



Micro
Framework



Использование модулей беспроводной связи XBee ZNet 2.5 (Series 2) в .NET Micro Framework


Алексеев Пётр

Доцент кафедры Радиоэлектронных систем управления (И4) БГТУ «Военмех»

MCSD.NET

www.netmf.ru


План

- ▶ Беспроводные сети ZigBee
 - ▶ Конфигурирование модулей XBee ZNet 2.5 (Series 2)
 - ▶ Пример обмена сообщениями по беспроводной сети
- 

Беспроводные сети ZigBee

»» Часть 1

Кратко о ZigBee

- ▶ Персональная беспроводная сеть
 - ▶ Основана на IEEE 802.15.4
 - ▶ Максимальная скорость передачи данных 250 кБит/с
 - ▶ Низкое энергопотребление
- 

IEEE 802.15.4 и ZigBee

Приложение

Профили устройств ZigBee

Подуровень поддержки
приложений (APS)

Сетевой уровень (NWK)

Уровень канала передачи
данных (DLC)

IEEE 802.15.4 MAC

IEEE 802.15.4
868/915 MHz PHY

IEEE 802.15.4
2400 MHz PHY

Библиотеки профилей, наборы сервисов устройств,
типовые информационные сообщения, совместимость

Безопасность устройства, трансляция сообщений,
организация сервисов устройств

Безопасность сети, трансляция сообщений, обработка
сетевых процедур, сетевой менеджмент,
маршрутизация, поддержка различных топологий

Формирование и контроль пакетов данных, управление
потокком данных

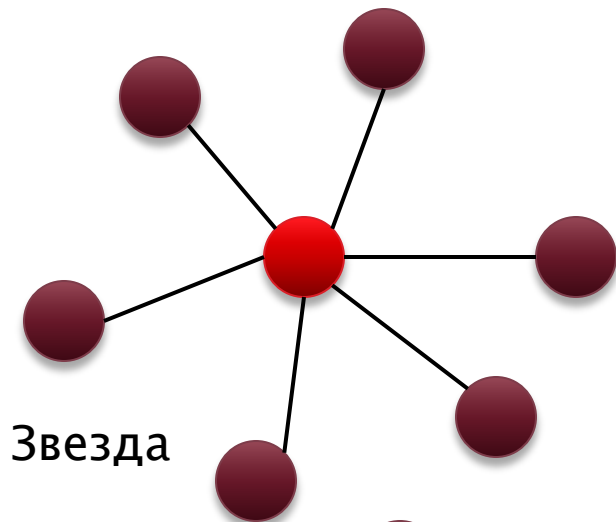
Добавление/удаление устройств, доставка пакетов,
подтверждение приёма (ACK), CRC, сканирование и
доступ к каналам связи (CSMA-CA), временное
разделение

Модуляция, параметры сигнала, приём и передача
информации через физический радиоканал

