



Устройства серии QMBox45:

QMBox45-8, QMBox45-16,
QMBox45-24, QMBox45-64

Инструкция по эксплуатации.

Ревизия 2.2.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	2
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	3
3. АРХИТЕКТУРА.....	4
4. ПРИНЦИП РАБОТЫ.....	6
4.1. РЕЖИМ АСИНХРОННОЙ ЗАПИСИ	6
4.2. РЕЖИМ АВТОГЕНЕРАТОРА.....	6
4.3. РЕЖИМ ПОТОКОВОГО ВЫВОДА.....	6
4.4. СИНХРОНИЗАЦИЯ РАБОТЫ	7
5. ПОДКЛЮЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА.....	8
5.1. РАСПАКОВКА	8
5.2. УСТАНОВКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	8
5.3. ПОРЯДОК ПОДКЛЮЧЕНИЯ И ОТКЛЮЧЕНИЯ УСТРОЙСТВА	9
5.4. ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ОБЪЕКТУ.....	11
5.4.1. В□ □□ □□□□ □□ □□□□ □ □ □□	11
5.4.2. □ □□□□ □ □ □□	14
6. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	18
6.1. ПРОГРАММНЫЙ ПАКЕТ QMLAB.....	18
6.2. ПО ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ А. УСТАНОВКА ДРАЙВЕРА УСТРОЙСТВА.....	19

Контакты:

<http://www.R-Technology.ru>

Info@R-Technology.ru

Sales@R-Technology.ru

Support@R-Technology.ru

- Общие вопросы

- Отдел продаж

- Техническая поддержка

Документация на устаревшую версию устройств серии QMBox45 (выпущенных до мая 2012 г.) предоставляется по запросу.

1. Общие сведения.

Устройства серии QMBox45 представляют собой многоканальные ЦАП, подключаемые к компьютеру по шине USB 2.0. В зависимости от модели они могут иметь от 8 до 64 независимых аналоговых выходов.

Устройства серии QMBox45 является универсальным инструментом для генерации тестовых и управляющих сигналов. Устройства предназначены для аналогового управления параметрами измерительного, тестового и технологического оборудования. Они могут использоваться как генераторы синусоидальных сигналов, прямоугольных и пилообразных импульсов, а также многофазных сигналов произвольной формы.

Преимущества

- Высокая точность и стабильность параметров;
- Малый шум переключения;
- Возможность подключения сигналов как напрямую с выхода ЦАПа, так и через встроенные фильтры ФНЧ 3го порядка;
- Поточный вывод данных из памяти компьютера или из файлов на жестком диске компьютера позволяет генерировать непериодические сигналы произвольной формы и длительности;
- Входящее в комплект поставки программное обеспечение для компьютера (поддерживаются ОС Windows XP и новее) позволяет:
 - задавать форму и параметры генерируемых сигналов индивидуально для каждого канала;
 - задавать частоты и фазы выходных сигналов с квазиулевым шагом;
 - «проигрывать» через ЦАП файлы произвольной длины.





2. Технические характеристики.

Модель	QMBox45-8	QMBox45-16	QMBox45-24	QMBox45-64
Количество аналоговых выходов	8	16	24	от 32 до 64
Конструктивное исполнение				
Диапазон выходного сигнала	± 10 В			
Разрядность ЦАП	16 бит			
Общая скорость преобразования, Мегасэмплов / сек	1	2	3	4-8
Частота преобразования, на канал	125 кГц			
Разрешающая способность	0.5 мВ			
Время установки сигнала до 0.0015% значения (с отключенным фильтром)				
- нагрузка до 100 пФ	не более 2 мкс			
- нагрузка до 500 пФ	не более 4 мкс			
Соотношение С/Ш+ нелинейные искаж. (выходной ток до 10 мА)	90 дБ (тип)			
Основная погрешность, приведенная к диапазону	0.03 % (макс)			
Выходное сопротивление	0.1 Ом (макс)			
Максимальная нагрузка	600 Ом			
Встроенные фильтры ¹	Отключаемые, ФНЧ Баттерворта 3го порядка, частота среза на уровне 3 дБ – 50 кГц.			
Интерфейс	USB 2.0			
Питание	100-240 В перемен.; или 24 В постоян.			
Условия эксплуатации	от +5°С до +55°С при относительной влажности от 5% до 90%			
Габариты, мм	140x190x40	140x190x60	140x190x80	260x260x160

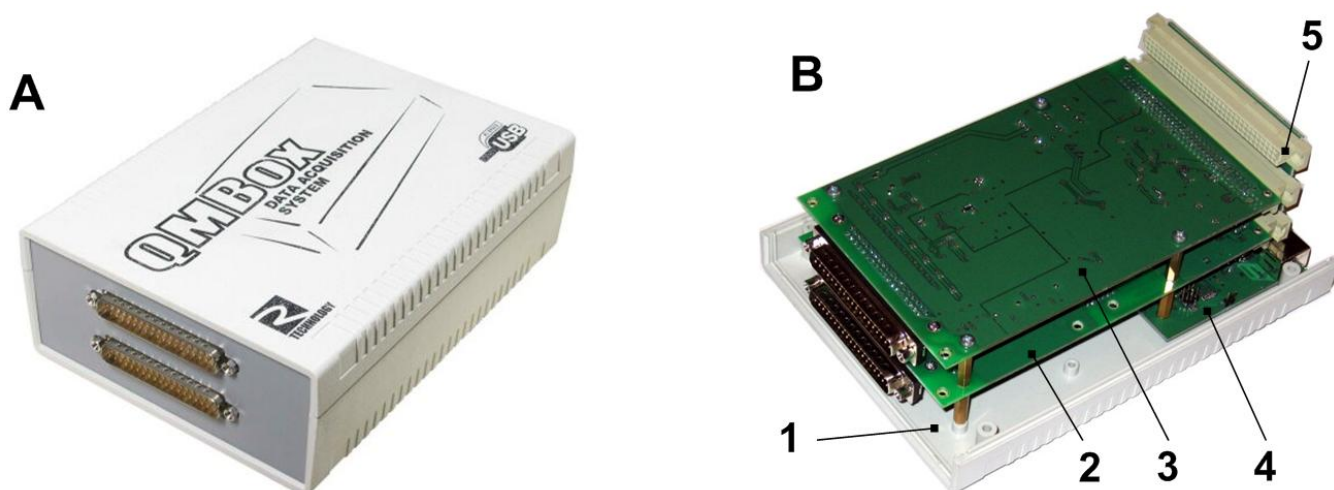
¹ Подробнее см. главу [Использование встроенных фильтров](#)

3. Архитектура.

