

Использование сети интернет для интерактивной лабораторной работы с дистанционным управлением моделью работа снегоборщника

В.Г. Трубин, А.В. Ескин, А.Л. Печников, В.А. Жмудь
НГТУ, Новосибирск, Россия

Аннотация: В данной статье описана программно-аппаратная часть и даны методические указания к лабораторной работе для студентов по программе двойных дипломов, реализуемой в рамках проекта TEMPUS-MPAM, а также для студентов пятого курса направления подготовки 220400.68 Управление в технических системах, магистерская программа «Комплексные системы автоматизации». Целью работы является изучение механизма удалённого управления моделью робота по XMPP протоколу с визуальным контролем при помощи программного обеспечения Skype.

Ключевые слова: Мехатроника, автоматика, дистанционное управление, робототехника, высшее техническое образование, программа двойных дипломов

ВВЕДЕНИЕ

Дистанционное управление роботами актуально вследствие необходимости решения многих технических задач.

Управление может быть осуществлено разными способами. Простейший способ состоит в управлении извне с участием оператора. Недостатки этого способа кроются в невозможности оперативного решения задач, в зависимости быстродействия от дистанции и пропускных способностей приемо-передающего тракта, ограниченности информации для принятия решений. Другой способ состоит в решении задач управления непосредственно роботом. Недостаток этого способа состоит в недостаточности интеллектуальных способностей вследствие отсутствия эффективных алгоритмов принятия решений, алгоритмов распознавания данных и (или) интеллектуальной или вычислительной мощности вычислительных устройств.

В связи с этим на кафедре Автоматики в Новосибирском государственном техническом университете уделяется большое внимание обновлению учебных курсов, связанных мехатроникой, робототехникой и автоматикой на основе собственных разработок и

приобретаемых программно-аппаратных средств и учебных стендов. Наряду с использованием таких широко известных программных средств, как LabView, MATLAB, MathCAD в последнее время стали широко применяться программы VisSim, MultiSim, PSpice.

Можно выделить следующие предложенные на кафедре Автоматики методики:

1. Модификация стоимостной функции для ограничения области поиска коэффициентов регулятора путем введения в нее слагаемого, зависящего от произведения коэффициентов.
2. Модификация стоимостной функции для предотвращения перерегулирования путем введения в нее слагаемого, резко возрастающего при перерегулировании, или слагаемого, резко возрастающего при положительном произведении ошибки на ее производную;
3. Модификация стоимостной функции для обеспечения энергосбережения путем внесения в нее слагаемого, резко возрастающего при больших энергетических затратах на управление.
4. Обеспечение корректности моделирования путем разработки ряда требований к шагу моделирования, выбору метода интегрирования, запрета на включение в контур нереализуемых динамических звеньев и т. д.
5. Обеспечение робастности путем моделирования ансамбля систем с одинаковыми регуляторами и варьируемыми параметрами объекта;
6. Обеспечение работоспособности метода при недостаточно точно определенной высокочастотной модели объекта;
7. Одновременное обеспечение высокой динамической и статической точности при управлении объектами, склонными к колебаниям, путем использования плавно переключающихся регуляторов;
8. Обеспечение методов адаптивного управления с использованием тестовой девиации коэффициентов усиления при

введении в стоимостную функцию зоны нечувствительности;

9. Обоснование и апробация новых структур регуляторов для одноканальных и многоканальных объектов.

Многие из предложенных технических решений запатентованы.

С целью развития систем мехатроники и робототехники на кафедре Автоматики выполнены следующие экспериментальные исследования:

1. Разработаны две действующие модели роботов – снегоборщиков, представляющих собой беспилотное самодвижущее средство, управляемое встроенным алгоритмом с обнаружением препятствия. Две версии управление, беспроводное и проводное, были изготовлены. На базе данных устройств разработаны лабораторные работы, которые могут проводиться дистанционно через сеть Интернет.