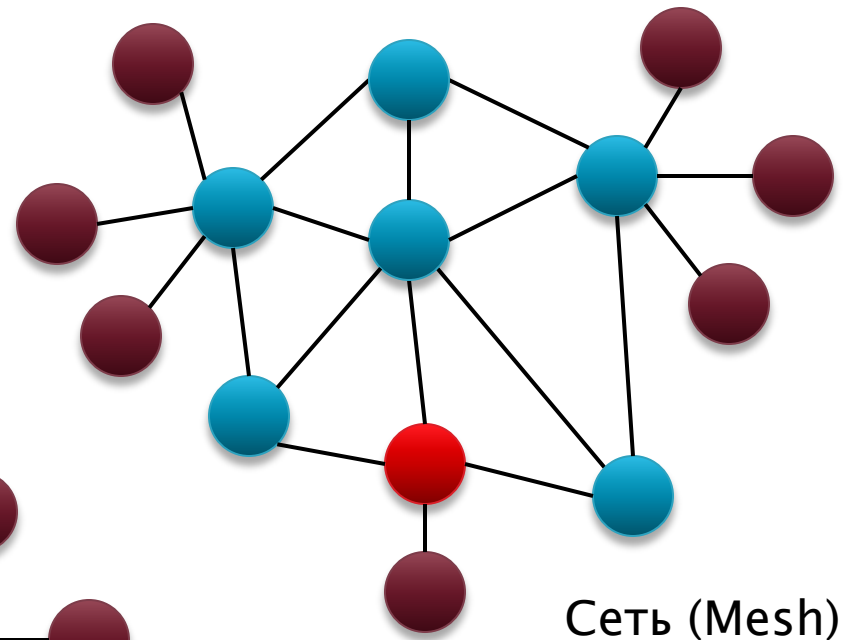
Стек ZigBee

IEEE 802.15.4

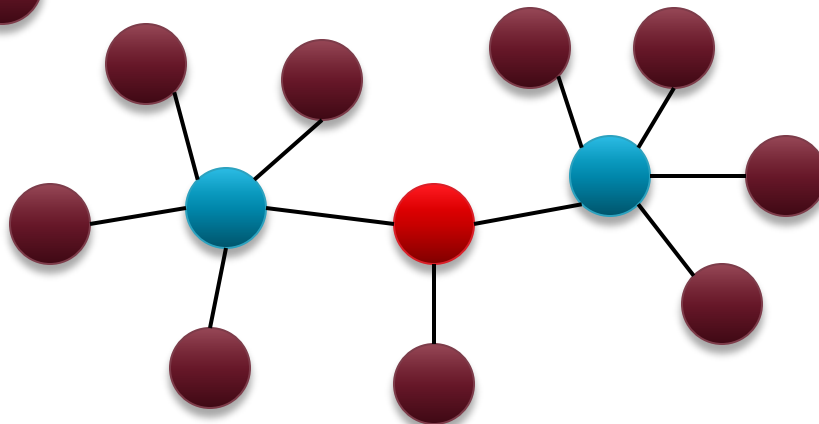
Топологии сетей ZigBee



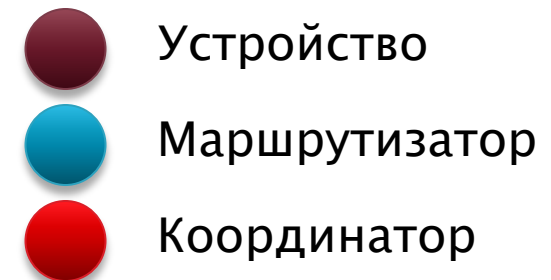
Звезда



Сеть (Mesh)



Кластерное дерево



Особенности сетей ZigBee

▶ Энергосбережение

- Устройства и координатор периодически засыпают
- Маршрутизаторы не могут спать

▶ Безопасность

- Организация сетей, в которые можно добавлять выбранные узлы
- Шифрование данных по алгоритму AES

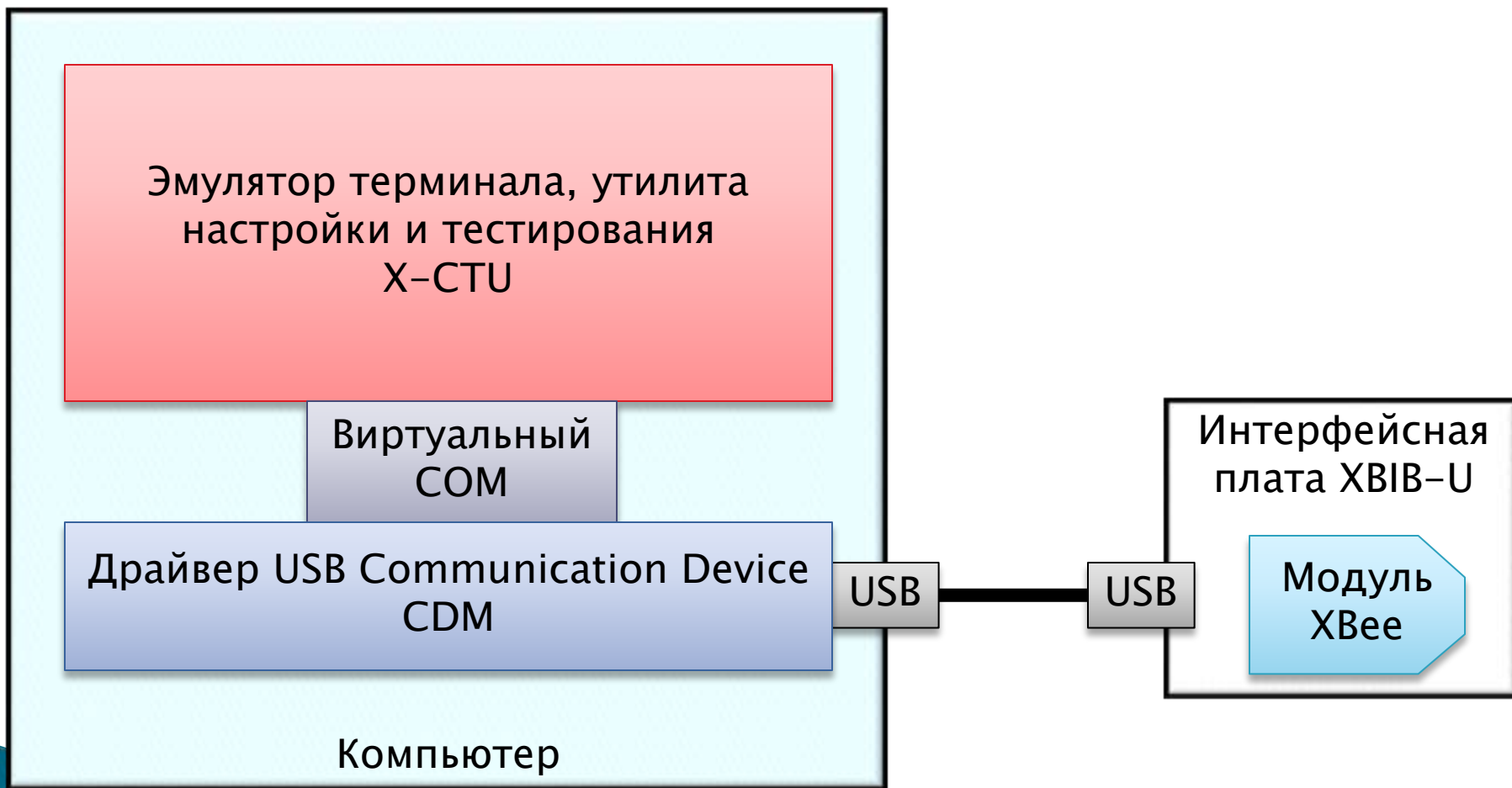
Конфигурирование модулей XBee ZNet 2.5 (Series 2)

»» Часть 2

Почему XBee, а не ZigBee?

