

УДК 621.391

Модель учета ценности и старения информации при оценивании эффективности функционирования систем информационного обеспечения

Парамонов И. Ю.

Постановка задачи: увеличение количества информационных потоков усиливает проблемы, связанные с необходимостью совершенствования систем информационного обеспечения. При принятии информационных и управленческих решений необходимо учитывать качество поступающей информации. Известные теории не в полной мере учитывают семантику и прагматику информации, а также влияние качества информации на достижение целей функционирования информационных систем. **Целью работы** является разработка модели, которая позволит учесть влияние качества информации на эффективность функционирования систем. **Новизна:** в отличие от известных представленная модель учитывает ценность информации, а также влияние старения информации на эффективность функционирования систем информационного обеспечения. **Используемые методы:** решение проблемы повышения эффективности информационного обеспечения возможно за счет развития теории информации, кибернетики и учета семантики и прагматики информации. **Результат:** использование предложенной модели позволяет получить оценки «реальной» скорости передачи информации и количества и информационной работы. **Практическая значимость:** представленная модель может быть использована при разработке инженерных методик оценивания качества и эффективности функционирования систем информационного обеспечения.

Ключевые слова: информационное обеспечение, информация, семантика, прагматика, ценность, полезность, старение, информационная работа.

Введение

В условиях лавинообразного увеличения количества информации необходимо учитывать влияние информации на эффективность функционирования систем, использующих данную информацию при принятии решений.

Современные теории анализа и синтеза информационных систем практически не учитывают вопросы информационного взаимодействия источников и получателей информации, а также промежуточных звеньев. Современная теория информации учитывает только синтаксический уровень информации (количество информации). Вопросы «информационного» согласования источника и получателя информации, а также учет «реального» времени в настоящее время остаются мало изученными [1, 2, 3, 4, 7].

В ряде работ [1, 3, 4] обращается внимание на необходимость разработки новой теории информации, которая рассматривала бы информацию не только на синтаксическом уровне, но и на семантическом, и на прагматическом уровнях, а также учитывала бы динамические свойства информации (накопление, старение и т.д.). В условиях информационного «взрыва» требуется учет и количества, а, самое главное, и качества информации.

При анализе влияния качества информации на качество принимаемых решений необходимо рассматривать и семантику, и прагматику обрабатываемой информации [1, 6]. На семантическом уровне необходимо учитывать возможность системы управления (лица, принимающего решение)

использовать поступающую информацию, т.е. соотношение между энтропией источника и тезаурусом получателя. На прагматическом уровне необходимо учитывать ценность, полезность, полноту, достаточность, новизну информации. Количество ценной (полезной) информации и её качество подвержены изменениям под влиянием различных дестабилизирующих факторов, т.е. информация стареет, что также необходимо учитывать.

Модель учета ценности информации

В линиях связи скорость передачи информации может быть значительно меньше пропускной способности из-за воздействия дестабилизирующих факторов. Из теории информации известно, что скорость передачи информации определяется выражением [5]:

$$V = \Delta f \log_2 \left(1 + \frac{P_c}{P_{\text{ш}}} \right), \quad (1)$$

где Δf – ширина полосы частот; P_c , $P_{\text{ш}}$ – мощность сигнала и шума соответственно.

Введение избыточности для обеспечения восстановления в приёмнике информации с заданным качеством приводит к снижению скорости передачи при фиксированных частотно-энергетических параметрах канала связи. Для систем с накоплением количественно величина избыточности может оцениваться выражениями [6]:

$$nh^2 = 4,6S, \quad (2)$$

$$S = \lg \frac{1}{P_{\text{ош}}}, \quad (3)$$

где n – число повторений; h^2 – отношение сигнал/шум; S – ценность информации (по А.А. Харкевичу).

