

МЕТОДИКА АНАЛИЗА И ВЕРИФИКАЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОТОКОЛОВ С ПОМОЩЬЮ E-СЕТЕЙ И ФОРМАЛЬНЫХ ГРАММАТИК

Коровченко Е.Б.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, каф. телекоммуникационных систем, тел. (057) 702-55-92,

E-mail: korov4enko@mail.ru

The given work is devoted to the developing the methods of analysis and verification of telecommunication protocols, that reduce development time protocol. Developed a method for analyzing the basic algorithmic properties of the protocol model, based on the use of formal grammars. It is proved that the use of formal grammar allows more rigorous analysis of properties of the model protocol.

Введение. Роль инфокоммуникационных технологий в современном обществе за последнее десятилетие стремительно возросла. Объем информации, передаваемой через информационно-телекоммуникационную инфраструктуру, удваивается каждые 2-3 года, что усиливает значение телекоммуникаций как на уровне отдельных компаний, так и в экономике мира в целом. Расширение набора предоставляемых сервисов обуславливает необходимость разработки новых телекоммуникационных протоколов, которые характеризуются достаточно высокой функциональностью, а следовательно и сложностью, что не может не отразиться на надежности протоколов, сроках и стоимости их проектирования, реализации и внедрения. В то же время со стороны пользователей наблюдается постоянный рост требований в области надежности функционирования телекоммуникационных систем и перечня предоставляемых сервисов, а со стороны компаний, предоставляющих данные услуги, – рост требований относительно времени реализации протоколов, с помощью которых предоставляются новые сервисы. Таким образом, в настоящее время наблюдается противоречие между все возрастающими требованиями к телекоммуникационным протоколам и возможностями средств проектирования, разработки и внедрения протоколов [1, 2]. Таким образом, разработка методов, вызволяющих повысить эффективность процесса разработки, и обеспечить корректное функционирование реализуемых телекоммуникационных протоколов является актуальной.

Основная часть. Особенностью разработки телекоммуникационных протоколов является то, что функциональность протокола известна заранее и на различных этапах жизненного цикла практически не дополняется. В связи с этими фактами наиболее широкое распространение при создании телекоммуникационных протоколов получила каскадная модель жизненного цикла [1]. Характерной чертой каскадной модели является завершение каждого этапа проверкой полученных результатов. В тоже время на каждом этапе жизненного цикла разработки телекоммуникационных протоколов возможно возникновение различных ошибок, оказывающих негативное влияние на последующие этапы жизненного цикла.

Для устранения ошибок, возникающих на разных этапах жизненного цикла телекоммуникационных протоколов можно выделить следующие способы:

- проверка соответствия требованиям;
- проверка непротиворечивости спецификации;
- проверка корректности функционирования протокола;
- проверка корректности распределения ресурсов;
- проверка соответствия реализации протокола его спецификации.

Исследования показывают, что наиболее весомыми в денежном и временном эквиваленте являются ошибки, допущенные на стадии формирования требований и разработки спецификации [2]. Проверка соответствия требованиям и проверка непротиворечивости спецификации позволяют обнаружить ошибки, допущенные на стадии разработки спецификации (рис. 1).

С помощью линейной темпоральной логики [3, 4] спецификация представляется в виде множества формул пути, описывающих каждый сценарий поведения протокола или определяющих требуемое состояние протокола в отдельно взятый момент времени. Использование такого подхода дает возможность рассматривать каждое состояние протокола, как одного из составляющих формулы пути (сценария поведения протокола) тем самым позволяет обнаружить ошибки, связанные с противоречивостью требований спецификации.

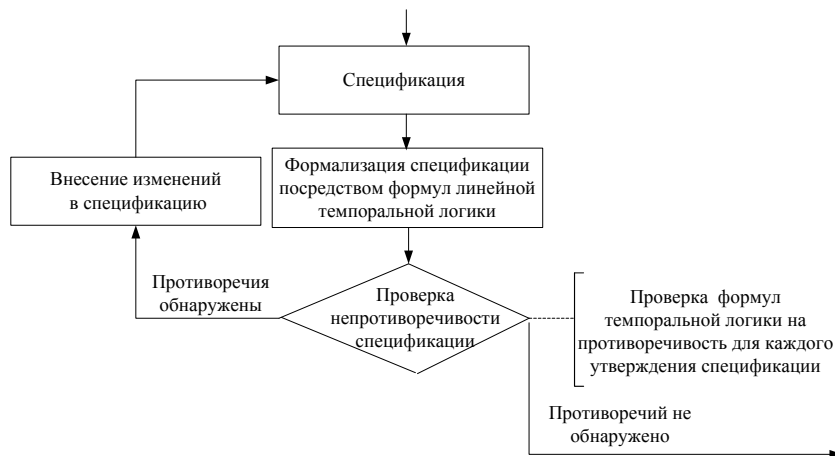


Рис. 1. Формализация спецификации протокола

Для анализа корректности поведения телекоммуникационных протоколов и оценки эффективности распределения ресурсов предлагается использовать формальные грамматики и аппарат E-сетей [5, 6]. Обобщенная схема анализа реализации протокола представлена на рис. 2.