- ▶ ZigBee – это набор стандартов
- ▶ Компания Digi реализовала спецификации ZigBee со своими дополнениями
 - Простая передача информации по беспроводной сети (режим AT)
 - Расширенный режим передачи данных по сети (режим API) – контроль пакетов, обработка событий и т.д.

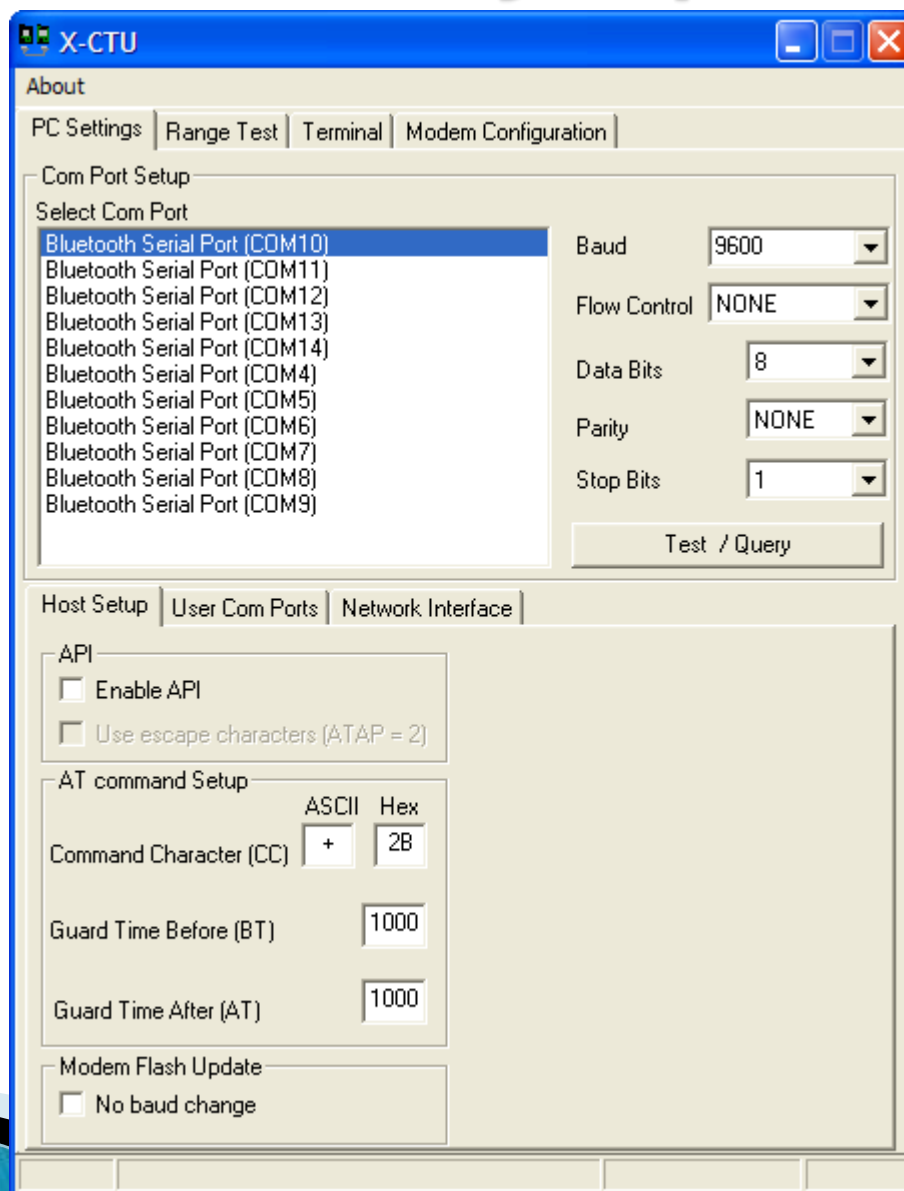
Среда конфигурирования



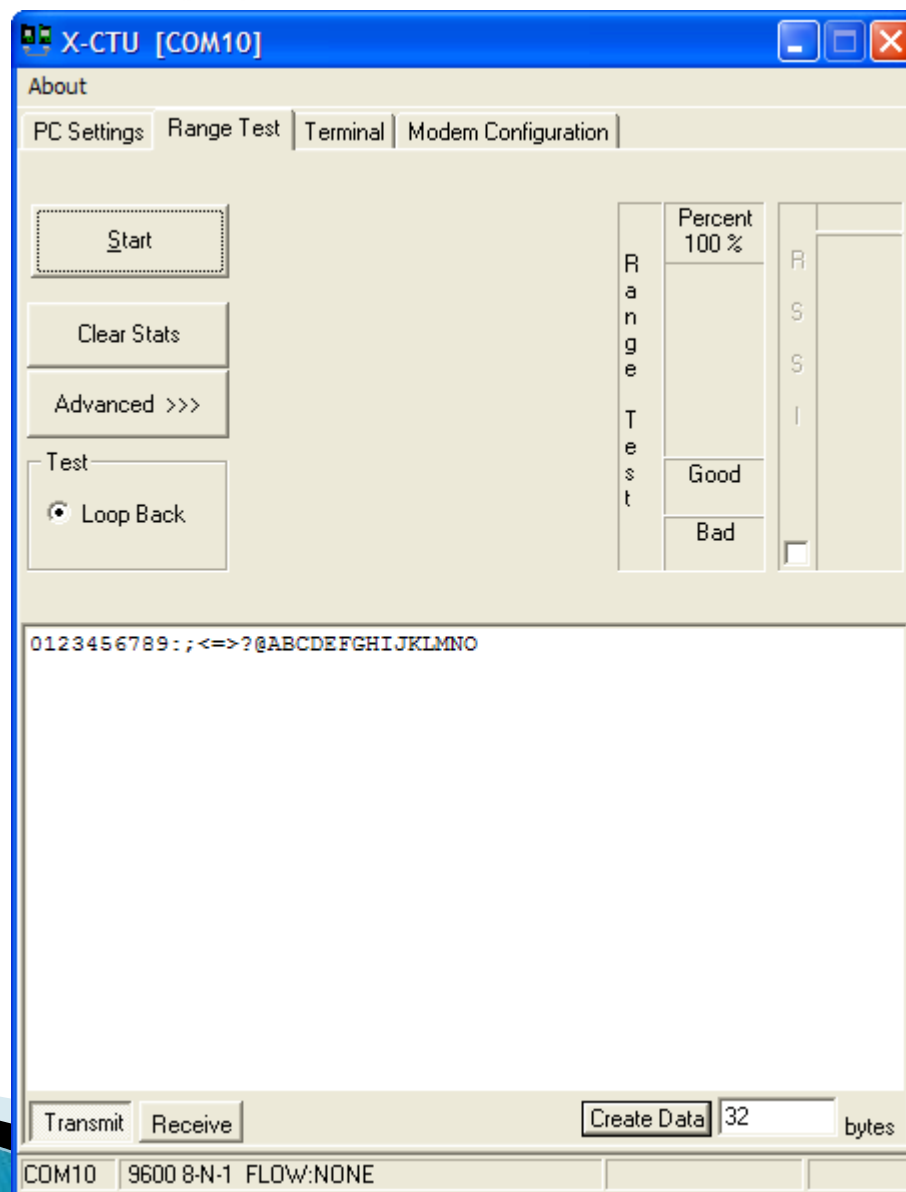
X-STU

- ▶ <http://www.digi.com/support/productdetail.jsp?pid=3352&osvid=57&tp=5&s=316>
- ▶ Подключение к устройству
- ▶ Проверка дальности связи
- ▶ Эмулятор терминала
 - AT команды
 - Приём/передача данных
- ▶ Конфигурирование модуля
 - Получение состояния
 - Настройка параметров
 - Смена прошивки

