

УДК 004.89

***НАУКА О СЛОЖНОСТИ, ДИНАМИКА И СЛОЖНОСТЬ  
АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ***

***Язареева Д.Р.***

*Студент,*

*Российский университет транспорта,*

*Москва, Россия*

***Шмаль В.Н.***

*к.т.н., доцент,*

*Российский университет транспорта,*

*Москва, Россия*

**Аннотация**

Термин сложные адаптивные системы в науке используется для описания слабо организованной академической области, которая выросла вокруг изучения таких систем. Адаптивные системы обладают способностью изменяться и адаптироваться в пределах своих собственных параметров. Их динамика и сложность может иметь адаптивный аспект, когда агенты адаптируются на основе изменений внешних условий. Определение раскрывает динамические свойства, которые приводят к тому, что отдельные агенты развиваются и приобретают определенные модели поведения, которые зависят от присущих адаптивных параметров системы.

**Ключевые слова:** адаптивная система, многофакторные системы, наука о сложности, адаптация, системы взаимодействий.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

***THE SCIENCE OF COMPLEXITY, DYNAMICS AND  
COMPLEXITY OF AN ADAPTIVE SYSTEM***

***Yazareeva D.R.***

*Student,*

*Russian University of Transport,*

*Moscow, Russia*

***Shmal V.N.***

*c.t.s., associate professor,*

*Russian University of Transport,*

*Moscow, Russia*

**Annotation**

The term complex adaptive systems in science is used to describe a loosely organized academic field that has grown up around the study of such systems. Adaptive systems can change and adapt within their own parameters. Their dynamics and complexity can have an adaptive aspect when agents adapt based on changes in external conditions. The definition reveals the dynamic properties that lead to the fact that individual agents develop and acquire certain behaviors that depend on the inherent adaptive parameters of the system.

**Key words:** adaptive system, multifactor systems, science of complexity, adaptation, systems of interactions.

Сложная адаптивная система — это система, которая сложна в том смысле, что представляет собой динамическую сеть взаимодействий, но поведение ансамбля может быть непредсказуемым в соответствии с

## ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

поведением компонентов. Она адаптивна в плане, что индивидуальное и коллективное поведение видоизменяется и самоорганизуется в соответствии с инициирующим изменением микро-событием или совокупностью событий. Что еще более важно, система является разнонаправленной и динамичной. Она изменяется на основе обратной связи, которая может быть хаотичной. Много направленные и многофункциональные системы демонстрируют высокие динамические реакции, которые позволяют им быстро меняться с течением времени. Каждая из них может быть самоподдерживающейся системой, но происхождение — это долгосрочные самоподдерживающиеся петли обратной связи, которые приводят к сложным взаимодействиям [14,21]. Адаптивные системы могут иметь высокую степень сложности в процессе инициирования изменений и являются результатом взаимодействия множества действующих лиц. Многофакторные системы были описаны с точки зрения притяжения и отталкивания взаимодополняющих целей для улучшения адаптивного поведения, которое система может выполнять при изменениях. Это, в свою очередь, влияет на поведение элементов в сети взаимодействий [5,6,7].

Адаптивные системы по определению обладают способностью изменяться и адаптироваться в пределах своих собственных параметров. Определение раскрывает присущие адаптивным системам динамические свойства, которые приводят к тому, что отдельные агенты развиваются и приобретают определенные модели поведения, которые зависят от присущих адаптивных параметров системы. Такие параметры могут перенаправлять их в разные стороны. Поведение системы развивается на основе сочетания таких адаптивных функций, требующих множества действий.

## ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

Такие многофакторные системы часто называют системами взаимодействий. Окружающая среда может иметь множество взаимодействующих агентов, которые могут приобретать больше черт, добавлять больше аспектов к своим собственным чертам, улучшать производительность одной или нескольких черт или снижать эффективность других черт [1,2,3,4].

Существуют также другие сложные адаптивные системы, у которых нет границы, на которой они перестают быть много действующими системами и начинают быть многомерными системами. Такие системы могут вести себя как сложные системы взаимодействий, но не реагируют на внешние воздействия детерминированным образом. Некоторые из этих сложных адаптивных систем, вероятно, будут иметь сложную само усиливающуюся систему обратной связи, где обратная связь приводит к самовоспроизводящейся системе изменяющихся входов и ответов. Такие петли обратной связи приводят к внутренней сложности системы, включающей более одной реакции и серию сложных адаптивных форм поведения, которые по своей природе являются само усиливающимися. Такие петли обратной связи могут быть скрыты в различных системах [10]. Это может быть сложная адаптивная система, которая быстро и динамично реагирует на изменение внешних условий, но может отсутствовать внешнее воздействие на систему и преобладать внутренняя динамика. Если это так, то возможно наличие нескольких процессов, которые являются самоорганизующимися и имеют высокую степень сложности, которые со временем внутренне увеличиваются. Такие самоорганизующиеся петли обратной связи могут работать через множество сложных процессов взаимодействия и взаимодействия узлов в сложных системах.

