

А.Д.Мехтиев, М.Ш.Алимов, И.В.Боборыкин, С.В.Дворкин, В.С.Муравлев

*Карагандинский государственный технический университет  
(E-mail: barton.kz@mail.ru)*

## **Применение сенсорных сетей для мониторинга и локального определения местоположения в промышленности**

В статье предложено применение сенсорных сетей в горной промышленности. Описаны характеристики и принцип построения сенсорных сетей. Выполнено сравнение с наиболее близкими беспроводными технологиями. Высокая экономичность установки, использования и обслуживания сетей позволит сократить экономические затраты предприятия. Внедрение сенсорных сетей в промышленность создаст надежные и экономичные системы мониторинга, определения местоположения и связи.

*Ключевые слова:* сенсоры, сенсорные сети, диспетчерские системы, интеллектуальные сети, беспроводные устройства, обмен информацией.

Начиная с 70-х годов прошлого столетия в развитых угледобывающих странах началось создание и внедрение автоматизированных систем контроля и управления горным производством. На предприятиях угледобывающей отрасли остро стоит задача мониторинга технологических процессов. Использование кабельных коммуникаций для сбора данных с различных датчиков затруднительно, а иногда и невозможно (например, если речь идет о мониторинге персонала шахты). Постоянное снижение стоимости беспроводных решений и повышение их эксплуатационных характеристик позволяют постепенно отказываться от проводов и проводных сетей в системах сбора телеметрических данных, диагностики оборудования и обмена информацией. Использование сетей беспроводных устройств позволяет создать диспетчерскую систему, обеспечивающую оператору непрерывный доступ к информации о состоянии обслуживаемых объектов [1].

Современные технические возможности позволяют создавать системы различной архитектуры и сложности: от управления отдельными механизмами до систем, охватывающих контроль процессов и параметров всего предприятия.

U-сети принципиально изменяют как возможности общества, так и возможности его членов. В настоящее время известны проекты по созданию u-Korea, u-Japan, u-Russia.

Новейшие технологии беспроводной связи и прогресс в области производства микросхем позволили в течение последних нескольких лет перейти к практической разработке и внедрению нового класса распределенных коммуникационных систем — сенсорных сетей.

Сенсорные сети представляют собой распределенное в пространстве множество датчиков и исполнительных устройств, объединенных между собой посредством радиоканала.

Применение беспроводной связи для сбора данных актуально во многих прикладных задачах, например:

- автоматический съем показаний квартирных счетчиков;
- системы мониторинга в промышленной и домашней автоматизации;
- мониторинг состояния несущих конструкций зданий и сооружений и т.д.

Сенсорная сеть способна выполнять сбор, обработку и передачу информации с высокими требованиями по автономности, надежности, масштабируемости и распределенности сети.

Основные преимущества сенсорных сетей:

- оперативность и экономичность развертывания;
- простота установки и обслуживания;
- длительная автономная работа;
- отказоустойчивость и надежность в жестких условиях эксплуатации;
- ремонтпригодность в местных условиях;
- широкая область применения.

Сенсорные сети уже используются во многих странах для определения местоположения подвижных узлов, в том числе и в нашей стране.

Целью является внедрение сенсорной сети в горнодобывающую промышленность, где нужен постоянный мониторинг персонала и оборудования из-за присутствия повышенной опасности обвалов и взрывов.

Актуальностью внедрения сенсорных сетей в различные сферы промышленности и человеческой деятельности является создание надежной и дешевой системы сбора данных и определения локального местоположения, что позволит своевременно получать информацию, избегать и предупреждать аварийные ситуации и проводить быстрый поиск людей в аварийных ситуациях. Подобные сети не нуждаются в дорогостоящем обслуживании, а при нынешних темпах развития технологий производства, оборудование для них с каждым годом дешевеет. Сеть является интеллектуальной, что дает ей возможность проводить обработку поступившей информации на ранних этапах сбора данных, экономя при этом и время, и деньги. Сенсорные сети имеют широкий спектр применения и могут быть внедрены в любую сферу человеческой жизни.

