



УДК 004.051

LONWORKS NETWORK PARAMETERS ANALYSIS METHODOLOGY**МЕТОДИКА АНАЛИЗА ЗНАЧИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ LONWORKS СЕТИ****Dadenkov S.A. / Даденков С.А.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

SPIN: 2430-3875

*Perm National Research Polytechnic University, Perm, Komsomolskiy, 29, 614990**Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь,**Комсомольский пр., 29, 614990*

Аннотация. В работе предлагается методика количественной оценки значимости параметров функционирования *fieldbus*-сети. Выполняется апробация методики на примере анализа распространённой сети *LonWorks*. Исследуется значимость 25 параметров функционирования для сетевых сценариев с различной загрузкой канала и различных сервисов доставки информации. Полученные в работе результаты имеют практическую значимость для разработки новых эффективных моделей, а также способствуют проработке механизмов проектирования *fieldbus*-сетей с заданными вероятностными и временными характеристиками передачи и обработки информации.

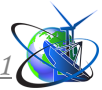
Ключевые слова: информационно-управляющая сеть, производительность, стек протоколов, характеристики, *fieldbus*, *LonTalk*, *LonWorks*.

Вступление.

Важным аспектом построения современных распределенных информационно-управляющих систем, в том числе на основе распространенной технологии *LonWorks* [1], является организация сетевых сценариев, отвечающих высоким требованиям быстродействия обработки информации сенсорами сети. Это актуализирует разработку алгоритмов проектирования сетей с заданными вероятностными и временными характеристиками передачи и обработки информации. Для достижения данной цели авторами построены аналитические и имитационные модели подсистем функционирования и количественной оценки характеристик сети *LonWorks* [2]. Настоящая публикация посвящена следующему этапу работы, направленному на определение значимых параметров функционирования сети, выбор значений которых в ходе её проектирования, позволит обеспечить требуемые характеристики. Для решения данной задачи в работе предлагается методика количественной оценки значимости параметров функционирования анализируемой сети *LonWorks*.

Методика оценки значимости параметров функционирования сети инвариантна и применима для широкого круга сенсорных *fieldbus*-сетей. Основные этапы методики:

- 1) систематизация параметров функционирования, влияние которых изучается на вероятностные и временные характеристики сети;
- 2) выбор интервалов загрузки сети, характеризующихся постоянством значимости параметров функционирования;
- 3) количественная оценка индивидуальной значимости исследуемых параметров в группе;



4) анализ и ранжирование значимых параметров.

Первый этап связан с выбором параметров, влияние которых необходимо изучить на вероятностные и временные характеристики передачи и обработки информации. В настоящей работе в качестве исследуемого показателя рассматривается среднее время доставки информации в сети. Для изучения влияния параметров необходим корректный выбор его исходного и исследуемого (модифицированного) значений. Исходное значение параметра системы выбирается из спецификации к протоколу [1] или задаётся исходными данными сети. Модифицированное значение параметра выбирается исходя из экспертной оценки так, чтобы изменение его величины, по отношению к исходной, могло выявить влияние на анализируемые характеристики.

Второй этап методики заключается в выборе интервалов загрузки сети, характеризующих постоянством значимости анализируемых параметров функционирования. Установлено, что изменение значимости параметров связано с изменениями функций распределения анализируемых характеристик. При этом важен анализ изменения не среднего значения анализируемой характеристики, а изменение, например, стандартного отклонения. Далее в работе для анализа интервалов значимости параметров на время передачи информации принято оценивать долю сообщений, время доставки которых больше величины удвоенного среднего времени передачи (рис. 1).

