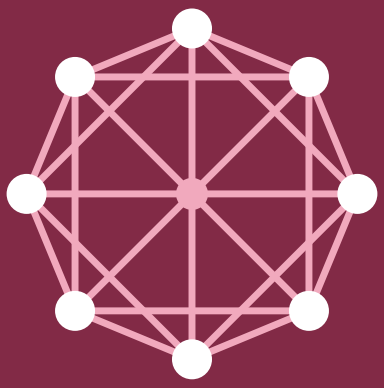


ARTIHIVE

Восьмиголосный дрон-синтезатор

для M-Vave FM-1

Руководство пользователя

версия прошивки 2.0.4

Независимая экспериментальная прошивка для FM-1.
Исследование звука, обратной связи и интерфейса.

2.0.4 успешно запущена на физическом FM-1.

идентификатор пакета FM-1_9620 · GPL-3.0-only

Об этом руководстве

Это полное описание прошивки **ARTIHIVE** версии 2.0.4 для синтезатора **M-Vave FM-1**: установка, все органы управления, все семь страниц параметров, звуковой тракт, пресеты, MIDI, приёмы игры и диагностика.

Руководство написано по исходному коду версии 2.0.4. Все числовые диапазоны — времена огибающей, частоты LFO, длина линий задержки, глубина дрейфа — измерены или вычислены непосредственно по формулам прошивки. Там, где поведение ARTIHIVE отличается от привычной логики синтезаторов, это отмечено отдельно.

> **Прочитайте перед установкой**
> У FM-1 **один банк флеш-памяти**: во время записи старой прошивки в устройстве уже нет. Раздел 2 описывает риски, порядок установки и аппаратный путь спасения. Версия 1.1.4 успешно запускалась на физическом FM-1: подтверждены звук, экран, энкодеры и последующий возврат к заводской прошивке. Полного функционального теста не было; **ARTIHIVE 2.0.4 успешно запущена на физическом FM-1 и прошла полный автоматизированный набор тестов**. Подтверждено устранение щелчков MOD DEL при SOURCE=LFO, WAVE=SQR и ненулевых MOD1/MOD2; OR остаётся мягким, AND — ступенчатым. Установочные переходы через M Flasher подтверждены. Держите рядом заводскую прошивку.

Что нового в 2.0.4

POLY теперь распределяет ноты в порядке 1, 3, 5, 7, 2, 4, 6, 8. DRONE TUNE плавно соединяет фиксированные нотные цели. В POLY прежняя ручка MOD заменена на legato GLIDE: ноль оставляет ноты мгновенными, а ненулевое значение соединяет перекрывающиеся ноты. На FM ROUTE ручка MOD меняет выбранную пару; индикаторы не показывают названия пар, но сохраняют числовые значения MOD и выделяют выбранную пару полной рамкой: чёрной в BLUSH VEIN и красной в PORCELAIN. TIME 1/2 используют двухголовочный кроссфейд 31,9 мс с очередью быстрых шагов; на максимальном TIME ползунки доходят точно до конца полос. При чистой установке стартует ORGAN; SELECT и ALGORITHM имеют конечные диапазоны, PRESETS остаётся циклическим.

В PORCELAIN красными показаны ползунки MOD DEL, индикация HYPER LFO, маркеры пар LFO SPACE, активный шаг арпеджиатора, ползунок OUTPUT и только GR на OUT COMP; полосы LFO SPACE и остальные индикаторы компрессора остаются чёрными. В SWARM к чёрным и белым пикселям добавлены красные пиксели высокой активности. Осциллограф DRONE красный, а его базовая линия остаётся чёрной.

FREEZE получил ограниченный 256-сэмпловый кроссфейд на стыке петли. SWARM теперь использует плавные независимые двунаправленные проходы примерно по 10 секунд, меняет один дискретный параметр в секунду и показывает полноэкранное аудиореактивное клеточное поле 30×30 в цветах выбранной расцветки со сдвигом от HYPER LFO. Темы OXIDE и BLACK RED удалены, добавлена однотонная тёмная ULTRAVIOLET. В DRONE на ENVELOPE и SHARP стандартные темы используют чёрный/белый, PORCELAIN — красный/чёрный, CARBON не изменён, а ULTRAVIOLET показывает выбранную пару белым и остальные сиреневым цветом текста. В POLY все графики чёрные, в PORCELAIN — красные, в CARBON — белые.