В сравнении с другими беспроводными технологиями, сенсорные сети имеют ряд преимуществ. Если такие технологии, как Wi-Fi и Wimax, не уступают в скорости передачи данных, а в некоторых случаях даже превосходят сенсорные сети, то затраты на обслуживание этих технологий в несколько раз больше. Сетям Wi-Fi и Wimax требуются дополнительные источники питания, дорогое техническое обслуживание, а также плата за предоставление услуг. Сенсорные сети имеют автономные источники питания, которых хватает в среднем на 5 лет, и просты в обслуживании, что значительно снижает эксплуатационные затраты. На рисунке 1 представлен график, где указаны сравнительные затраты на покупку оборудования, установку и обслуживание для большого предприятия для технологий Wi-Fi, Wimax и сенсорных сетей.

На рисунке 2 представлен сравнительный график итоговых эксплуатационных затрат за 10 лет для технологий Wi-Fi, Wimax и сенсорных сетей.

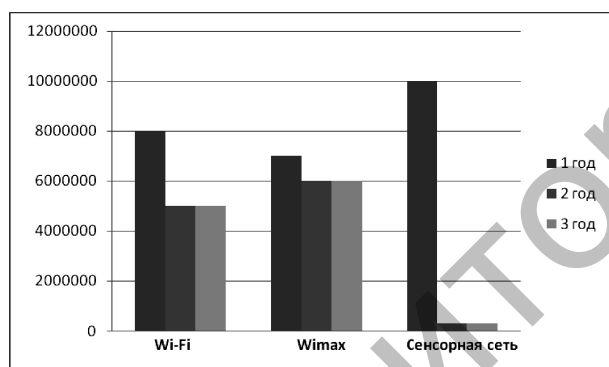


Рисунок 1. Сравнение годовых эксплуатационных затрат

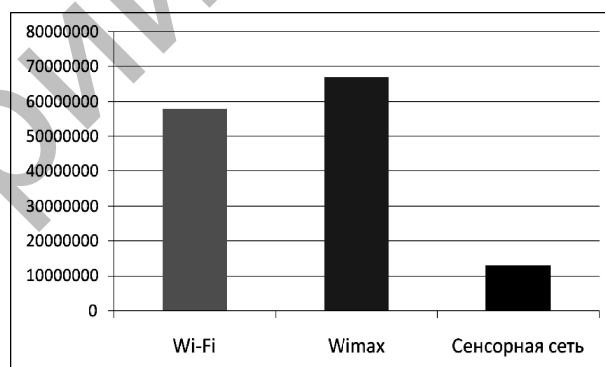


Рисунок 2. Итоговые эксплуатационные затраты за 10 лет

Установка Wi-Fi и Wimax оборудования неудобна в таких местах, как шахты, так как антенны и другое оборудование имеют большие размеры и требуют прокладки дополнительных кабелей для питания и передачи данных на сервер.

Планируется развернуть одну большую сеть в рамках предприятия, которая будет включать в себя несколько подсетей. Каждая такая подсеть будет выполнять определенные задачи:

- мониторинг шахтного оборудования;
- своевременное оперативное оповещение всех работающих об аварийных ситуациях, определение локального местоположения персонала и поиск застигнутых аварией людей;
- обеспечение персонала горных предприятий надежной и качественной оперативной связью на всем протяжении выработок в подземных условиях.

Сенсорная сеть состоит из мобильных и стационарных приемопередатчиков, маршрутизаторов и сервера, которые будут охватывать всю территорию предприятия. Каждый мобильный передатчик, осуществляющий мониторинг оборудования или определяющий местоположение персонала, будет пересылать информацию по радиочастоте на стационарный приемопередатчик. Со стационарных приемопередатчиков информация по проводной системе будет поступать на маршрутизаторы, которые в свою очередь будут пересылать данные по оптоволокну на центральный сервер, расположен-

ный в диспетчерской, где и будут производиться сбор, обработка и хранение информации. Принцип работы сети изображен на рисунке 3.

