

Андрей Никитин

СОВРЕМЕННЫЕ СЕНСОРНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ НА ОСНОВЕ ДАТЧИКОВ S-TOUCH КОМПАНИИ ST MICROELECTRONICS



Применение сенсорных клавиатур и экранов для организации пользовательского интерфейса управления электронными устройствами различного назначения позволяет не только повысить надежность этих устройств и снизить их стоимость, но и сделать работу с ними более удобной и наглядной. В данной статье рассматриваются современные решения компании **ST Microelectronics** в области сенсорных клавиатур и экранов.

Микросхемы компании ST Microelectronics, поддерживающие сенсорные интерфейсы, можно разделить на два направления:

- микросхемы, поддерживающие интерфейсы сенсорных клавиатур (**Touch Keys**);
- микросхемы, поддерживающие интерфейсы сенсорных экранов (**Touch Screen**).

Сенсорные клавиши (клавиатуры) по функциональному назначению аналогичны механическим. Однако они не имеют механических подвижных частей.

Сенсорная клавиша представляет собой металлическую площадку на печатной плате, покрытую специальным защитным слоем. При касании около площадки ее емкость изменяется (увеличивается), что фиксируется контроллером. Механическое замыкание каких-либо контактов в таких датчиках отсутствует. На рис. 1 представлена демонстрационная плата **STEVAL-ICB001V1** на базе микросхемы **STMPE1208**. Большинство контроллеров сенсорных клавиш поддерживает, непосредственно, кнопки (*button*), линейные и круговые полосы прокрутки (*slider* и *wheel*, соответственно).

Сенсорные экраны состоят из отображающего экрана, на котором формируется изображение органов управления и другая информация, и прозрачной сенсорной панели, устанавливаемой перед экраном.

Сенсорные панели позволяют определять координаты точки прикосновения в любой области экрана. В зависимости

 **STMicroelectronics**

вижных узлов, что повышает их надежность, срок службы и снижает стоимость конечного изделия, поскольку исключаются затраты на приобретение механических кнопок, операции сборки и установки клавиатуры.

Второе. Сенсорные экраны предполагают использование графического интерфейса пользователя (*Graphical User Interface, GUI*), то есть комплекса средств, предназначенных для взаимодействия пользователя с устройством. Интерфейс GUI основан на представлении объектов и функций в виде графических компонентов экрана (окон, кнопок, полос прокрутки и т. п.). Этот интерфейс в настоящее время является неотъемлемой частью современных электронных устройств. В принципе, GUI не предполагает обязательного использования сенсорных элементов управления — в первых его применениях (операционные системы и прикладные программы персональных компьютеров) доступ к объектам осуществлялся, главным образом, с помощью компьютерной мыши. Однако применение сенсорных экранов



Рис. 1. Отладочная плата сенсорной клавиатуры **STEVAL-ICB001V1**

Несмотря на, казалось бы, небольшую номенклатуру, компания **ST Microelectronics** покрывает потребительские ниши от контроллеров простейших клавиатур на три кнопки (**STMPE321**) до универсальных клавиатур, использующих **STMPE1208S**.

от этих координат компьютер принимает решение об активации какого-либо органа управления, изображенного на экране (принцип, аналогичный действию компьютерной мыши).

Рассмотрим основные преимущества сенсорных устройств по сравнению с традиционными клавиатурными интерфейсами.

Первое. Сенсорные клавиатуры и экраны не содержат механических под-

держивающих механизмов GUI в тех приложениях, где применение механической клавиатуры или манипуляторов затруднительно и/или экономически нецелесообразно.

Третье. Сенсорные экраны выигрывают в габаритах по сравнению с механическими клавиатурами или другими устройствами позиционирования (джойстик, трекбол и т. п.), лучше интегрируются в конструкцию конечного устрой-

