость развития мегапроектов.

Литература

1. **Алексеев Ю. К., Сухоруков А. П.** Введение в теорию катастроф / Предисл. Г. Г. Малинецкого. Изд. 2-е, доп. М.: URSS: Кн. дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 184 с. (Синергетика: от прошлого к будущему).
2. **Исламутдинов В. Ф.** Эволюционная экономика. Ханты-Мансийск: РИО ЮГУ, 2014. 197 с.: табл., рис.
3. **Касту Дж.** Большие системы: связность, сложность и катастрофы / Пер. с англ. под ред. Ю. П. Гупало, А. А. Пионтковского. М.: Мир, 1982. 216 с.: ил.
4. **Захарчук Е. А.** Экономическая устойчивость и теория катастроф: точки соприкосновения: монография. Препринт. Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2006. 61 с. (Научные доклады).
5. **Арнольд В. И.** Теория катастроф. 3-е изд., доп. М.: Наука, 1990. 127 с.: ил.
6. **Острейковский В. А.** Анализ устойчивости и управляемости динамических систем методами теории катастроф. М.: Высшая школа, 2005. 326 с.: рис.
7. **Бородин А. И., Новикова Н. Н., Шаш Н. Н.** Применение синергетических методов и теории катастроф // Эффективное антикризисное управление. 2015. № 2 (89). С. 84—91.
8. **Воробьева И. П.** Устойчивость экономики и проблемы ее обеспечения в современной России // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2012. № 1. С. 17—25.
9. **Неделько Н. С.** Использование теории катастроф к анализу поведения экономических систем // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2010. № 1. С. 223—227.
10. **Тронина И. А.** Концепция управления интеграционными процессами в экономике с учетом нелинейной модели развития инноваций // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2014. № 4-1. С. 83—89.

11. **Хранов С. В.** Теория катастроф в экономических исследованиях: монография. Новосибирск: ИЭОПП, 2004. 65 с.: граф.

12. **Чернышова О. Ю.** Синергетика и экономика: принципы взаимодействия // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2008. № 10 (66). С. 345—349.

13. **Яковлева Т. А.** Эволюционный подход к развитию экономических систем: постановка вопроса // Вестник Брянского государственного университета. 2011. № 3. С. 223—225.

Поступила 20.02.2018

Жебит Екатерина Владимировна — соискатель Института Европы Российской академии наук (Россия, 125993, Москва, Моховая ул., 11-3 В), cat.zhebit@gmail.com

References

1. Alekseev Yu. K., Sukhorukov A. P. Vvedenie v teoriyu katastrof (An Introduction to the Catastrophe Theory), Predisl. G. G. Malinetskogo, Izd. 2-e, dop., M., URSS, Kn. dom "LIBROKOM", 2009, 184 p., Sinergetika: ot proshlogo k budushchemu.
2. Islamutdinov V. F. Evolyutsionnaya ekonomika (Evolutionary Economics), Khanty-Mansiisk, RIO YuGU, 2014, 197 p., tabl., ris.
3. Kasti Dzh. Bol'shie sistemy: svyaznost', slozhnost' i katastrofy (Connectivity, Complexity and Catastrophe in Large-Scale Systems), Per. s angl. pod red. Yu. P. Gupalo, A. A. Piontkovskogo, M., Mir, 1982, 216 p., il.
4. Zakharchuk E. A. Ekonomicheskaya ustoi-chivost' i teoriya katastrof: tochki soprikosnoveniya (Economic Stability and Catastrophe Theory: Things in Common), monografiya, Preprint, Ekaterinburg, In-t ekonomiki UrO RAN, 2006, 61 p., Nauchnye doklady.
5. Arnol'd V. I. Teoriya katastrof (Catastrophe Theory), 3-e izd., dop., M., Nauka, 1990, 127 p., il.
6. Ostreikovskii V. A. Analiz ustoichivosti i upravlyaemosti dinamicheskikh sistem metodami teorii katastrof (Dynamic Systems Stability and Controllability Analysis Using Methods of Catastrophe Theory), M., Vysshaya shkola, 2005, 326 p., ris.
7. Borodin A. I., Novikova N. N., Shash N. N. Primenenie sinergeticheskikh metodov i teorii katastrof (Application of Synergetic Methods and Theory of Accidents), *Effektivnoe antikrizisnoe upravlenie*, 2015, No. 2 (89), pp. 84—91.
8. Vorob'eva I. P. Ustoichivost' ekonomiki i problemy ee obespecheniya v sovremennoi Rossii (Stability of Economy and Problem of its Maintenance in Modern Russia), *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika*, 2012, No. 1, pp. 17—25.

9. Nedel'ko N. S. Ispol'zovanie teorii katastrof k analizu povedeniya ekonomicheskikh sistem (Catastrophe Theory and Analysis of Economic Systems Behaviour), *Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2010, No. 1, pp. 223—227.
10. Tronina I. A. Kontseptsiya upravleniya integratsionnymi protsessami v ekonomike s uchetom nelineinoi modeli razvitiya innovatsii (Management Concept of the Integration Processes in the Economy Taking into Account Non-Linear Model of Innovation Development), *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomicheskie i yuridicheskie nauki*, 2014, No. 4-1, pp. 83—89.
11. Khrapov S. V. Teoriya katastrof v ekonomicheskikh issledovaniyakh (Catastrophe Theory in Economic Research), monografiya, Novosibirsk, IEOPP, 2004, 65 p., graf.
12. Chernyshova O. Yu. Sinergetika i ekonomika: printsipy vzaimodeistviya (Synergy and Economy: Interaction Principles), *Vestnik Tambovskogo universiteta, Seriya Gumanitarnye nauki*, 2008, No. 10 (66), pp. 345—349.
13. Yakovleva T. A. Evolyutsionnyi podkhod k razvitiyu ekonomicheskikh sistem: postanovka voprosa (Evolutionary Approach to Economic Systems Development: Statement of Purpose), *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, No. 3, pp. 223—225.

Submitted 20.02.2018

Zhebit Ekaterina V., external PhD student, Institute of Europe of the Russian Academy of Sciences (11-3 B, Mokhovaya street, Moscow, 125993, Russia), cat.zhebit@gmail.com