

УДК 004.94

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО КАСКАДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОММУНИКАЦИОННОЙ СРЕДЫ

Господинов Славейко Господинов¹,

д-р наук, профессор,

e-mail: sgospodinov@mail.bg,

¹Университет архитектуры, строительства и геодезии, г. София, Болгария

Статья исследует особенности информационного каскадного моделирования процессов передачи информации в коммуникационных системах. Выделяются ключевые и отличительные признаки проектной каскадной модели и информационной каскадной модели сетевых процессов. Показано, что информационное каскадное моделирование отражает интегративный процесс передачи данных как коммутации информационного и коммуникационного процессов. Информационный каскад в сетевой среде рассматривается как результат синергетического действия информационных потоков. Показано различие между информационным каскадом социальной среды и технической коммуникационной среды. Отмечается, что каскад в социальной среде – это усилие информационного воздействия агентов на потребителей. Информационный каскад в технической коммуникационной среде рассматривается как динамическая иерархичность передаваемого контента, обладающая свойством эмерджентности. Показывается, что информационная каскадная модель позволяет создать инструмент для исследования таких факторов, как диффузия информации и образование информационного каскада в коммуникационных системах. Выделенные особенности информационного каскадного моделирования процессов передачи информации в коммуникационных системах дают расширенное представление предмета исследования при создании сетевых систем и технологий и приводят к уточнению концепции их разработки.

Ключевые слова: каскадное моделирование, информационный каскад, диффузия информации, коммуникационные процессы, контент

THE FEATURES OF INFORMATION CASCADE MODELING OF THE COMMUNICATION ENVIRONMENT

Gospodinov S.G.¹,

doctor of sciences, professor,

e-mail: sgospodinov@mail.bg,

¹University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Sofia, Bulgaria

The article investigates the features of information cascade modeling of information transmission processes in communication systems. The key and distinctive features of the design cascade model and the information cascade model of network processes are highlighted. It is shown that information cascade modeling reflects the integrative process of data transmission as a commutation of information and communication processes. The information cascade in the network environment is considered as a result of the synergistic action of information flows. The difference between the information cascade of the social environment and the technical communication environment is shown. It is noted that the cascade in the social environment is an effort of information influence of agents on consumers. The information cascade in the technical communication environment is considered as a dynamic hierarchy of transmitted content, which has the property of emergence. It is shown that the information cascade model makes it possible to create a tool for studying such factors as information diffusion and the forming of an information cascade in communication systems. The highlighted features of information cascade modeling of information transmission processes in communication systems provide an expanded understanding of the subject of research in the creation of network systems and technologies and lead to a clarification of the concept of their development.

Keywords: cascade modeling, information cascade, information diffusion, communication processes, content

DOI 10.21777/2500-2112-2023-4-62-69

Введение

Моделирование является основой научных исследований, проектирования и решения прикладных задач [1]. В научной литературе достаточно много говорится о моделировании информационных процессов, но ограничено число исследований о коммуникационных процессах, которые способствуют передаче информации и имеют свою специфику. Стержневой основой любого моделирования является системный анализ, который определяет общую организацию процесса моделирования. Для анализа конкретных характеристик и свойств исследуемого объекта, таких как качество информационных и коммуникационных процессов, применяют дополнительные методы анализа. При проведении информационного каскадного моделирования и анализа информации на узлах сети применяют следующие методы: сравнительный анализ полученных данных [2]; корреляционный анализ [3] или статистический метод изучения взаимосвязи между двумя и более случайными величинами; оппозиционный анализ [4] как развитие дихотомического подхода; логический анализ [5], основанный на математической логике; дихотомический анализ [6; 7], основанный на выявлении некоего свойства исследуемого объекта и его противоположности; качественный анализ [8] для обработки нечисловых данных. Здесь следует различать результаты информационного и коммуникационного процессов (информирование) и механизмы коммуникационного обмена (коммуникационные процессы) и передачи информации в сетевых системах. Коммуникационные процессы выполняют роль поддержки информационных процессов. Развитие обоих процессов ведет к накоплению информационных ресурсов [9; 10].

