



Е-paper 24P Shield

Руководство пользователя · Arduino-совместимая плата расширения для электронных чернил

Название продукта	Е-paper 24P Shield
Версия	Rev 1.0
Совместимый интерфейс	стандартный интерфейс Arduino (распиновка UNO R3)
Интерфейс экрана	FPC 24P (шаг 0.5 мм)
Способ связи	SPI (CS / DC / RES / BUSY + SCK / SDA — совместно используемые I/O)
Напряжение питания	3.3 В (стабилизируется платой Shield от питания платы Arduino)

Настоящее руководство предназначено для платы Е-paper 24P Shield (Rev 1.0)



1. Обзор продукта

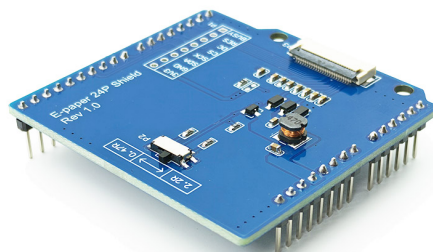


Рис. 1-1 Е-paper 24P Shield — внешний вид (сбоку)

Е-paper 24P Shield представляет собой **плату расширения для электронных чернил, совместимую со стандартным интерфейсом Arduino**. Через расположенный на плате FPC 24P разъём (0.5 mm шаг) можно подключать различные FPC 24P дисплеи электронных чернил, а совместно со стандартными Arduino штырьками — с любой платой, поддерживающей Arduino интерфейс.

Основные характеристики

- **Простое подключение:** благодаря универсальным Arduino штырьковым разъёмам плата устанавливается непосредственно на Arduino UNO / Leonardo / Mega и другие стандартные платы.
- **Совместимость с разными экранами:** через FPC 24P интерфейс поддерживаются различные модули электронных чернил с 24P распиновкой



й (чёрно-белые / чёрно-белые-красные / чёрно-белые-красные-жёлтые и др.).

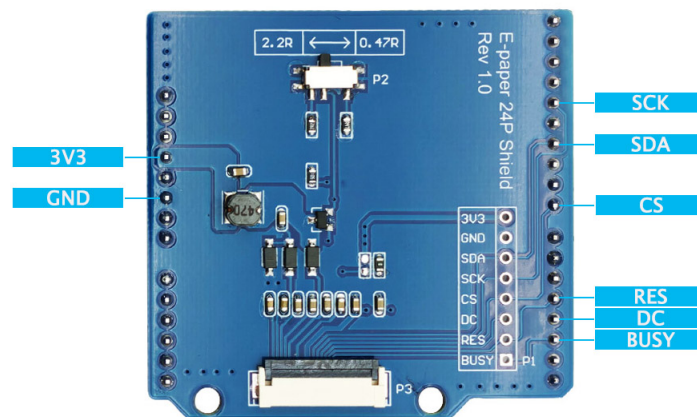
- **Совместимость с производителями:** с помощью переключки P2 выбирается $2.2\ \Omega$ / $0.47\ \Omega$ сопротивление, что позволяет подстроиться под экраны разных производителей.
- **Энергоэффективность:** статичное изображение на электронных чернилах не потребляет энергию — идеально для питаемых от батареи IoT-меток, ценников, табличек-напоминаний и подобных сценариев.

Об интерфейсе Arduino

Разъём Arduino — универсальный стандартный интерфейс в мире открытого оборудования, не принадлежащий какой-либо конкретной плате. Любая плата, соответствующая распиновке Arduino UNO R3 (например, Arduino UNO, Leonardo, Mega, совместимые платы ESP32-Arduino и др.), может напрямую работать с этим Shield.



2. Аппаратные интерфейсы



All unmarked are: NC

Рис. 2-1 E-paper 24P Shield I/O — расположение вводов/выводов (немаркированные выводы NC)

Плата расширения соединяется с внешними устройствами через две группы интерфейсов: **штыревые разъёмы Arduino** (к основной плате) и **разъём FPC 24P** (к экрану электронных чернил). В таблице ниже перечислены выводы, реально используемые этим Shield; остальные немаркированные выводы (NC) не подключайте.

Описание выводов

Вывод	Направление	Описание
3V3	Вход питания	Питание поступает от 3.3 В платы



Arduino; обеспечивает схему драйвера экрана электронных чернил.