2. Успешно реализуется международная программа двойных магистерских дипломов с университетами Чехии и Болгарии. В настоящее время два магистра от кафедры Автоматики направлены в рамках программы TEMPUS-MRAM для обучения в Чешском университете (г. Люберец), по окончании обучения они защитят дипломные работы, получают дипломы Чешского университета, вернутся на кафедру, защитят дипломные проекты и получают дипломы НГТУ, в полном соответствии с программой. Программа реализуется при поддержке Евросоюза на основании гранта. Данная программа не предусматривает финансирования научных исследований. Она поддерживает международный обмен студентами.

На этой основе специалисты кафедры рекомендуют применение беспилотных средств, управляемых в двух уровнях, причем нижний уровень управления базируется на встроенном компьютерном интеллекте для принятия элементарных решений, а верхний уровень управления реализуется централизованно с участием человека.

В этой связи актуально обучение студентов в этом направлении. На этом основании разработана, в частности, описываемая ниже лабораторная работа, которая позволяет управлять действующей моделью беспилотного робота-снегоборщика. При этом часть задач ставится операторов через сеть Интернет (например, принятие решения о направлении движением – вперед, назад, влево, вправо или остановка). Дрйгая часть задач решается непосредственно встроенным интеллектом, то есть микропроцессором, расположенным в роботе и управляющим его ходовой частью.

В рассматриваемой работе используются следующие термины: XMPP, Python, Bluetooth. Перед выполнением данной работы настоятельно рекомендуется ознакомиться с

этимися понятиями изучив материал источников [1] (XMPP), [2] (Python) и [3] (Bluetooth).

1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

Данная работа использует принцип удаленного доступ к реальному подвижному объекту (модели робота снегоборщика), организую тем самым виртуальную лабораторию, которая может быть использована в образовательных целях. В данном случае виртуальная лаборатория представляет собой систему взаимосвязанных между собой программ и управляемых электронных устройств.

Эта система состоит из следующих составных частей:

1. Клиентский персональный компьютер с развернутым на нём ПО для удаленного управления моделью робота;

2. Клиентский SMPP сервер находящейся в сети Интернет и получающий запросы от клиентского персонального компьютера;

3. Серверный SMPP сервер находящейся в сети Интернет и получающий поток данных от клиентского SMPP сервера;

4. Серверный компьютер, с развернутым на нём ПО, которое транслирует запросы из сети интернет от SMPP сервера в управляющие команды для модели робота;

5. Bluetooth адаптеров на стороне серверного компьютера и на стороне подвижной модели робота, организующих беспроводной канал обмена данными;

6. Модели робота снегоборщика (подвижная платформа на базе конструктора Lego Mindstorm NXT2.0 [4]).

Основным объектом изучения данных методических указаний является модель робота, (изображена на *рис. 1*), которая представляет собой подвижную механическую платформу, выполненную из деталей конструктора Lego Mindstorm NXT 2.0. На ней размещается электронная часть, управляемая по алгоритму программы микроконтроллера.

Модель построена по модульному принципу. Каждой функции устройства, соответствует определенный программно-аппаратный модуль, который может использоваться как отдельно от устройства, так и в его составе. Конструктивно модули компонуются на одну печатную плату. В программе микроконтроллера они представлены отдельным классом на языке C++.

Микроконтроллер, так же как и другие модули, выполнен на отдельной печатной плате. В качестве нее используется отладочная плата STM32VLDISCOVERY [5]. Она обладает минимально необходимым набором элементов для организации управления другими модулями модели робота.

Основными устройствами, обеспечивающими передвижение модели в пространстве, служат два электродвигателя

постоянного тока из набора Lego Mindstorm NXT 2.0, которые управляются парой микросхем ВА6219В. В электродвигатели встроены квадратурные энкодеры, сигналы которых используются для определения частоты вращения вала электродвигателя и его текущего углового положения. Более подробную информацию об этом модуле можно почерпнуть в [6].