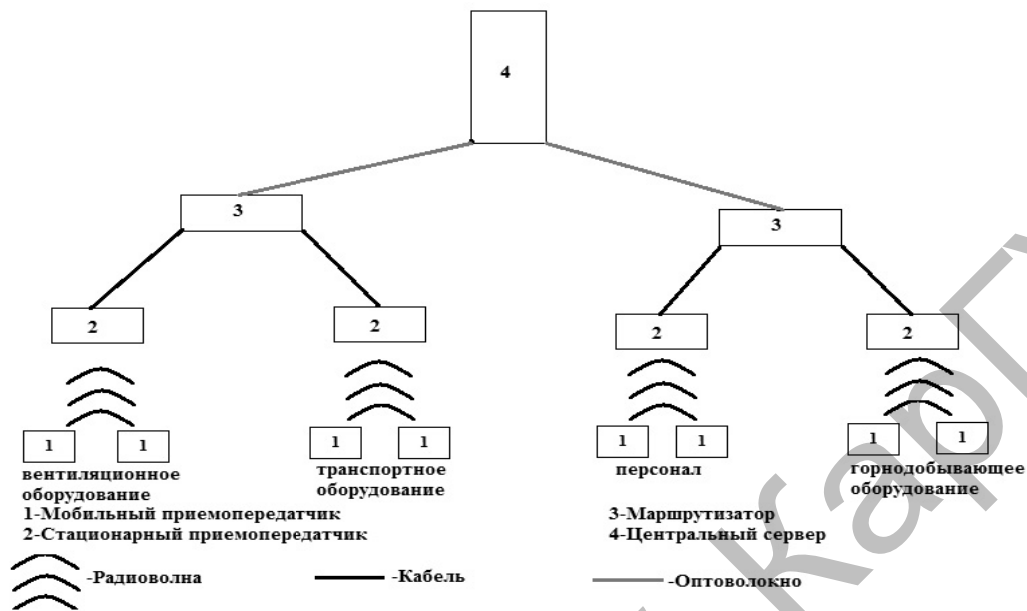


Рисунок 3. Принцип работы сенсорной сети

Для обеспечения непрерывной передачи данных и более точной информации в «жизненно важных» узлах будет установлено по 2 приемопередатчика.

Основу работы нашей сенсорной сети будут составлять приемопередатчики NanoLOC (рис. 4), разработанные берлинской компанией «Nanotron».

Сеть, построенная на приемопередатчиках NanoLOC, имеет лучшие параметры в сравнении с аналогами. На рисунке 5 показано сравнение скорости передачи данных трех сетей — ZigBee, Bluetooth и сети на основе приемопередатчиков NanoLOC.

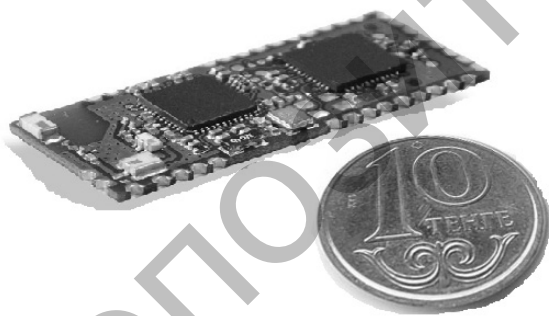


Рисунок 4. Радиомодуль

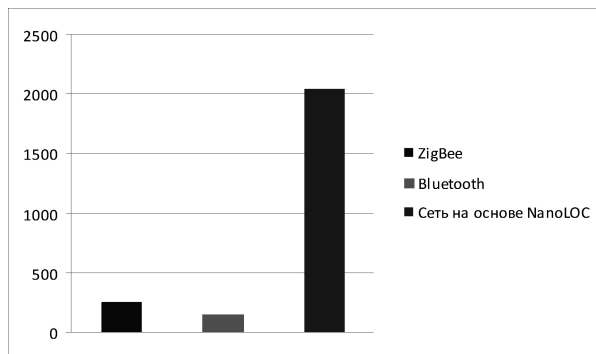


Рисунок 5. Сравнение скорости передачи данных

Основными достоинствами сети являются:

- работа в диапазоне 2,4 ГГц, который был выделен для свободного использования;
- высокая помехоустойчивость беспроводной передачи данных;
- высокая скорость передачи данных (до 2 Мбит/с);
- хорошее соотношение скорости передаваемых данных и энергопотребления;
- возможность локализации беспроводных узлов;
- низкая стоимость радиомодулей (около 10–15 долл.);
- автономное электропитание, обеспечивающее до 5 лет работы [2].

