



Сдвиг парадигмы тестирования сетевой инфраструктуры 5G/6G

УДК 654.153

Б.С. ГОЛЬДШТЕЙН, заместитель директора по науке ООО “НТЦ Аргус” профессор, доктор технических наук, **А.В. ЗИМИН**, старший преподаватель кафедры инфокоммуникационных систем ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича”

Сдвиг парадигмы тестирования сетевой инфраструктуры 5G/6G *Paradigm Shift within Testing 5G/6G Network Infrastructure*

С развитием и изменением сетевой инфраструктуры сетей NGN при переходе к сетям 5/6G значительно изменились и усложнились процессы тестирования, при этом сроки, допустимые для тестирования, наоборот, сокращаются столь же быстро. В современный аппарат тестирования закладываются инструменты языка диаграмм последовательностей сообщений с элементами языка SDL или TTCN. Такой подход с MSC на базе детерминированных конечных автоматов поведения остается вполне достаточным в качестве теоретической базы тестирования поколений NGN/IMS/4G/LTE. Но скорость прогресса в развитии современных автоматных методов тестирования с привлечением аппарата сетей Петри, автоматической генерации тестовых последовательностей и других сопоставима со скоростью развития и усложнения инфокоммуникационных сетей поколений 5/6G.

Решением этой задачи может служить расширение методики на недетерминированные автоматы, а также задействование возможностей AI/ML, позволяющих автоматизировать, упростить и ускорить процесс тестирования.

With the development and change of NGN network infrastructure during the transition to 5/6G networks, testing processes have changed significantly and become more complex, while the time allowed for testing, on the contrary, is decreasing just as quickly. The modern testing apparatus includes the tools of the Message Sequence Charts language, with elements of the SDL or TTCN language. Such an approach with MSC based on deterministic FSMs remains quite sufficient as a theoretical basis for testing NGN/IMS/4G/LTE generations. But the speed of progress in the development of modern automata testing methods, with the involvement of Petri nets, automatic generation of test sequences, etc., is comparable to the speed of development and complication of information and communication networks of 5/6G generations.

The solution to this problem can be the expansion of the methodology to non-deterministic automata, as well as the use of AI/ML capabilities that allow automating, simplifying, and speeding up the testing process.

Ключевые слова: тестирование сетевой инфраструктуры, диаграмма последовательностей сообщений, конечный автомат поведения, (не)детерминированный конечный автомат поведения.

Keywords: network infrastructure testing, message sequence charts, network under test, finite state machines, non-deterministic finite state machines.

30 лет тому назад была опубликована статья [1] генерального директора ЛОНИИС А.Н. Голубева, организовавшего и возглавившего грандиозную работу по согласованию тестирования телекоммуникационных протоколов взаимоувязанной сети связи РФ в тогдашнюю революционную эпоху тотальной цифровизации сети. Этим сложным инженерным задачам сетевого взаимодействия (Interworking) журнал “Вестник связи” уделял немало страниц.

Задачи того времени были успешно решены, оперативно и эффективно были построены сети 2G/3G/3,5G/4G-LTE, обеспечено бесшовное

взаимодействие сетей фиксированной и мобильной связи разных поколений. После успешного решения этих научно-технических задач основное внимание в сертификационных испытаниях стало уделяться более формальному анализу соответствия нормативно-правовым актам. На нынешнем витке революционных изменений телекоммуникаций при переходе к сетям пост-NGN поколений 5G/6G сетевое взаимодействие опять инициирует новые научно-технические задачи, в связи с чем публикация данной статьи представляется весьма актуальной.

Проблематика и научная база тестирования сетей NGN/IMS

За прошедшее после публикации [1] время радикально изменились и усложнились процессы тестирования и сертификационных испытаний телекоммуникационных протоколов и сетевой инфраструктуры сетей NGN.

Впрочем, и на первом этапе цифровизации и перехода к NGN необходимо было разрабатывать решения взаимодействия специфических отечественных протоколов (R1.5, ISUP-R) и процедур обслуживания вызовов (АОН, междугородний приоритет) с новыми цифровыми коммутационны-

ми системами ведущих мировых производителей с учетом необходимости соответствия функциональным (корректная маршрутизация, COPM, пограничные контроллеры сессий), параметрическим (задержки, потери), сервисным (QoS, QoE) требованиям.