Для управления подвижным роботом целесообразно использовать беспроводный

режим доступа к нему. Эта задача решена применением Bluetooth адаптера HC-05, который преобразует поток данных, довольно сложного беспроводного протокола передачи данных Bluetooth в простой проводной последовательный интерфейс RS232. Сам адаптер выполнен на миниатюрной плате (внешний вид представлен на *рис. 2*), которая вместе с линейным преобразователем напряжения и другими компонентами монтируются на плате модуля.

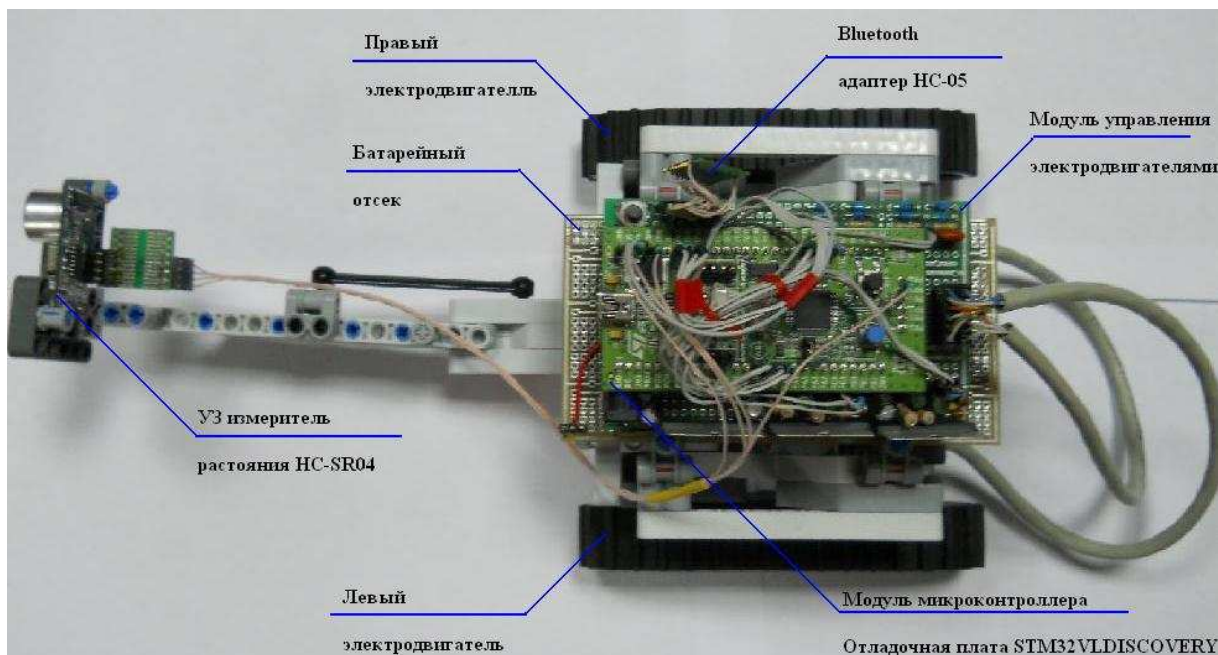


Рис. 1. Внешний вид модели робота

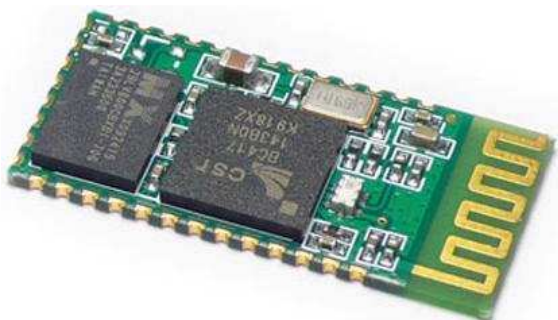


Рис. 2. Внешний вид Bluetooth адаптера HC-05

Основная задача данного модуля состоит в приеме управляющих команд из сети Bluetooth, декодировании и передаче их другим модулям для выполнения. Примером здесь может служить управление электродвигателями изучаемое в данной лабораторной работе. Более подробную информацию об этом модуле можно почерпнуть в [7], [8].