В сравнении с другими подобными системами, например, российской СНиОП [3], наша сеть имеет ряд преимуществ, таких как:

- другой диапазон работы, для которого не нужно получение разрешения на использование, что позволяет сэкономить время и средства;
- меньшую стоимость;
- более обширный спектр применения (в отличие от СНиОП, сеть позволяет производить мониторинг не только персонала, но и всего имеющегося на предприятии оборудования);
- более высокую надежность и скорость передачи данных;
- меньшие затраты по энергопотреблению (сенсорная сеть не нуждается в дополнительных источниках питания, что существенно влияет на размер эксплуатационных затрат).

В дальнейшем применение подобных сетей возможно для решения следующих задач:

- определение местоположения движущихся объектов внутри помещений с возможностью одновременной передачи звука, изображения и другой информации по радиоканалу;
- автоматизация, оптимизация грузопотоков и онлайн-контроль в железнодорожных терминалах, грузовых портах и пр.

Также применение подобных сенсорных сетей представляется возможным и в следующих сферах:

- медицинские учреждения — высокоэффективные системы контроля и диагностики с использованием радиосети, комплексный мониторинг состояния датчиков и специальных устройств;
- технология «умный дом» (обеспечивает существенную выгоду для гостиниц, выставок, ресторанов, строящихся зданий — это контроль за перемещением персонала и использование системы бесконтактного считывания информации с датчиков потребления воды, газа, тепла, электричества и пр., а также при реновации инфраструктуры существующих комплексов зданий);
- крупное машиностроение (возможность осуществлять контроль за состоянием мостов, высотных зданий, например, на основе анализа вибраций, автоматизации крупных терминалов и др.);
- сети для сбора данных — например, онлайн-система сбора информации для маршрутных такси.

На рисунке 6 показан один из способов применения сенсорной сети в промышленности.

