

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

2 (300)

НАУРЫЗ – СӘУІР 2015 ж.

МАРТ – АПРЕЛЬ 2015 г.

MARCH – APRIL 2015

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчечков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 2, Number 300 (2015), 61 – 65

WIRELESS SENSOR NETWORKS**K. T. Bazhikov, A. O. Kassimov, S. A. Usembayeva, G. Tolepbergenova**

KazNU named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan, e-mail: bajyk@mail.ru

Keywords: wireless sensor networks, telecommunication.**Abstract.** Wireless sensor networks are one of the most promising directions of development of modern telecommunications technologies and materials, transmitting them to the base station via node, via the wireless communication.

Wireless sensor network is a distributed network of unmanned miniature electronic devices that collect data on the characteristics of the environment.

УДК 621.395.4:004.438

СЫМСЫЗ СЕНСОРЛЫ ЖЕЛІЛЕР**К. Т. Бажиков, А. О. Касимов, С. А. Усембаева, Г. Толепбергенова**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: сымсыз сенсорлы желі, телекоммуникация.**Аннотация.** Сымсыз сенсорлы желілер - қазіргі заманғы телекоммуникациялық технологияларды дамыту неғұрлым перспективалы бағыттардың бірі болып табылады. Кабельді инфраструктураның радиоэфирге ауысуына байланысты және жаңа функционалдық мүмкіншіліктеріне байланысты қолдану перспективті.

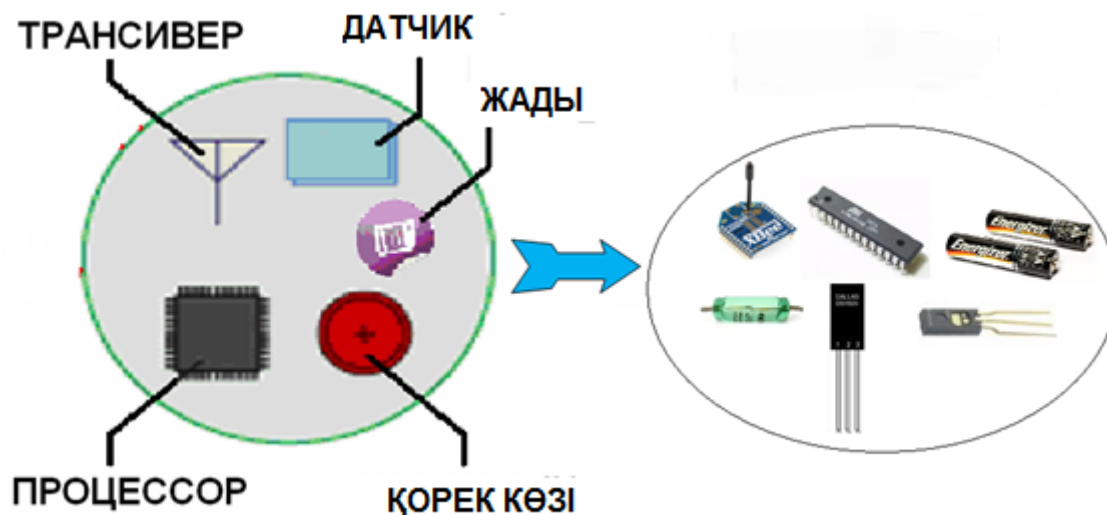
Сымсыз сенсорлы желілердің мынадай сипаттамалары арқылы, түйіндерінің кішігірімділігі, тұтыну қуаты төмен, радиоинтерфейсі, жеткілікті есептеу қуаты, салыстырмалы төмен құны ретінде, ол техникалық және табиғи объектілердің әртүрлі ақпарат, мониторинг және бақылау сипаттамаларын жинау процестерін автоматтандыру мақсатында адам қызметінің көптеген салаларында, олардың кеңінен қолдану арқасында мүмкін болды.