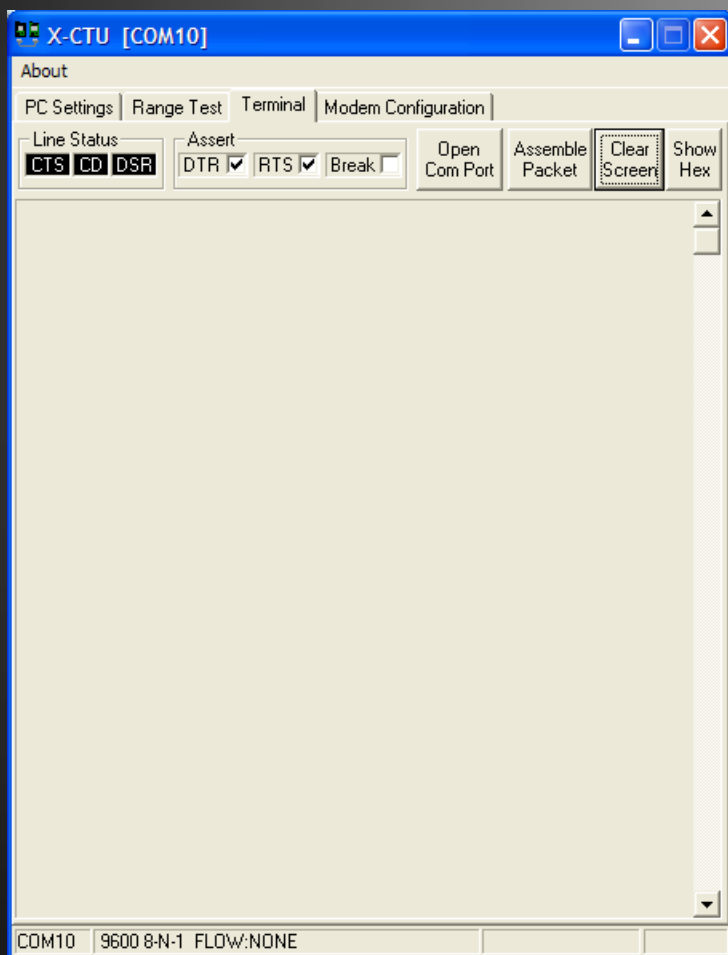
Подключение к устройству



Проверка дальности связи

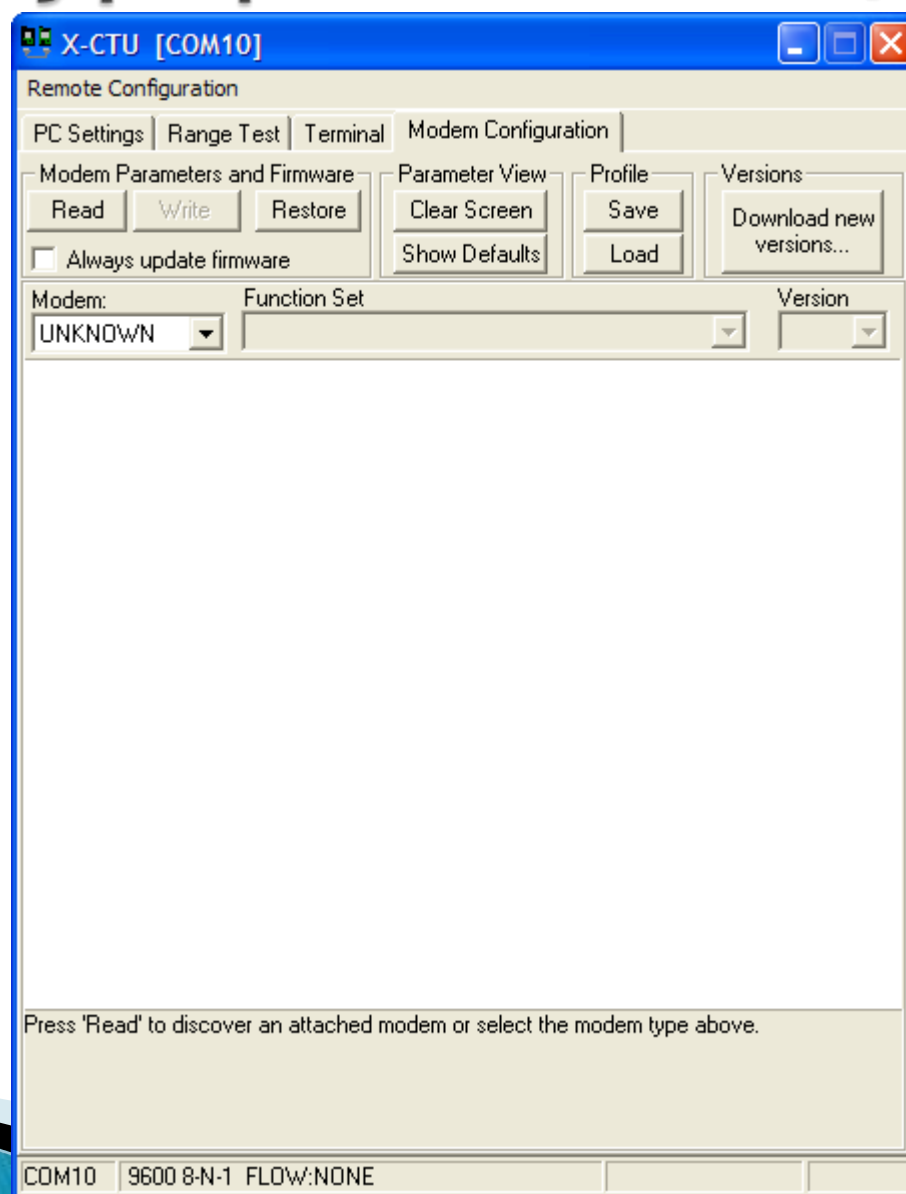


Эмулятор терминала



- ▶ Перевод в режим конфигурирования производится отправкой «+++»
- ▶ Команды нужно набирать быстро, иначе модуль «уснёт»

Конфигурирование модуля



Демонстрация

»» Работа X-CTU

Пример обмена сообщениями по беспроводной сети

»» Часть 3

Конфигурирование модулей


▶ Контроллер

- Установить PAN ID=0
- Адреса
 - SH 13A200
 - SL 4054DBEA
- Смена прошивки на прошивку контроллера
- Установить адрес доставки сообщений
 - DH 13A200
 - DL 40318D6C

▶ Устройство

- Установить PAN ID=0
- Адреса
 - SH 13A200
 - SL 40318D6C
- Установить адрес доставки сообщений
 - DH 13A200
 - DL 4054DBEA

Как проверить, что всё работает?