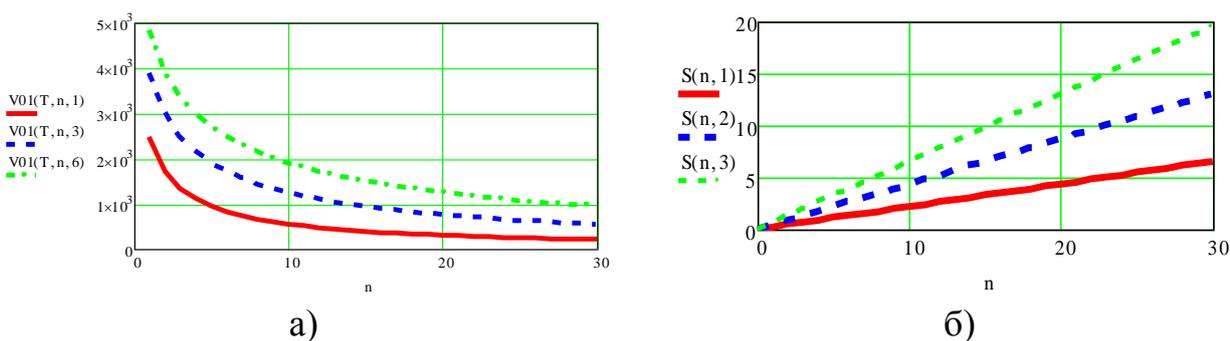


Рис. 1. Зависимость эффективной скорости передачи информации (а) и ценности информации (б) от числа повторов

Увеличение количества повторений n позволяет с одной стороны повысить «ценность» информации S , однако при этом увеличивается и время

передачи, т.е. снижается «эффективная» скорость передачи информации V_{01} (см. рис. 1), которая определяется выражением:

$$V_{01} = \Delta f_s \log_2 \left(1 + \frac{P_c}{P_{ш}} \right), \quad (4)$$

где Δf_s – эквивалентная ширина полосы частот, которая учитывает увеличение времени передачи при заданной «ценности» информации S .

Модель учета старения информации

С течением времени ценность (полезность) информации уменьшается, т.е. она стареет. Ценность (полезность) информации определяется целями и задачами, стоящими перед информационной системой, которая использует данную информацию для выработки решений. Старение информации связано не с самой информацией, а с появлением более новой информации. Информация имеет свой жизненный цикл, длительность которого ограничена временем «жизни». На протяжении жизненного цикла информация стареет, при этом ценность информации уменьшается.

В информационном потоке можно условно выделить две составляющие: «стабильная» и «динамическая», динамические характеристики которых различны. Скорость старения этих двух частей различна. В качестве модели старения информации примем известную модель Бартона–Кеблера [7], которая в более общем виде может быть представлена выражением:

$$m(t) = 1 - ae^{-ct} - be^{-dt}. \quad (5)$$

Здесь $m(t)$ – часть полезной информации в общем информационном потоке через время t ; ae^{-ct} , be^{-dt} – слагаемые, описывающие старение «стабильной» и «динамической» частей информационного потока; a , b , c , d – коэффициенты, учитывающие соотношение «стабильной» и «динамической» частей, а также время «жизни» информации.

Используя выражения (1)–(5), можно оценить эффект снижения «эффективной» скорости передачи информации, вызванное эффектом старения. На рис. 2 показаны зависимости скорости передачи информации без учета старения V_{01} и с учётом старения информации V .

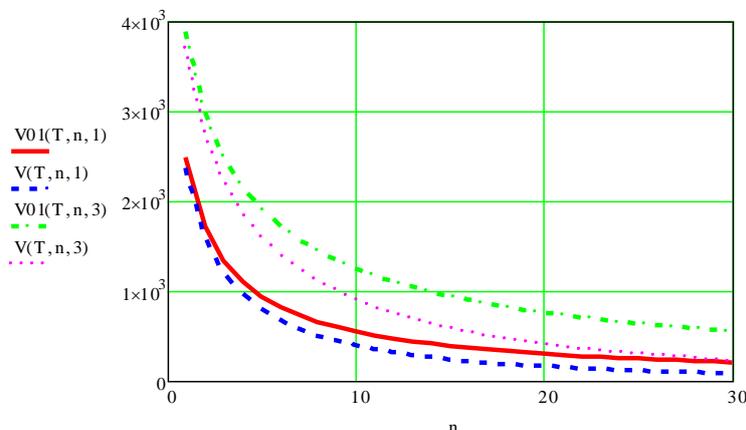


Рис. 2. Зависимость эффективной скорости передачи информации от числа повторов с учетом старения информации

Информация имеет свойство накапливаться. Для оценивания эффективности функционирования информационных систем с учётом накопления информации можно использовать подход, изложенный в работах [3, 8]. В качестве характеристики информационной системы предлагается использовать величину информационной работы, под которой понимается количество информации полученной на выходе системы за время ее функционирования. Количество информационной работы A_I является интегральной характеристикой и определяется выражением [3]:

$$A_I = VT, \quad (6)$$

где V – скорость передачи информации; T – время функционирования.