Сымсыз сенсорлы желілер жоғарыда аталған ерекшеліктері мынадай бағыттар бойынша кешенді проблемаларды шешуге арналады:

- жұмыстың мониторингі;
- автожолдар магистралінің мониторингі (темір жол, метрополитен және т.б.), мұнай және газ құбырлары;
- көлік жүк тасымалының мониторингі және талдау;
- экологиялық, биологиялық және медициналық бақылау;
- автоматтандыру жүйесін және өмір қолдау жүйелері «Ақылды үй»;
- төтенше жағдайлардың алдын алу және анықтау (сейсмикалық және жанартау қызметінің мониторингі, табиғи апаттар туындаудың уақытылы ескерту үшін атмосфера мен ауа райы болжамын талдау).

Сымсыз сенсорлы желі – бұл тармақталған желі қызмет көрсетілмейтін ықшам электрондық құрылымдардан тармақталған желі, осы сымсыз байланыстың көмегімен түйіннен-түйінге ретрансляция арқылы негізгі станцияға сыртқы орта параметрлерін және ақпараттың жіберілуін

жүзеге асырады. Осындай сенсор түйіндерін тұрақты бекітуге болады, сонымен қатар, мобилді болуы мүмкін, яғни кеңістікте бір-бірінен еркін қозғала алады, желінің логикалық байланысын бұзбайды. Сенсорлы желінің тұрақты топологиясы болмайды және оның құрылымы уақыт ағымымен динамикалық түрде өзгереді. Желі түйіні, сенсор деп аталатын, сыртқы ортадан ақпарат қабылдайтын датчигі бар, микроконтроллер, жады, радиохабарлағыш, автономды қорек көзі және кейде атқарушы механизм болып саналады. Сонымен бірге сыртқы ортаға желіден, түйіндерден әсерлердің бағдарлаушысылардың берілуі ықтимал.



1-сурет – Сенсор желілер түйінінің үлгісі және оның аппаратты құрайтыны

Сымсыз сенсорлы желілердің аймақ мөлшері бойынша орналастыруы олардың сымсыз дербес есептеуіш желілер кластарына жатқызуға болады (WPAN). WPAN желілерінің басты айырмашылығы – оның қорек көзін аз мөлшерінде жұмыс істеу. Қазіргі кезде WPAN желілерінің екі класы бар: әсер ету радиусы кішірейтілген (10м дейін) және кеңейтілген әсер ету радиусымен (100-ге дейін), осы функционалдық мүмкіншілік арқасында оның WLAN мен бірге жұмыс атқара алады. Дербес желілер әртүрлі стандартқа негізделіп құрылуы мүмкін, протоколдар және технологияларымен, мысалға: IEEE 802.15.1 стандартты Bluetooth; ZigBee, 6loWPAN, DigiMesh стандарты IEEE 802.15.4, WiMedia/MBOA UWB (Ultra Wideband) стандарты ECMA368 (IEEE 802.15.3a стандарт базасында) немесе DS-UWB Forum стандарты IEEE.15.4a