Динамика и сложность многофакторной системы может иметь адаптивный аспект, когда агенты адаптируются на основе изменений внешних условий [8,9]. Например, система может реагировать на изменения своих внутренних или внешних условий. Законы изменений определяют, когда у этого типа системы есть определенные атрибуты и как эти системы адаптируются в своей реакции на изменения. Такая система адаптировалась и развивалась в ответ на внешние условия.

Правило 1. Системы не меняются, пока не изменятся основные требования.

Примеры систем, которые не меняются, включают, например, любую сложную адаптивную систему с определенными атрибутами, которые представляют важные особенности или аспекты ее внутренней или внешней среды. Такие системы адаптируются к изменениям их характеристик, механизмов или процессов. Но из-за законов изменений эта система также со временем меняет свои общие параметры или характеристики. Система может адаптировать и изменять свои процессы таким образом, что существует несколько подсистем, которые содержат несколько компонентов, которые действуют на аналогичные или одни и те же факторы. Этот тип адаптации представляет собой тип повторяющихся изменений. Если процессы повторяются во времени, система может иметь сложное поведение и со временем превратиться в сложную адаптивную систему [20].

Если системы имеют схожие характеристики в различных частях, они, вероятно, будут сложными адаптивными системами. Такие системы можно рассматривать как множественные взаимодействия множества систем. Каждая ветвь может быть чувствительна только к внешним входам от внешних источников. Такие системы, вероятно, будут иметь

сложное поведение, которое может быстро и непредсказуемо меняться [15,16,17].

Однако по мере того, как ветвь и ветки развиваются с течением времени, каждая ветвь может иметь разные комбинации подсистем, которые представляют механизмы и компоненты, ответственные за изменения в ветке. Такие системы, вероятно, будут иметь высокий уровень сложности и будут реагировать на динамические изменения [11,12,13].

Правило 2. Системы адаптивны, если изменения происходят автоматически и происходят внутри структуры системы.

Это правило описывает процессы, происходящие в системах, которые развиваются с течением времени. Оно утверждает, что системы развиваются, чтобы реагировать на внешние изменения или на изменения во внутренней среде. Система может реагировать на внутренние изменения путем корректировки своих внутренних структур. Адаптация к внешним или внутренним изменениям может вызвать изменения в структурах, образующих внутреннюю систему [22,23]. Такие изменения могут затронуть внутреннюю структуру системы и вызвать изменение внутренних параметров системы. Таким образом, изменения во внутренней структуре системы могут происходить быстро и непредсказуемо. Такая система, вероятно, будет сложной и адаптивной [19]. Однако та же самая структура может быть медленной и предсказуемой. В системах, которые имеют типичный образец внутренней структуры, существуют определенные особенности внутренней структуры, такие как параметры, которые известны, но не могут постоянно изменяться с течением времени, например параметры, которые хранятся в памяти. Такие параметры можно измерить с

внешних входов. Если параметры измеряются неоднократно с течением времени, такие системы могут со временем развиваться до более сложных структур. Например, система может разработать простую систему, способную со временем изменять свою внутреннюю структуру, а затем сложную систему. Это изменение внутренней структуры может быть очень быстрым и может быть похоже на запрограммированное изменение.

Правило 3. Адаптация происходит потому, что динамика адаптивной системы эффективна в изменении внутренней структуры с течением времени.

Этот закон описывает динамику, происходящую в адаптивной системе. Система может управляться аналогичным набором параметров или определенными параметрами в наборе фиксированных параметров с течением времени. Поведение адаптивной системы сложнее, чем простая статическая система. Такие системы могут изменяться с течением времени, потому что динамика системы эффективна в изменении внутренней структуры с течением времени. Такую структуру можно изменять, изменяя внутренние параметры и структуру с течением времени. Изменения во внутренней структуре, вероятно, будут медленными и постепенными. Следовательно, такие системы, вероятно, будут иметь низкую обучаемость [18].