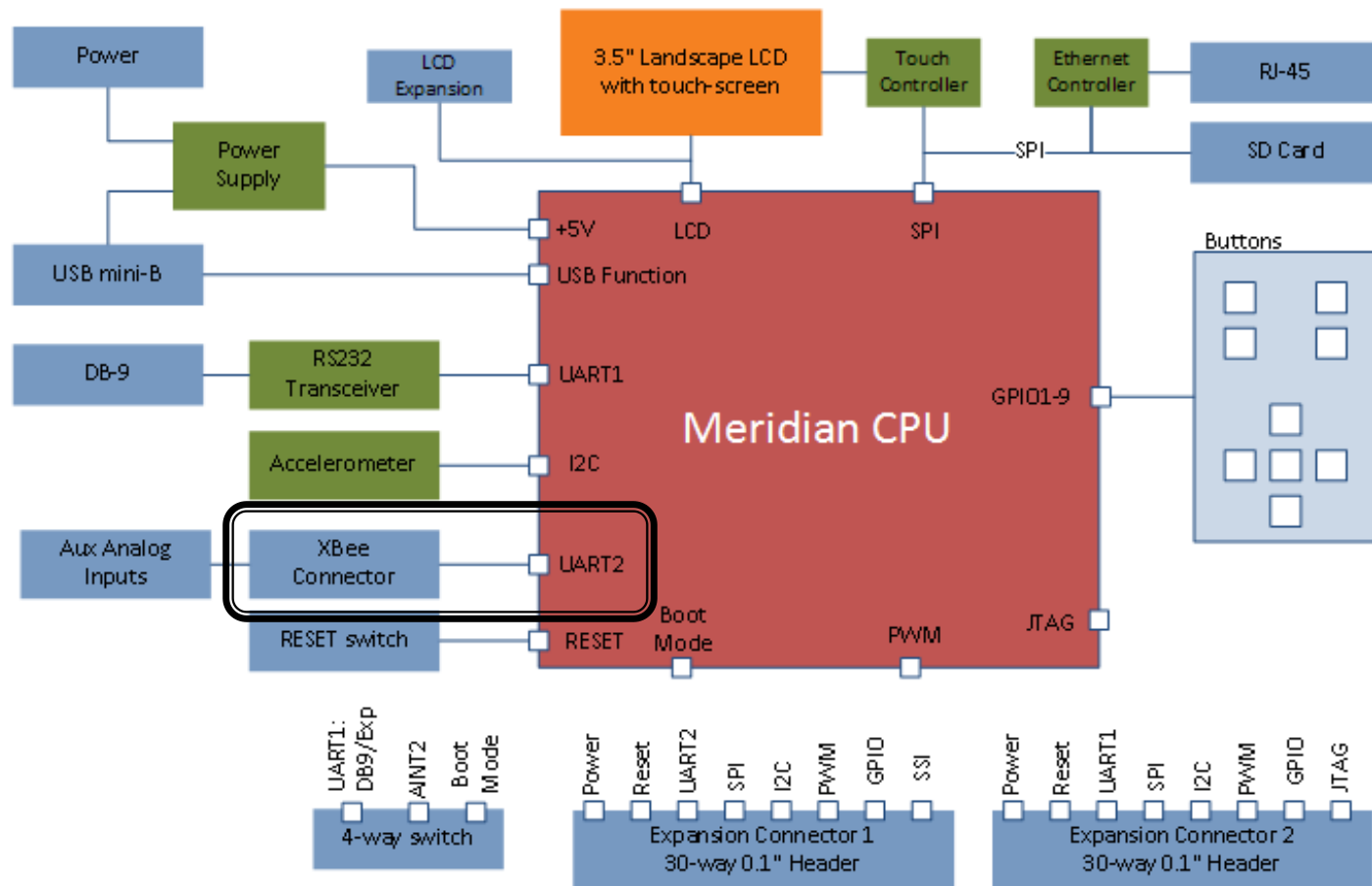
- ▶ Удобно использовать две платы XBIV-U
 - ▶ После конфигурации модулей у них автоматически должен установиться сетевой адрес АТМУ
 - ▶ Отправка символов в терминале на одном модуле должна приводить к приёму символов на другом модуле
- 