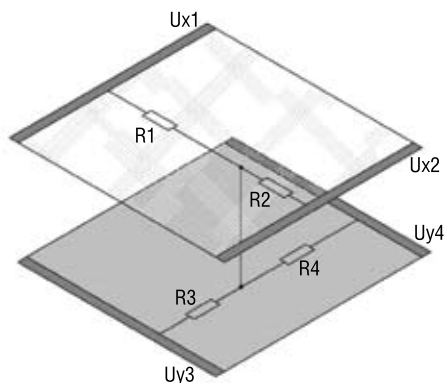


Рис. 2. Принцип действия четырехпроводного резистивного сенсорного экрана

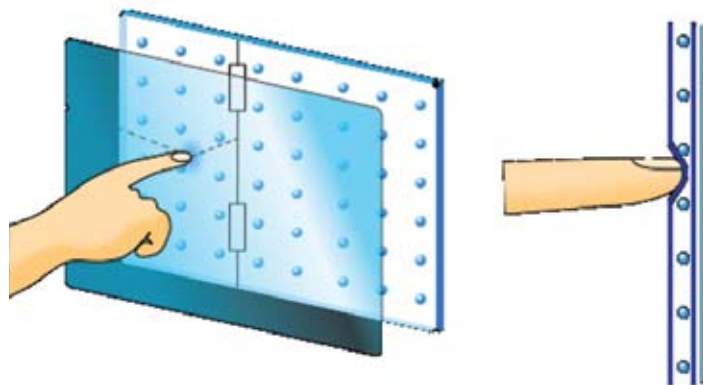


Рис. 3. Принцип действия пятипроводного резистивного сенсорного экрана

ства и выглядят более привлекательно с точки зрения дизайна.

В этом смысле показательным является конструктивное исполнение мобильных электронных устройств. Габаритные размеры сотовых телефонов определяются, в первую очередь, размерами клавиатуры, и, во вторую, размерами экрана (жидкокристаллического индикатора). Увеличение размеров экрана при сохранении габаритных размеров телефона – объективная тенденция. Однако увеличить размеры экрана за счет уменьшения клавиатуры нереально – кнопки должны хоть как-то соответствовать размерам пальца. Отсюда два возможных варианта: применение выдвигной (откидывающейся) клавиатуры с механическими клавишами или применение сенсорного экрана и интерфейса GUI. Применение сенсорного экрана является существенно более эффективным способом снижения размеров устройства, поскольку, во-первых, экран и «клавиатура» совмещены и, во-вторых, применение стилуса (своего рода пера для касания экрана) позволяет значительно уменьшить размеры «кнопок» на экране. Излишне говорить о том, что реализация полной клавиатуры или графического интерфейса в мобильных устройствах (например, в смартфонах и PDA) возможна только с использованием сенсорного экрана.

Четвертое. Для пользователя работа с прибором, реализующим графический интерфейс, интуитивно более понятна по сравнению с приборами, использующими механическую клавиатуру. При работе с GUI «клавиатура», прорисованная на экране, является контекстно-ориентированной, то есть отображает только те «виртуальные» элементы управления (кнопки, полосы прокрутки, надписи, индикаторы и т.д.), обращение к которым имеет смысл в текущем состоянии устройства.

Механическая клавиатура вполне материальна: клавиши не исчезают и не появляются, а надписи, выгравированные на панели, не меняются в за-

висимости от контекста. Количество и назначение клавиш определяется функциями управления во всех возможных режимах работы. При этом пользователь должен помнить назначение многофункциональных клавиш в различных контекстах, а также те клавиши, которые не используются в текущем контексте и нажатие, на которые должно игнорироваться.

Пятое. Во многих приложениях (устройства промышленной автоматизации, портативные приборы, медицинская техника и т.п.) использование GUI является желательным, но использование традиционной компьютерной периферии (мышь, клавиатура) весьма затруд-

нительно по многим причинам. В этом случае сенсорный экран является оптимальным решением. Достоинством последнего является также возможность работы при слабой освещенности и даже в полной темноте без дополнительной подсветки, так как сенсорные экраны, как правило, имеют встроенную подсветку.

Шестое. Отдельно следует отметить достоинства применения сенсорных экранов в промышленной аппаратуре, приборах, работающих в тяжелых условиях эксплуатации, и вандалоустойчивых устройствах. Клавиатуры и манипуляторы с защитой от пыли, влаги (например, категория IP65) и агрес-