Количественная оценка значимости исследуемых параметров (этап № 3) выполняется индивидуально для каждого интервала загрузки сети и сервиса доставки согласно следующим этапам:

1) количественная оценка анализируемых характеристик X_n модели с исходными значениями параметров;

2) оценка абсолютной величины значимости каждого параметра i выполняется расчётом отклонения величины анализируемой характеристики модели с его исходным и модифицированным значениями:

$$\Delta_i = |X_n - X_i|. \quad (1)$$

3) количественная оценка относительной степени значимости i -го параметра S_i определяется отношением абсолютного показателя значимости и показателя значимости всех k параметров исследуемой группы:

$$S_i = \frac{\Delta_i}{\sum_{i=1}^k (|X_n - X_i|)}. \quad (2)$$

Цель четвёртого этапа методики заключается в ранжировании значимых параметров. Ранжирование выполняется отдельно для каждого сервиса доставки и интервала загруженности. Значимыми необходимо считать параметры, значимость которых превышает величину, обратную числу исследуемых параметров функционирования. Значимость указывает на важность учёта параметра в модели и возможность управления его значением при проектировании для обеспечения необходимых сетевых характеристик. Для получения значимости параметров в условиях неоднородного по сервисам доставки трафика, следует использовать принцип суперпозиции



индивидуальных результатов значимости с учётом присутствия долей типов трафика в сетевом потоке.

Применим предложенную методику для оценки значимости влияния параметров функционирования сети LonWorks. Систематизируем анализируемые параметры сети в таблице 1 (этап №1 методики).

Таблица 1

Данные для анализа значимости параметров функционирования

Параметр (номер)	Исходное значение	Модифиц. значение
1	2	3
Прикладная подсистема модели сети		
Количество модулей приложения узла, ед. (1)	5	10
Количество приоритетных модулей (2)	1	3
Среднее время событий модулей, мс (3)	100*	100*/2
Среднее время проверки when, мс (4)	0,3	0,6
Среднее время решения задач task, мс (5)	1,0	2,0
Среднее время обработки в точке входа, мс (6)	1,0	2,0
Задержки обработки сообщения в очереди: чтение / запись (7)	0,1/0,2	0,2/0,4
Транспортная подсистема модели сети		
Механизм обнаружения коллизий (8)	Да	Нет
Механизм прогнозирования нагрузки (9)	Да	Нет
Верхняя граница прогнозируемой нагрузки (10)	64	10
Базовая ширина соревновательного окна (11)	16	32
Приоритеты доступа узлов к шине данных (12)	0	4
Межпакетный интервал доступа, мкс (13)	868	1500
Время элементарного слота доступа, мкс (14)	168	300
Размер информационного сообщения, байт (15)	12,0	24,0
Скорость передачи информации сети, Кб/с (16)	78,125	39,06
Таймер допустимого времени передачи, мс (17)	40	20
Таймер повторяемой передачи, мс (18)	10	40
Таймер приёма сообщений, мс (19)	40	20
Счётчик числа повторных передач (20)	1	4
Счётчик числа повторяемых передач (21)	2	3
Количество адресатов (multicast) (22)	1	2
Счётчик числа одновременных транзакций (23)	1	3
Количество узлов в канале сети (24)	10	40**
Объём памяти узла, ед. сообщ. (25)	5	2

Примечание:

* – значение выбирается исходя из нагрузки узла и числа его прикладных модулей;

** – суммарная интенсивность нагрузки узлов на сеть сохраняется.

Исследуемые сервисы доставки сообщений: без и с подтверждением (UACKD и ACKD), с повторением передачи (UACKD_RPT), запрос-ответ (REQ/RES).



Суммарная интенсивность информационной нагрузки на канал сети, создаваемая узлами, подбирается под загрузку анализируемого интервала.

Для определения интервалов загрузки сети (этап №2), характеризующихся неизменной значимостью параметров, анализируется показатель модели – доля сообщений, время доставки которых двукратно превышает среднее время передачи. Полученная графическая зависимость показана на рисунке 1.

