Документация:   
Vending Machine Controller

Общая логика работы автомата  
  
Контроллер вендингового автомата. Реализует поддержку многопользовательского режима, учет очков лояльности, администрирование через регистровый интерфейс и работу с внешними прерываниями. Автомат позволяет пользователю выбрать товар, внести оплату и получить товар. Для зарегистрированных клиентов действует система скидок и бонусных баллов.

# Входные сигналы

| **Порт** | **Ширина** | **Описание** |
| --- | --- | --- |
| clk | 1 | Тактовый сигнал. |
| rst\_n | 1 | Синхронный активный-низкий сброс. При 0 инициализирует все внутренние регистры. |

**Интерфейс регистров:**

| **Порт** | **Ширина** | **Описание** |
| --- | --- | --- |
| regs\_data\_in | 32 | Данные для записи в конфигурационные регистры. Используются в административном режиме. |
| regs\_data\_out | 32 | Данные, считываемые из конфигурационных регистров. |
| regs\_we | 1 | Флаг записи (1 — операция записи, 0 — операция чтения). |
| regs\_addr | 8 | Адрес конфигурационного регистра для чтения или записи. |

**Пользовательский интерфейс:**

| **Порт** | **Ширина** | **Описание** |
| --- | --- | --- |
| id\_valid | 1 | Флаг того, что client\_id действителен. Используется для авторизации клиента. |
| client\_id | 9 | Идентификатор клиента (только первые MAX\_CLIENTS действительны) |
| coin\_in | 6 | Номинал вставленной монеты. Интерпретируется в зависимости от валюты.  Доступные номиналы монет: 1, 5, 10, 25, 50. |
| currency\_type | 2 | Тип валюты монеты:   * 2’b00 — RUB * 2’b01 — USD * 2’b10 — EUR |
| coin\_insert | 1 | Сигнал вставки монеты. При 1 монета засчитывается в баланс. |
| item\_select | NUM\_ITEMS | One-hot сигнал выбора товара. Только один бит должен быть установлен. |
| confirm | 1 | Подтверждение выбора товара. |

**Административный интерфейс:**

| **Порт** | **Ширина** | **Описание** |
| --- | --- | --- |
| admin\_mode | 1 | Вход в административный режим (1 — режим администратора активен). |
| admin\_password | 32 | Пароль администратора. Сравнивается с текущим значением current\_admin\_password. |

**Сигналы сбоев (прерывания):**

| **Порт** | **Ширина** | **Описание** |
| --- | --- | --- |
| tamper\_detect | 1 | Активация при вскрытии устройства или попытке взлома. |
| jam\_detect | 1 | Зафиксировано заклинивание механизма выдачи товара. |
| power\_loss | 1 | Предупреждение о потере питания. |

# Выходные сигналы

| **Порт** | **Ширина** | **Описание** |
| --- | --- | --- |
| access\_error | 1 | Сигнал ошибки доступа к регистрам. Активен, если попытка доступа без прав администратора. |
| item\_out | NUM\_ITEMS | One-hot сигнал, указывающий на товар, который был выдан. Активен на один такт. |
| change\_out | 32 | Количество сдачи в рублях, выдаваемое клиенту. |
| no\_change | 1 | Активен, если сдача отсутствует (нулевой остаток средств). |
| item\_empty | NUM\_ITEMS | One-hot сигнал для товаров с нулевым остатком. Устанавливается при попытке купить пустой слот. |
| client\_points | 8 | Количество накопленных клиентом бонусных очков. Обновляется при авторизации клиента. |
| alarm | 1 | Аварийный сигнал. Активен, если возникло хотя бы одно из событий: tamper\_detect, jam\_detect, power\_loss. |

# Описание состояний:

| **Состояние** | **Название** | **Описание** |
| --- | --- | --- |
| IDLE | Ожидание | Ожидается новый клиент (id\_valid), можно вставлять монеты |
| ACCEPT\_COINS | Прием монет | Принимаются монеты (coin\_insert), увеличивается баланс |
| WAIT\_CONFIRM | Подтверждение | После выбора товара (item\_select), ожидается confirm |
| DISPENSE\_ITEM | Выдача товара | Происходит выдача товара, уменьшение счетчика, добавление очков |
| GIVE\_CHANGE | Сдача | Выдается сдача, обнуляется баланс, генерируется no\_change |
| ERROR\_STATE | Ошибка | Возникает при попытке выбрать недоступный товар или при некорректном выборе |
| EMERGENCY | Авария | Вызывается при tamper\_detect, jam\_detect, power\_loss, устанавливает alarm = 1 |

# Описание поведения автомата

Регистрация клиента  
При подаче сигнала id\_valid и идентификатора клиента (client\_id) автомат определяет текущего пользователя. Если ID допустим (меньше MAX\_CLIENTS), то он используется для всех дальнейших операций до сброса.