Основа устройств серии QMBox45 – 8-канальные модули ЦАП **QMS45**, которые устанавливаются в единый корпус. В зависимости от количества установленных модулей, устройство QMBox45 может быть выполнено в 1-, 2-, 3- и 8-модульном варианте, таким образом, разные модели устройства различаются количеством выходных каналов:

				
Название модели	QMBox45-8	QMBox45-16	QMBox45-24	QMBox45-64
Количество установленных модулей QMS45	1	2	3	от 4 до 8
Количество выходных каналов	8	16	24	от 32 до 64
Габариты, мм	140x190x40	140x190x60	140x190x80	260x260x160

На примере двухмодульной модели QMBox45-16 показано устройство аппаратуры:



А – устройство в сборе; В – то же устройство со снятой крышкой:

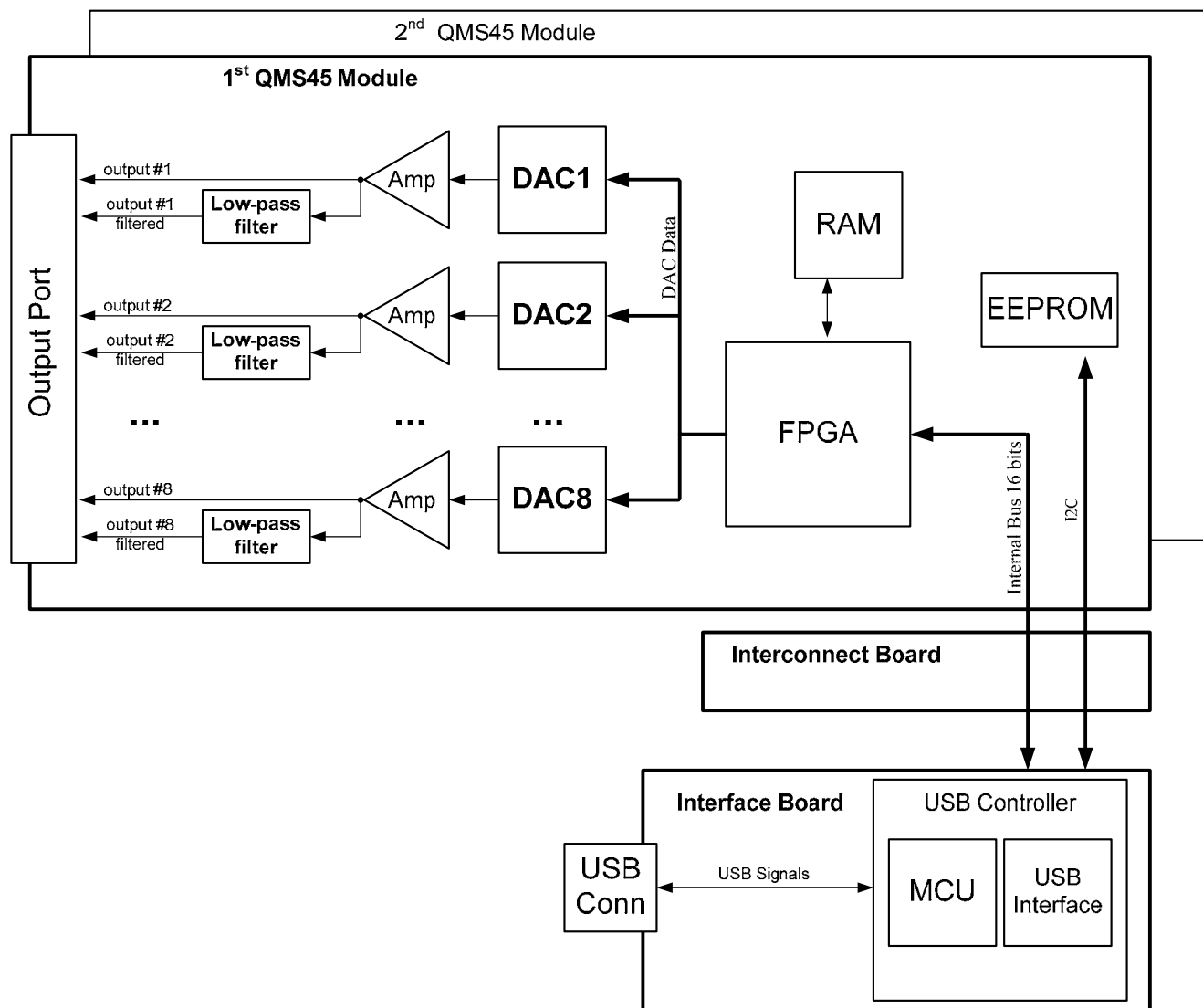
- 1 – основание корпуса
- 2, 3 – модули ЦАП QMS45 – 2 шт.
- 4 – интерфейсная плата. Управляет работой модулей и осуществляет связь с компьютером по шине USB
- 5 – Соединительная плата. Обеспечивает электрическое соединение модулей и интерфейсной платы.

Внутри корпуса модули QMS45 вставляются в слоты соединительной платы, которая объединяет модули в единое устройство и обеспечивает электрическое соединение модулей с интерфейсной платой USB. Интерфейсная плата управляет работой модулей и осуществляет связь устройства с компьютером по шине USB.



Модульная масштабируемая архитектура серии QMBox позволяет объединять в одно устройство модули разных типов (АЦП, ЦАП, дискретного ввода-вывода), причем в любых комбинациях. Подробно такие комбинированные устройства описаны на странице <http://www.r-technology.ru/products/automation/qmbox/index.php>

На рисунке ниже показана упрощенная функциональная схема модели QMBox45-16, состоящей из 2х модулей QMS45:



где:

Output Port – выходной разъем модуля.

DAC_i – микросхема *i*-го канала ЦАП.

Amp – усилитель сигнала ЦАП.

Low-pass filter – ФНЧ 3го порядка. Подробнее см. [Использование встроенных фильтров.](#)

FPGA – микросхема ПЛИС, содержит цифровые логические схемы. Обеспечивает управление всеми компонентами модуля, а также взаимодействие между модулем и Интерфейсной платой устройства QMBox.

RAM – микросхема ОЗУ. Внутренний буфер данных ЦАП

EEPROM – микросхема ПЗУ. Содержит служебную информацию – тип и версию модуля, калибровочные коэффициенты и т.п.

Interconnect Board – соединительная плата.

Interface Board – интерфейсная плата.

4. Принцип работы.

Устройства серии QMBox45 работают под управлением компьютера (ОС Windows XP и более новые), к которому подключаются по шине USB.

Выходные каналы устройств серии QMBox45 могут работать в трех режимах – режиме асинхронной записи, режиме автогенератора и в режиме потокового вывода данных.

4.1. Режим асинхронной записи

Этот режим предназначен для вывода постоянного напряжения. В этом режиме состояние каждого выхода устройства устанавливается и изменяется по командам с компьютера.

4.2. Режим автогенератора.

Этот режим предназначен для вывода простых периодических сигналов.

В этом режиме перед началом работы прикладное программное обеспечение (ПО) осуществляет заполнение данными внутреннего буфера устройства (размер буфера составляет 32 Ксэмплов на 1 канал). После получения команды «Старт» от ПО, устройство начинает выводить содержимое своего внутреннего буфера через ЦАПы по циклу. Во время работы обновление содержимого внутреннего буфера не происходит.