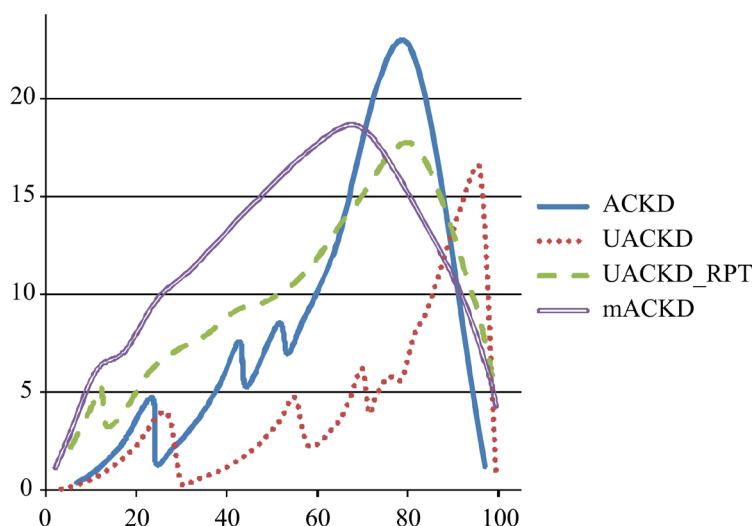


Рис. 1. График зависимости изменения анализируемого показателя (%) от загрузки канала (%)

Перепады значений на графике одноадресной адресации с сервисами с подтверждением и без подтверждения иллюстрируют перераспределение значимости параметров на диапазонах загруженности канала 0–20, 20–40, 40–60, загрузка выше 60 % (для сервиса с подтверждением) переводит канал в режим насыщения. Для сервиса с повторяемой передачей при загруженности канала выше 14 % проявляется повышение значимости механизма прогнозирования нагрузки в канале и значения базовой ширины соревновательного окна. Линейное изменение графика многоадресной адресации с подтверждением (mACKD) свидетельствует о практическом отсутствии перераспределения значимости параметров на всём диапазоне загруженности шины данных. Далее в работе используются усреднённые по сервисам диапазоны загруженности канала: низкая загруженность – 0–20; средняя – 20–40; высокая – 40–60; свыше 60 – режим насыщения.

Результаты оценки значимости параметров (этап №3) для различных сервисов доставки и интервалов загрузки канала представлены на рисунках 2-5. На графиках по оси абсцисс указывается порядковый номер параметра (табл. 1), а по оси ординат – значимость (%) его влияния на анализируемую характеристику задержки передачи и обработки информации.

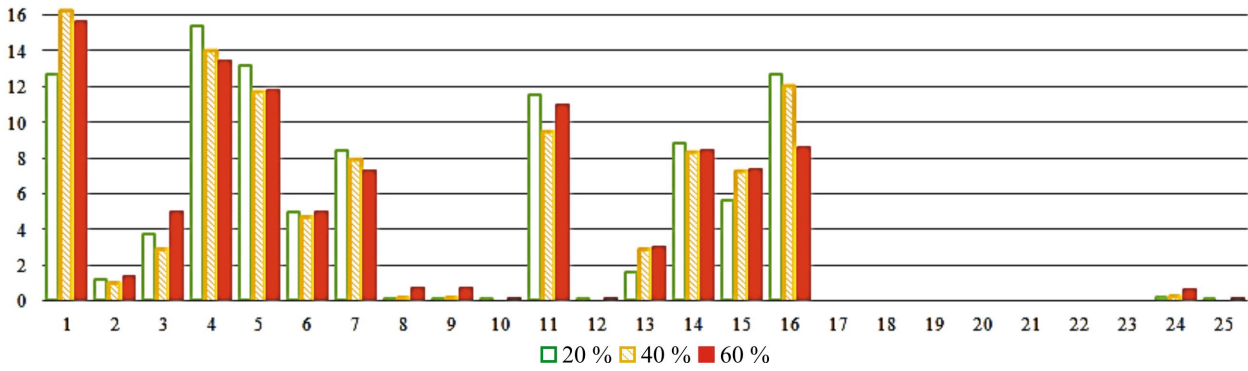


Рис. 2. Значимость параметров при сервисе доставки «без подтверждения»