Помимо уже описанных модулей в системе заложен потенциал по её дальнейшему наращиванию. Таким примером может служить ещё один модуль, который обеспечивает ориентацию в пространстве модели робота. Им является ультразвуковой измеритель расстояния

HC-SR04. Хотя этот модуль не включен в рассмотрение данной работы, но он может быть изучен самостоятельно.

Питание всех модулей модели робота организуется от 6 аккумуляторных батарей (LiMH) размера AA LR6, которые аналогичным образом реализованы в виде аппаратного модуля.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1 Общие положения

Данная лабораторная работа построена по принципу виртуальной лаборатории, то есть доступ к реальному оборудованию организуется удаленно, в том числе при помощи сети Интернет. В данной работе студент или экспериментатор самостоятельно производит удалённое подключение к модели робота (реальному физическому объекту) и производит манипуляции его органами управления так, как если бы он находился в обычной лаборатории.

Объем материала изучаемого в работе не ограничивается действиями в виртуальной лаборатории. Также оставляется задел для проведения реальных занятий в лаборатории, но

с упором на серверную часть системы (в отличие от виртуальной лаборатории, где исследуется клиентская часть), что предоставляет определенную гибкость в её выполнении.

Работа рассчитана на использование компьютеров (клиентской и серверной частей) под управлением 32 разрядной операционной системы Windows XP с действующим интернет соединением.

Разворачивание программного обеспечения на клиентском компьютере (виртуальная лаборатория).

Чтобы организовать работу клиентского компьютера пользователю потребуется:

1. Интерпретатор языка Python
2. Модуль PyWin32 для доступа к функционалу WinAPI операционной системы Windows на языке Python;
3. Модуль xmppru для связи по протоколу XMPP с клиентским сервером на языке Python;
4. Модуль pydns для определения программами на языке Python IP адресов в интернете по доменному имени (в данном случае определение IP адреса аккаунта на сервере XMPP).

Кроме этого на компьютере должен иметься файл «EdpCtrlClient_v005.py», на языке Python. Также необходимо создать свой собственный аккаунт на одном из публичных XMPP серверов. Дополнительно потребуется файл «auth-1305.py».

Все перечисленные устанавливаемые программы можно загрузить из сети интернет или получить в свободном доступе. При самостоятельной загрузке файлов необходимо учесть следующие моменты:

1. Интерпретатор языка Python должен быть версии 2.6 (версия языка) и ни какой другой (название файла - «python-2.6.6.msi»);
2. Модуль PyWin32 должен быть рассчитан на версию языка 2.6 (пример названия файла - «pywin32-218.win32-py2.6.exe»);
3. Модуль xmppru следует выбрать версии xmppru-0.4.0.win32.exe и дополнительно к нему загрузить файл «xmppru-0.5.0rc1-py2.6.egg»;
4. Модуль pydns необходимо выбрать в виде архива tar версии 2.3.6 — файл «pydns-2.3.6.tar.gz».

2.2. Рекомендуемый порядок действий

Установите интерпретатор языка Python и затем модуль PyWin32. Процесс установки этих компонентов достаточно прост следует лишь следовать предлагаемым инструкциям мастера установки.

Установите модуль xmppru выполнив следующие пункты:

Установите модуль xmpp, запустив файл xmppru-0.4.0.win32.exe. В ходе установки могут возникнуть ошибки, что не является критическим и можно на них не обращать внимание.

Удалите все файлы из C:\Python26\Lib\site-packages\xmpp (при условии установки интерпретатора Python в папку по умолчанию).

Переименуйте расширение у файла xmppru-0.5.0rc1-py2.6.egg с «egg» на «zip».

Из xmppru-0.5.0rc1-py2.6.zip\xmpp (потребуется программа-архиватор) скопировать все файлы в C:\Python26\Lib\site-packages\xmpp.

Удалите файлы auth.py и auth.pyc в каталоге C:\Python26\Lib\site-packages\xmpp.

Скопируйте в C:\Python26\Lib\site-packages\xmpp файл auth-1305.py (можно взять у преподавателя) и переименуйте его в auth.py.