Отладочная плата Tahoe II

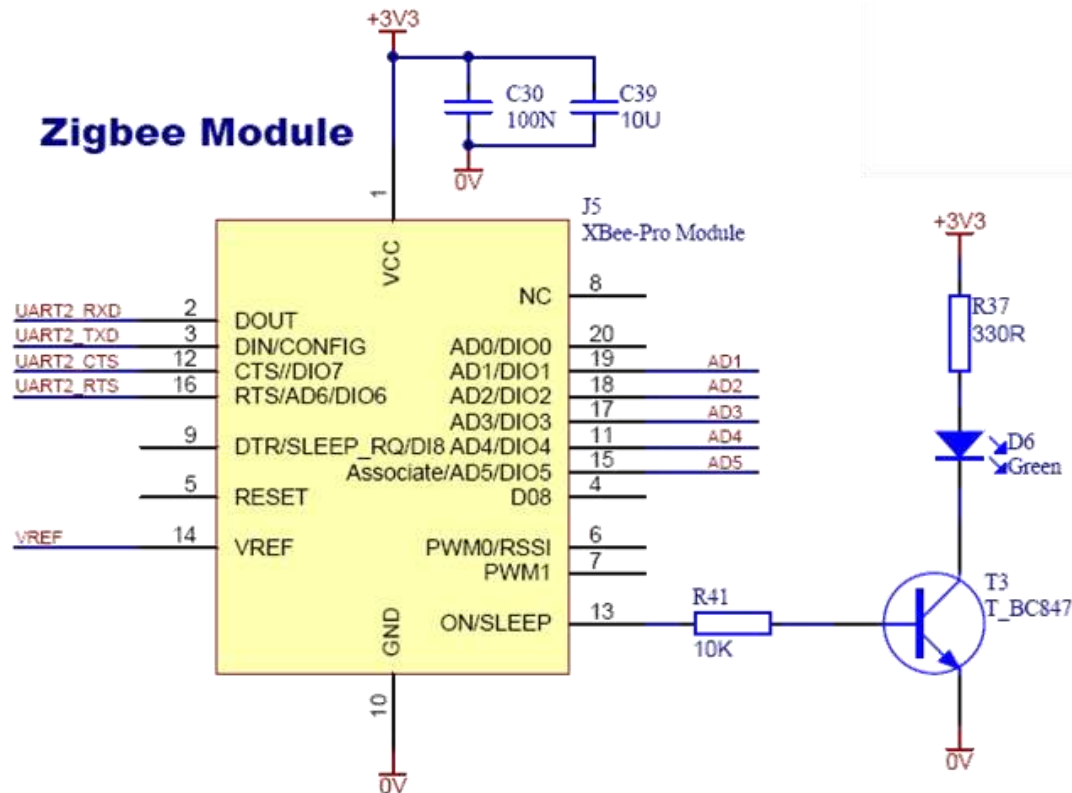
Tahoe-II Development Board

Simplified Block Diagram

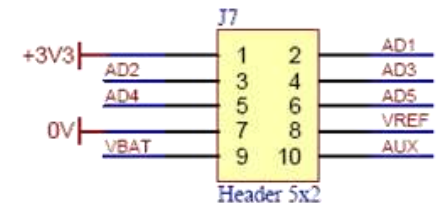
Some connection not shown to aid clarity