4.3. Режим потокового вывода.

Режим потокового вывода данных позволяет генерировать непериодические сигналы произвольной формы и длительности, а также «проигрывать» через ЦАП устройства файлы произвольной длины.

В этом режиме во время работы данные во внутреннем буфере устройства постоянно обновляются.

По мере вывода данных из внутреннего буфера через ЦАП прикладное ПО заполняет освободившуюся часть внутреннего буфера новыми данными из оперативной памяти компьютера. Поскольку ПО заполняет внутренний буфер данными со скоростью большей, чем скорость их вывода из буфера через ЦАП, сеанс передачи данных может продолжаться сколь угодно долго. При этом данные из памяти компьютера будут выводиться через ЦАП без разрывов.

Внимание! В любом устройстве серии QMBox45 в режиме потокового вывода могут работать 8 каналов ЦАП. Остальные каналы устройства (если они есть) могут работать только в режиме автогенератора. Выбор режима работы для каждого канала задается программно.

4.4. Синхронизация работы.

Все модули, входящие в состав устройства, тактируются от единого генератора, который находится на интерфейсной плате. Поэтому в процессе работы все модули устройства четко синхронизированы между собой.

Тем не менее, иногда бывает необходимо не только синхронизировать работу всех модулей устройства между собой, но и точно привязать по времени работу устройства к какому-либо внешнему событию.

По умолчанию устройство начинает сеанс передачи данных после получения команды «Старт» с компьютера. Эта команда может выполняться несколько миллисекунд. Точное время исполнения команды под ОС Windows (которая не является ОС реального времени) предугадать заранее невозможно. Для случаев, когда необходимо точно привязать старт сеанса передачи данных к какому-либо внешнему событию, предусмотрен режим внешней синхронизации страта. В этом режиме для запуска сеанса передачи данных после выполнения программой команды «Старт» необходимо подать отрицательный цифровой импульс (логические «1» - «0» - «1») на контакт [“SYN”](#) устройства. Передача данных запустится сразу после отрицательного фронта («1» - «0»). Длительность импульса (т.е. длительность логического «0») д.б. не менее 50 нс. Линия “SYN” подтянута к питанию внутри устройства, поэтому для генерации нужного импульса достаточно просто замкнуть линию “SYN” на землю.

Переключение между режимами синхронизации осуществляется программно.

5. Подключение устройства.

5.1. Распаковка

Устройства QMBox содержат электронные микросхемы и компоненты, чувствительные к электростатическим разрядам (ESD). Перед тем, как начать работу с устройством, необходимо снять статическое электричество – например, прикоснуться к заземленному корпусу компьютера или надеть заземляющий браслет.

После вскрытия упаковки устройства необходимо убедиться в отсутствии видимых механических повреждений, а также убедиться в наличии всех предметов, входящих в комплект поставки устройства. В случае обнаружения повреждений или неполной комплектации необходимо срочно связаться с фирмой-продавцом устройства.



Не включайте устройство, имеющее видимые механические повреждения!

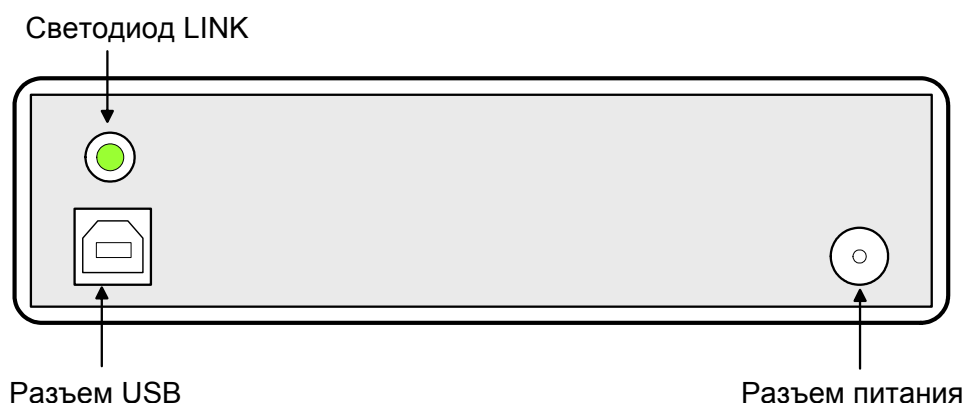
5.2. Установка программного обеспечения

Мы рекомендуем установить драйверы устройства и программное обеспечение на компьютер заранее, перед подключением к компьютеру самого устройства QMBox.

Для этого вставьте в CD-привод компьютера диск, входящий в комплект поставки устройства QMBox, и запустите **setup.exe**. Программа-инсталлятор сама установит на компьютер драйверы устройств, программное обеспечение и всю необходимую документацию. После этого можно подключать к компьютеру само устройство QMBox.

5.3. Порядок подключения и отключения устройства.

На рисунке представлен вид задней панели устройства серии QMBox:



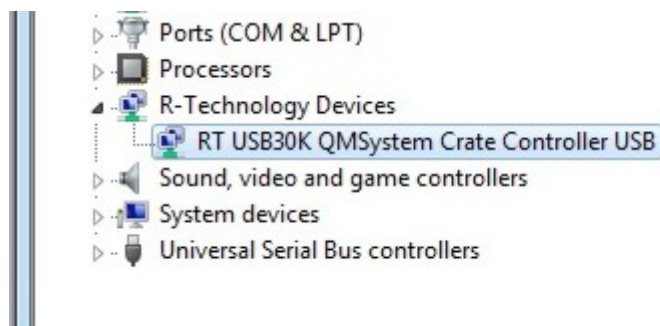
Разъем USB – тип Б. Стандартный разъем для подключения устройства к компьютеру по шине USB кабелем типа А-Б.

Светодиод LINK – загорается при подключении устройства к шине USB и сигнализирует о том, что USB-порт компьютера правильно распознал устройство.

Разъем питания – предназначен для подачи питания от внешнего источника питания, входящего в комплект поставки устройства.

Порядок подключения всех устройств серии QMBox таков:

1. Подключите источник питания, входящий в комплект поставки устройства, к Разъему питания устройства.
2. Подключите источник питания к сети переменного тока.
3. Подключите Разъем USB устройства QMBox к USB-порту компьютера с помощью экранированного кабеля USB, входящего в комплект поставки устройства. Должен загореться Светодиод LINK. Если предварительно на компьютер было установлено программное обеспечение QMBox, операционная система должна автоматически опознать устройство. В Диспетчере устройств (Device Manager) должно появиться устройство в группе R-Technology Devices, например:



Если драйверы устройства не были предварительно установлены на компьютер, или произошел сбой при их установке, их можно установить вручную, см. [Приложение А](#).

4. Подключите источники сигналов к устройству – см. п. [Подключение к объекту](#).