Как читать

- **Разделы 1–4** — назначение, установка, экран и основные режимы игры.
- **Раздел 5** — страницы синтеза, STEP, ARP и параметры.

- **Разделы 6–10** — пресеты, темы, MIDI, POLY и компрессор.
- **Разделы 11–13** — диагностика, технические сведения и лицензирование.
- **Приложения** — сводные таблицы управления и параметров.

Названия кнопок и энкодеров даны так, как они подписаны на панели FM-1 (**HOME**, **EDIT**, **ENV**, **LFO**, **FX**, **GLO**, **SCL**, **SAVE**, **ARP**, **SEQ**, **PLAY**, **REC**, **OCT−**, **OCT+**). Имена параметров на экране — латиницей, ровно как их показывает инструмент: **TUNE**, **SHARP**, **MOD**, **HOLD** и так далее.

Содержание

Об этом руководстве . . . 2

Что нового в 2.0.4 . . . 2

Как читать . . . 2

1. Что такое ARTIHIVE . . . 7

1.1. Идея инструмента . . . 7

1.2. Самостоятельная цифровая реализация . . . 7

1.3. Что сохранено в рабочем комплекте . . . 7

2. Установка и безопасность . . . 7

2.1. Прежде чем начать . . . 7

2.2. Что понадобится . . . 8

2.3. Установка из браузера . . . 8

2.4. Установка из командной строки . . . 8

2.5. Обновление с ранней версии . . . 8

2.6. Возврат на заводскую прошивку . . . 8

2.7. Режим спасения . . . 8

3. Экран и управление . . . 9

4.1. Полосы экрана . . . 9

4.2. Заголовок и знак инструмента . . . 10

4.3. Строка состояния . . . 10

4.4. Ручки . . . 10

4.5. Сенсоры . . . 11

4.6. Осциллограф и новая вертикальная сетка . . . 11

4.7. STEP: пошаговый секвенсор . . . 11

4.8. ARP: арпеджиатор . . . 12

4. Как играть . . . 13

5.1. Сенсоры не задают высоту . . . 13

5.2. Карта клавиш . . . 13

5.3. Защёлки, PLAY и SWARM . . . 13

5.4. HOLD — сколько инструмента остаётся звучать . . . 14

5.5. Голос и пара . . . 14

5.6. Транспонирование . . . 14

5. Страницы и параметры . . . 14

6.1. DRONE — высота и характер голоса . . . 15
6.2. FM ROUTE — кто кого модулирует . . . 16
6.3. ENVELOPE — как голос входит и уходит . . . 17
6.4. HYPER LFO — два генератора вместо одного . . . 19
6.5. MOD DELAY — две линии, играющие друг другом . . . 21
6.6. OUTPUT — дисторшн и характер . . . 23

6. Пресеты и сохранение . . . 24
8.1. Выбор пресета . . . 24
8.2. Заводские пресеты . . . 25
8.3. Пользовательские слоты . . . 25
8.4. Что сохраняется само . . . 25

7. Расцветки . . . 26

8. MIDI . . . 27
10.1. Подключение . . . 27
10.2. Ноты . . . 27
10.3. Контроллеры . . . 28
10.4. Смена пресетов . . . 28
10.5. Что инструмент передаёт . . . 28
10.6. USB-аудио . . . 28

9. Режим POLY . . . 29
Общая и индивидуальная огибающая . . . 29
Индикация . . . 29
Текстурные темы . . . 29

10. Компрессор OUT COMP . . . 30

11. Диагностика . . . 31

12. Технические характеристики . . . 32
14.1. Что проверено . . . 33
14.2. Как хранятся данные . . . 33

13. Лицензии и благодарности . . . 33

Приложение A. Карта управления . . . 35
A.1. Кнопки . . . 35

A.2. Энкодеры 35
A.3. Клавиши 35

Приложение Б. Все параметры 36

Приложение В. MIDI — сводка 37

Глоссарий 38

1. Что такое ARTIHIVE

ARTIHIVE — восьмиголосный дрон-синтезатор, живущий внутри FM-1. Он не похож на обычный синтезатор: у него нет клавиатуры в привычном смысле, нет фильтра с ручкой среза и нет привычной пары «осциллятор — огибающая». Вместо этого восемь голосов соединены в четыре пары, пары модулируют друг друга, а общий двухлинейный дилей и дисторшн образуют единую нелинейную систему.