Произведите поэтапно установку модуля pydns согласно списка ниже.

Разархивируйте имеющейся архив «pydns-2.3.6.tar» для этого потребуется два раза произвести распаковку файлов, может подойти любой архиватор, в частности бесплатный — «7-zip» [9]. Получится папка с файлами «pydns-2.3.6».

Запустите командную строку Windows и при помощи команды «cd <путь к папке pydns-2.3.6>» перейти в папку с разархивированными файлами.

Убедитесь, что в строке приглашения консоли установлен правильный путь к папке «pydns-2.3.6».

Введите команду «C:\Python26\python.exe setup.py install». В случае успеха должно получиться как на рис. 3.

Найдите и изучите в интернете перечень всех доступных, на данный момент, мест создания аккаунта для обмена мгновенными сообщениями по протоколу XMPP. Создайте свой аккаунт на выбранном Вами произвольном XMPP-сервере.

```

C:\ FreeCommander - DOS
Microsoft Windows XP [Версия 5.1.2600]
(C) Корпорация Майкрософт, 1985-2001.

F:\Remote Control Jabber\Soft\Installers\pydns-2.3.6>C:\Python26\python setup.py
install
running install
running build
running build_py
running install_lib
writing byte-compilation script 'c:\docume~1\user\locals~1\temp\tmpnt8wln.py'
C:\Python26\python.exe -O c:\docume~1\user\locals~1\temp\tmpnt8wln.py
removing c:\docume~1\user\locals~1\temp\tmpnt8wln.py
running install_egg_info
Removing C:\Python26\Lib\site-packages\pydns-2.3.6-py2.6.egg-info
Writing C:\Python26\Lib\site-packages\pydns-2.3.6-py2.6.egg-info

F:\Remote Control Jabber\Soft\Installers\pydns-2.3.6>_

```

Рис. 3. Установка pydns-2.3.6 на компьютер

3. ТЕСТИРОВАНИЕ РАБОТЫ КЛИЕНТСКОГО КОМПЬЮТЕРА (ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ)

Перед дальнейшими действиями необходимо убедиться, что серверная часть системы (серверная программа) запущена и произведены все необходимые действия по её настройке. Затем следует совершить видео звонок на серверный компьютер, (при помощи, например, программы Skype [10]) с целью установления видео наблюдения за поведением модели робота.

Запустить на выполнение файл «EdpCtrlClient_v005.py» щелкнув по нему мышкой или нажав клавишу Enter, после его выделения. В случае правильной установки всех программ, консоль должна показать приглашение к вводу имени аккаунта XMPP, как на рис. 4.

После ввода имени созданного Вами

аккаунта и его пароля программа должна запросить имя аккаунта серверной части. Выполните это действие. Может быть выдано некоторое предупреждение, что не является большой проблемой и можно не обращать на него внимание. Произведите тестовое управление роботом с клавиатуры, наблюдая за откликом модели по видеоизображению Scure. Для того, чтобы заставить модель робота двигаться вперед нажмите клавишу со стрелкой вверх, вправо – со стрелкой вправо, влево — со стрелкой влево и если назад – стрелку назад. Чтобы остановить движение модели робота нажмите пробел. Выход из консоли управления организуется нажатием клавиши Esc, а выход из клиентской программы – подачей команды «exit()». Внешний вид используемых для тестирования программ приведен на рис. 5.

```

C:\Python26\python.exe
Hello
Welcom to remote edp-robot control.
Enter your jabber account name: _

```

Рис. 4. Проверка правильности установленного ПО для клиентского компьютера



Рис. 5. Внешний вид программ управления моделью робота снегоуборщика

4. ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ПРОХОЖДЕНИЯ СИГНАЛА (ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ)

Произведите оценку времени доступа к модели робота, нажав при запущенной клиентской программе клавишу F2. Программа

автоматически произведёт измерение среднего времени доступа к модели робота по 10 выборкам и выведет результат на экран. Этот режим наглядно демонстрирует рис. 6.