Информационное каскадное моделирование отражает интегративный процесс передачи данных между агентами в сетевой среде как коммутацию информационного и коммуникационного процессов. Информационное каскадное моделирование связано с исследованием таких факторов, как диффузия информации и образование информационного каскада в системе коммуникации. Информационный каскад в сетевой среде рассматривается как результат синергетического действия информационных потоков.

С учетом изложенного актуальным является исследование особенностей информационного каскадного моделирования процесса передачи информации в коммуникационных системах, дающих расширенное представление предмета исследования и уточняющих концепцию создания сетевых систем и технологий.

Особенности проектной и информационной каскадных моделей

Каскадные модели применяют достаточно давно в проектировании и при моделировании жизненного цикла систем [11]. Их необходимо отличать от информационных каскадных моделей и информационного каскада. Каскадные модели в проектировании и информационные каскадные модели – это разные модели. Проектная каскадная модель – это строгая регламентированная модель с четкой структурой и односторонней направленностью. Информационная каскадная модель может иметь разную направленность и может быть нечеткой. Проектная каскадная модель передает четкие данные проекта согласно плану. Информационная каскадная модель передает контент. Контент меняется по ситуации либо в сторону наполнения, либо изменения. Проектная каскадная модель является линейной, информационная каскадная модель функционирует в сети и является нелинейной.

Проектная каскадная модель имеет ключевой признак – фиксированную структуру. Структура информационной каскадной модели переменная. Она образуется внутри системы коммуникации. Информационная каскадная модель имеет ключевой признак – каскадный эффект (информационный взрыв). Однако этот эффект в среде может быть или не быть.

Проектная каскадная модель – это детерминированная модель с последовательными информационными потоками. Информационная каскадная модель включает элементы случайности и параллельные информационные потоки. Усиление параллельного информационного потока характеризует появление каскада.

Модель информационного каскада первоначально применяли как организационную коммуникационную модель в экономике¹. Она была условно информационной, поскольку информационный обмен осуществлялся напрямую между агентами в виде дискурса и обмена мнениями с использованием технических средств. При этом предполагается, что экономические агенты принимают решения последовательно один за другим, каждый последующий агент наблюдает решения всех предыдущих агентов, в то же время он не знает их истинных предпочтений. Каскад или усиление действий возникнет, если в процессе принятия решений некоторое число агентов совершили одинаковое действие. Каскад сформируется, даже если агенты действовали независимо, исключительно на основе собственной частной информации и сочетание их действий является случайным. Такой каскад наблюдается, например, в ходе выборов кандидатов в разные органы. Он готовится в средствах массовой информации. Индивид считает, что он принимает самостоятельное решение, но оно сформировано соответствующей информацией. Негативная (пусть даже непроверенная) информация отталкивает от кандидата, положительная (но также непроверенная) информация привлекает к нему.

Каскад может усилить действие экономического агента, который считается профессионалом (экспертом) в своей области, в связи с тем, что предполагается большее обладание им достоверной информацией. Принятие одинаковых решений небольшой группой агентов (экспертов) приводит к формированию преобладающей тенденции, к которой начинают присоединяться остальные агенты, игнорируя собственную частную информацию. Все они считают, что «рынок» или среда информированы больше по сравнению с ними. Таким образом, информационный каскад приводит к групповому поведению на рынке или в политике [12]. Следует отметить, что в работе [12] проведен достаточно глубокий анализ феномена информационного каскада, проанализировано свыше 200 источников.

Теория информационного каскада не является частью бихевиористского подхода к анализу поведения экономических агентов, поскольку она строится на предпосылке о рациональности выбора каждого агента. Модель информационного каскада показывает, что в некоторых ситуациях групповое поведение может быть квазиоптимальным. С экономической и временной точек зрения объясняется это тем, что получение информации связано с издержками, а наблюдение поведения других экономических агентов является низкочастотным способом ее получения. С содержательной точки зрения это объясняется тем, что большинство людей мыслят рационально и склонны к правильному решению даже на уровне интуиции. К этим людям присоединяются другие, и создается каскад.