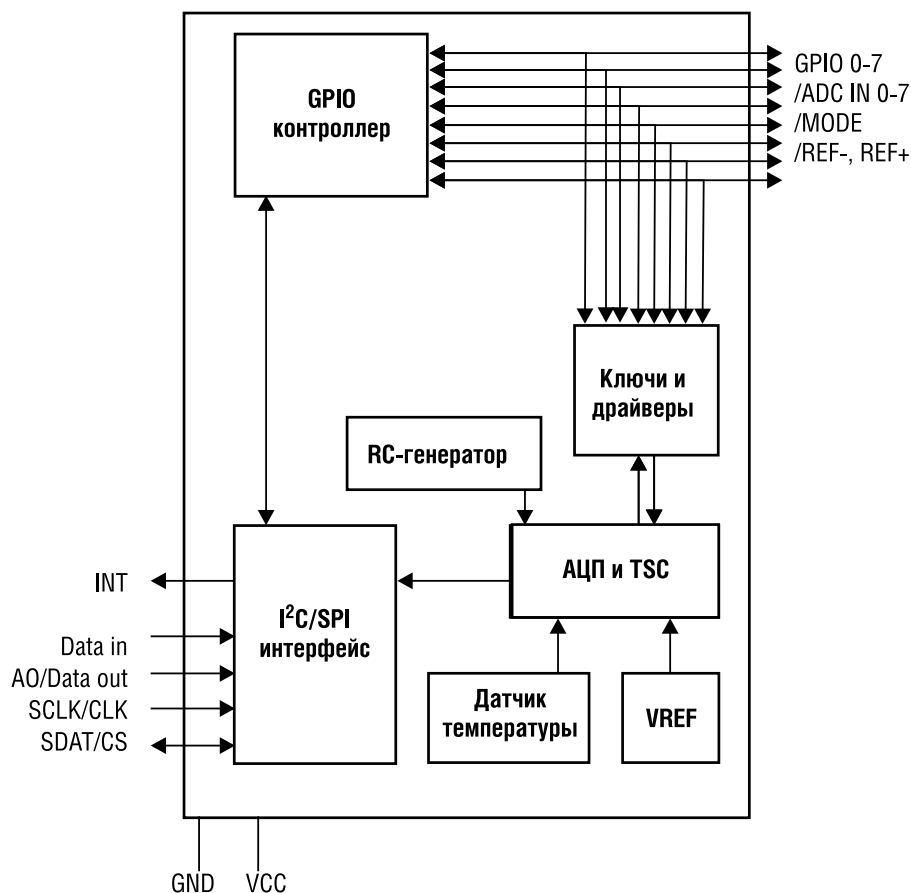


Рис. 4. Структурная схема контроллера сенсорного экрана STMPE811

Таблица 1. Характеристики микросхем контроллеров сенсорных клавиатур

Микросхема	Корпус	Напряжение питания, В	Интерфейс	Количество		
				Кнопки	Линий IO	Линий ШИМ
STMPE321	QFN12	1,65...1,95	I ² C	3	—	—
STMPE821	QFN16	2,7...3,6	I ² C	8	—	4
STMPE1208S	QFN40	2,5...5,5	I ² C	12	12	—
STMPE1218	QFN40	2,5...5,5	I ² C	12	12	4

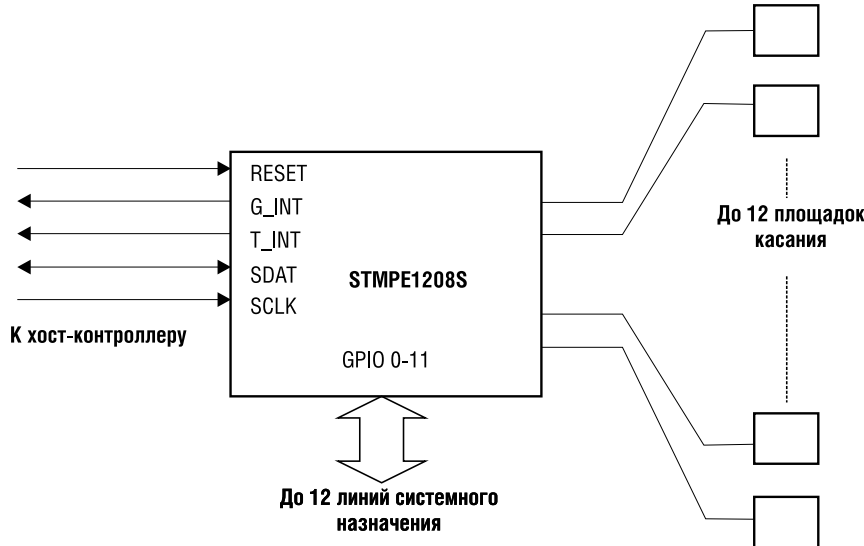


Рис. 5. Схема включения контроллера сенсорной клавиатуры STMPE1208S

сивных сред, безусловно, существуют. Однако они достаточно дороги, менее удобны в работе (по сравнению с офисной компьютерной периферией) и имеют меньший ресурс. Применение в подобной аппаратуре сенсорных экранов позволяет реализовать защиту от пыли, влаги, агрессивных сред, механических ударов и т.д. при разумной цене конечного устройства.