Сравните времена доступа к различным XMPP-серверам, определенных вами на предыдущих этапах выполнения работы.

```

C:\> FreeCommander - DOS - python -i EdpCtrlClient_v004.py
From: edp_robot@jabber.ru/4095458103
Msg: ping 4
Current pingtime is 0.078 s.
-----
From: edp_robot@jabber.ru/4095458103
Msg: ping 5
Current pingtime is 0.063 s.
-----
From: edp_robot@jabber.ru/4095458103
Msg: ping 6
Current pingtime is 0.070 s.
-----
From: edp_robot@jabber.ru/4095458103
Msg: ping 7
Current pingtime is 0.086 s.
-----
From: edp_robot@jabber.ru/4095458103
Msg: ping 8
Current pingtime is 0.070 s.
-----
From: edp_robot@jabber.ru/4095458103
Msg: ping 9
Current pingtime is 0.078 s.
Average pingtime is 0.073 s.

```

Рис. 6. Проверка времени доступа к модели робота

5. РАЗВОРАЧИВАНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА СЕРВЕРНОМ КОМПЬЮТЕРЕ (РАБОТА В АУДИТОРИИ)

Данный пункт не реализуем дистанционно и предназначен для понимания полной картины работы всей системы и приводит алгоритм разворачивания серверной части.

Сборку серверного компьютера следует начинать с организации связи с моделью робота через Bluetooth канал. Для этого потребуется следующее оборудование и программное обеспечение (ПО):

1. Модель робота с заряженными аккумуляторами;
2. Bluetooth USB Dongle (адаптер для подключения компьютера к сети Bluetooth);
3. Программа Bluesoleil;
4. Драйверы для Bluetooth USB Dongle.

Подключите адаптер Bluetooth к компьютеру и установите драйверы на него, следуя инструкциям мастера.

Установите программу Bluesoleil [11], также следуя инструкциям.

Включите питание робота и поставьте его на широкую, свободную от препятствий, плоскую поверхность, например стол.

При установке Bluesoleil в области уведомлений Windows должна появиться иконка Bluetooth (синего цвета), при щелчке по которому запускается окно Bluetooth-окружения. Если значок серого цвета, то необходимо сначала включить Bluetooth устройство, щелкнув по нему два раза правой кнопкой мыши. Следует выполнить обнаружение всех Bluetooth устройств находящихся поблизости от Вашего компьютера, нажав на иконке «Поиск

устройств». После этого в окне должно появиться новое устройство с именем HC-05, как на рис. 7.

Дальнейшим шагом будет согласование компьютера с этим устройством. Для этого из контекстного меню иконки устройства следует выбрать пункт «Согласовать». В появившемся новом окне ввести пароль от этого устройства — 1234 и нажать на кнопку «ОК». После этого значок изменится и станет таким, как на рисунке 7. Установите связь с моделью робота через последовательный Bluetooth порт, вызвав соответствующий пункт контекстного меню иконки. Запомните номер СОМ порта, через который будет установлена связь. В результате этих действий цвет значка изменится на зеленый, а в области уведомлений панели задач появится соответствующее сообщение.

Перед запуском программы «EdpCtrlServer_v004.py», необходимо произвести установку требуемого для её работы программного обеспечения, в которое должно входить:

1. Интерпретатор языка Python
2. Модуль PyWin32 для доступа к функционалу WinAPI операционной системы Windows на языке Python;
3. Модуль pyserial для доступа к последовательному порту (СОМ) компьютера на языке Python;
4. Модуль xmppru для связи по протоколу XMPP с клиентским сервером на языке Python;
5. Модуль pydns для определения программами, на языке Python, IP адресов, в интернете, по доменному имени (в данном случае определение IP адреса аккаунта на сервере XMPP).

Кроме этого, на компьютере должен иметься сам файл «EdpCtrlServer_v004.py», который

содержит текст программы на языке Python серверной части. Подобно тому, что было для клиентской части, потребуется создать второй аккаунт на удобном Вам сервере поддерживающим XMPP протокол, но для работы с серверной частью.

