

<https://doi.org/10.23672/SAE.2023.70.86.005>

УДК 338.12

Бондаренко Наталья Алексеевна

кандидат экономических наук, доцент,
кафедра экономической теории и национальной экономики,
Тихоокеанский государственный университет
bonna5@mail.ru

Лях Алексей Павлович

ведущий специалист,
департамент инновационной политики и разработок,
Тихоокеанский государственный университет
006992@pnu.edu.ru

Natalia A. Bondarenko

PhD in Economics, Associate Professor,
Department of Economic Theory and National Economy,
Pacific National University

Aleksey P. Liah

Leading Specialist
Department of Innovation Policy and Development,
Pacific National University

Особенности математического моделирования бизнес-процессов

Features of mathematical modeling of business processes

***Аннотация.** Скачкообразное развитие информационных технологий и вычислительной техники привело к повсеместному росту математизации, а, как следствие, перевод в сферу информационных технологий не только точных наук и технических дисциплин, но и сфер, ранее считавшихся слишком сложными для реализации математических моделей. Математическое моделирование бизнес-процессов является актуальным этапом науки управления предприятием. В статье рассмотрен кибернетический подход математического моделирования предприятия, понятие процессорного подхода, определены особенности и недостатки классического метода моделирования, предложены современные альтернативы.*

Ключевые слова: управление предприятием, процессорный подход, математическая модель, моделирование бизнес-процессов, кибернетический подход, социальные системы, синергетика.

Abstract. *The abrupt development of information technology and computer technology has led to a widespread increase in mathematization, and, as a result, the transfer to the field of information technology not only of exact sciences and technical disciplines, but also areas that were previously considered too complex for the implementation of mathematical models. Mathematical modeling of business processes is an actual stage in the theory of enterprise management. The article considers a cybernetic approach to mathematical modeling of an enterprise, the concept of a processor approach, identifies the features and disadvantages of the classical modeling method, and proposes modern alternatives.*

Keywords: *enterprise management, processor approach, mathematical model, business process modeling, cybernetic approach, social systems, synergetics.*

Скачкообразное развитие информационных технологий и вычислительной техники привело к повсеместному росту математизации, а, как следствие, к переводу в сферу информационных технологий не только точных наук и технических дисциплин, но и сфер, ранее считавшихся слишком сложными для реализации математических моделей. В первую очередь, сюда относятся сложные природные и социальные системы, включающие в свой состав человека.

Стремление автоматизировать процесс управления предприятием как одна из тенденций современного мира [1], в тот или иной момент времени, приводит к попыткам перевести бизнес-модель – краткое и наглядное описание работы предприятия в математическую модель, однозначно описывающую все процессы предприятия и связи между ними. Классическим методом решения данной задачи является применение кибернетического подхода.

Кибернетический подход заключается в изучении системы путем выявления прямых и обратных связей, изучения процессов управления, рассмотрения элементов системы как «черных ящиков» (систем, в которых исследователю доступна только их входная и выходная информация, а внутреннее устройство может быть неизвестно).

Используя кибернетический подход в самом общем виде, процесс управления (в том числе, предприятием) может быть проиллюстрирован с помощью схемы, указанной на рисунке 1.