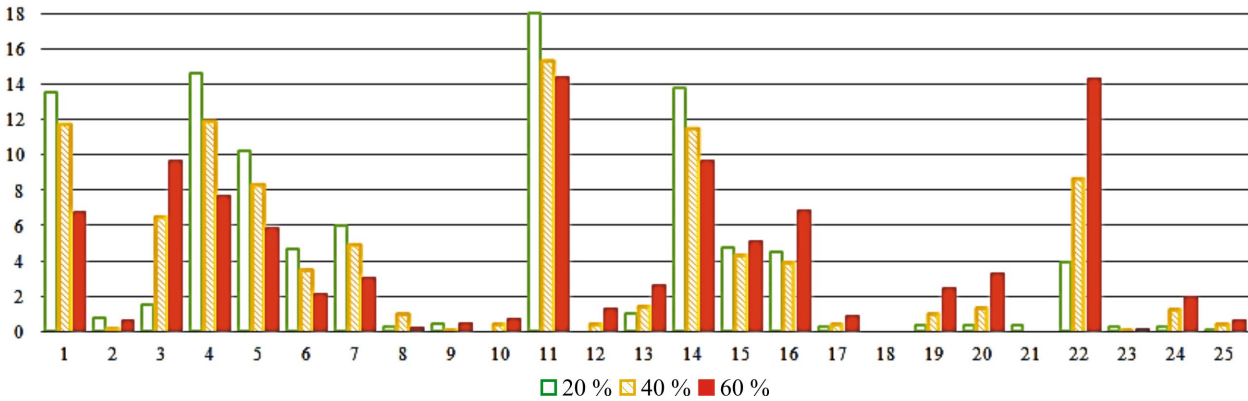


Рис. 3. Значимость параметров при сервисе доставки «с подтверждением»

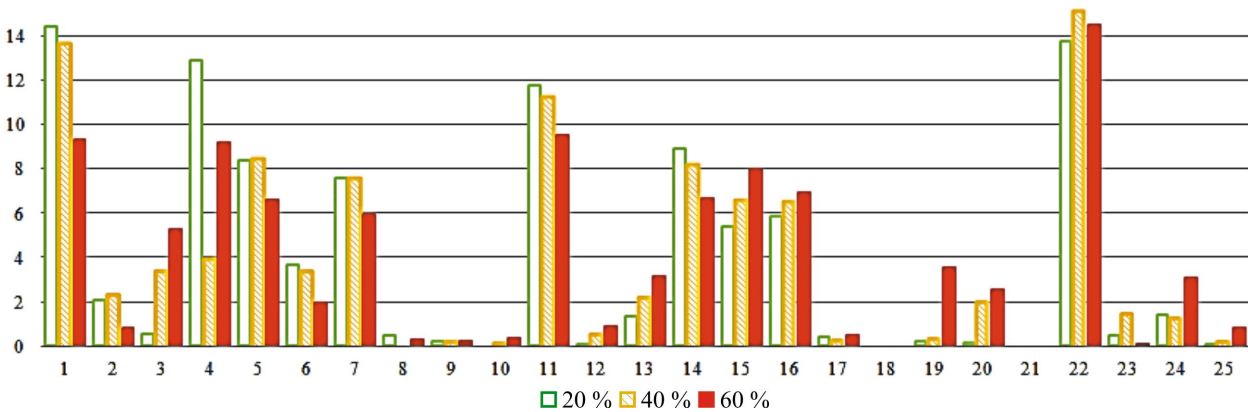


Рис. 4. Значимость параметров при сервисе доставки «запрос/ответ»