1.1. Идея инструмента

Каждый голос звучит на **своей собственной высоте**, заданной параметром TUNE. Клавиша не меняет высоту — она только запускает огибающую, как палец на сенсорной площадке. Вы играете не мелодию, а **фактуру**: какие голоса звучат, насколько сильно они влияют друг на друга и сколько звука остаётся звучать без вашего участия.

Главный параметр здесь не частота среза, а **степень связи**. При MOD в нуле восемь голосов просто звучат рядом и дают биения. Поднимите MOD — и голоса начнут тянуть друг друга по частоте, появится металл, рык, самопроизвольные ритмы. Инструмент устроен так, чтобы его можно было «расшатывать» и находить состояния на границе устойчивости.

1.2. Самостоятельная цифровая реализация

Звуковой тракт ARTIHIVE написан независимо как целочисленный DSP для JieLi AC791N. Он объединяет восемь голосов в четыре пары, перекрёстную частотную модуляцию, двойной LFO, двухлинейный модуляционный дилей, обратные связи и выходной дисторшн. Проект не является цифровой копией какого-либо аппаратного инструмента.

1.3. Что сохранено в рабочем комплекте

Файл или каталог	Что это
artihive-2.0.4.fwsc	Готовая прошивка для FM-1, идентификатор FM-1_9620
artihive-source/	Полный Git-репозиторий, исходники, тесты и система сборки
artihive-2.0.4-documentation/	PDF-инструкции, README, changelog, установщик и изображения
install.html	Автономный браузерный установщик

Архивы намеренно не хранятся; при необходимости они создаются заново из тега artihive-2.0.4.

2. Установка и безопасность

2.1. Прежде чем начать

> **Главный риск**
> У FM-1 один банк приложения. Пока идёт запись, рабочей прошивки в устройстве нет. Обрыв кабеля или питания в этот момент — не «неудачное обновление», а устройство, которое нужно оживлять через режим спасения (пункт 2.7). Проверка пакета до записи и остающийся в устройстве загрузчик снижают риск, но не убирают его.

- Скачайте **заводскую прошивку** FM-1 (V15 / V16) с сайта M-Vave заранее и держите рядом.
- Используйте **кабель USB-C с передачей данных**, а не только для зарядки.

- Подключайтесь к порту компьютера напрямую или через надёжный хаб с питанием.
- Закройте DAW и все программы, которые могут держать MIDI-порт.
- Не трогайте кабель и не выключайте питание около двух минут, пока идёт запись.

2.2. Что понадобится

Способ	Требования
Браузер	Chrome, Edge или Opera на компьютере. Firefox и Safari не поддерживают WebMIDI.
Командная строка	Python 3 и пакеты mido + python-rtmidi.

2.3. Установка из браузера

1. Откройте **install.html**. Если файл открыт во встроенном просмотре и MIDI недоступен — скачайте его и откройте двойным щелчком либо разместите на любом HTTPS-хостинге: WebMIDI требует защищённого контекста.
2. Подключите FM-1 кабелем USB-C и включите его. Страница увидит устройство.
3. Перетащите на страницу **artihive-2.0.4.fwsc**. Установщик проверит контрольные суммы и идентификатор **до** записи и откажется, если файл не для FM-1.
4. Нажмите «Установить». На экране появится **UPDATE MODE** и проценты. Запись занимает около двух минут.
5. Дождитесь перезагрузки. На тематической заставке версия прошивки показана слева сверху; затем появится пресет **DRONE MASS** в тишине. Для запуска нажмите PLAY.

2.4. Установка из командной строки

```
python3 tools/fm1_install.py artihive-2.0.4.fwsc --yes
```

Порядок тот же: сначала проверка пакета устройством, затем запись через загрузчик.

2.5. Обновление с ранней версии

Ранние экспериментальные сборки совместимы с **ARTIHIVE**. Это то же изделие, звуковой движок не менялся. Идентификатор пакета оставлен прежним, **FM-1_9620**, и магия хранилища не тронута, поэтому:

- установка идёт обычным путём, **без режима спасения**;
- **пользовательские пресеты и настройки сохраняются**, включая выбранную расцветку;
- возобновление прерванной записи работает как раньше.

2.6. Возврат на заводскую прошивку

Скачайте V15 или V16 с сайта M-Vave и установите тем же способом. Установщик принимает любой пакет с идентификатором **FM-1_…**, не только свой. Пользовательские данные ARTIHIVE при этом остаются во флеше, но заводская прошивка их не читает.

2.7. Режим спасения

Если прошивка записана, но падает или ведёт себя неверно, есть путь в загрузчик через само приложение.