Рассмотрим основные приложения, использующие сенсорные экраны.

Мобильная электроника. Механическая клавиатура имеет право на жизнь исключительно в приборах с минимальным числом используемых функций (например, простые мобильные телефоны или MP3-плееры). Повышение функциональности неминуемо приводит к использованию сенсорного экрана и стилуса. В качестве аргумента: среда Windows 3.11 предполагала возможность работы без мыши — только с клавиатурой. Многие ли пробовали работать в таком режиме? Многим ли такой режим показался удобным?

Банкоматы. Большинство моделей банкоматов (устройств для автоматизированной выдачи наличных денег с использованием платежных карт) используют механическую клавиатуру. Причины, по которым она используется, носят, скорее, не технический, а функциональный характер — возможность скрытого набора pin-кода и снимаемой суммы. В некоторых моделях по краям экрана располагаются меха-

нические функциональные клавиши для выбора конкретной операции. Тем не менее, в современных моделях механическая функциональная клавиатура заменяется или дублируется виртуальной клавиатурой на сенсорном экране.

Информационные киоски, то есть автоматизированные устройства, предназначенные для предоставления справочной информации. Поскольку вводимая информация не является конфиденциальной, то механическая клавиатура в большинстве случаев отсутствует — выбор операции осуществляется нажатием виртуальной кнопки на экране. Места установки: банки, медицинские учреждения, гостиницы, выставки, музеи, бизнес-центры.

Промышленная, научная и медицинская аппаратура. Как правило, подобная аппаратура достаточной степени сложности представляет собой встраиваемый компьютер и совокупность контроллеров периферийных устройств (как общего, так и специального назначения). При этом выполняется одна программа, которая запускается автоматически, независимо от оператора. Потребительские преимущества использования графического интерфейса в подобной аппаратуре рассмотрены выше. Применение стандартной мыши и клавиатуры нежелательно, особенно если речь идет не об отдельном приборе, а об их совокупности, объединенной в систему. Целесообразность использования сенсорных экранов очевидна.

В настоящее время сенсорные экраны используют различные технологии, а именно:

- Четырехпроводный резистивный экран.
- Пятипроводный резистивный экран.
- Емкостные экраны.
- Проекционно-емкостные экраны.
- Экраны на поверхностно-акустических волнах.
- Индукционные экраны.
- Сенсорные экраны на сетке инфракрасных лучей.
- Тензометрические экраны.

Микросхемы контроллеров сенсорных экранов компании ST Microelectronics поддерживают резистивную технологию. Рассмотрим ее особенности подробнее.

Четырехпроводный резистивный сенсорный экран состоит из стеклянной панели и гибкой пластиковой мембраны (см. рисунок 2). И на панель, и на мембрану нанесено резистивное покрытие. Пространство между стеклом и мембраной заполнено микроизоляторами, которые равномерно распределены по активной области экрана и надежно изолируют проводящие поверхности. Когда на экран нажимают, панель и мембрана на небольшой окрестности замыкаются, и контроллер с помощью аналогово-цифрового преобразователя регистрирует изменение сопротивления и преобразует его в координаты прикосновения (X и Y). В общих чертах алгоритм считывания таков:

- На верхний электрод подается напряжение питания, а нижний заземляется. Левый и правый электроды соединяются, и на них проверяется напряжение. Это напряжение соответствует Y-координате экрана.
- Аналогично на левый и правый электрод подаются питание и «земля», с верхнего и нижнего электродов считывается X-координата.

Пятипроводный экран более надежен за счет того, что резистивное покрытие на мембране заменено проводящим. На заднем стекле нанесено резистивное покрытие с четырьмя электродами по углам (см. рисунок 3).

Изначально все четыре электрода заземлены, а мембрана «подтянута» резистором к шине питания. Уровень напряжения на мембране постоянно отслеживается аналогово-цифровым преобразователем. Когда ничто не касается сенсорного экрана, напряжение на мембране равно напряжению питания.

Как только на экран нажимают, контроллер отслеживает изменение напряжения мембраны и начинает вычислять координаты касания следующим образом:

- На два правых электрода подается напряжение питания, а левые зазем-

ляются. Напряжение на экране соответствует X-координате.

