

КЛАСИФІКАЦІЯ ПРОТОКОЛІВ MAC РІВНЯ ДЛЯ AD-НОС МЕРЕЖ**Максимов В.В., Литвин О.О.***Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна**E-mail: litvinolek@gmail.com***Classifications of MAC protocols for Ad-Hoc networks**

Due to technological advances for ad-hoc networks created many Medium Access Control (MAC) layer protocols. In this paper, we classify these protocols. Five key features emerging: contention-based protocols, with reservation, with scheduling, with routing management, with power and directions management. Also, our classification focuses categorizing protocols which resolve hidden and exposed terminal problem.

Управління доступом до середовища (Medium Access Control (MAC)) – це підрівень канального рівня моделі OSI. У бездротових ad-hoc мережах, враховуючи обмежений спектр, змінні в часі характеристики поширення, розподілений контроль доступу і енергетичні обмеження, виникає багато проблем для можливості створення «ефективного» MAC протоколу та забезпечення надійного зв'язку із високою швидкістю передавання даних. Одними з основних виступають проблеми прихованих та незахищених вузлів (рис.1).

Під проблемою прихованого вузла розуміється колізія через одночасне передавання вузлами, які мають між собою двоскачковий зв'язок, пакетів до їх спільного односкачкового сусіда. Проблема незахищеного вузла – нездатність вузла здійснювати передавання іншим вузлам через здійснення передавання своїм сусідом.

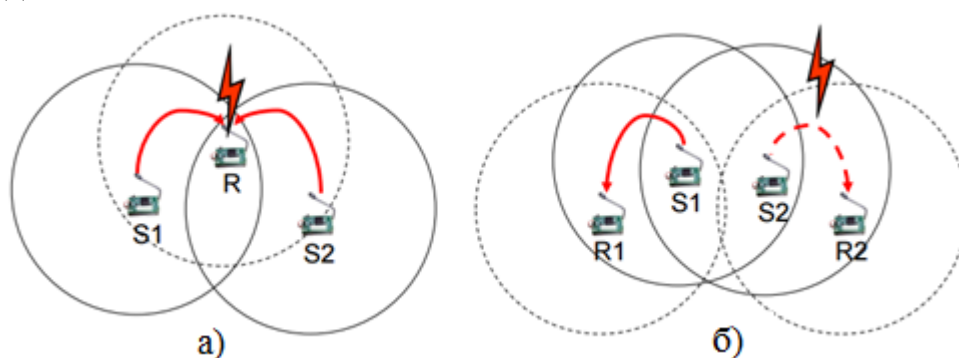


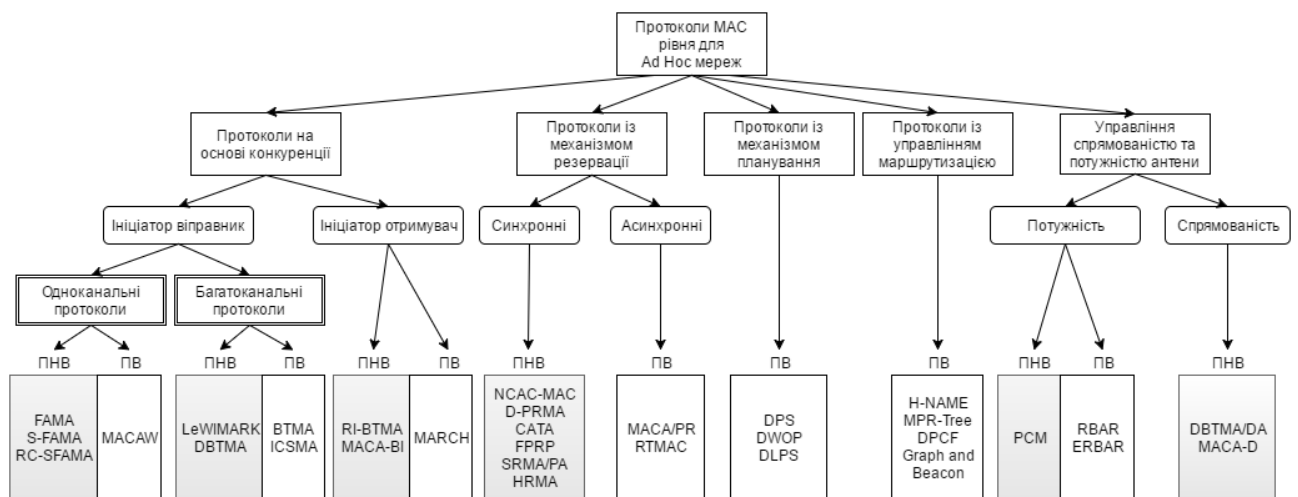
Рис. 1 Проблеми прихованих вузлів (а) та незахищених вузлів (б).