Необходимо различать информационный каскад в социальной и экономической сфере от информационного каскада в технической коммуникационной среде. В социальной и экономической сфере информационный каскад – это дискурс и взаимный обмен информацией на основе прямого и вербального общения агентов. Агенты передают сообщения. В технической коммуникационной среде примером информационного каскада является связь через интернет и другие сетевые технологии, в которых агенты не видят друг друга. В этой среде агенты передают контент.

Основными компонентами информационной каскадной модели являются [12]: отправитель контента, каналы связи, трансмиттеры для преобразования сигналов и получатели контента. Ключевой компонент модели – это элементы, которые осуществляют преобразование и передачу информации и способствуют созданию информационного каскада. Они могут быть различными в зависимости от конкретной системы. Например, в электронике элементами информационного каскада могут быть транзисторы и операционные усилители, а в нервной системе человека элементами являются нейроны и синапсы. В коммуникации такими элементами являются трансмиттеры. Здесь еще раз следует подчеркнуть различие между информационным каскадом в технической коммуникационной среде и информационным каскадом в открытой социальной дискурсивной среде.

Атрибуты информационной каскадной модели

Информационная каскадная модель (ИКМ) функционирует в сложных сетях [13]. Эффект каскада создается в процессе передачи информационного контента, который осуществляется путем распро-

¹ Что такое информационный каскад и как он работает. – URL: <https://obzorposudy.ru/polezno/cto-znait-kaskadirovat-informaciyu/> (дата обращения: 12.09.2023). – Текст: электронный.

странения и преобразования сигналов от одного агента другому или от одной стадии формирования контента к другой. В основе информационной каскадной модели лежит принцип работы нервной системы человека, где нервные импульсы передаются от одного нейрона к другому². Они преобразуются в процессе передачи сигналов и могут быть усилены или ослаблены.

Информационная каскадная модель не является однонаправленной. Она включает допустимые множественные информационные взаимодействия. Это создает диссипацию информационного потока. С другой стороны, множественные информационные взаимодействия позволяют системе быть более гибкой и адаптивной к изменениям внешних условий.

Особенность ИКМ заключается в том, что не информация, а информационный контент передается по условной цепочке от одного агента сетевой системы к другому. В сети этот поток распараллеливается и передается по многим параллельным и пересекающимся цепочкам. При комплементарности действий появляется эффект каскада. Пересечение цепочек создает эффект обмена информацией по цепочкам. Поэтому в информационной каскадной модели происходит не только передача и преобразование информации, но и обмен потоками между цепочками.

В информационной каскадной модели каждый агент становится источником информации для следующего агента – трансмиттера. Таким образом, информация распространяется в виде потока от агента к агенту.

Основными компонентами ИКМ являются техническая коммуникационная среда [13], модифицируемый контент, первичный агент, модели информационного взаимодействия агентов, узлы-трансмиттеры, узлы – получатели информации. Первичный агент начинает передачу информации, выбирая подходящие узлы. В узлах контент модифицируется и посылается дальше. В сети потоки распараллеливаются и создаются параллельные цепочки передачи информации. Получатели информации образуют подмножество узлов сети. Они в отличие от агентов-трансмиттеров только потребляют информацию.

Реализация ИКМ состоит из последовательности шагов, на которых информация проходит через различные фильтры и может быть модифицирована прежде, чем достигнет своего конечного узла.

Последовательность шагов движения контента по сети с его преобразованием на узлах сети представляет собой информационное каскадное моделирование. Первым элементом каскадного моделирования является узел – отправитель контента. Предполагается, что контент уже сформирован, имеет формальные и семантические характеристики. Агенты-трансмиттеры, получившие контент, могут передать его без изменения или модифицировать. Модификация касается частной и общей семантики. Если общая семантика всех информационных потоков возрастает, то имеет место каскадный эффект.

Каскадный эффект не аддитивный процесс. Он обладает эмерджентностью. Процесс модификации контента создает информационную диссипацию. Предпоследний шаг информационного каскада – получение контента. Последний шаг информационного каскада – интерпретация информации получателем. Получатель принимает и анализирует полученную информацию, чтобы сделать необходимые выводы и принять решение.