GND	Земля питания	Общая земля, соединяется с GND платы Arduino.
SCK	Тактирование SPI	Линия тактирования шины SPI, формируется платой Arduino.
SDA	Данные SPI / MOSI	Линия данных: передаётся платой (хостом) и принимается экраном.
CS	Выбор кристалла	Активный низкий уровень; выбирает текущий экран для обмена данными.
DC	Данные команда /	Высокий уровень — передача данных; низкий — передача команд.
RES	Сброс	Низкий уровень сбрасывает драйвер экрана; после подачи питания рекомендуется сформировать спад сигнала.
BUSY	Вход состояния	Флаг занятости экрана: высокий уровень — идёт обновление, MCU должен ожидать.

Перемычки и компоненты на плате

- **P1 (разъём FPC 24P):** подключает FPC шлейф экрана электронных чернил; следите за ориентацией (контактами вверх, зафиксируйте прижимную крышку).
- **Перемычка сопротивления R2:** в зависимости от выбранного экрана электронных чернил выберите между $2.2\ \Omega$ и $0.47\ \Omega$, чтобы подойти под экраны разных производителей.



- **Встроенный повышающий дроссель:** формирует высокое управляющее напряжение, необходимое экрану электронных чернил; внешний источник питания не требуется.

3. Варианты применения

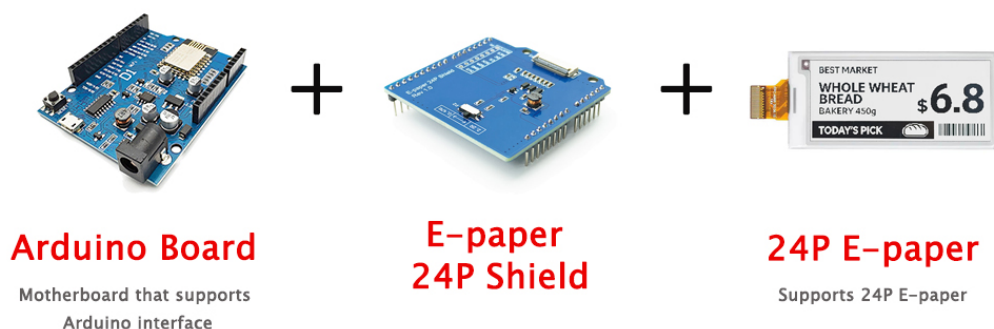


Рис. 3-1 Arduino плата + E-paper 24P Shield + 24P экран электронных чернил — св
язка из трёх модулей

E-paper 24P Shield играет в этом решении роль **«универсального моста»**. Он **не привязан к конкретной плате или конкретному экрану** — если оба интерфейса соответствуют стандарту, их можно свободно комбинировать.

Плата Arduino: свободно заменяемая

Arduino интерфейс — это **универсальный стандартный интерфейс** в мире открытого оборудования; любая плата, распиновка которой следует стандарту Arduino UNO R3, может служить носителем этого Shield, например:

- Arduino UNO R3 / Leonardo / Mega 2560 и другие официальные платы;
- ESP32 / ESP8266 и другие имеющие Arduino-совместимые штыревые разъемы Wi-Fi платы разработки для интернета вещей;



- Raspberry Pi Pico и другие открытые Arduino-совместимые по форм-фактору MCU платы.

Экран электронных чернил 24P: свободно заменяемый

Подходят любые модули электронных чернил с распиновкой FPC 24P и управлением по SPI — распространённые размеры и варианты цветов:

- 1.54" / 2.13" / 2.9" / 4.2" и другие распространённые размеры электронных ценников;
- Чёрно-белые (BW), чёрно-белые-красные (BWR), чёрно-белые-красные-жёлтые (BWRY) и другие сочетания цветов.

Одной фразой

Один Е-paper 24P Shield, **любая плата Arduino + любой экран электронных чернил 24P**, и вы быстро соберёте экономичное решение отображения на электронных чернилах, пригодное для многократного использования.



4. Инструкция по использованию

Шаги подключения оборудования

1. Совместите штырьки E-paper 24P Shield с соответствующими разъёмами платы Arduino и, **убедившись в правильности ориентации**, нажмите вертикально вниз.
2. В соответствии с выбранным экраном электронных чернил установите перемычку P2 в положение 2.2 Ω или 0.47 Ω .
3. Вставьте FPC 24P шлейф экрана электронных чернил **металлическими контактами вверх** в разъём P1 и прижмите крышку разъёма до щелчка.
4. Подайте питание через USB или внешний источник на плату Arduino; экран автоматически перейдёт в состояние ожидания обновления.