В процессе функционирования системы информационного обеспечения количество информационной работы A_I увеличивается со временем. При оценивании накопленной информации необходимо учитывать потери связанные со старением информации. Информация стареет из-за конечности скорости передачи информации и конечности допустимого времени для принятия решения на основе полученной информации. Скорость (время) передачи информации может значительно уменьшаться (увеличиваться) из-за воздействия помех. В условиях воздействия дестабилизирующих факторов необходимо вводить избыточность (частотную, временную, энергетическую и т.д.) для уменьшения негативных последствий.

На рис. 3 приведены зависимости количества информационной работы для «идеальной» системы информационного обеспечения A_{I1} , с учетом повторов A_{I1} и с учётом старения информации A_{I2} .

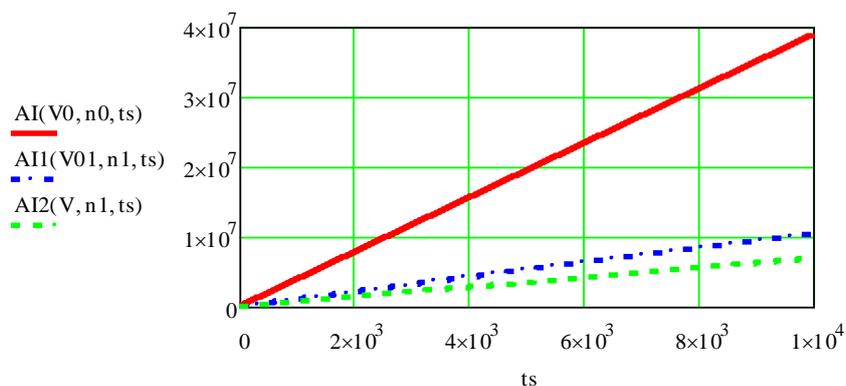


Рис. 3. Зависимость информационной работы от времени функционирования системы, числа повторов и старения информации

Конечность времени ценности (полезности) информации для принятия информационных и управленческих решений определяет время жизни информации и скорость старения информации. Старение информации приводит к снижению «эффективной» скорости передачи информации и к снижению количества накопленной информации. Графические зависимости, представленные на рис. 1–3, иллюстрируют эффект снижения «эффективной» скорости передачи информации при увеличении времени передачи.

Скорость старения информации зависит от целей функционирования информационной системы, решаемых задач и от скорости протекания информационных процессов. В условиях быстро изменяющейся обстановки и высокой ценности (полезности) передаваемой информации для принятия своевременных и обоснованных решений необходимо учитывать снижение ценности (полезности) информации, а также связанные с этим информационные риски (ущерб) [1, 4, 7].

Заключение

Развитие теорий анализа и синтеза информационных систем должно происходить в направлении более полного учета качества информации на всех трех уровнях: синтаксическом, семантическом и прагматическом. При описании информационных систем необходимо оперировать не только такими «привычными» понятиями как энтропия, количество информации, скорость передачи информации, пропускная способность и т.д. В условиях современного информационного общества с огромными информационными потоками объективно сложилась потребность в использовании таких не очень распространенных пока понятий, связанных с качеством и свойствами информации, как тезаурус, ценность, полезность, новизна, достаточность, полнота, старение, накопление, рассеяние и т.д.

В статье представлена относительно простая, но наглядная модель, позволяющая оценивать эффективность функционирования систем информационного обеспечения с учётом динамики ценности (полезности) передаваемой информации.

Реализация предложенного подхода в инженерных методиках позволит повысить качество и эффективность функционирования современных информационных систем за счёт повышения качества принимаемых решений на ранних стадиях жизненного цикла таких систем.

Максимально полный учет семантики и прагматики, а также динамических свойств обрабатываемой информации при анализе и синтезе систем информационного обеспечения позволит избежать дополнительных издержек (информационных рисков, ущерба) из-за необходимости пересмотра уже принятых и/или реализованных решений и необходимость проведения работ по внеплановой модернизации системы информационного обеспечения.

Дальнейшим развитием предложенного подхода может быть учет возможностей получателя по использованию поступающей информации и её влияния на решения стоящих задач. Существует необходимость совершенствования моделей и методов оценивания информационных рисков и ущерба в части учета семантики и прагматики перерабатываемой информации.

Литература

1. Ефимов А. Н. Информация: ценность, старение, рассеяние. – М.: Знание, 1978. – 64 с.
2. Хромов Л. И. Информационная теория связи на пороге XXI века. – СПб.: ПиК, 1996. – 88 с.