Все перечисленные устанавливаемые программы можно найти в сети интернет. Программа «EdpCtrlServer_v004.py» требует наличие тех же версий программных продуктов что для клиентской части. Но дополнительно требуется модуль pyserial. Рекомендуется использовать версию 2.7. Его установку следует выполнить после установки модуля PyWin32.

В остальном, установка других компонентов системы не отличается от клиентской части.

Связь между серверной программой и моделью робота реализуется через Bluetooth

COM порт, номер которого необходимо прописать в тексте серверной программы. Для указания номера порта нужно открыть файл «EdpCtrlServer_v004.py» в любом текстовом редакторе. Затем найти строку вида «Com=serial.Serial...» с обращением к функции и заменить в ней первый аргумент на номер COM порта, который был выдан компьютером Bluetooth устройству HC-05 при подключении к нему.

Тестирование работы серверного компьютера лучше начать с запуска на выполнение файла «EdpCtrlServer_v004.py» по аналогии с тем, как это было сделано для клиентской части. В случае правильной установки всех программ, консоль должна показать приглашение к вводу имени аккаунта XMPP, как на *рис. 8*.

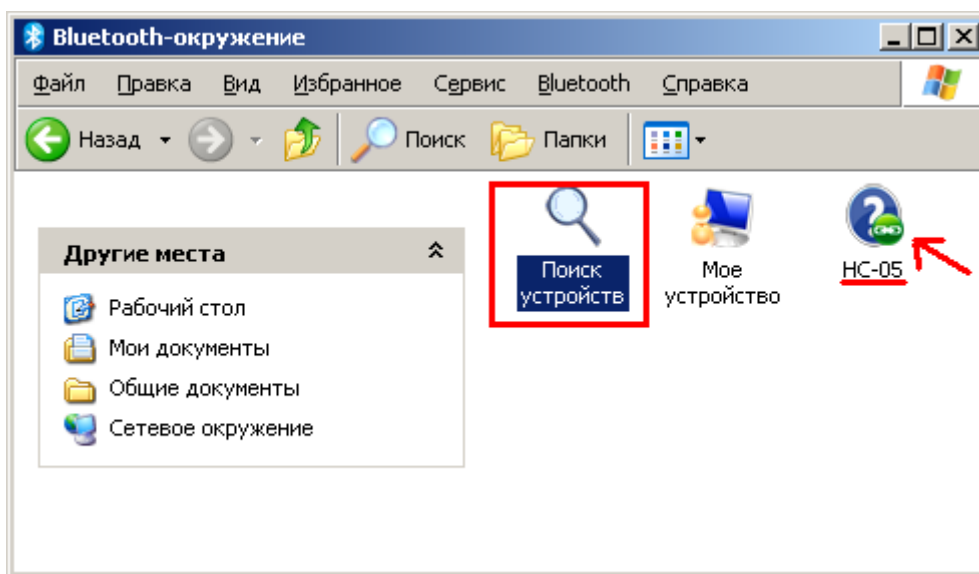


Рис. 7. Окно Bluetooth-окружения при согласованном устройстве HC-05



Рис. 8. Проверка правильности установленного ПО для серверного компьютера

После ввода имени аккаунта и его пароля возможно появление предупреждения подобного тому, что выдавала клиентская программа — не обращаем на это внимание. Произведите пробное управление роботом клавишами со стрелками и пробелом подобно тому, что было проделано на клиентском компьютере. Если Bluetooth канал настроен правильно, то модель робота начнёт откликаться на команды. Выход из консоли управления роботом происходит по нажатию клавиши Esc. Прекращение выполнения программы «EdpCtrlServer_v004.py» производится вводом команды «exit()».

6. ПРИМЕР КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

Ниже приводится пример вопросов для самоконтроля усвоения учебного материала.

1. Перечислите основные элементы системы изучаемой в данной работе и объясните их назначение.
2. Перечислите все программно-аппаратные модули, реализованные в модели робота и поясните их назначение.
3. Расскажите о назначении устанавливаемого программного обеспечения для

клиентской части системы.