Оплата

**Поддерживаемые валюты:**

* **₽ Рубли**
* **$ Доллары США** (переводятся в рубли по заданному курсу)
* **€ Евро** (переводятся в рубли с коэффициентом 1.5 от доллара)

**Как внести деньги:**

1. Монеты вносятся с указанием их номинала (coin\_in) и типа валюты (currency\_type).
2. Валюта автоматически распознается и конвертируется в рубли по внутреннему курсу (exchange\_rate).
3. Сумма конвертируется в рубли и отображается как ваш баланс.

*Примечание:* Если вносите доллары или евро — сумма пересчитывается в рубли по курсу, заданному администратором.

Выбор и покупка товара

1. Выберите **один** из доступных товаров по номеру.
2. Подтвердите выбор кнопкой.
3. Автомат проверит:
   * если баланса достаточно и товар есть в наличии — происходит выдача.
   * если товара нет — регистрируется ошибка item\_empty
   * при недостатке средств или некорректном выборе — автомат переходит в состояние ошибки (ERROR\_STATE).
4. Если всё в порядке — товар будет выдан.
5. Оставшиеся средства вернутся как сдача.

**Бонусные баллы и скидки**

За каждую покупку клиент получает бонусные **баллы** — 1 балл за каждые 20 рублей стоимости товара (с учётом скидки).

Баллы сохраняются и могут быть использованы администратором или в будущих функциях автомата.

Клиенты делятся на обычных и VIP. VIP даёт дополнительную скидку 10%

Максимальная скидка: **30%**.

*Примечание:* После сброса данные по каждому клиенту формируются следующим образом:

* Кол-во бонусных баллов: i % 20;
* Скидка: i % 3;
* VIP-клиент: (i % 10) == 0,

где i – порядковый номер клиента в базе данных.

Сдача

* Сдача выдается в рублях, если сумма внесённых средств превышает цену товара.
* Если истёк таймаут на ожидание.

Ошибки

Если клиент не подтвердит покупку в течение времени idle\_timeout — автомат вернётся в исходное состояние.

Все ошибки автоматически сбрасываются при возврате в IDLE

**Аварийные ситуации**

При срабатывании tamper\_detect, jam\_detect, или power\_loss активируется сигнал alarm, и автомат переходит в аварийный режим EMERGENCY.

# Руководство администратора торгового автомата

Администратор может настраивать параметры работы автомата, управлять товарами и изменять клиентские ограничения через **интерфейс регистров управления**

Доступ администратора

Для получения прав администратора необходимо:

1. Включить **административный режим** (admin\_mode = 1).
2. Ввести корректный **административный пароль** (admin\_password).

Если пароль верный, будет предоставлен доступ к чтению и записи конфигурационных параметров. Неверный пароль не даст доступа, и активируется сигнал access\_error.

*Примечание:* По умолчанию пароль: 0xA5A5\_F00D.  
Его можно изменить через специальный регистр (см. ниже).

Описание регистров:

| **Адрес** | **Название (назначение)** | **Значение по сбросу** | **Комментарий** |
| --- | --- | --- | --- |
| 0x00 | VEND\_CFG (общая конфигурация) | [31:26] reserved [25:24] exchange\_rate — 0x2  [23:13] idle\_timeout — 0x78  [12:05] max\_coins —0x64  [04:00] num\_items — 0xA | включает число товаров, лимит монет, таймауты, курс валют  формат регистра:  [31:24] exchange\_rate — курс обмена валют  [23:13] idle\_timeout — таймаут ожидания (в тактах)  [12:05] max\_coins — макс. количество монет  [04:00] num\_items — число товаров |
| 0x04 | VEND\_CLIENTS (клиенты) | [31:08] резерв  [07:00] max\_clients — 0x64 | [07:00] max\_clients — максимальное число зарегистрированных клиентов |
| 0x08 | VEND\_PASWD (административный пароль) | 0xA5A5\_F00D | paswd — пароль администратора |
| 0x0С+ | VEND\_ITEMi (настройки для товара с номером i) | [23:16] item\_discount — 0x0  [15:08] item\_count — 0x5  [07:00] item\_price — (i+1)\*0xA, где i номер товара | формат регистра:  [31:24] резерв  [23:16] item\_discount — скидка на товар  [15:08] item\_count — кол-во товаров  [07:00] item\_price — цена товара |

Смена пароля администратора

Чтобы изменить текущий пароль администратора, выполните следующие шаги:

1. **Установите admin\_mode = 1** – это активирует административный режим.
2. **Введите текущий пароль** – записав его через сигнал **admin\_password**.
3. **Запишите новое значение в регистр 0x08** – именно этот регистр отвечает за смену пароля.