3. Смагин В. А., Парамонов И. Ю. Оценивание количества информационной работы вычислительной сети // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2012. № 12. С. 16–20.

4. Парамонов И. Ю. Влияние времени восстановления синхронизации на показатели устойчивости инфотелекоммуникационных сетей // Вопросы кибербезопасности. 2014. № 2(3). С. 61–66.

5. Вернер М. Основы кодирования. Учебник для вузов. – М.: Техносфера, 2006. – 288 с.

6. Харкевич А. А. Борьба с помехами. Изд. 3-е. – М.: Книжный дом «Либроком», 2009. – 280 с.

7. Додонов А. Г., Ландэ Д. В. Живучесть информационных систем. – Киев: Наукова думка, 2011. – 256 с.

8. Ушаков И. А. Эффективность функционирования сложных систем // Сб. О надёжности сложных технических систем. – М.: Сов. радио, 1966.

References

1. Efimov A. N. *Informatsiia: tsennost', starenie, rasseianie* [Information: value, aging, scattering]. Moscow, Znanie Publ., 1978. 64 p. (in Russian).

2. Hromov L. I. *Informatsionnaia teoriia sviazi na poroge XXI veka* [The information theory of communication at the threshold of the XXI century]. Saint-Petersburg, PiK Publ., 1996. 88 p. (in Russian).

3. Smagin V. A., Paramonov I. Y. Ocenivanie kolichestva informacionnoj raboty vychislitel'noj seti. *Journal of Instrument Engineering*. 2012, no. 12, pp. 16-20 (in Russian).

4. Paramonov I. Y. Vlijanie vremeni vosstanovlenija sinhronizacii na pokazateli ustojchivosti infotelekkommunikacionnyh setej. *Voprosy kiberbezopasnosti*, 2014, vol. 3, no. 2, pp. 61–66 (in Russian).

5. Verner M. *Osnovy kodirovanija* [The basics of coding]. Moscow, Tehnosfera Publ., 2006. 288 p. (in Russian).

6. Harkevich A. A. *Bor'ba s pomexami* [The anti-interference]. Moscow, Knizhnyj dom «Librokom», 2009. 280 p. (in Russian).

7. Dodonov A. G., Landje D. V. Zhivuchest' informacionnyh system [Survivability of information systems]. Kiev, Naukova дума Publ., 2011. 256 p. (in Russian).

8. Ushakov I. A. Jefferktivnost' funkcionirovanija slozhnyh system [Efficiency of functioning of complex systems]. *O nadjozhnosti slozhnyh tehniceskikh system* [The reliability of complex technical systems], Moscow, Sov. radio Publ., 1966. (in Russian).

Статья поступила 02 февраля 2016 г.

Информация об авторе

Парамонов Иван Юрьевич – кандидат технических наук. Докторант. Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского. Область научных интересов: системы связи и управления, информационное обеспечения, влияние качества информации на информационные процессы и управленческие решения. E-mail: ivan_paramonov@mail.ru

Адрес: 197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13.

Model of the Accounting of Value and Aging of Information at Estimation of Efficiency of Functioning of Systems of Information Support

I. Y. Paramonov

Purpose. *The increase in quantity of information streams strengthens the problems connected with need of improvement of systems of information support. At adoption of information and administrative decisions it is necessary to consider quality of the arriving information. Known theories not fully consider semantics and pragmatics of information and influence of quality of information on achievement of the objectives of functioning of information systems. The purpose of work is development of model which will allow to consider influence of quality of information on efficiency of functioning of systems. Novelty:* unlike known the presented model considers information value, and also influence of aging of information on efficiency of functioning of systems of information support. **Methods.** *The solution of the problem of increase of efficiency of information support is possible due to development of the theory of information, cybernetics and the accounting of semantics and pragmatics of information. Result:* use of the offered model allows to receive estimates of "real" speed of information transfer and quantity and information work. **Practical importance:** *the presented model can be used during the developing of engineering techniques of estimation of quality and efficiency of functioning of systems of information support.*

Key words: *information support, information, semantics, pragmatics, value, usefulness, aging, information work.*

Information about Author

Ivan Yuryevich Paramonov – Ph.D. of Engineering Sciences, Doctoral Candidate. A. F. Mozhaisky Military Space Academy. Field of research: communication systems and managements, information providing, influence of quality of information on information processes and administrative decisions. E-mail: ivan_paramonov@mail.ru

Address: Russia, Saint-Petersburg, Zhdanovskaya street, 13.