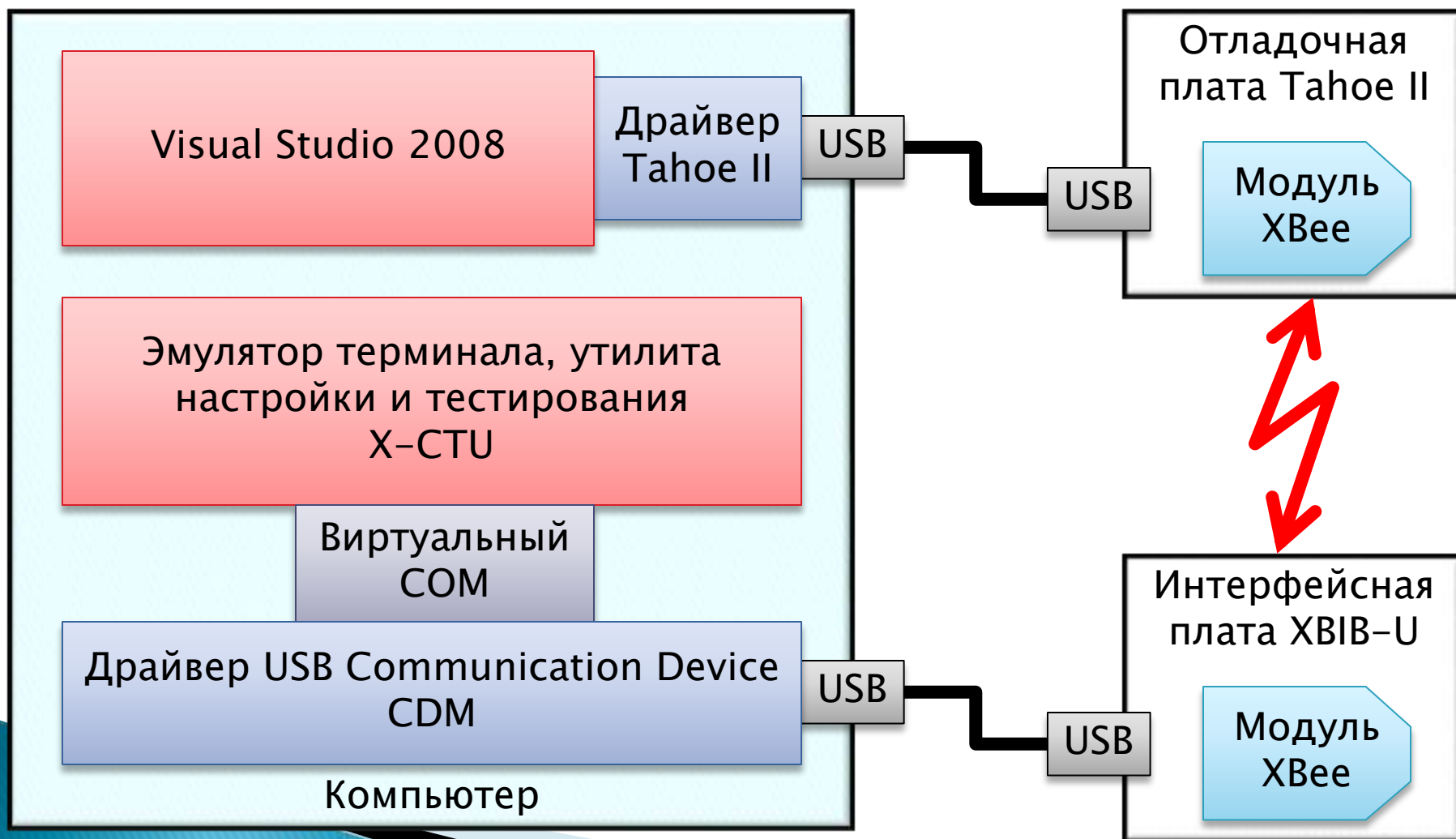
Фрагмент схемы Tahoe II



Zigbee ADC Connector



Среда тестирования



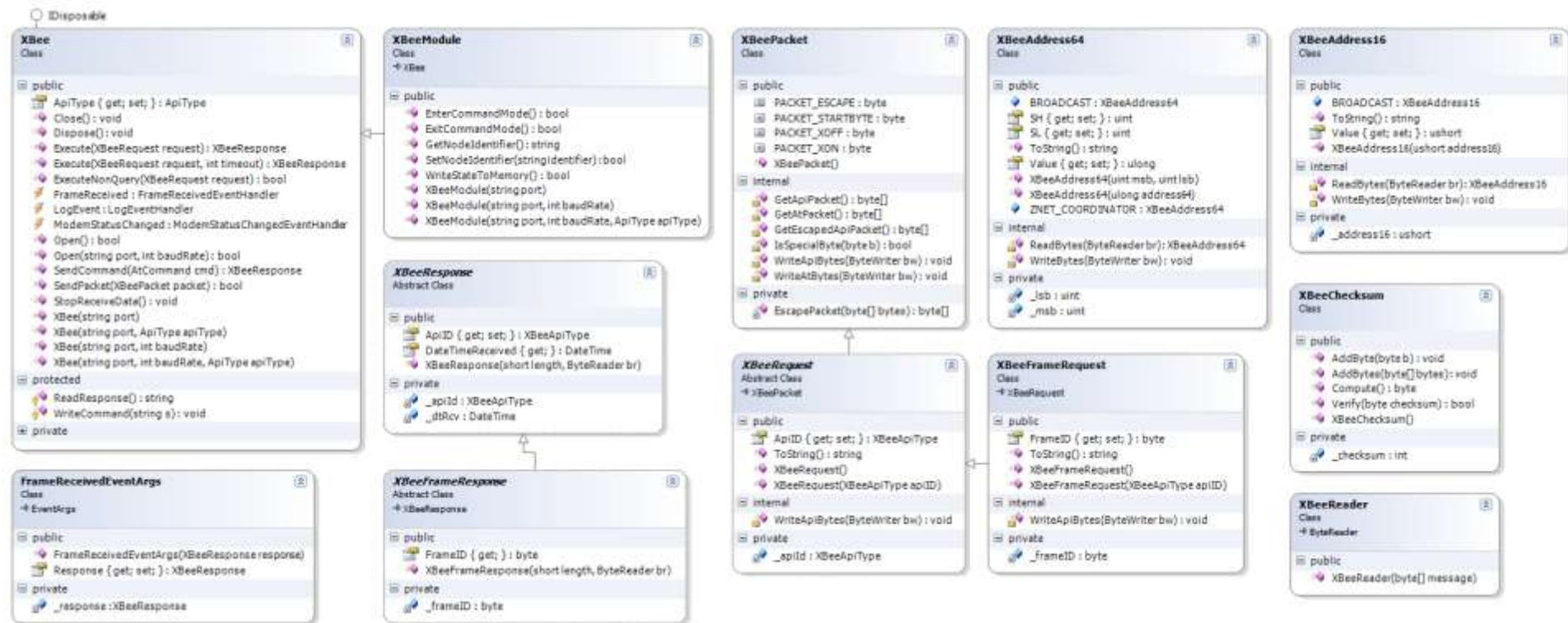
Демонстрация

- »» Пересылка символов в терминал
Управление «питоном»

Всё не так просто...

- ▶ .NET Micro Framework Toolkit – библиотека с открытым кодом, в том числе для работы с модулями XBee
<http://mftoolkit.codeplex.com>
- ▶ Возможности
 - Для работы с модулем XBee используется классы XBee и XBeeModule
 - Для настройки модуля, отправки и приёма сообщений используются методы этих классов
 - `bool Open()`, `bool Open(string port, int baudRate)`
 - `Close()`
 - `StopReceiveData()`
 - `ExecuteNonQuery(XBeeRequest request)`
 - `XBeeResponse Execute(XBeeRequest request)`,
`XBeeResponse Execute(XBeeRequest request, int timeout)`
 - Общение в режиме АТ-команд
 - Общение в режиме API
 - Работа с аналоговым входом

Диаграмма классов .NET Micro Framework Toolkit



Выводы

- ▶ Настройка модулей XBee осуществляется с помощью AT-команд, похожих на команды управления модемом
- ▶ При использовании AT-команд важно выдерживать временные интервалы, иначе модуль либо заснёт, либо не успеет отреагировать