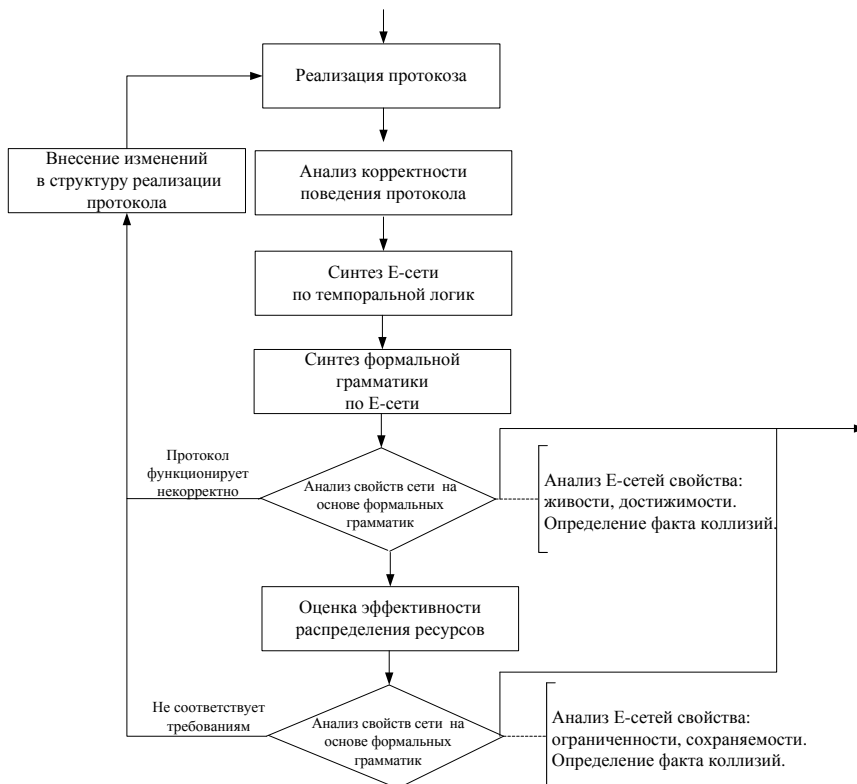


Рис.2. Этап реализации протокола

Исследования показали, что стоимость исправления ошибки, обнаруженной непосредственно на стадии внедрения протокола или в процессе его эксплуатации, является наивысшей для всего жизненного цикла протокола [2]. Применение различных методов верификации позволяет минимизировать возникновение такого рода ошибок. Большинство методов верификации основано на использовании теории автоматов, символьных вычислений, дедуктивного анализа [4, 7]. Данные методы обладают целым рядом недостатков, которые затрудняют их применение при анализе сложных современных протоколов. К таким недостаткам можно отнести: трудоемкость процесса верификации, определение ограниченного количества ошибок, возможный экспоненциальный рост пространства исследуемых состояний, при анализе сложных систем, невозможность описания параллельных процессов и пр. Наиболее эффективным методом при верификации телекоммуникационных протоколов является метод «проверки на моделях» (Model Checking) [4]. Классический подход метода Model Checking основан на полном переборе элементов формул темпоральной логики и нахождении соответствующих им позиций в модели протокола, а также установления соответствия взаимосвязей между состояниями модели и элементами формул темпоральной логики.

Основной проблемой возникающей при использовании метода «проверки на моделях» является проблема «комбинаторного взрыва» пространства исследуемых состояний, которая возникает при решении задачи верификации путем прямого перебора всего пространства состояний модели протокола [4].

В предлагаемой методике применяется модифицированный метод верификации Model Checking, который базируется на сравнении языков, описывающих поведение модели реализации и модели спецификации телекоммуникационного протокола (рис.3).

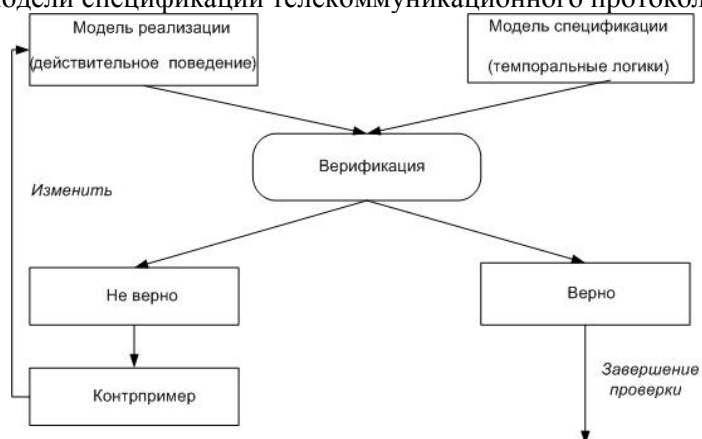


Рис.3. Модифицированный метод Model Checking для верификации телекоммуникационных протоколов

Метод сравнения формальных грамматик базируется на сравнении языков, описывающих поведение модели реализации и модели спецификации телекоммуникационного протокола. Преимуществом метода является его последовательное пошаговое выполнение. При таком подходе пространство исследуемых состояний ограничено множеством, порожденным процессом обхода одного из возможных сценариев поведения протокола. В случае нахождения расхождений между поведением модели спецификации и модели реализации протокола строится контрпример – цепочка, позволяющая установить последовательность действий, приводящих к возникновению ошибки.