В результаті досліджень, з метою створення такого протоколу, на даний момент існує велика кількість MAC протоколів, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Тому дуже важливу роль відіграє осмислене впорядкування протоколів за певними ознаками, тобто створення класифікації. У [1-7] запропоновано найбільш типові варіанти класифікації:

Так у класифікації, запропонованій в [1], протоколи поділяються за наступними 6-ма ключовими ознаками: розподілення каналів і доступу, топологія, потужність, ініціація передавання, дальність дії, завантаження

мережі і масштабування. Класифікація, що запропонована в [2], враховує лише діаграми спрямованості антен. Ключовою ознакою виступає спосіб доступу до каналу, який може бути випадковий чи синхронізований. Протоколи із випадковим доступом у свою чергу поділяються на ті, що використовують контрольні RTS/CTS пакети і ті що використовують тони зайнятості. Варіант класифікації, запропонований у [3], характеризує різні аспекти роботи протоколів і поділяє їх на 3 категорії (із рукостисканням, управлінням маршрутизацією, використанням тонів зайнятості). З іншого боку, вони також розподілені по часу винайдення та відображені генеалогічні корені їх виникнення. У [4-7] відображено кілька версій класифікації, яка має спільні критерії та структуру, але відрізняється кількістю протоколів які до неї входять. У ній протоколи поділяються за способом доступу до каналу: на основі конкуренції (вільного доступу), із механізмом резервації, планування, та інші.

В даній роботі запропонована класифікація, в основу якої лягла запропонована в [4-7], але із урахуванням особливостей, вище перерахованих в [1-3]. Основний акцент зроблено на здатність протоколів вирішувати проблеми прихованих та незахищених вузлів (рис. 2).



ПНВ – вирішення проблеми прихованих та незахищених вузлів

ПВ – вирішення проблеми прихованих вузлів

Рис. 2. Класифікація протоколів MAC рівня для Ad-Hoc мереж

В дану класифікацію увійшли: протоколи на основі конкуренції, із механізмом резервації, із механізмом планування, із управлінням маршрутизацією, із управлінням потужністю та спрямованістю. Для протоколів на основі конкуренції характерна відсутність резервування ресурсів, а кожного разу, перед передаванням пакету вузол узгоджує із сусідами доступ до сумісно використовуваного каналу. Дані протоколи поділяються за ознакою ініціації передавання на протоколи із ініціатором відправником та отримувачем. Протоколи, в яких ініціатором виступає відправник, поділяються на одноканальні, в яких вся ширина смуги пропускання використовується як одне ціле, та багатоканальні, в яких ширина смуги пропускання поділяється на

кілька каналів, що дозволяє підтримувати одночасне передавання кількома вузлами, та розділяти по різних каналах передавання службових та інформаційних пакетів. До одноканальних протоколів, в яких вирішується ПНВ ввійшли: FAMA, S-FAMA, RC-SFAMA. Серед багатоканальних проблему ПНВ вирішують протоколи Le-WIMARK та DBTMA. Протоколи із ініціатором отримувачем, які вирішують проблему ПНВ це: RI-BTMA, MACA-BI, а ПВ MARCH.

Протоколи із механізмом резервації поділяються на синхронні та асинхронні. В даних протоколах для здійснення передавання відбувається резервування пропускної здатності, також підтримується QoS. В протоколах, які входять до категорії синхронних вирішуються проблеми ПНВ: NCAC-MAC, D-PRMA, CATa, FPRP, SRMA/PA, HRMA, а в асинхронних, лише проблема ПВ: MACA/PR, RTMAC.

У протоколах із механізмом планування для доступу до середовища, перед передаванням відбувається планування пакетів для забезпечення пріоритетів серед потоків. Протоколи даної категорії орієнтовані на вирішення проблеми ПВ: DPS, DWOP, DLPS.

Протоколи, такі як: H-NAME, MPR-Tree, DPCF, Graph and Beacon використовують управління шляхом маршрутизації, та дозволяють вирішувати проблему ПВ.

Остання категорія описує протоколи із управлінням потужністю та спрямованістю антени. Серед протоколів із управлінням потужністю вирішує проблему ПНВ: PCM, а проблему ПВ: RBAR, ERBAR. Управління спрямованістю дає можливість вирішувати проблему ПНВ, до цієї категорії належать протоколи DBTMA/DA, MACA-D.

Висновки. На основі розгляду 32 протоколів MAC рівня, з урахуванням особливостей існуючих варіантів класифікації та останніх версій протоколів, запропоновано класифікацію, в основу якої покладено спосіб доступу до каналу із можливістю вирішення проблеми прихованих та незахищених вузлів.

Література

1. R. Jurdak, C. V. Lopes. A survey, classification and comparative analysis of medium access control protocols for ad hoc networks// IEEE Communications, 2004, volume 6, no. 1.
2. O. Bazan, M. Jaseemuddin. A Survey On MAC Protocols for Wireless Adhoc Networks with Beamforming Antennas // IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS, 10 January 2011.
3. L. Boroumand, R. H. Khokhar, L. A. Bakhtiar. A Review of Techniques to Resolve the Hidden Node Problem in Wireless Networks// Smart Computing Review, vol. 2, no. 2, April 2012.
4. MAC Protocols for Ad Hoc and Sensor Networks// Computer and Communication Systems, [WSN] Winter 2011/2012.
5. D. A. Moltchanov. MAC protocols// TUT, 2011.
6. C. Prakash. Ad Hoc Wireless Media Access Protocols// Lovely Professional University, Punjab 2013
7. J. P. Sheu. MAC Protocols for Ad Hoc Wireless Networks// 2014
8. А.П. Войтер. Media Access Control-уровень сверхширокополосных импульсных радиосетей// УСиМ, 2014, № 3.