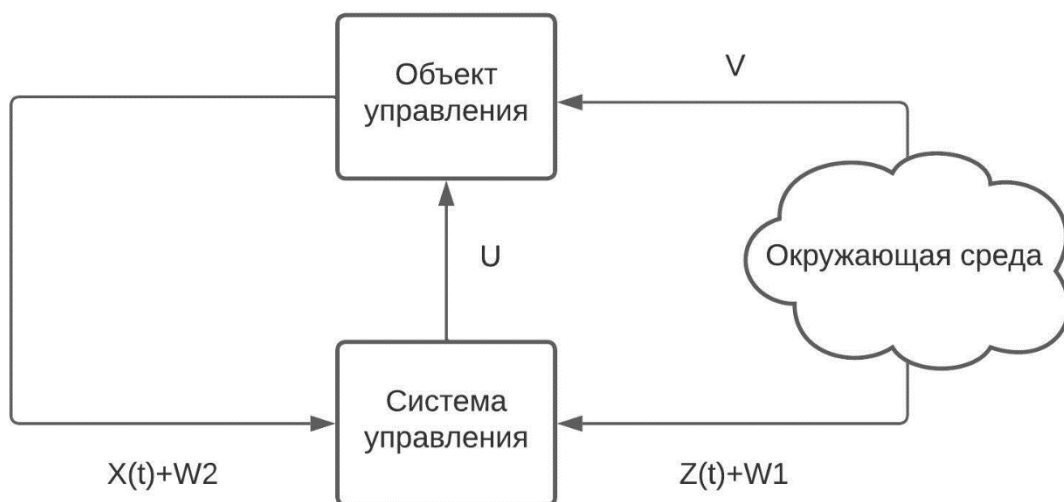


Рис. 1. Процесс управления,

где t – время, $X(t)$ – вектор измеряемых параметров, характеризующих состояние управляемого объекта, $Z(t)$ – вектор измеряемых параметров, характеризующих состояние окружающей среды, U – управляющее воздействие, V – воздействие окружающей среды, $W1$ и $W2$ – информационные возмущения. В общем случае U , V , $W1$, $W2$ могут зависеть от X и t .

Кибернетический подход предполагает [3], что управление рассматривается в рамках системы, которая включает в себя окружающую среду наряду с предприятием. Цель управления должна быть сформулирована в измеримых количественных терминах. Механизмы коммуникации и контроля, действующие в системе, анализируются с учетом как детерминированных, так и стохастических изменений.

Управление предприятием всегда подчинено некоторой цели, поэтому всегда можно говорить о возможности оптимального в известной смысле управления, например, максимизация прибыли за заданный период времени, снижение издержек производства и т.д.

Таким образом, для управления предприятием можно использовать теорию оптимального управления. Однако на практике использовать этот подход в чистом виде не представляется возможным, так как даже упрощенные модели оказываются такой размерности, что ни один из известных методов построения оптимального управления не может быть реализован для определения управляющих воздействий, несмотря на скачкообразное развитие информационных технологий и вычислительной техники. Решение данной проблемы является переход к процессорному подходу управления предприятием [5]; то есть, представление предприятия

как совокупности бизнес-процессов, каждый из которых протекает во взаимосвязи с другими бизнес-процессами компании или внешней средой.

С точки зрения кибернетического подхода, каждый бизнес-процесс можно рассматривать как отдельное предприятие, управление которым необходимо автоматизировать. Как следствие, математическое описание предприятия сводится к моделированию его бизнес-процессов, постепенно увеличивая уровень декомпозиции [2]. Однако при кажущейся простоте такого решения, в реальности, при попытке создать математическую модель предприятия через моделирование его отдельных бизнес-процессов и связей между ними, специалисты сталкиваются с расхождением теорий кибернетики и реальным поведением сложных социальных систем, в том числе модели управления предприятием. К таким особенностям относятся [3]:

1. Самоорганизация. В системах происходят процессы, которые способствуют поддержанию его оптимального функционирования, саморазвитию, самовосстановлению и самоизменению. При этом критерии оптимальности при самоорганизации могут отличаться от критериев, устанавливаемых при управлении предприятием;

2. Открытость. Система не только имеет каналы связи с внешней средой для обмена веществ, энергии и информации, но и количество этих каналов сложно исчислимо, а большинство из них сложно измеримо. Таким образом не представляется возможным однозначно определить и измерить параметры, характеризующие состояние окружающей среды;

3. Нелинейность. В системе существует множество вариантов, включая альтернативные, возможные пути развития и способы реагирования систем на внешние воздействия;

4. Неравновесность. Кибернетический подход предполагает существование точки равновесия, в которой находится система при достижении оптимального управляющего воздействия. Социальные системы большую часть времени находятся вдали от равновесия, либо вообще не имеют такого состояния в своём нормальном режиме работы.

Следовательно, методы математического моделирования, основанные на кибернетическом подходе, не позволяют однозначно описать математическую модель предприятия, даже с применением процессорного подхода к управлению. Одним из путей решения данной задачи является переход от кибернетического подхода к синергетическому [4].

Синергетика – это теория о самоорганизации систем. В частности, синергетику особенно интересует вопрос о том, как именно подсистемы или части вызывают изменения, полностью обусловленные процессами самоорганизации.

Саморазвивающиеся системы находят внутренние формы адаптации к окружающей среде. Неравновесные условия приводят к тому, что элементы, которые вели себя независимо и автономно в условиях равновесия, влияют на поведение предприятия. В ситуациях, когда отсутствует равновесие, согласованность элементов системы значительно возрастает.