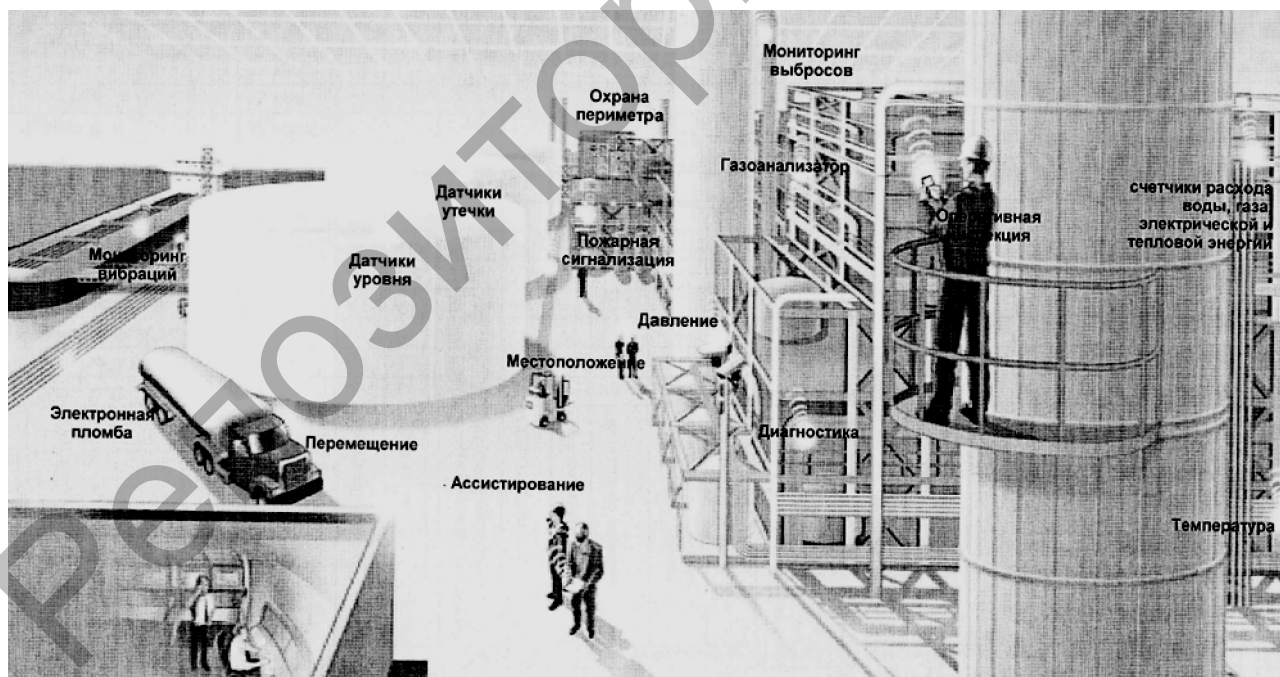


Рисунок 6. Применение сенсорной сети в промышленности

В заключение следует отметить, что сенсорные сети имеют очень высокий потенциал благодаря высокому уровню надежности, простоте установки и обслуживания, низкому энергопотреблению и невысокой стоимости. Стремительное внедрение технологии практически во все сферы жизни и деятельности человека однозначно выделяет сенсорные сети в самостоятельный бизнес-сегмент телекоммуникационной сети.

Сенсоры могут использоваться в любых приложениях жизнедеятельности человека, что дало основание назвать сети построенные, на их основе ubiquitous (u-сети), что означает — всепроникающие. Появление сенсоров и построенных на их основе u-сетей приносит принципиальные изменения в состояние общества.

С учетом эффективного развития телекоммуникаций в республике предлагается рассматривать задачу создания u-Казахстана как прагматическую и в недалеком будущем. Можно утверждать, что первые проекты по реализации концепции u-Казахстана появятся уже в ближайшие несколько лет.

#### Список литературы

- 1 Лунев М.И. Мониторинг пестицидов в окружающей среде и продукции: эколого-токсикологические и аналитические аспекты // Российский химический журнал. — 2005. — Т. XLIX, № 3. — С. 64.
- 2 Сергиевский М. Беспроводные сенсорные сети // Компьютер-Пресс. — 2009. — № 8. — С. 12–17.
- 3 Комаров М.М. Система мониторинга окружающей обстановки на основе беспроводной сенсорной сети // Науч.-техн. конф. молодых специалистов МИЭИ: Тезисы докл. — М.: МИЭМ, 2009. — С. 145–146.

А.Д.Мехтиев, М.Ш.Әлімов, И.В.Боборыкин, С.В.Дворкин, В.С.Муравлев

#### **Мониторингқа және жергілікті орналастыруына арналған сенсорлық торлардың өндірісте қолданысы**

Мақалада тау өндірісінде қолданылатын сенсорлық торлар туралы жазылған. Сенсорлық торлардың сипаттамасы мен құрылу ұстанымы жайлы айтылған. Ең жақын сымсыз технологиялармен салыстыру өткізілген. Қондырғының үнемділігі, торлардың қолданылуы және оның күтімі кәсіпорынның экономикалық шығындарын қысқартуға мүмкіндік туғызады. Сенсорлық торларды енгізу өнеркәсіпке сенімді және мониторингтің үнемді жүйелерін, тұрған жерін белгілеу және байланысын жасауға негіз болады.

A.D.Mekhtiev, M.Sh.Alimov, I.V.Boborykin, S.V.Dvorkin, V.S.Muravlev

#### **Applying of sensor networks for monitoring and local positioning in industry**

In this article we offer to use sensor networks in the mining industry. The characteristics and principles of sensor networks building are described here. The comparison with the closest wireless technologies is also made. Economy high level of installation's, using and maintenance of networks would reduce the economic costs of the enterprise. The introduction of sensor networks in the industry will create a reliable and cost-effective system of monitoring, positioning and communication.

#### References

- 1 Lunev M.I. *Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal* [Russian chemical Journal], Moscow, 2005, XLIX, 3, p. 64.
- 2 Sergievskiy M. *Computer Press*, Moscow, 2009, 8, p. 12–17.
- 3 Komarov M.M. *Nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya molodykh spetsialistov MIEI* [Scientific and technical conference of young specialists of MIEI], Moscow: MIEM, 2009, p. 145–146.