При информационном каскадном моделировании важно знать уровень потока и не превосходит ли интенсивность потока определенного значения. Возможная обратная задача – достигает ли интенсивность потока заданного значения? Информационные каскады и информационные каскадные модели могут использоваться для прогнозирования [12]. Способность прогнозировать информационные ситуации представляет интерес с научной и с прикладной точек зрения. Широко применяют термин «информационные каскадные прогнозы», в то время как отсутствуют единые стандарты для классификации подобных работ [12]. Это является одной из причин, что спецификация задачи прогнозирования различается у разных авторов. Прогнозирование относят либо к двоичной/многоклассовой классификации, либо к регрессии. Например, это может быть прогнозирование величины информационного каскада в определенный момент времени [14] или оценка возможности превышения каскадом порогового значения [15]. Существует много алгоритмических подходов для моделирования и прогнозирования информационных каскадов, а также типов данных, связанных с каскадами [12]. Различные признаки, связанные с информационными элементами, могут быть извлечены с помощью инжиниринга признаков.

² Трансмиссия социальная. – URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/socio/Трансмиссия> (дата обращения: 14.09.2023). – Текст: электронный.

Информационная каскадная диффузия

Диффузия – общенаучный термин, обозначающий процессы распространения, рассеивания, растекания, перемешивания. Анализ процессов распространения информации в системах коммуникации показывает, что они носят характер диффузии.

Таким образом, информационная диффузия представляет собой процесс распространения информации в определенной среде. Информационная каскадная диффузия представляет собой процесс распространения информации по сети с возможным появлением эффекта информационного каскада. Эффект появления информационного каскада можно охарактеризовать как информационный синергетический взрыв [16].

Системный подход позволяет рассмотреть любой процесс, включая каскадное моделирование как сложную систему, обладающую набором системных признаков. Информационная каскадная диффузия связана с распространением информации через правильную последовательность соподчиненных градаций, т.е. в рамках иерархической системы. Последовательность шагов распространения информации по одной из цепочек системы коммуникации представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Этап информационного каскадного моделирования

На первом шаге агент-отправитель посылает готовый контент по сети. Агент-отправитель – единственный узел. Он только посылает контент. Все остальные агенты принимают, обрабатывают и отсылают контент дальше. Агент-трансмиситтер использует когнитивный фильтр для анализа контента. Когнитивный фильтр включает обозримость контента, воспринимаемость контента и интерпретируемость контента. Только после прохождения через когнитивный фильтр контент модифицируется агентом-трансмиситтером. Модификация, в общем случае, включает дополнение, изменение, удаление и сохранение контента в первичной форме. Затем контент получает второй агент, который выполняет аналогичные процедуры, но по-своему. Так процесс продолжается до получения контента агентом-потребителем. Потребитель только интерпретирует и использует контент. На рисунке 2 показана общая структура распространения информации в системе коммуникации как диффузия информации при возможном появлении эффекта каскадирования.

Диффузия, в данном случае, означает распространение информации в виде нескольких цепочек. Символами обозначены следующие узлы: И – источник и агент-отправитель, Т – агент-трансмиситтер,

П – потребитель. Потребителей может быть множество. Не все потребители получают в точности идентичную информацию. В этом и состоит диффузия. Но содержательно она у всех потребителей одинаковая и мотивирует их на одинаковые действия. Таким образом, информационную каскадную диффузию можно рассматривать как интеллектуальную передачу информации по сети в форме контента.