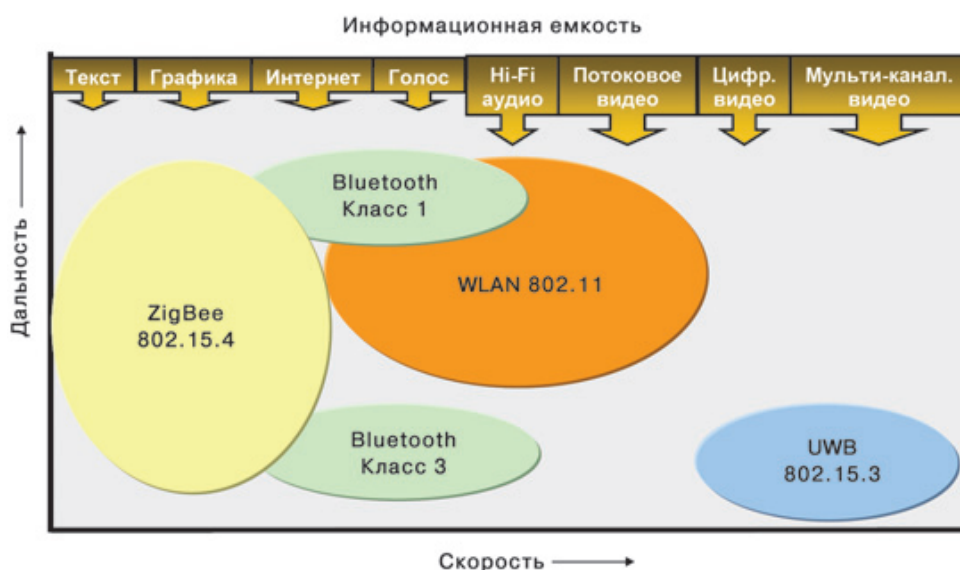
WPAN желілерінің алғашқы стандарты IEEE 802.15.1. стандарт Bluetooth v1.x спецификациясына негізделген және оның физикалық деңгейін анықтайды (*PHY layer*) және ортаға рұқсат деңгейін (*MAC layer*). IEEE 802.15 стандартын кеңейтуде келесі қадам жаңа стандарт жасау болды, бұл стандарт құрылғылардың IEEE 802.11 стандарттары мен IEEE 802,15 функционалдық үйлесімділігін қамтамасыз ету. Көп ұзамай физикалық WPAN желісінде жұмыс істейтін құрылғыларда, Bluetooth қамтамасыз ететін жылдамдық жеткілікті болған жоқ. Осыған орай жаңа стандарт жасауға қажеттілік туды, стандарт сымсыз арна құруға және осы арнамен ондаған, жүздеген Мбит/с ақпарат өткізуге қабілетті болу керек еді (IEEE 802.15.3).

Жоғарыда аталған стандарттар деректерді үлкен көлемде жіберу үшін өте қолайлы (дауыс, деректер, бейне) үлкен жылдамдықпен (1-ден 200-ге дейін Мбит/с). Құрылымдар автономды тәртіппен жұмыс істеуге қабілетті (батареядан және аккумулятордан) 10-нан 100 м дейін қашықтыққа ақпарат тарата алады. Бұл стандарттар құрылғыларда сымды байланысты ауыстыруға мүмкіндік береді, күнделікті қолданатын компьютерлер, компьютерлік желілер. Алайда, соншалықты көп болып көрінетін белгісіз жүйелер бар (датчиктер, ақпарат жинау жүйелері және т.б), кейбір бағдарламаларды, тиімді технологияларды пайдалану мүмкін емес. Осы тапсырмаларды жүзеге асыру мақсатында IEEE 802.15.4 стандартты жылдамдығы төмен WPAN-желілер үшін әзірленді.