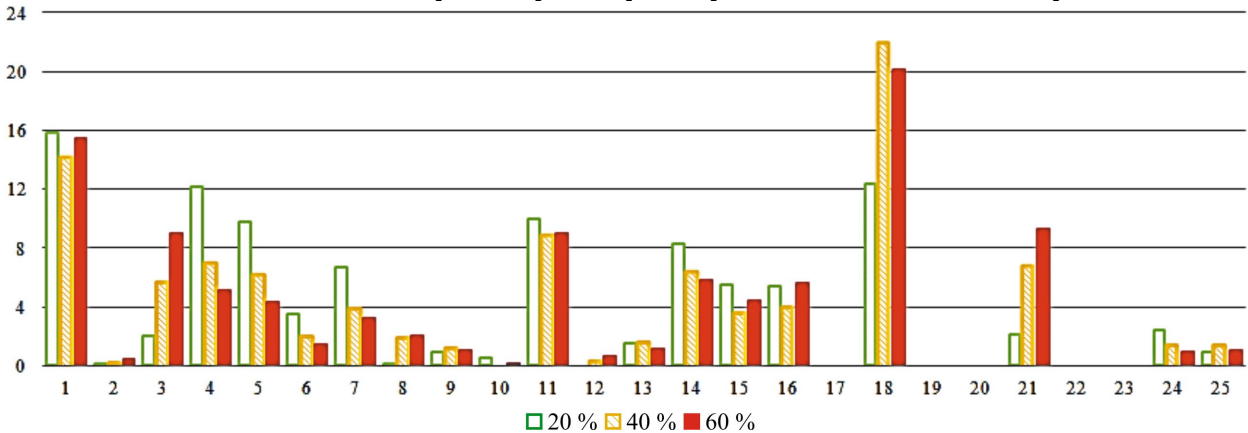


Рис. 5. Значимость параметров при сервисе доставки «с повторением»

Анализ показывает высокую значимость параметров №1–7 прикладной подсистемы узла на всём диапазоне загрузки сети и для всех сервисов доставки. Уменьшение значимости этих параметров наблюдается с увеличением загрузки



сети, что обусловлено ростом значимости параметров транспортной подсистемы (протокола Predictive p-Persistent CSMA) №8–25. Параметр №2 «Приоритеты модулей приложения» показывает малую значимость в группе, что объясняется малым влиянием на среднюю задержку обработки информации. С увеличением загрузки сети растёт значимость параметра №3, определяющего интенсивность нагрузки на канал сети. Значимость параметров с сервисом «без подтверждения» характеризуется практической неизменностью на всём диапазоне загрузки сети (рис. 1, 2). Параметры №17–23 не используются для сервиса без подтверждения и поэтому не влияют на время доставки информации. Близким по значимости сервисом является сервис «без подтверждения с повторением передачи», в рамках которого проявляется дополнительная значимость параметров №18, 21. Более широкой группой значимых параметров характеризуется сеть с сервисом «с подтверждением» и «запрос/ответ», отличие которых заключается в принципе обработки информации «по отправке» и «по запросу», что определяет для второго случая большую задержку обработки, а значит, и значимость параметров прикладной подсистемы. Из транспортных параметров наиболее значимыми являются параметры №11, 14–16, непосредственно определяющие временные составляющие доставки информации. При многоадресной передаче проявляется значимость параметра №22 для сервисов с ответной передачей сообщений. Исследование параметра №10 показывает его малую значимость при любой загрузке канала, что определяет возможность считать прогнозируемую нагрузку величиной, изменяемой в небольшом диапазоне от 1 до 10, вместо 63, что может быть использовано для сокращения размерности модели и вычислительной сложности её расчёта. Аналогичное сокращение вычислительной сложности модели может быть достигнуто за счёт ограничения значения параметра №25 очереди узлов.

Результаты ранжирования значимых параметров (этап №4) для различных интервалов загрузки сети и сервисов доставки систематизированы на рисунке 6.