Порядок отключения устройства QMBox таков:

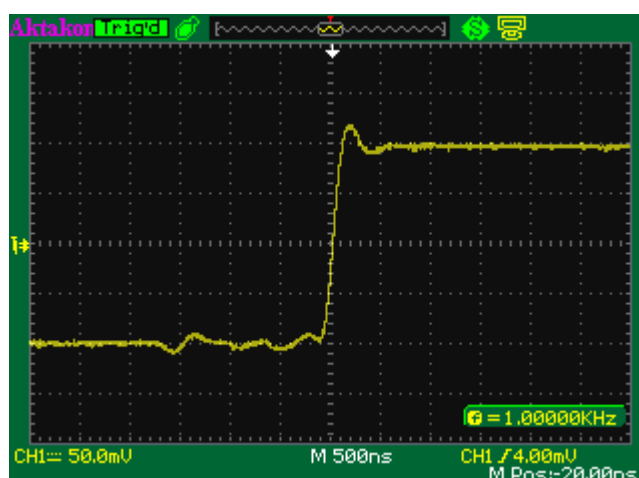
1. Отсоедините объект (источники сигналов) от устройства.
2. Отключите устройство от компьютера.
3. Отсоедините источник питания от сети переменного тока.
4. Отсоедините от устройства источник питания.

5.4. Подключение к объекту.

5.4.1. Использование встроенных фильтров.

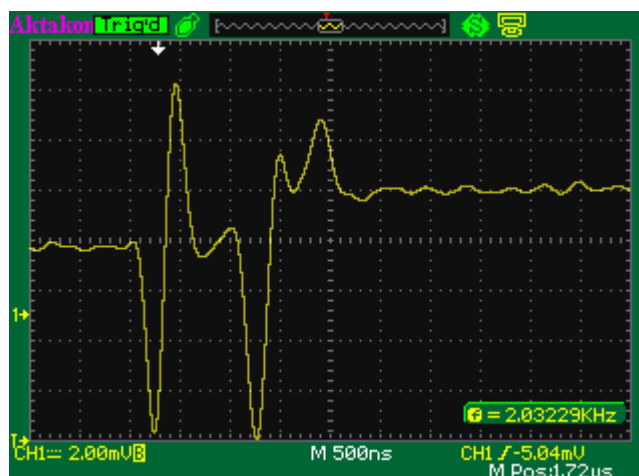
Каждый выходной канал устройства имеет два выхода – фильтрованный (сигнал с ЦАПа проходит через встроенный фильтр) и нефильтрованный (тот же сигнал идет напрямую с ЦАПа).

Использовать нефильтрованный выход следует в случаях, когда по условиям задачи требуется переключать уровни сигнала за минимальное время. Гарантируется точное установление уровня за время порядка 4 мкс при емкости нагрузки не более 500 пФ, как это видно на приведённом ниже рисунке:



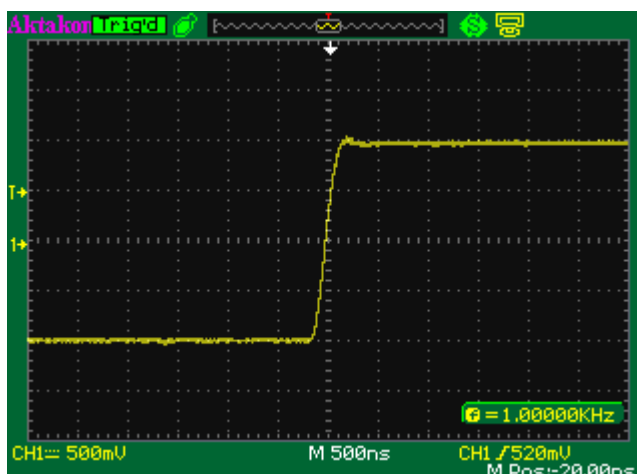
работа нефильтрованного выхода на нагрузку 470 пФ.

Использование нефильтрованного выхода может создавать трудности в тех случаях, когда по условиям задачи требуется плавное переключение между уровнями выходного сигнала. Шумы переключения хорошо заметны при малых значениях изменения сигнала, как это видно на приведённом ниже рисунке:



изменение уровня сигнала на 2 мВ на нефильтрованном выходе.

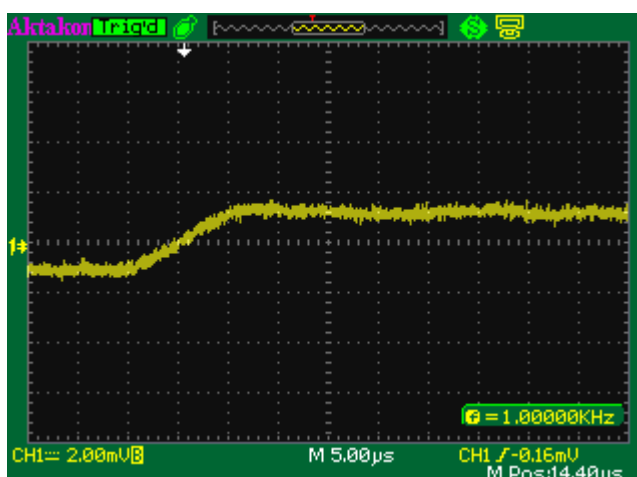
Следует учитывать, что размах шумов переключения не зависит от уровня сигнала или величины изменения сигнала и составляет единицы милливольт, т.о. при наблюдении в вольтовом масштабе шумы переключения не проявляются, как это видно на рисунке ниже:



изменение уровня сигнала на 2 В на нефильтрованном выходе.

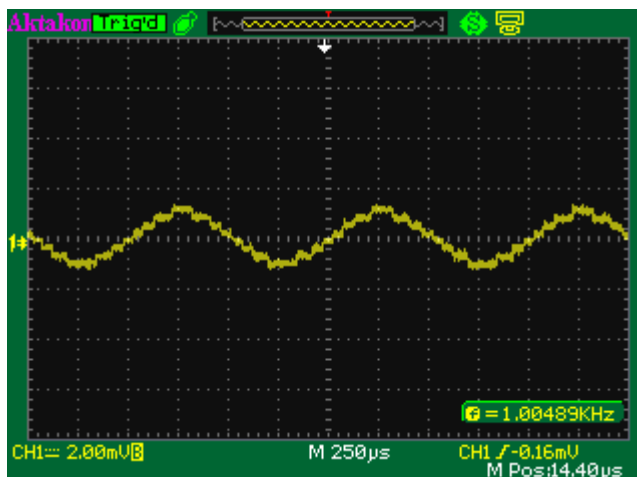
Тем не менее, в случае генерации плавных функций следует использовать фильтрованный выход, чтобы исключить вклад шумов переключения в сигнал, а так же ослабить влияние фронтов переключения на спектр сигнала.

Влияние фильтрации на поведение сигнала при малых значениях изменения уровня видно на рисунке:



изменение уровня сигнала на 2 мВ на фильтрованном выходе.