**Статью целиком читайте
в бумажной версии журнала**

“Вестник связи” № 02 '2025

СДВИГ ПАРАДИГМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ 5G/6G
PARADIGM SHIFT WITHIN TESTING 5G/6G NETWORK INFRASTRUCTURE

УДК 654.153

ГОЛЬДШТЕЙН Борис Соломонович (доктор технических наук);
ЗИМИН Андрей Владимирович
(ООО НТЦ "АРГУС");

ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича")

С развитием и изменением сетевой инфраструктуры сетей NGN при переходе к сетям 5/6G значительно изменились и усложнились процессы тестирования, при этом сроки, допустимые для тестирования, наоборот, сокращаются столь же быстро. В современный аппарат тестирования закладываются инструменты языка диаграмм последовательностей сообщений с элементами языка SDL или TTCN. Такой подход с MSC на базе детерминированных КАП остается вполне достаточным в качестве теоретической базы тестирования поколений NGN/IMS/4G/LTE. Но скорость прогресса в развитии современных автоматных методов тестирования с привлечением аппарата сетей Петри, автоматической генерации тестовых последовательностей и других сопоставима со скоростью развития и усложнения инфокоммуникационных сетей поколений 5/6G.

Решением этой задачи может служить расширение методики на недетерминированные автоматы, а также задействование возможностей AI/ML, позволяющих автоматизировать, упростить и ускорить процесс тестирования.

With the development and change of NGN network infrastructure during the transition to 5/6G networks, testing processes have changed significantly and become more complex, while the time allowed for testing, on the contrary, is decreasing just as quickly. The modern testing apparatus includes the tools of the Message Sequence Charts (MSC) language, with elements of the SDL or TTCN language. Such an approach with MSC based on deterministic FSMs remains quite sufficient as a theoretical basis for testing NGN/IMS/4G/LTE generations. But the speed of progress in the development of modern automata testing methods, with the involvement of Petri nets, automatic generation of test sequences, etc., is comparable to the speed of development and complication of information and communication networks of 5/6G generations.

The solution to this problem can be the expansion of the methodology to non-deterministic automata, as well as the use of AI/ML capabilities that allow automating, simplifying, and speeding up the testing process.

Ключевые слова: тестирование сетевой инфраструктуры, диаграмма последовательностей сообщений, конечный автомат поведения, (не)детерминированный конечный автомат поведения.

Keywords: network infrastructure testing, message sequence charts, network under test, finite state machines, non-deterministic finite state machines.

Литература

1. Голубев А.Н., Гольдштейн Б.С. Особенности сертификации городских и сельских телефонных станций// Вестник связи. 1993. № 9.
2. Кучерявый А.Е., Гольдштейн Б.С. Сети связи пост-NGN. — СПб: БХВ-Петербург. 2013. 160 с.
3. Petrenko A., Luo G., Bochmann G. Test selection based on communication nondeterministic finite-state machines using a generalized Wp-method// IEEE Transactions on Software Engineering. 1994. Volume 20. № 2. Pp. 149 — 162.
4. Громкович Юрай. Теоретическая информатика. Введение в теорию автоматов, теорию вычислимости, теорию сложности. — СПб.: BHV. 2010. 325 с.
5. Зимин А.В., Ревенко Ю.П. Декомпозиция в испытаниях сетевых элементов NGN/пост-NGN/ Сборник научных статей АПИНО. — СПб.: СПбГУТ. 2022. С. 493 — 498.
6. Nam Hee Lee, Sung Deok Cha. Generating test sequences from a set of MSCs// Computer Networks. 2003. № 42. Pp. 405 — 417.
7. Гольдштейн Б.С., Крюков Ю.А., Хегай И.П., Шляпоберский В.Э. Интерфейсы COPM: Справочник по телекоммуникационным протоколам/ Книга 7. — СПб.: БХВ. 2006. 160 с.
8. Petrenko A., Yevtushenko N., Bochmann G. Testing deterministic implementations from nondeterministic FSM specifications/ Proceedings of the 9th International Workshop on Testing of Communicating Systems (IWTCS'96)/ IFIP. Darmstadt, Germany. 9 — 11 September 1996. Pp. 125 — 140.
9. Sidhu D. and Leung T. Formal methods for protocol testing: A detailed study// IEEE Transactions on Software Engineering, 1989. Volume 15. № 4. Pp. 413 — 426.
10. Fujiwara S., Bochmann G., Khendek, F., Amalou M. and Ghedamsi A. Test Selection Based on Finite State Models. IEEE Transactions on Software Engineering, 1991. Volume 17. № 6. Pp. 591 — 603.
11. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. — MIT Press. 2016. 800 p.
12. Artificial Intelligence (AI) in Test Systems, Testing AI Models and ETSI GANA Model's Cognitive Decision Elements (DEs) via a Generic Test Framework for Testing GANA Multi-Layer Autonomics & their AI Algorithms for Closed-Loop Network Automation. ETSI. March 2020. [Электронная версия]. Дата обращения: 02.12.2024.
13. Shu De Qin, Fan Hao, Zhang Liang. Research on Protocol Conformance Testing Method Based on Petri Net/ Proceedings of the 4th National Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering (NCEECE)/ International Informatization and Engineering Associations. Xian, China. 2015. Pp. 931 — 937.