Обобщенная схема, отражающая предлагаемый подход к разработке телекоммуникационных протоколов, представлена на рис. 4.

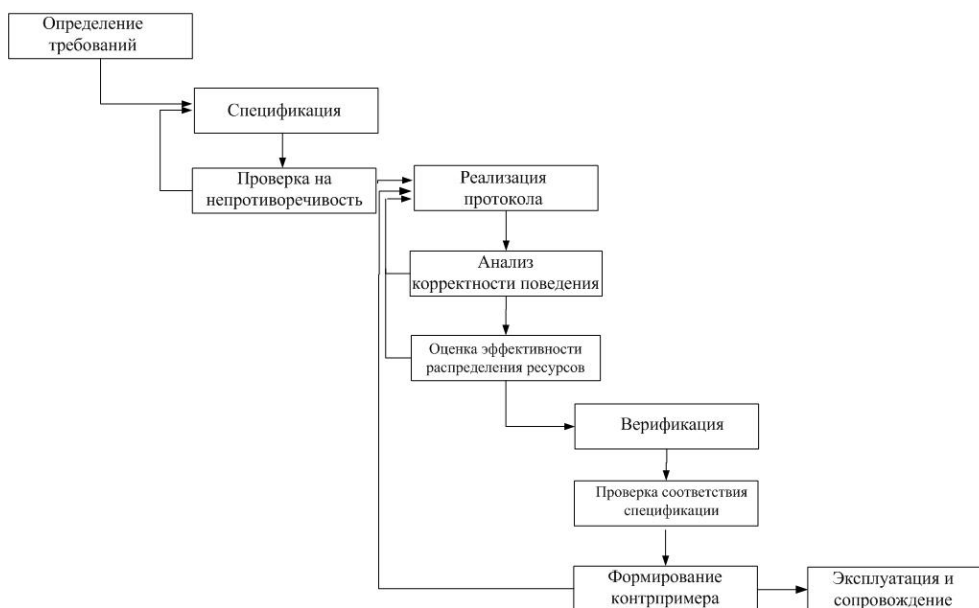


Рис.4. Методика анализа и верификации телекоммуникационных протоколов

Выводы. Проведенный анализ показал, что наиболее эффективной моделью жизненного цикла разработки телекоммуникационных протоколов является каскадная модель. Методы анализа, используемые в рамках каскадной модели, не позволяют обнаружить всех возможных ошибок и установить причины их возникновения. В рамках решения данной проблемы разработана методика, которая позволяет провести анализ непротиворечивости представленной спецификации; на основе анализа основных алгоритмических свойств Е-сетей (ограниченность, достижимость, живость, сохраняемость) выполнить анализ корректности поведения протокола и эффективности распределения ресурсов; синтезировать формальные грамматики, описывающие поведение протокола, с помощью которых провести верификацию как разрабатываемого протокола (на соответствие его спецификации), так и уже существующих различных версий одного и того же протокола (на поиск возможных ошибок совместного функционирования); в случае обнаружения ошибок в поведении протокола и или не соответствии его спецификации – выработать рекомендации по устранению данных проблем.

Литература: 1. Денищенко Г. Н., Коровкина Н. Л. Проектирование информационных систем. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2005. – 304 с. 2. The Standish Group (1995). The Scope of Software Development Project Failures. Dennis, MA: The Standish Group. 3. Stirling C. P. Modal and temporal logics for processes // LNCS 1043. – 1996. –Р. 149–237.: 4. Лосев Ю.И. Применение методов анализа Е-сетей к моделям СОД / Ю.И. Лосев, С.И. Шматов, Е. В. Дуравкин // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2002. – Вып.132. – С. 149 - 151. 5. Коровченко Е.Б., Дуравкин Е.В. Формализация поведения протоколов информационного обмена, представленных моделями на основе аппарата Е-сетей [Электронный ресурс]// Проблемы телекоммуникаций. – 2011. – № 1 (3). – С. 28 – 38. – Режим доступа до журн.: http://pt.journal.kh.ua/2011/1/1/111_duravkin_verification.pdf. 6. Кларк Э.М., Грамберг О., Пелед Д. Верификация моделей программ: Model Checking.: Пер. с англ./ Под ред. Р. Смелянского. – М.: МЦНМО, 2002. – 416 с. 7. Кулямин В.В. Методы верификации программного обеспечения// Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению "Информационно-телекоммуникационные системы". – 2008. – 117 с. Режим доступа: <http://www.viva64.com/go.php?url=282>