

УДК 004.031.2

**МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЧАЛЬНОЙ синхронизации
БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ****Кисляков М.А.***Владимирский государственный университет г. Владимир**Кафедра вычислительной техники**E-mail: kislyakov.maxim@gmail.com***Аннотация**

Кисляков М.А. Методы обеспечения начальной синхронизации беспроводных сенсорных сетей. В статье рассмотрены три метода начальной синхронизации, которые обеспечивают устранение проблем временной отстройке, связанной с произвольным включением узлов в сеть. Представлена сравнительная характеристика методов на основе критериев энергопотребления и скорости сходимости сети.

Общая постановка проблемы

Технология беспроводных сенсорных сетей получает все большее распространение в сферах услуг, промышленности и военной инженерии, однако остается ряд открытых вопросов, которые связаны с принципами организации взаимодействия между узлами. Одним из таких вопросов является реализация корректной схемы синхронизации, обеспечивающей одновременное переключение спящего и активного режимов функционирования узлов [1]. Нарушение данного условия приводит к наличию фиксированного временного сдвига между локальными часами отдельных узлов, что сопровождается отсутствием взаимодействия между ними.

Постановка задач исследования

Обеспечение синхронизма сети требует наличия корректных схем и протоколов взаимодействия. В работе необходимо было рассмотреть три метода начальной синхронизации, которые требуются для организации надежного ввода новых узлов в функционирующую сеть, а также для обеспечения начального запуска всей сети в период инициализации при использовании базового метода *Reference Broadcast Synchronization (RBS)* [2, 3].

Решение задачи и результаты исследований

При организации начальной фазы синхронизации следует рассмотреть два варианта. Первый соответствует инициализации сети при начальном запуске всех узлов. При большом количестве узлов существует вероятность организации нескольких сетей, что недопустимо. Причиной такого поведения является схема широковещательной рассылки синхронизирующих пакетов, соответствующая методу *RBS*. Все узлы начинают самостоятельно рассылать информацию, что приводит к самоорганизации отдельных кластеров сети при начальном временном отклонении в локальных часах отдельных узлов. Решением данной проблемы является назначение узла инициатора запуска сети, что определяет наделение одного из узлов правами рассылки синхронизирующей информации. Тем самым фиксируется волнообразная синхронизация всей сети. Каждый узел, который принял соответствующий пакет, считается синхронизированным с сетью и наделяется правами рассылки подобных пакетов в своем радиусе доступа.

Второй вариант начальной синхронизации соответствует добавлению узла к функционирующей сети. Для организации корректного ввода устройства в сеть может быть использовано три метода.

Первый метод определяет фиксирование активного режима. Узел находится в режиме прослушивания сети, пока не будет детектирован пакет синхронизации. При фиксировании

соответствующего сообщения узел переходит в режим функционирования сети. Данный метод отличается высокой скоростью синхронизации и простотой реализации. При наличии функционирующей сети максимальный временной интервал добавления узла соответствует одному периоду самой сети $T_{max} = T_{net}$. Синхронизация наступает при первом интервале активного режима. Недостатком данного метода является высокое энергопотребление при условии отсутствия сети. Данная ситуация является катастрофичной для узла по причине быстрой разрядки автономного источника питания.

Второй метод обеспечения начального синхронизма основан на стандартной схеме функционирования сети с увеличением периода спящего режима. При условии, что период сети $T_{net} = T_{act} + T_{sleep}$, где T_{act} – интервал активного режима, T_{sleep} – интервал спящего режима, период добавляемого узла будет соответствовать значению $T_{sync_net} = T_{act} + T_{sync_sleep}$, где T_{sync_sleep} – расширенный интервал спящего режима. Значение величины расширения может варьироваться в заданном диапазоне таким образом, что малое значение величины увеличивает точность синхронизации, но и способствует увеличению максимального времени, необходимого для добавления узла в сеть. Увеличение значения расширения способствует обратному изменению данных характеристик. Основным параметром данного метода является соотношение общего периода сети к периоду активной фазы

$$K = \frac{T_{sync_net}}{T_{sync_act}} + 1.$$
 Максимальный период синхронизации соответствует формуле $T_{max} = KT_{net}$.

Третий метод организации синхронизма является развитием второго подхода. Модификация заключается в изменении временной структуры периода T_{sync_net} так, что $T_{sync_net} = T_{sync_act} + T_{sleep}$. Максимальное значение периода ввода узла в сеть соответствует второму представленному методу, однако увеличивается вероятность более раннего детектирования пакетов синхронизации, за счет увеличенного периода активного режима узла. При организации данного метода также увеличивается общее энергопотребление на период синхронизации. Данный способ является компромиссным вариантов при организации начальной синхронизации сети.

Выводы

Исследование проблемы начальной синхронизации позволило установить три метода, на основе которых возможно обеспечить как добавление новых узлов, так и инициализацию сенсорной сети в целом. Сравнение предложенных схем организовано на основе критериев скорости синхронизации и энергопотребления узлов в соответствующей фазе. Тем самым можно установить эффективность третьего метода, основанного на незначительном расширении периода активного режима узла. При больших значениях коэффициента K и периода T_{net} время ввода устройства в сеть может стать недопустимым. В этом случае рациональным решением будет использование первого метода при условии, что наличие функционирующей сети обеспечено. Тем самым выбор метода начальной синхронизации основан на специфике задачи, для которой организована сенсорная сеть. В задачах с динамической топологией сети более предпочтительно использование второго и третьего методов. Первый метод рационален для статических сенсорных сетей.

Список литературы

1. Qun Li, Daniela Rus, Global Clock Synchronization in Sensor Networks. IEEE Transactions on Computers, Vol. 55, No. 2, 2006.
2. Jeremy Elson, Lewis Girod, Deborah Estrin Fine-Grained Network Time Synchronization using Reference Broadcasts. University of California, Los Angeles, 2002.
3. Jeremy Elson, Time Synchronization no Wireless Sensor Networks. University of California, Los Angeles, 2003.