4. Расскажите об основных отличительных особенностях протокола XMPP, и чем он отличается от Jabber.

5. Поясните путь прохождения команд управления моделью робота.

6. Расскажите о назначении устанавливаемого программного обеспечения для серверной части системы.

7. Поэтапно расскажите об установлении беспроводной связи с моделью робота.

8. Как организован механизм расчета времени доступа к модели робота?

ЛИТЕРАТУРА

- [1] XMPP Материал из Википедии — свободной энциклопедии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/XMPP>.
- [2] Python Материал из Википедии — свободной энциклопедии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Python>.
- [3] Bluetooth Материал из Википедии — свободной энциклопедии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>.
- [4] Lego Mindstorms [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lego.com/en-us/mindstorms/>.
- [5] STM32VLDISCOVERY. Discovery kit for STM32F100 Value Line - with STM32F100RB MCU. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.st.com/web/catalog/tools/FM116/SC959/S1532/LN1199/PF250863?s_searchtype=partnumber.
- [6] А.В. Ескин, В.А. Жмудь, В.Г. Трубин. Построение платформы моделирующей работу роботизированных средств на базе конструктора Lego Mindstorms NXT 2.0 в части управления электродвигателями. // Автоматика и программная инженерия. 2013. № 3 (1). С. 88-94. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nips.ru/images/stories/zhournal-AIPI/3/Paper-2013-1-13.pdf>.
- [7] А.В. Ескин, В.А. Жмудь, В.Г. Трубин. Реализация дистанционного управления по радиоканалу Bluetooth платформой, моделирующей работу роботизированных средств. // Автоматика и программная инженерия. 2013. № 3 (1). С. 82-87. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nips.ru/images/stories/zhournal-AIPI/3/Paper-2013-1-12.pdf>.
- [8] А.В. Ескин, В.А. Жмудь, В.Г. Трубин. Беспроводной удлинитель последовательного порта на базе радиоканала Bluetooth. // Автоматика и программная инженерия. 2013. № 2 (4). С. 42-47. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nips.ru/images/stories/zhournal-AIPI/5/AIPI-2-2013-05.pdf>.
- [9] 7-Zip. File archiver with a high compression ratio. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.7-zip.org/>.
- [10] Skype. Бесплатные звонки на мобильные и стационарные телефоны. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.skype.com/ru/>.

- [11] Bluesoleil. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bluesoleil.com/index.aspx>.



Алексей Викторович Ескин – ведущий инженер ООО «КБ Автоматика»,
E-mail: kba-elma@bk.ru



Вадим Аркадьевич Жмудь – заведующий кафедрой Автоматики НГТУ, профессор, доктор технических наук, автор более 200 научных статей, включая 10 патентов и 6 учебных пособий. Область научных интересов и компетенций – теория автоматического управления, электроника, лазерные системы, оптимизация, измерительная техника.
E-mail: oao_nips@bk.ru



Виталий Геннадьевич Трубин - зав. лаб. кафедры Автоматики НГТУ, директор ООО «КБ Автоматика». Автор 18 научных статей. Область интересов – разработка специализированной электроники.
E-mail: trubin@ngs.ru



Печников Андрей Львович, вед. инженер ООО «КБ Автоматика». Сфера интересов - разработка специализированной электроники.

The use of Internet for Interactive Laboratory Work for the Distance Control of Robot-Snow-Fighting Vehicle

Vitaly TRUBIN, Aleksey ESKIN,
Andrey PECHNIKOV, Vadim ZHMUD

Abstract: The paper describes firmware and gives methodical receipts for laboratory work for students which pass training course according the project TEMPUS-MPAM, and also for fifth-year students on the education direction “220400.68 – Control in Technical Systems”, Master Program “Complex Systems of Automation”. The goal of the work is study of remote control of acting robot model with the helps of protocol XMPP with visual control of the results by means of software Skype.

Key Words: Mechatronics, Automation, Remote Control, Robotics, Higher Technical Education, Double-Diploma Master Program.