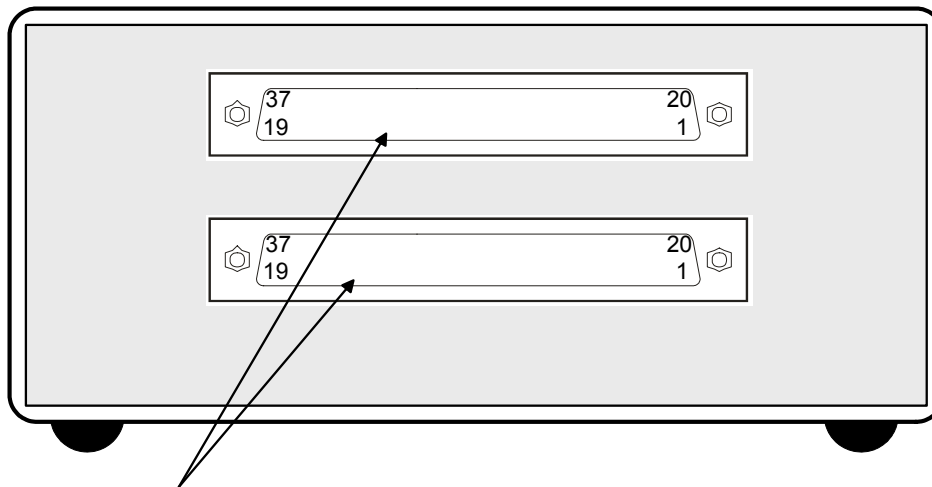
Это позволяет уверенно генерировать функции с точно заданными кривыми в диапазоне амплитуд от субмилливольтного, до $\pm 10\text{В}$, в частотном диапазоне от 0 до 50 кГц:



синус 1 кГц с амплитудой $\pm 1\text{мВ}$ на фильтрованном выходе.

5.4.2. Подключение сигналов.

На следующем рисунке представлен вид передней панели устройства (модель QMBox45-16, состоящая из двух модулей QMS45):



Разъемы модулей

Каждый модуль, входящий в устройство QMBox45, имеет свой собственный выходной разъем для подключения сигналов:

Разъем модуля описан в следующей таблице:

Конт.	Назначение	Конт.	Назначение
1	выход DAC1	20	фильтрованный выход FDAC1
2	COM1 – общий 1	21	ECOM1 – внешний общий DAC1
3	выход DAC2	22	фильтрованный выход FDAC2
4	COM2 – общий 2	23	ECOM2 – внешний общий DAC2
5	выход DAC3	24	фильтрованный выход FDAC3
6	COM3 – общий 3	25	ECOM 3 – внешний общий DAC3
7	выход DAC4	26	фильтрованный выход FDAC4
8	COM4 – общий 4	27	ECOM 4 – внешний общий DAC4
9	выход DAC5	28	фильтрованный выход FDAC5
10	COM5 – общий 5	29	ECOM 5 – внешний общий DAC5
11	выход DAC6	30	фильтрованный выход FDAC6
12	COM6 – общий 6	31	ECOM 6 – внешний общий DAC6
13	выход DAC7	32	фильтрованный выход FDAC7
14	COM7 – общий 7	33	ECOM 7 – внешний общий DAC7
15	выход DAC8	34	фильтрованный выход FDAC8
16	COM8 – общий 8	35	ECOM 8 – внешний общий DAC8
17	AGND – общий ²	36	выход - 12 В (выход питания)
18	выход + 12 В (выход питания)	37	AGND – общий
19	SYN – вход внешней синхронизации ³		

² Внутри устройства аналоговая земля соединена с землей интерфейса USB

³ См. [Синхронизация](#). Допустимое напряжение на входе SYN – 0...5,5 В относительно земли (AGND)

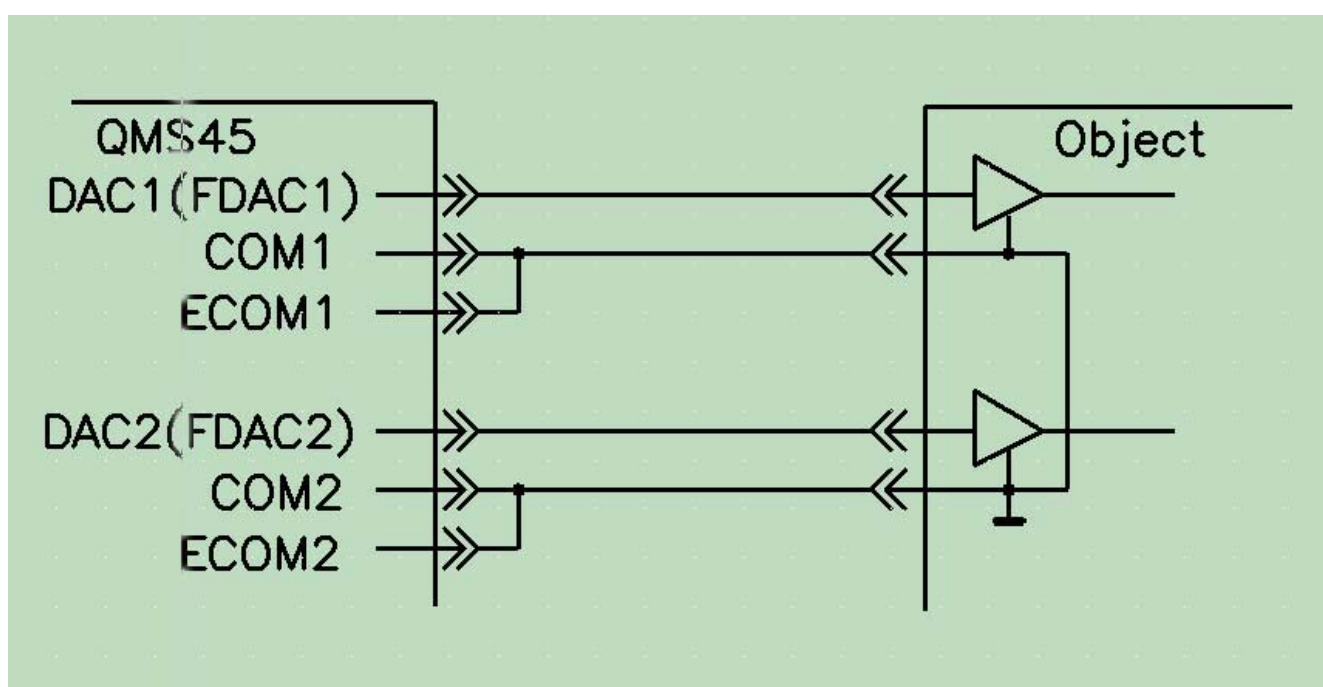
Каждый канал ЦАП использует на разъёме 4-ре вывода:

DACx – не фильтрованный выход ЦАП канала x

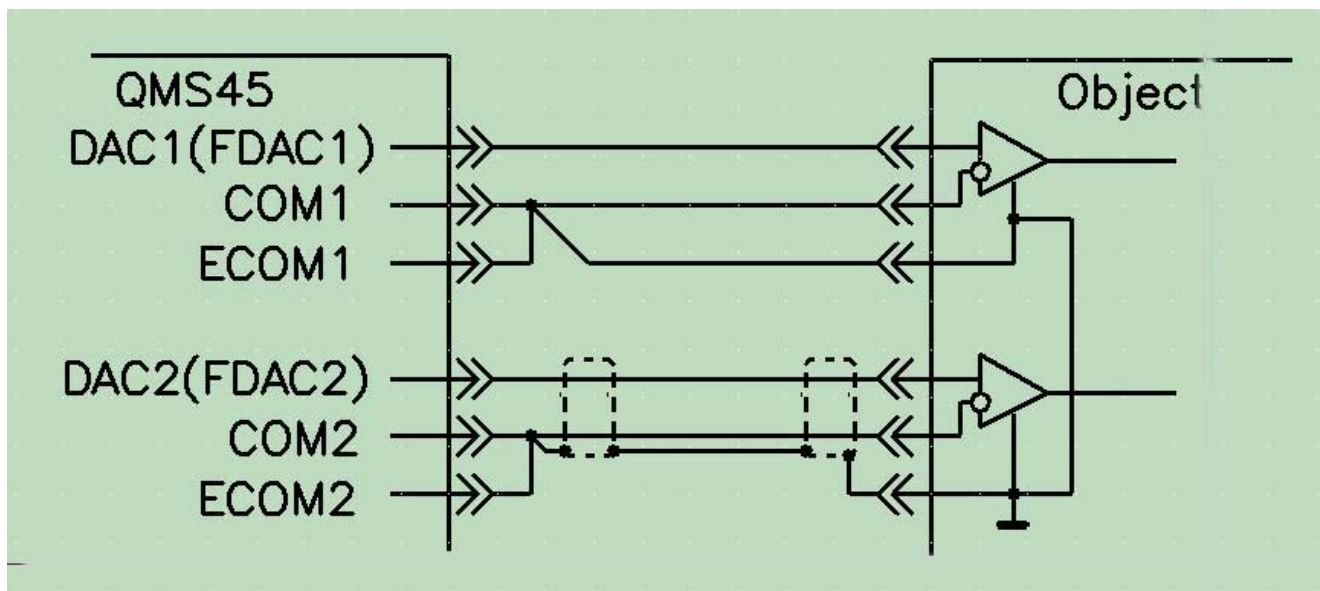
FDACx – фильтрованный выход ЦАП канала x

COMx – контакты предназначены для подключения общего (обратного) провода выхода ЦАП канала x. Внутри модуля все контакты **COMx**, а также **AGND** соединены непосредственно, но для обеспечения минимальных помех в широком диапазоне частот рекомендуется при подаче сигналов каналов ЦАП использовать контакты **COMx** с соответствующими номерами.

ECOMx – входы компенсации помех на общем проводе. При наиболее простой схеме подключения объекта к устройству QMBox45 входы **ECOMx** должны быть соединены с соответствующими контактами **COMx** непосредственно на разъёме модуля QMS45:

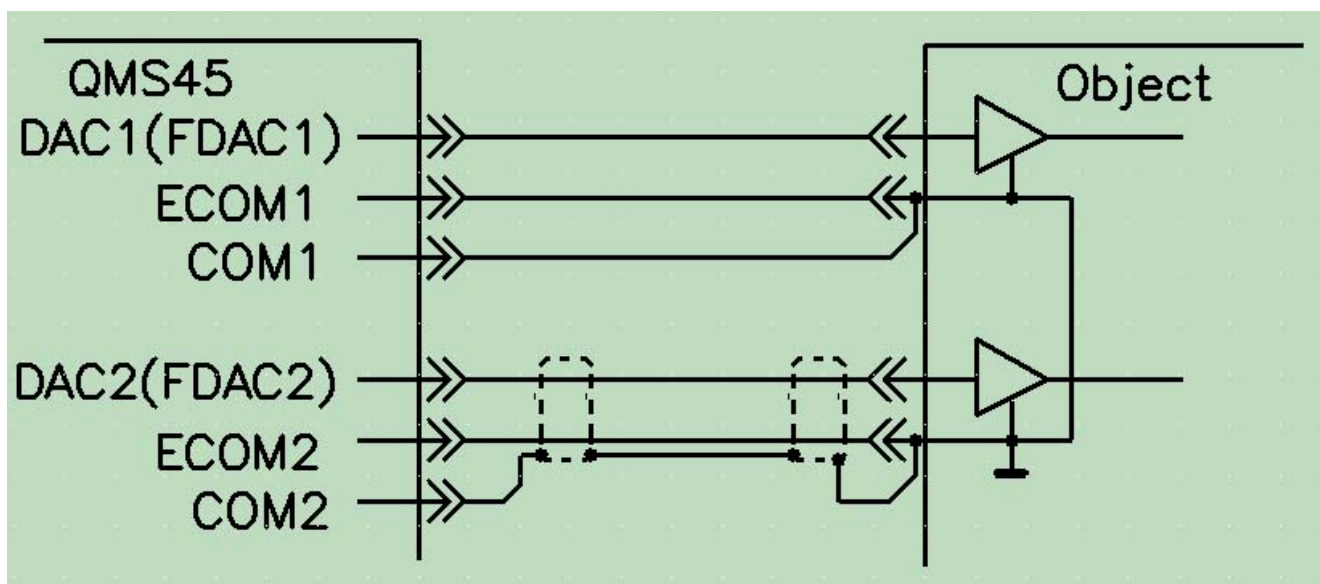


Но, как и любая схема соединения устройств, не использующая дифференциальных линий связи, такая структура очень слабо защищена от влияния блуждающих токов, наводимых на проводники, соединённые с общим контуром. Кроме того, в такой схеме соединений очень слабо подавляются наводки от электромагнитных полей. Использование такого прецизионного и широкополосного источника сигнала, как QMS45, предполагает повышенные требования к подавлению помех в схеме подключения к объекту. Поэтому как более предпочтительная рекомендована схема, использующая дифференциальные входы на стороне объекта:

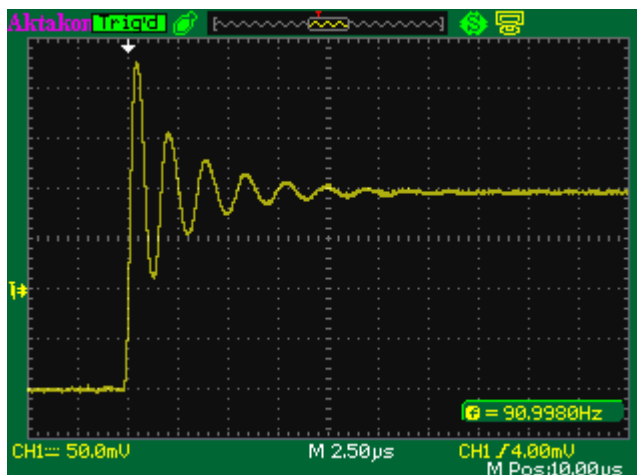


Особенно высокий коэффициент подавления помех будет достигнут при применении экранированных скрученных пар, как это показано для канала №2.