- ▶ Удобная настройка модулей XBee производится утилитой X-CTU на вкладке Modem Configuration
- ▶ Для работы сети ZigBee нужен координатор
- ▶ Для начала общения с модулем XBee из собственных программ достаточно уметь работать с RS-232
- ▶ Для продвинутой работы с модулем используйте готовые библиотеки, желательно с открытым кодом

Ссылки

- ▶ ZigBee Alliance <http://www.zigbee.org>
- ▶ XBee ZNet 2.5 (Series 2)
<http://www.digi.com/products/wireless/zigbee-mesh/xbee-series2-module.jsp#overview>
- ▶ X-CTU
<http://www.digi.com/support/productdetl.jsp?pid=3352&osvid=57&tp=5&s=316>
- ▶ Tahoe II <http://devicesolutions.net/Products/Tahoell.aspx>
- ▶ Пример с «питоном» <http://www.techdays.ru/videos/1245.html>
- ▶ Олег «Пушкарёв Построение ZigBee сети с Mesh-топологией на базе модулей Xbee Series 2» http://www.wireless-e.ru/articles/bluetooth/2007_4_42.php
- ▶ Пример соединения модуля XBee с отладочной платой Tahoe (предшественницей Tahoe II)
<http://bansky.net/blog/2008/06/connecting-xbee-module-to-tahoe>
- ▶ .NET Micro Framework Toolkit <http://mftoolkit.codeplex.com>

Заключение

- ▶ Спасибо за внимание!