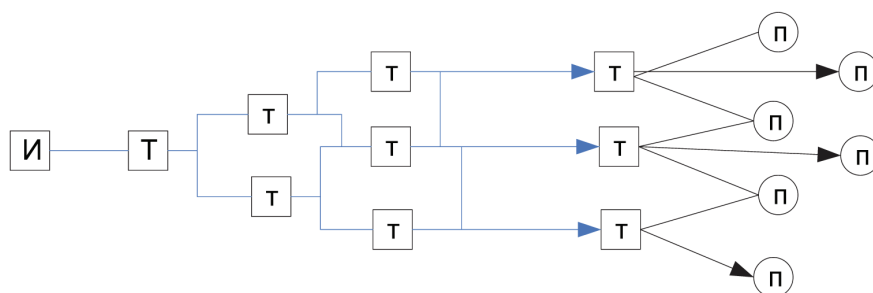


Рисунок 2 – Схема диффузии информации в системе коммуникации

Заключение

Информационный каскад в коммуникационной среде представляется как результат синергетического действия информационных потоков. Механизмы возникновения информационного каскада в социальной и технической коммуникационной среде различные. В то же время они обладают общим системным свойством эмерджентности. Эффект информационного каскада имеет разные причины: множественного побуждения выбора рациональной альтернативы, множественного отторжения нерациональной альтернативы.

Выделенные ключевые и отличительные признаки проектной каскадной модели и информационной каскадной модели сетевых процессов позволяют применить разные подходы к их построению и реализации, дают расширенное понимание предмета исследования при моделировании как информационных, так и коммуникационных процессов с позиции системных принципов. Информационное каскадное моделирование отражает интегративный процесс передачи данных как коммутации информационного и коммуникационного процессов, что может быть использовано при разработке концепции создания сетевых систем и технологий.

Практическая значимость информационной каскадной модели в виде иерархической динамичности заключается в отражении рефлексивности агентов и возможности анализа информационного контента в процессе его передачи. Кроме того, информационная каскадная модель позволяет создать инструмент для исследования явления диффузии и образования информационного каскада в системе коммуникации.

Список литературы

1. Цветков В.Я. Моделирование научных исследований в автоматизации и проектировании. – М.: ГКНТ, ВНИЦентр, 1991. – 125 с.
2. Aliboeva N. The expression of comparative analysis // Science and innovation. – 2022. – Vol. 1, No. B7. – P. 93–95.
3. Цветков В.Я., Оболяева Н.М. Использование коррелятивного подхода для управления персоналом учебного заведения // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2011. – № 8. – С. 4–9.
4. Савиных В.П. Оппозиционный анализ в информационном поле // Славянский форум. – 2016. – № 3 (13). – С. 236–241.
5. Kalanov T.Z. Formal-logical analysis of the starting point of mathematical logic // Arya Bhatta Journal of Mathematics and Informatics. – 2021. – Vol. 13, No. 1. – P. 1–14.
6. Цветков В.Я. Дихотомический анализ сложности системы // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 2 (8). – С. 15–20.

7. *Novak N., Kruse S., Kraft S., Geiger E., Klüken H., Fimmers R., Deichmann K., Bieber T.* Dichotomic nature of atopic dermatitis reflected by combined analysis of monocyte immunophenotyping and single nucleotide polymorphisms of the interleukin-4/interleukin-13 receptor gene: the dichotomy of extrinsic and intrinsic atopic dermatitis // *Journal of investigative dermatology*. – 2002. – Vol. 119, No. 4. – P. 870–875.
8. *Trullols E., Ruisanchez I., Rius F.X.* Validation of qualitative analytical methods // *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. – 2004. – Vol. 23, No. 2. – P. 137–145.
9. *Цветков В.Я.* Информационные модели и информационные ресурсы // *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*. – 2005. – № 3. – С. 85–91.
10. *Матчин В.Т.* Информационные ресурсы как инструмент научного исследования и развития // *Вестник МИРЭА*. – 2014. – № 2 (3). – С. 235–256.
11. *Королёв Е.А.* «Каскадная» модель информационных процессов в системе управления // *Journal of New Economy*. – 2010. – № 4 (30). – С. 5–22.
12. *Fan Zhou, Xovee Xu, Goce Trajcevski, Kunpeng Zhang.* A survey of information cascade analysis: Models, predictions, and recent advances // *ACM Computing Surveys (CSUR)*. – 2021. – Vol. 54, No. 2. – P. 1–36.
13. *Jalili M., Perc M.* Information cascades in complex networks // *Journal of Complex Networks*. – 2017. – Vol. 5, No. 5. – P. 665–693.
14. *Ahmed M., Spagna S., Huici F., Niccolini S.* A peek into the future: Predicting the evolution of popularity in user generated content // *WSDM*. – 2013. – P. 607–616.
15. *Peng Cui, Shifei Jin, Linyun Yu, Fei Wang, Wenwu Zhu, and Shiqiang Yang.* Cascading outbreak prediction in networks: A data-driven approach // *KDD*. – 2013. – P. 901–909.
16. *Цветков В.Я.* Информационная синергетика // *Образовательные ресурсы и технологии*. – 2021. – № 2 (35). – С. 72–78.