Естественно, применение такой схемы возможно только в том случае, когда объект имеет соответствующие входы (дифференциальные, с высоким коэффициентом подавления синфазной помехи в широком диапазоне частот). В большинстве практических ситуаций это не так. Поэтому QMS45 для обеспечения реализации высокого значения соотношения сигнал/шум на практике имеет входы компенсации помех в обратном проводе. При этом схема подключения для большинства случаев будет эквивалентна предыдущей:



При использовании скрученных пар, экранированных проводов и коаксиальных кабелей для соединения выходов QMS45 с входами удаленных на значительное расстояние объектов следует учитывать, что ёмкость, подключенная к выходам устройства, не должна превышать 500..1000 пФ. В противном случае, как и для любого широкополосного источника сигнала с низким выходным сопротивлением, могут возникнуть проблемы сохранения устойчивости. Особенно это касается не фильтрованных выходов. На рисунке ниже приведён пример работы не фильтрованного выхода на нагрузку 4700 пФ:

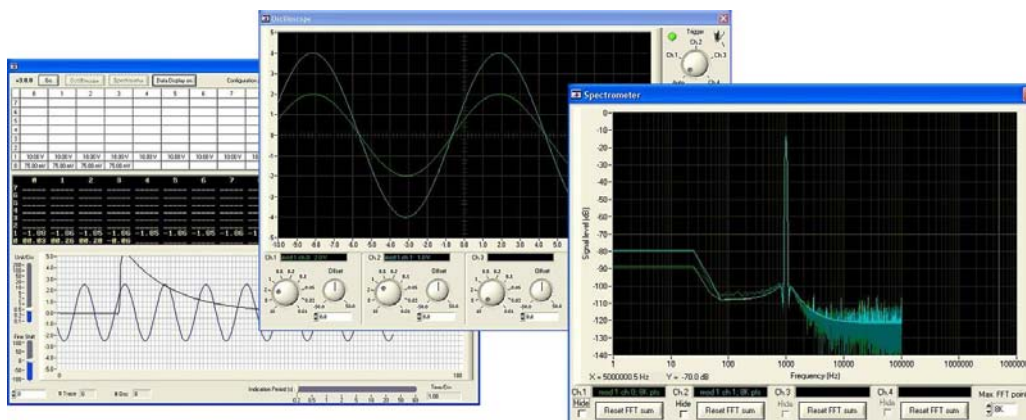


6. Программное обеспечение.

Программное обеспечение устройств серии QMBox45 состоит из следующих компонентов:

- Программный пакет QMLab
- Программное обеспечение для самостоятельного программирования (пакет SDK)

6.1. Программный пакет QMLab.



Программный пакет QMLab является универсальным программным инструментом для работы с устройствами серии QMBox. Он позволяет решить большинство типовых задач, возникающих при автоматизации измерений.

Генератор аналоговых сигналов, входящий в программный пакет QMLab, поддерживает все устройства серии QMBox45. Программа позволяет использовать ЦАП в качестве многоканального генератора синусоидальных сигналов, сигналов постоянного напряжения, а также сигналов произвольной формы (путём «проигрывания» через ЦАП пользовательских бинарных файлов произвольной длины).

Подробное описание пакета QMLab приведено в документе «**QMLab User Manual**», который можно найти на сайте www.R-Technology.ru и на поставляемом вместе с устройством CD.

6.2. ПО для самостоятельного программирования.

Помимо законченного программного пакета QMLab в комплект поставки устройств QMBox включен пакет SDK - это ПО и документация, предназначенные для пользователей, собирающихся создавать свои собственные приложения для работы с устройством. Это ПО состоит из библиотек функций (API) и примеров программирования.

Пользователь имеет возможность создавать полноценные приложения, оперируя только небольшим количеством библиотечных функций. При этом библиотечные функции написаны таким образом, что позволяют работать с устройством даже неискушенному программисту, не владеющему тонкостями многопоточного и объектно-ориентированного программирования.

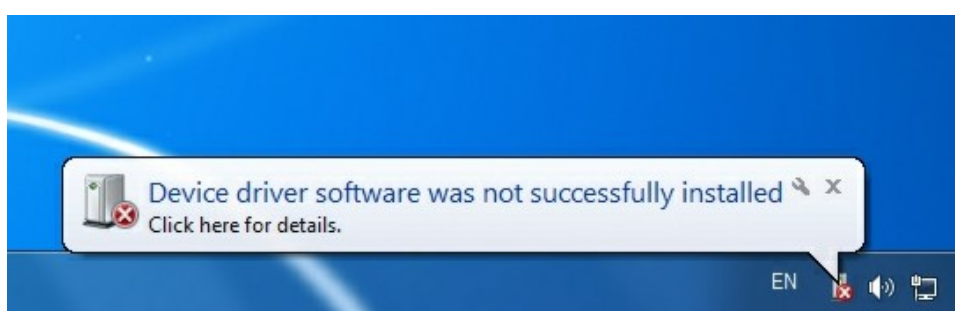
Подробно ПО для самостоятельного программирования описано в документе «**QMBox Programming Guide**», который можно найти на сайте www.R-Technology.ru и на поставляемом вместе с устройством CD.

Приложение А. Установка драйвера устройства.

Драйверы устройства серии QMBox устанавливаются автоматически при установке программного обеспечения с диска, входящего в комплект поставки устройства. Если драйверы устройства не были предварительно установлены на компьютер, или произошел сбой при их установке, их можно установить вручную.