- Y-координата считывается подключением к питанию обоих верхних электродов и к «земле» обоих нижних.

Резистивные сенсорные экраны дешевы и обладают максимальной стойкостью к загрязнению. Резистивные экраны реагируют на прикосновение любым твердым предметом: рукой (голой или в перчатке), пером и т.д. Их используют везде, где вандализм и низкие температуры (ниже -20°C) полностью исключены: для автоматизации промышленных процессов, в медицине, в банковской сфере и сфере обслуживания, в мобильной электронике (КПК). Лучшие образцы обеспечивают точность 4096×4096 пикселей.

Рассмотрим подробнее контроллеры сенсорных экранов компании ST Microelectronics. Линейка этих устройств включает две микросхемы: **STMPE610** и **STMPE811**. На рисунке 4 представлена структурная схема STMPE811 (отличия от STMPE610 незначительны и будут рассмотрены ниже).

Основные свойства:

- Напряжение питания от 1,8 до 3,3 В.
- Количество линий ввода-вывода – 8 (для STMPE610 – 6).
- Интерфейс связи с хост-контроллером I²C или SPI.
- Выход прерывания при обнаружении касания.



Рис. 6. Отладочные платы STEVAL-IHI001V1 и STEVAL-IHI002V1

- 8-канальный 12-разрядный АЦП (для STMPE610 – 6-канальный).

- Буфер на 128 отсчетов по 32 бита каждый.

- Корпус QFN16 размером 3x3 мм.

Линии ввода-вывода используются для подачи напряжения на электроды X+, X-, Y+ и считывания напряжения с мембраны. Управление контроллером осуществляется посредством программно-доступных регистров (около 50 адресов), формат которых приведен в материалах компании ST Microelectronics [1] и [2].

Линейка контроллеров сенсорных клавиатур включает в себя четыре микросхемы, характеристики которых сведены в таблицу 1.

Для связи с контроллером используется интерфейс I²C (включая две линии прерывания – от касания клавиш TK1...TK11 и от изменения линий системного назначения GPIO1...GPIO11). Типичное исполь-



Рис. 7. Отладочная плата STEVAL-ICB003V1

зование линий GPIO1...GPIO11 – светодиодная подсветка клавиш TK1...TK11.

Для ознакомления с работой контроллера STMPE1208S компания ST Microelectronics предлагает три типа отладочных плат:

- Плату **STEVAL-ICB001V1**, представленную на рисунке 1.

- Сборку плат **STEVAL-IHI001V1** и **STEVAL-IHI002V1**, представленные на рисунке 6.

- Плату **STEVAL-ICB003V1**, представленную на рисунке 7.

В заключение отметим, что перспективы применения клавиатур с механическим замыканием контакта в современных электронных приборах весьма ограничены. Сенсорные клавиатуры – не роскошь, не излишество, а практика современной электроники. Несмотря на, казалось бы, небольшую номенклатуру, компания ST Microelectronics покрывает потребительские ниши от контроллеров простейших клавиатур на три кнопки (STMPE321) до универсальных клавиатур, использующих STMPE1208S.

Что касается контроллеров сенсорных экранов, то ориентация фирмы ST Microelectronics на достаточно дешевые резистивные экраны только на первый взгляд представляется недостатком. Безусловно, такие экраны не предназначены для работы в приборах, устанавливаемых на улице, и не защищены с точки зрения вандализма. Но их основные области применения – мобильная техника, промышленная, научная и медицинская аппаратура, торговое оборудование. Именно эти сферы вносят максимальный вклад в использование сенсорных экранов. Цена в этих приложениях может оказаться решающим аргументом.

Литература

1. STMPE610. Advanced touch screen controller with 6-bit port expander// документ компании ST Microelectronics 15432.pdf.
2. STMPE811. Advanced resistive touch screen controller with 8-bit GPIO expander// документ компании ST Microelectronics 14489.pdf.

Контроллеры S-touch™

Контроллеры для сенсорных клавиатур:
STMPE321, STMPE821, STMPE1208S, STMPE16M31, STMPE24M31

Контроллеры для сенсорных экранов:
STMPE610, STMPE81

Москва
Тел: (495) 995-0901
Факс: (495) 995-0902

Санкт-Петербург
Тел: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403

Компэл
www.compel.ru

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: sensors.vesti@compel.ru