

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ УСТРОЙСТВ BLUETOOTH LOW ENERGY ПУТЕМ НАСТРОЙКИ ИНТЕРВАЛОВ ШИРОКОВЕЩАНИЯ И СОЕДИНЕНИЯ

Тонко И. А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Ионин В. С. – канд. техн. наук, доцент

Цель работы – обеспечение возможности работы периферийных устройств с питанием, обеспечиваемым малогабаритными батарейками, в течение длительных периодов времени. Это требует создания определенной его структуры, позволяющей оптимизировать работу этого периферийного устройства в режиме низкого энергопотребления. Это включает определение наилучших широковещательных интервалов и интервалов подключения, обоснование и выбор временных интервалов рабочего графика режима подключения и отключения этих устройств.

Для начала рассмотрим типичные состояния, используемые периферийным устройством. Когда устройство выключено, оно не потребляет энергию, либо потребляет очень мало. Включаясь, оно переходит в состояние обнаруживаемого широковещания. В этом состоянии периферийное устройство может быть обнаружено и найдено центральными устройствами.

Центральное устройство соединяется с периферийным, а затем выполняет сопряжение. После сопряжения периферийное устройство переходит в подключаемое широковещательное состояние. Если сопряжение не происходит, периферийное устройство возвращается к обнаруживаемому широковещательному состоянию и ждет другого центрального устройства, с которым можно соединиться.

После подключения периферийное устройство может использовать подключаемое широковещание. Тогда только центральные устройства, сопряженные с этим периферийным устройством, могут к нему подключиться. После повторного подключения устройства совместно управляют интервалами подключения.

Один из наиболее фундаментальных способов оптимизации энергопотребления – выбор оптимальных интервалов для широковещания и интервалов их подключения. Этот выбор может оказаться единственным различием между устройством, которое работает от автономного источника питания (АИП) в течение нескольких недель, и устройством, которое работает от АИП в течение нескольких лет.

Для устройств, которые обычно подключены к центральному при их использовании, время нахождения в режиме широковещания должно быть очень коротким, поскольку пользователь захочет извлечь устройство и подключиться к нему как можно быстрее. Для них интервал широковещания от 250 до 500 миллисекунд будет хорошим компромиссом между скоростью обнаружения и экономией энергии. Однако существует класс устройств, поддерживающих BLE как один из возможных каналов коммуникации, для которых время нахождения в режиме широковещания значительно больше, чем пребывание в непродолжительных соединениях с клиентом. Для таких устройств более разумным является выбор сравнительно большого интервала широковещания – от 1 до 5 секунд. Это позволит экономить запас энергии для более продолжительной работы устройства за счет более редких передач по широковещательным каналам.

Всякий раз, когда периферийное устройство включается в соединение, интервалы соединения определяются центральным устройством. Центральное устройство должно использовать разумные значения интервала соединения, однако это не гарантируется.

Как только периферийное устройство устанавливает соединение, находясь в обнаруживаемом широковещательном режиме, интервал соединения может быть довольно коротким. Такой интервал соединения - например, от 7,5 миллисекунд до 25 миллисекунд - может потреблять много энергии. Это также означает, что центральное устройство может быстрее обнаружить набор сервисов и характеристик BLE, которые предлагает это периферийное устройство, и, следовательно, может обеспечивать оперативную обратную связь с пользователем, рекомендуя ему оптимальный режим взаимодействия с периферийным устройством. Такие короткие интервалы также способствуют более быстрой передаче данных – до 2.1 Мбит/с, что предпочтительно для устройств, активно передающих по BLE-каналу постоянно появляющиеся данные.

Для устройств, не предполагающих активное взаимодействие, имеет смысл уменьшить пропускную способность за счет уменьшения этого интервала. Приемлемыми значениями для стандартных миниатюрных устройств со скоростью передачи данных до 50 кбит/с установлены диапазоны до 200 миллисекунд.

Также следует учитывать переходы между логическими режимами устройства при выборе интервалов. Так, при передаче новой версии программного обеспечения по каналу BLE уменьшение интервала соединения способствует более быстрой передаче, а значит, минимизирует риск разрыва

соединения, чего крайне желательно избегать при обновлении работающей программы.

Таким образом, рассмотрены режимы работы периферийного BLE-устройства и предложены краткие рекомендации по выбору интервалов широко вещания и соединения для различных классов устройств с целью экономии энергопотребления.

Список использованных источников:

7. Gupta N. *Inside Bluetooth Low Energy* / N. Gupta – Pearson Education, Inc., 2013. – 459 p.

8. Heyden R. *Bluetooth Low Energy: The Developer's Handbook* / R. Heyden – Artech House., 2016. – 456 p.