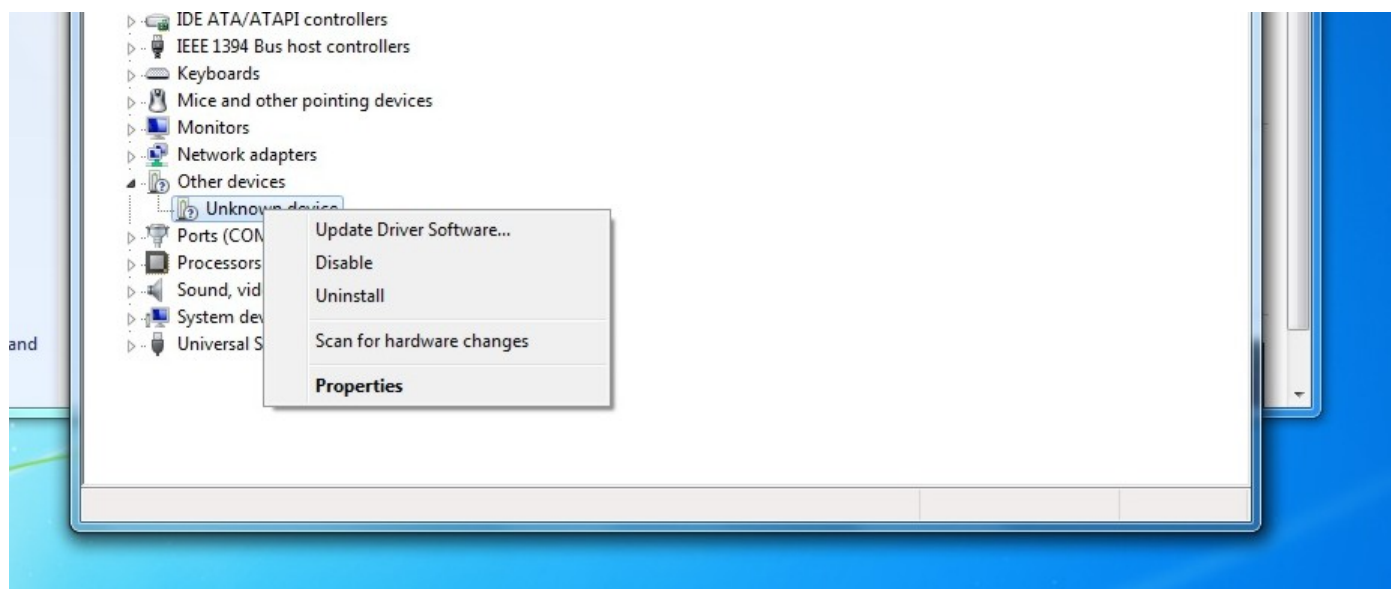
Как правило, ОС Windows при обнаружении нового устройства запускает Мастер нового оборудования (Found New Hardware Wizard). В этом случае нужно следовать его указаниям, отказавшись от подключения к узлу Windows Update и указав в качестве места расположения драйвера папку «\DRV» на CD, входящем в комплект поставки устройства.

ОС Windows может не запустить автоматически Мастер нового оборудования (Found New Hardware Wizard), выдав при этом в области уведомлений (справа-внизу экрана) сообщение о проблеме с драйвером:

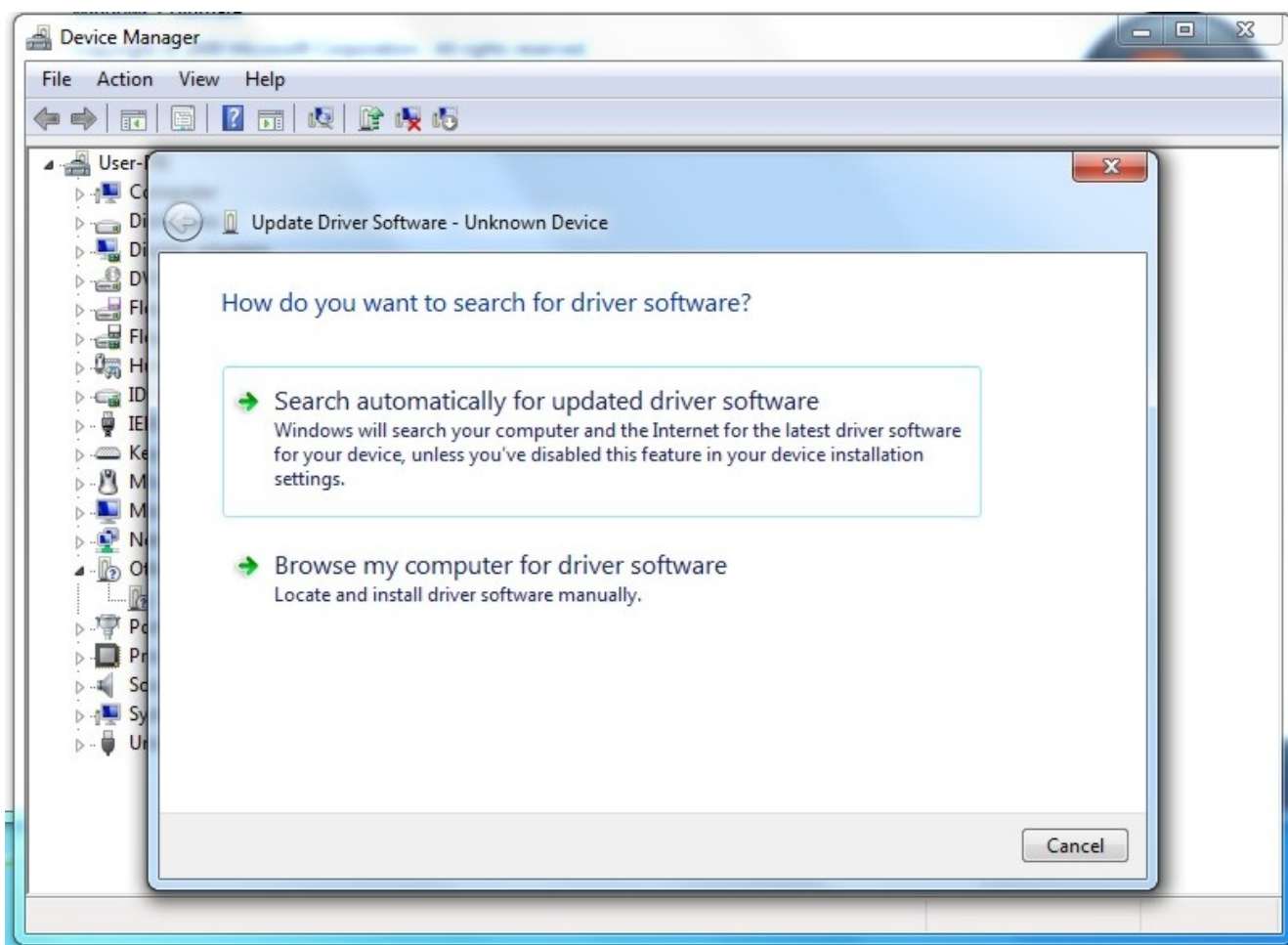


В этом случае нужно запустить Диспетчер Устройств (Device Manager). Для разных версий ОС Windows Диспетчер устройств запускается по-разному. Например, для Windows 7 можно запустить его кликнув правой кнопкой мыши на иконке Компьютер, далее – Свойства, далее – Диспетчер Устройств.

В Диспетчер устройств QMBox будет выглядеть в списке устройств как Неизвестное устройство, или Устройство, работающее с ошибками. Нужно кликнуть на нём правой кнопкой мыши и выбрать «Update Driver Software»:



После этого запустится Мастер нового оборудования (Found New Hardware Wizard):



Нужно выбрать «Browse my computer for driver software» и указать в качестве места расположения драйвера папку «\DRV» на CD из комплекта поставки устройства.

Далее необходимо следовать подсказкам Мастера (Wizzard). После успешной установки драйвера в Диспетчере устройств должно появиться устройство в группе «R-Technology Devices», например:



Это означает, что устройство QMBox правильно опознано компьютером, драйвер установлен, и устройство готово к работе.

В последствии, при подключении устройства QMBox к другому USB порту компьютера, Windows может снова обнаружить устройство QMBox как «неизвестное устройство». Тогда описанную выше процедуру установки драйвера нужно будет повторить.