Пример программы (Arduino UNO)

Следующий пример использует библиотеку GxEPD для управления 2.9" чёрно-белым-красным экраном электронных чернил; назначение выводов соответствует этому Shield:

```
#include <GxEPD2_BW.h>

#define EPD_CS 10
#define EPD_DC 9
#define EPD_RST 8
#define EPD_BUSY 7
```



```
#define EPD_SCK 13

#define EPD_SDA 11

GxEPD2_BW<GxEPD2_290_BS, GxEPD2_290_BS::HEIGHT> display(
    EPD_SDA, EPD_SCK, EPD_CS, EPD_DC, EPD_RST, EPD_BUSY);

void setup() {
    display.init();
    display.setRotation(1);
    display.setFullWindow();
    display.firstPage();
    display.fillScreen(GxEPD_WHITE);
    display.setTextColor(GxEPD_BLACK);
    display.setCursor(20, 20);
    display.print("Hello, E-paper!");
    display.nextPage();
}

void loop() { /* статичное изображение — цикл не нужен */ }
```

Примечания по использованию

① Порядок включения: сначала вставьте шлейф FPC, затем подайте питание на Arduino — так вы избежите повреждения при подключении под напряжением.

② Не отключайте питание во время обновления, иначе на экране



могут остаться артефакты; для восстановления выполните одно полное обновление.

③ При длительном неиспользовании рекомендуется отключить питание, чтобы снизить энергопотребление в простое.

5. Демонстрация результата

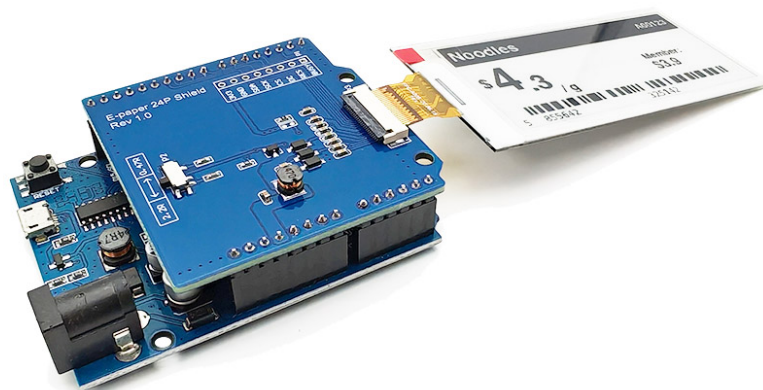


Рис. 5-1 Arduino + E-paper 24P Shield + 24P экран электронных чернил — итоговый результат использования

На рисунке выше показан итоговый вариант использования: плата Arduino — управляющее ядро, E-paper 24P Shield — мост, а 24P экран электронных чернил — устройство вывода. Решение не требует внешнего питания и сложной разводки, что отлично подходит для **электронных ценников, складских этикеток, малопотребляющих табличек-напоминаний и табличек переговорных** и подобных сценариев.



6. Часто задаваемые вопросы

Q1: после включения экран совсем ничего не показывает?

Проверьте в следующем порядке: ① Проверьте, вставлен ли до конца и в правильной ли ориентации кабель FPC 24P ; ② Измерьте мультиметром напряжение между 3V3 и GND — оно должно быть 3.3 V; ③ Убедитесь, что назначение выводов в программе совпадает с таблицей из настоящего руководства; ④ Внутри `setup()`, перед вызовом `display.hibernate()` дождитесь, пока BUSY не перейдёт в низкий уровень. Можно также воспользоваться прилагаемым примером программы и прошить его напрямую.

Q2: экран показывает артефакты / остаточные изображения?

Обычная причина — незавершённый цикл обновления. Вызовите `display.refresh()` один раз вне цикла для полного обновления; если проблема сохраняется, проверьте, соответствует ли сопротивление перемычки P2 спецификации используемого экрана электронных чернил.

Q3: можно ли использовать плату Arduino с питанием 5 В?

Да. Питание Shield напряжением 3V3 обеспечивается стабилизатором самой платы Arduino; на платах с 5 V (например, Arduino UNO) есть встроенный 3.3 V LDO, который может напрямую питать Shield.



Q4: поддерживаются ли другие протоколы связи (например, экраны I2C)?

Этот Shield предназначен для экранов электронных чернил с интерфейсом SPI и распиновкой 24P. Если нужен экран I2C, можно использовать другую поддерживающую I2C плату расширения или самостоятельно переподключить провода на SDA / SCL.