**Условия успешной смены пароля:**

* Новый пароль **должен быть не равен нулю**.
* Новый пароль **должен содержать более одного значимого байта** (минимум 4 байта — т.е. старшие 3 байта не должны быть нулями).
* Если одно из условий нарушено, произойдёт **ошибка доступа**, и пароль изменён **не будет**.
* После успешной смены пароля система продолжит работу в административном режиме до отключения admin\_mode.

Пример работы администратора

**Цель:** изменить цену на товар 3 с 50₽ на 75₽

1. Войти в режим администратора
2. Ввести правильный пароль
3. Адрес товара 3: 0x0C + 3×4 = 0x18
4. Прочитать текущее значение регистра
5. Изменить в нем нужное поле, соответствующее новой цене
6. Записать новое значение в регистр 0x18

## Диагностика неисправностей и тревог

Система автомата постоянно контролирует своё состояние. При возникновении сбоев устанавливается тревожный сигнал alarm.

Сигнал alarm

Когда активен (= 1), это означает, что автомат зафиксировал **аварийную ситуацию**, требующую вмешательства.

| **Причина** | **Обозначение сигнала** | **Комментарий** |
| --- | --- | --- |
| Попытка взлома | tamper\_detect | Зафиксирована несанкционированная попытка доступа к системе |
| Заклинивание мех-ма | jam\_detect | Засор или заклинивание выдающего устройства |
| Потеря питания | power\_loss | Обнаружена внезапная потеря питания или сбой в цепи |

**Поведение системы:**

* При возникновении любого из этих событий:
  + Автомат **немедленно переходит в состояние EMERGENCY**
  + Работа останавливается
  + Устанавливается сигнал alarm = 1
* После устранения проблемы:
  + Если все сигналы tamper\_detect, jam\_detect, power\_loss сброшены в 0
  + Система автоматически сбрасывает сигнал alarm
  + Возвращается в режим ожидания (IDLE)

## Пример полной сессии клиента

**Сценарий:** Зарегистрированный клиент с ID 42 хочет купить товар №2 за 60 ₽, имея скидку 20% и 120 накопленных очков.

1. **Авторизация**
   * id\_valid = 1, client\_id = 42  
     → Состояние: IDLE
2. **Внесение монет**
   * coin\_insert = 1  
     через 1 такт → Состояние: IDLE → ACCEPT\_COINS
   * coin\_in = 50, currency\_type = 00 (RUB)  
     coin\_in = 20, currency\_type = 00  
     → Баланс: 70 ₽
3. **Выбор товара**
   * item\_select = 00000100 (товар №2)

через 1 такт → Состояние: WAIT\_CONFIRM

1. **Подтверждение покупки**
   * confirm = 1

через 1 такт → Состояние: DISPENSE\_ITEM

1. **Проверка**
   * Цена товара: 30 ₽
   * Скидка клиента: 0%
   * Итоговая цена: 30 ₽
   * Баланс: 70 ₽ → достаточно
2. **Выдача товара**
   * item\_out = 00000100 активен на 1 такт

через 1 такт → Состояние: GIVE\_CHANGE

1. **Выдача сдачи**
   * Баланс после покупки: 20 ₽
   * Сдача: change\_out = 20, no\_change = 0
2. **Начисление очков**
   * За 30 ₽ начислено: 30 / 20 = 1 балл
   * Новое значение client\_points = 3
3. **Завершение операции**  
   → через 1 такт автомат возвращается в состояние IDLE

Изменения:

|  |  |
| --- | --- |
| **Дата** | **Описание** |
| 2025-08-18 | * Выходные сигналы: размерность change\_out увеличена до 32 бит * Пользовательский интерфейс: добавлены доступные номиналы монет * Сдача: добавлено условие выдачи сдачи при истечении таймаута * Описание регистров: уменьшена размерность поля exchange\_rate увеличено начальное значение поля idle\_timeout * Пример полной сессии клиента: обновлено описание |