802.15 және 802.11 стандарттарын салыстыру

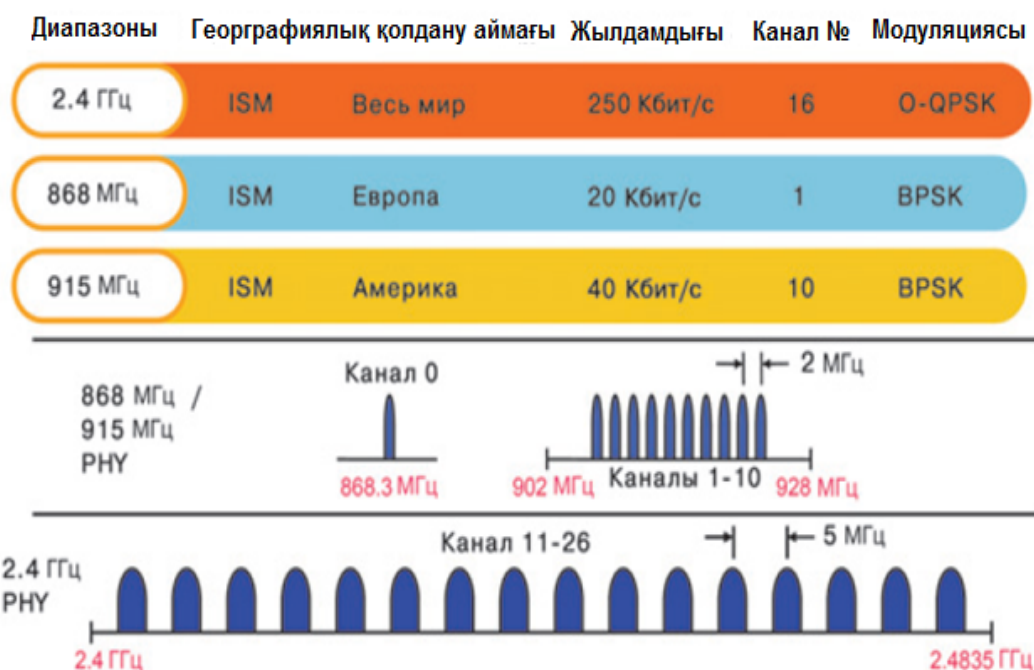
Стандарт	802.15.4 ZigBee™		802.15.1 Bluetooth	802.15.3 High Rate WPAN, WiMedia	802.15.3a* UWB	802.11b Wi-Fi	
Приложения	Мониторинг, управление, сети датчиков, домашняя/промышленная автоматика		Голос, данные, замена кабелей	Потоковое мультимедиа, замена кабелей аудио/видеосистем		Данные, видео, ЛВС	
Преимущества	Цена, энергосбережение, размеры сети, менее загруженные диапазоны	Цена, энергосбережение, размеры сети, глобальный диапазон	Цена, энергосбережение, передача голоса, перескоки частоты	Высокая скорость, энергосбережение		Скорость, гибкость	
Частота, ГГц	0,868	0,915	2,4		3,1 – 10,6	2,4	
Макс. скорость	20 Кбит/с	40 Кбит/с	250 Кбит/с	1 Мбит/с	22 Мбит/с (доп. 11, 33, 44, 55 Мбит/с)	110 Мбит/с (10 м), 200 Мбит/с (4 м) (доп. 480 Мбит/с)	11 Мбит/с
Выходная мощность (ном.), дБм	0		0 (класс 3) 4 (класс 2) 20 (класс 1)	0	< 20 (110 Мбит/с) < 24 (200 Мбит/с)	20	
Дальность, м	10 – 100		10 (класс 3) 100 (класс 1)	5 – 50	10 (110 Мбит/с) 4 (200 Мбит/с)	100	
Чувствительность (спецификация, дБм)	-92	-85	-70	-75	-	-76	
Размер стека, Кбайт	4 – 32		> 250	-		> 1000	
Срок службы батареи, дней	100 – 1000+		1 – 7	теоретически более 1000		0,5 – 5	
Размер сети	65536 (16-битные адреса), 2 ⁶⁴ (64-битные адреса)		мастер +7	до 127 на хост		32	

IEEE 802.15.4 стандартты бұрын бос радио интерфейстерді алды, жоғары өнімділігі бар құрылғы мен технологиясымен алмастырылды және тиісінше неғұрлым қымбат, қатаң стандартталған базасының сәйкесі жоқ, электрондық компоненттері түрлі өндірушілердің жеке радио трансивер фишкалар негізінде кез-келген шешім.



2-сурет – Қарастырылып отырған радиоинтерфейстердің ішінде 802.15.4 стандартының орны

Сымсыз сенсорлы желі түсінігі және бірінші прототипі Америка Құрама Штаттарында пайда болды. Сенсорлы желінің ғылыми-зерттелуі және дамуы Америка Құрама Штаттарында бірнеше жоғарғы оқу орындарында өткізілді. Барынша табысты Калифорния штатының Беркли университетінің профессоры Кристофер Пистердің ғылыми-зерттеулері болды. Кристофер Пистердің ғылыми-зерттеулері және Берклиде құрастырылған үлгісі smart dust, ол сирек кездесетін функционалдық мүмкіндіктерге ие болды, компаниялардың қызығушылығын тудырды, ZigBee альянсының мүшелерімен құрылған компаниялар Ember, Freescale Semiconductor, Honeywell, Invensys, Mitsubishi Electric, Motorola, Philips Electronics және Samsung энергияны аз тұтынатын ашық стандартты сымсыз желі мониторингі және басқаруды жүзеге асыру мақсатында. ZigBee протоколдарының жиынтығы жеті деңгейлі ашық жүйелердің өзара әрекеттесуін іске асырады. Екі төменгі деңгейі (физикалық және радио арна деңгейі) төменгі жылдамдықты IEEE 802.15.4-2003 дербес радио желілердің стандарты болып табылады.