Новая стратегия научного поиска предполагает учет фундаментальной неоднозначности поведения систем и их компонентов, возможности перехода с одной траектории на другую и потери системной памяти, когда система действует спонтанно и непредсказуемо, когда она забывает о своих предыдущих состояниях. В критических точках направленных изменений возможен эффект разветвления, который позволяет использовать различные комбинации их развития в перспективе функционирования таких систем. Роль принципов в данном подходе выполняют паттерны (образцы) синергетического мышления. К числу таких паттернов относятся следующие:

1) Практически, все существующие системы являются нелинейными и открытыми, и поэтому их функционирование и развитие строится на основе механизмов и процессов самоорганизации и саморазвития;

2) хаос играет конструктивную роль в процессах самоорганизации: с одной стороны, он деструктивен, поскольку хаотичные небольшие колебания в определенных условиях приводят к разрушению сложных систем; с другой стороны, он конструктивен, поскольку лежит в основе механизма объединения простых структур в сложные структуры, адаптации их скорости развития и приведения системы в соответствие с требованиями, предъявляемыми к ней организмом; с третьей стороны, он конструктивен, поскольку лежит в основе механизма объединения простых структур в сложные структуры, адаптации их скорости развития и выведения системы из работы, лежит в основе привлекательности развития;

3) для жизнедеятельности саморегулирующихся систем важны не только стабильность и необходимость, но и нестабильность и случайность. Процесс самоорганизации происходит в результате взаимодействия случайности и необходимости и всегда связан с переходом от неустойчивости к устойчивости;

4) новое предстает непредсказуемым в результате бифуркаций; и в то же время, новое «запрограммировано» в виде спектра возможных путей развития, спектра относительно устойчивых структур – аттракторов эволюции;

5) системе нельзя навязывать что-либо, что противоречит ее внутреннему содержанию и логике обеспечения ее внутренних процессов. Эффективное управление системой возможно при обнаружении эволюции и

резонансного воздействия на систему и ее компоненты, при этом внешнее воздействие согласуется с внутренними свойствами системы;

б) замкнутость системы может создать, своего рода, стабильность, которая может препятствовать ее развитию или даже привести к эволюционному тупику.

Таким образом, паттерны синергетического подхода совпадают с особенностями сложных социальных систем. Как следствие, можно утверждать, что применение синергетических методов моделирования, а именно отказ от параметров эффективности к пользу аттракторов - относительно конечных, устойчивых состояний системы, притягивающее к себе целый ряд «траекторий» движения (развития) системного объекта, позволит реализовать задачу математического моделирования бизнес-процессов с учётом особенностей сложных природных и социальных систем.

Конфликт интересов	Conflict of Interest
Не указан.	None declared.
Рецензия	Review
Все статьи проходят рецензирование в формате double-blind peer review (рецензенту неизвестны имя и должность автора, автору неизвестны имя и должность рецензента). Рецензия может быть предоставлена заинтересованным лицам по их запросу.	All articles are reviewed in the double-blind peer review format (the reviewer does not know the name and position of the author, the author does not know the name and position of the reviewer). The review can be provided to interested persons upon request.

Литература

1. Балдин К. В., Уткин В. Б. *Информационные системы в экономике : учебник / 8е изд.* М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2019. 394 с.
2. Кравченко А. В., Драгунова Е. В., Кириллов Ю. В. *Моделирование бизнес-процессов, учебное пособие.* Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. 136 с.
3. Каравеева Е. Д. *Управление организацией в условиях цифровизации : учебное пособие.* СПб. : Научное издание «Технологии», 2020. 68 с.
4. Аршинов В.И. *Синергетика и методология постнеклассической науки*— М. 2003.
5. Ляндау Ю. В., Стасевич Д.И. *Теория процессного управления : монография.* М. : ИНФРА-М, 2019. 118 с.

Literature

1. Baldin K. V., Utkin V. B. *Information systems in economics: textbook / 8th ed.* M. : Publishing and Trade Corporation "Dashkov and Co", 2019. 394 p.
2. Kravchenko A. V., Dragunova E. V., Kirillov Yu. V. *Modeling of business processes, tutorial.* Novosibirsk: Publishing house of NSTU, 2020. 136 p.

3. *Karavaeva E. D. Management of an organization in the context of digitalization: a textbook. SPb. : Science-intensive technologies, 2020. 68 p.*

4. *Arshinov V.I. Synergetics and methodology of post-non-classical science - M. 2003.*

5. *Lyandau Yu. V., Stasevich D.I. Theory of process management: monograph. M. : INFRA-M, 2019. 118 p.*