References

1. *Cvetkov V.Ya.* Modelirovanie nauchnyh issledovanij v avtomatizacii i proektirovanii. – M.: GKNT, VNTI-Centr, 1991. – 125 s.
2. *Aliboeva N.* The expression of comparative analysis // *Science and innovation*. – 2022. – Vol. 1, No. B7. – P. 93–95.
3. *Cvetkov V.Ya., Obolyaeva N.M.* Ispol'zovanie korrelyativnogo podhoda dlya upravleniya personalom uchebnogo zavedeniya // *Distancionnoe i virtual'noe obuchenie*. – 2011. – № 8. – С. 4–9.
4. *Savinyh V.P.* Oppozicionnyj analiz v informacionnom pole // *Slavyanskij forum*. – 2016. – № 3 (13). – S. 236–241.
5. *Kalanov T.Z.* Formal-logical analysis of the starting point of mathematical logic // *Arya Bhatta Journal of Mathematics and Informatics*. – 2021. – Vol. 13, No. 1. – P. 1–14.
6. *Cvetkov V.Ya.* Dihotomicheskij analiz slozhnosti sistemy // *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. – 2014. – № 2 (8). – S. 15–20.
7. *Novak N., Kruse S., Kraft S., Geiger E., Klüken H., Fimmers R., Deichmann K., Bieber T.* Dichotomic nature of atopic dermatitis reflected by combined analysis of monocyte immunophenotyping and single nucleotide polymorphisms of the interleukin-4/interleukin-13 receptor gene: the dichotomy of extrinsic and intrinsic atopic dermatitis // *Journal of investigative dermatology*. – 2002. – Vol. 119, No. 4. – P. 870–875.
8. *Trullols E., Ruisanchez I., Rius F.X.* Validation of qualitative analytical methods // *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. – 2004. – Vol. 23, No. 2. – P. 137–145.
9. *Cvetkov V.Ya.* Informacionnye modeli i informacionnye resursy // *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodeziya i aerofotos'emka*. – 2005. – № 3. – S. 85–91.
10. *Matchin V.T.* Informacionnye resursy kak instrument nauchnogo issledovaniya i razvitiya // *Vestnik MIREA*. – 2014. – № 2 (3). – S. 235–256.
11. *Korolyov E.A.* «Kaskadnaya» model' informacionnyh processov v sisteme upravleniya // *Journal of New Economy*. – 2010. – № 4 (30). – S. 5–22.
12. *Fan Zhou, Xovee Xu, Goce Trajcevski, Kunpeng Zhang.* A survey of information cascade analysis: Models, predictions, and recent advances // *ACM Computing Surveys (CSUR)*. – 2021. – Vol. 54, No. 2. – P. 1–36.
13. *Jalili M., Perc M.* Information cascades in complex networks // *Journal of Complex Networks*. – 2017. – Vol. 5, No. 5. – P. 665–693.

14. *Ahmed M., Spagna S., Huici F., Niccolini S.* A peek into the future: Predicting the evolution of popularity in user generated content // WSDM. – 2013. – P. 607–616.
15. *Peng Cui, Shifei Jin, Linyun Yu, Fei Wang, Wenwu Zhu, and Shiqiang Yang.* Cascading outbreak prediction in networks: A data-driven approach // KDD. – 2013. – P. 901–909.
16. *Cvetkov V.Ya.* Informacionnaya sinergetika // *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii.* – 2021. – № 2 (35). – S. 72–78.