3-сурет – 802.15.4 стандартының қысқаша мінездемесі

IEEE 802.15.4 стандартында сымсыз сенсорлы желінің екі түйні бар: RFD (reduced-function device) функциялары шектеулі құрылғылар, оның орналастыру орны туралы ақпаратты жинайды; толық жабдықталған FFD (full-function device) құрылғылары, ол пакеттерді ретрансляциялайды және ақпарат жинайды. IEEE 802.15.4 стандартты сенсорлы желілер 2^{64} желілік құрылғыларды қамтуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Nitaigour P.M. (Editor) Sensor networks and configuration fundamentals, standards, platforms, and applications // Springer. – 2007. – 510 p.
- [2] Кучерявый, Е.А. Принципы построения сенсоров и сенсорных сетей / Е.А. Кучерявый, С.А. Молчан, В.В. Кондратьев // Электросвязь, 2006. – №6 – С.10-15.
- [3] Молчанов Д.А. Приложения беспроводных сенсорных сетей / Д.А. Молчанов, Е.А. Кучерявый // Электросвязь, 2006. – №6 – С.20-23.
- [4] Майская В. Беспроводные сенсорные сети, малые системы – большие баксы // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2005. – №10. – С. 18-22.
- [5] Беспроводные технологии и их применение в промышленности. Передача речевой информации через WPAN. URL:<http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2187/doc/54063/> .
- [6] Панфилов Д., Соколов М. Введение в беспроводную технологию ZigBee стандарта 802.15.4. URL:<http://www.freescale.com/files/abstract/global/s50210.pdf> .

REFERENCES

- [1] Nitaigour P.M. (Editor) Sensor networks and configuration fundamentals, standards, platforms, and applications // Springer. — 2007. — 510 p.
- [2] Kucheryavii E.A. The principles of structure sensor and sensor networks / E.A. Kucheryavii, S.A. Molchan, V.V. Kondtaiev // Electrical connection, 2006. - №6 – p.10-15. (in Russ.).
- [3] Molchanov D.A. Application of wireless sensor networks / D.A. Molchanov, E.A. Kucheryavii // Electrical connection, 2006. -№6 – p.20-23.(in Russ.).
- [4] Mayskaya, V. The wireless sensor networks, little systems – the big price // Electronica: The Science, Technology, Business. – 2005. - №10. – p. 18-22. (in Russ.).
- [5] The wireless technologies and its using in industry. Transmission of voice information through WPAN. URL:<http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2187/doc/54063/> (in Russ.).
- [6] Panphilov, D., Sokolov, M. Introduction to wireless technology of ZigBee standart 802.15.4. URL:<http://www.freescale.com/files/abstract/global/s50210.pdf>. (inRuss.).

БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ

К. Т. Бажиков, А. О. Касимов, С. А. Усембаева, Г. Толепбергенова

КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: беспроводные сенсорные сети, телекоммуникация.

Аннотация. Беспроводные сенсорные сети (БСС) являются одним из самых перспективных направлений развития современных телекоммуникационных технологий.

Беспроводная сенсорная сеть (БСС) – это распределенная сеть необслуживаемых миниатюрных электронных устройств (узлов сети), которые осуществляют сбор данных о параметрах внешней среды и передачу их на базовую станцию посредством ретрансляции от узла к узлу с помощью беспроводной связи.

Поступила 17.03.2015 г.

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

physics-mathematics.kz

Редактор *М. С. Ахметова*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 20.03.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
10,5 п.л. Тираж 300. Заказ 2.