Результаты проведенного нами анализа позволяют сделать некоторые частные выводы в исследовании сложных адаптивных систем. Термин сложные адаптивные системы или наука о сложности часто используется для описания слабо организованной академической области, которая выросла вокруг изучения таких систем. Наука о сложности не является единой теорией - она охватывает более одной

## ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

теоретической основы и является междисциплинарной, ища ответы на некоторые фундаментальные вопросы об адаптируемых, изменчивых системах. Она основана на фундаментальных теориях физики, химии, биологии, вычислений, экономики, а также на последних теоретических достижениях в области искусственного интеллекта, компьютерного зрения, геофизического моделирования и биоинженерии и в других областях.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Белозеров, В. Л. Проблемы новых форм занятости и пути решения / В. Л. Белозеров, П. В. Куренков, И. В. Серяпова // Повышение производительности труда на транспорте - источник развития и конкурентоспособности национальной экономики: Труды V Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 26 мая 2021 года. – М.: Гуманитарный институт федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский университет транспорта (МИИТ)", 2021. – С. 85-88.

2. Куренков, П. Подвижные блок-участки и виртуальные сцепки как инновационные составляющие транспортно-логистической инфраструктуры / П. Куренков, И. Солоп, Е. Чеботарева // Логистика. – 2021. – № 1(170). – С. 30-34.

3. Самойлова, М. А. Сравнительный анализ современных методик калькулирования себестоимости: target costing и kaizen costing / М. А. Самойлова, П. В. Куренков, Н. Ю. Юрченко // Сбалансированное развитие инновационных систем: теория и практика : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 20–



25 апреля 2020 года. – М.: ИП Сафронов Руслан Анатольевич, 2020. – С. 222-226.

4. Соломатина, А. П. Цифровизация логистики: применение технологии «blockchain» / А. П. Соломатина, П. В. Куренков // Сбалансированное развитие инновационных систем: теория и практика : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 20–25 апреля 2020 года. – М.: ИП Сафронов Руслан Анатольевич, 2020. – С. 272-280.

5. Астафьев, А. В. Реализация нестандартных подходов в политранспортной логистике / А. В. Астафьев, Е. Д. Стрижова, И. А. Добродомов // Логистика - евразийский мост : Материалы XVI Международной научно-практической конференции, Красноярск-Енисейск, 28 апреля – 01 2021 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 10-15.

6. Насыбуллин, А. М. Сравнение сфер применения инновационных технических решений для погрузочно-выгрузочных работ на контейнерных терминалах / А. М. Насыбуллин, Л. Р. Айсина, Д. Ю. Роменский // Вестник транспорта Поволжья. – 2020. – № 5(83). – С. 40-51.

7. Айсина, Л. Р. Подход к автоматизации ввода исходных данных при имитационном моделировании железнодорожной станции / Л. Р. Айсина, В. И. Булгаков, В. Н. Шмаль // Реформы в России и проблемы управления - 2017 : Материалы 32-й Всероссийской научной конференции молодых ученых, Москва, 26–27 апреля 2017 года. – Москва: Государственный университет управления, 2017. – С. 130-131.

8. Vakulenko, S. P. Technical solutions for loading and unloading operations on freight trains on an electrified track of a logistic terminal / S. P.

Vakulenko, A. M. Nasybullin // T-Comm. – 2020. – Vol. 14. – No 4. – P. 66-72. – DOI 10.36724/2072-8735-2020-14-4-66-72.

9. Вакуленко, С. П. Оптимизация логистики подвоза грузов / С. П. Вакуленко, А. С. Кравцов, А. М. Насыбуллин // Экономика железных дорог. – 2020. – № 5. – С. 51-59.

10. Комиссаров, С. А. Применение нейронных сетей для краткосрочного прогнозирования пассажиропотоков / С. А. Комиссаров, В. Д. Федотова, И. М. Самойлова // Современное состояние и тенденции развития железных дорог : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 20 декабря 2017 года / Под редакцией Н.В. Пшениснова. – Нижний Новгород, 2017. – С. 178-181.

11. Шапкин, И. Н. Координация по горизонтали / И. Н. Шапкин, И. М. Самойлова // Мир транспорта. – 2013. – Т. 11. – № 3(47). – С. 180-183.

12. Минаков, П. А. Использование дифференциальных уравнений для определения технико – технологических параметров работы сортировочной станции / П. А. Минаков // Наука и техника транспорта. – 2012. – № 3. – С. 19-24.

13. Shmal, V. N. The problem of demarcation in modern science / V. N. Shmal, S. S. Pavlov, P. A. Minakov. – Yekaterinburg : Издательские решения по лицензии Ridero, 2021. – 119 p. – ISBN 978-5-0055-3245-9.

14. Вакуленко, С. П. С учетом цифровой трансформации транспортной отрасли / С. П. Вакуленко, Е. С. Прокофьева // Железнодорожный транспорт. – 2020. – № 3. – С. 33-35.

15. Клычева, Н. А. Цифровая трансформация транспортно-логистических услуг / Н. А. Клычева, Е. С. Прокофьева // Сборник

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»  
научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. –  
2020. – № 56. – С. 49-55.

*Оригинальность 77%*