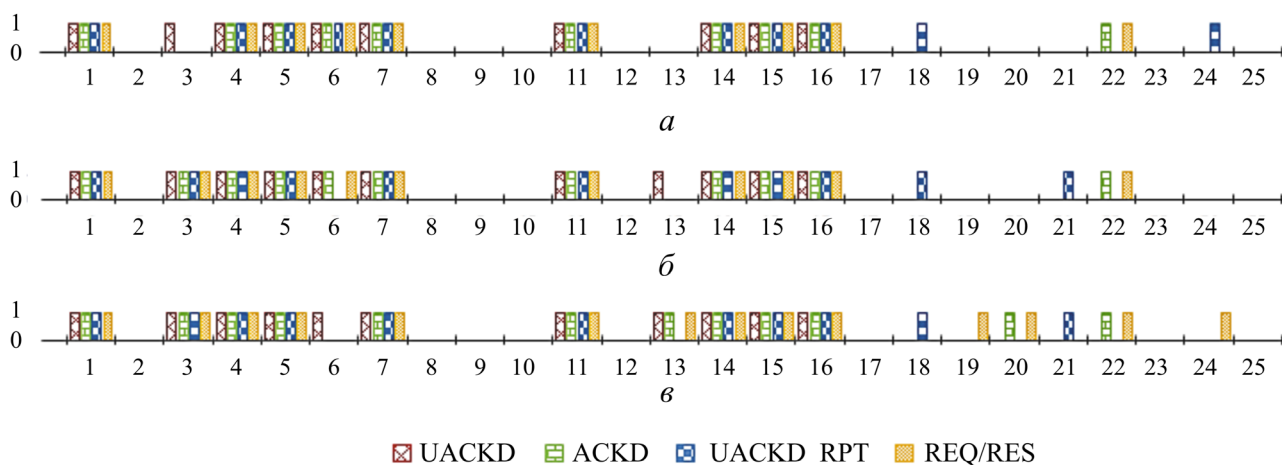


Рис. 6. Ранжирование значимых параметров при загрузке, %: а–20; б–40; в–60

Предложенная в работе методика и полученные результаты могут быть



использованы для разработки новых эффективных моделей LonWorks и других fieldbus-сетей. Это может способствовать повышению точности количественных оценок характеристик сети, а также уменьшению размерности моделей, времени и вычислительной сложности их расчёта. Основным назначением полученных в работе результатов является дальнейшая разработка механизма принятия решений по выбору значений значимых параметров, необходимых для обеспечения заданных вероятностных и временных характеристик функционирования проектируемой сети.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-37-00070 "Алгоритмы проектирования информационно-управляющих сетей LonWorks с требуемыми вероятностными и временными характеристиками".

Литература:

1. LonTalk protocol specification, ANSI/CEA-709.1-B. United States: ISO/IEC JTC 1 SC 25, 2006.
2. Dadenkov S. A. Analytical model of random multiple access protocol // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2019. – № 1(48). – P.192-202. DOI: 10.15588/1607-3274-2019-1-18.

References:

1. LonTalk protocol specification, ANSI/CEA-709.1-B. United States: ISO/IEC JTC 1 SC 25, 2006.
2. Dadenkov S. A. Analytical model of random multiple access protocol // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2019. – № 1(48). – P.192-202. DOI: 10.15588/1607-3274-2019-1-18.

Abstract. *The paper proposes a methodology for the quantitative assessment of the significance of the fieldbus network functioning parameters. The methodology is being tested using the analysis of the widespread LonWorks network as an example. The significance of 25 functioning parameters for network scenarios with different channel load and various information delivery services is investigated. The results obtained in the work are of practical importance for the development of new efficient models, and also contribute to the elaboration of mechanisms for designing fieldbus networks with given probabilistic and temporal characteristics of information transmission and processing.*

Key words: *control information network, performance, protocol stack, features, fieldbus, LonTalk, LonWorks.*

Статья отправлена: 22.12.2019 г.

© Даденков С.А.