1. Выключите FM-1.
2. Зажмите **OCT−** и, не отпуская, включите питание.
3. На экране появится **UPDATE MODE**.

4. Установите любой **.fwsc** — ARTIHIVE или заводскую прошивку.

Если запись просто прервалась
Заново стирать всё не нужно. Переподключите кабель и нажмите «Продолжить прерванную запись»: загрузчик и отметка о незавершённой записи лежат вне банка приложения и переживают обрыв.

Граница этого способа
Проверка OCT− живёт **внутри приложения** — она срабатывает, только если банк приложения записан и старт доходит до неё. После двух неудачных загрузок подряд прошивка также уходит в USB-спасение сама. Если же банк пуст или испорчен до старта, OCT− не поможет: остаётся **заводской загрузочный ROM чипа**, стереть который нельзя. Устройство возвращается по USB утилитой FM-1-transporter (github.com/kurogedelic/FM-1-transporter). Процедура дольше, и на живом железе она не проверялась.

3. Экран и управление

Экран FM-1 — 240 × 240 точек. ARTIHIVE использует устойчивую вертикальную сетку: сверху заголовок и статус, затем увеличенная графика, ниже компактные ручки, в самом низу — восьмиугольные контакты.

4.1. Полосы экрана

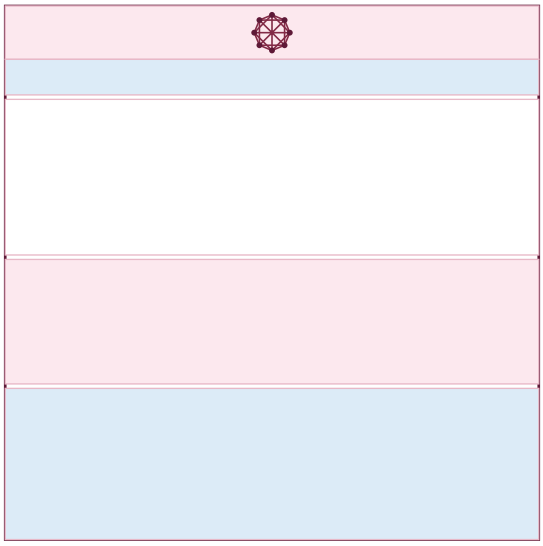


Схема расположения полос. Контакты всегда внизу, компактные ручки над ними, а увеличенное верхнее поле отдано осциллографу и схемам.

Полоса	Строки	Что показывает
Заголовок	0–23	Имя страницы, знак инструмента, номера голоса (V) и пары (P)
Строка состояния	24–39	Сообщение, состояние транспорта или имя пресета; справа номер пресета
Графика	42–111	Осциллограф, SHARP, LFO, маршрутизация, огибающие, delay и Signal Web
Ручки	114–169	Четыре уменьшенные ручки: подпись сверху, значение снизу

Полоса	Строки	Что показывает
Контакты	172–239	Восемь металлических восьмиугольников с внутренними огибающими

4.2. Заголовок и знак инструмента

Слева — имя текущей страницы. **По центру оси экрана** — знак ARTIHIVE: восемь точек по кольцу и два повёрнутых квадрата. Точки — голоса, квадраты — связи между парами: один соединяет 12 → 34 → 56 → 78, второй повёрнут на восьмую оборота. Это ровно та архитектура, которая звучит внутри.

Под знаком стоит **название ARTIHIVE**, набранное мелким шрифтом 5×7 — основной шрифт экрана для этой места слишком высокий и попал бы в строку состояния. Знак и надпись отцентрованы на точку 120, середину экрана; вся группа занимает строки 0–23 и никогда не пересекается со строкой состояния. Страница задержки подписана коротко, **MOD DEL**, чтобы имя не теснило знак.

Все надписи экрана держат единое поле **8 точек** от левого и правого края. Имя страницы и строка состояния начинаются на одном столбце, числа — прижаты к общему правому краю, четыре ручки делят рабочую ширину на равные ячейки. Полоса сенсоров отцентрована отдельно, с полами по 5 точек.

Справа — **V** и **P**: номер голоса (1–8) и номер пары (1–4), которые вы редактируете. Их меняют энкодеры SELECT и ALGORITHM; касание контакта также выбирает голос. Помните: TUNE и FINE относятся к **голосу**, а SHARP и MOD — к **паре**, то есть сразу к двум голосам.

4.3. Строка состояния

Показывает, по приоритету:

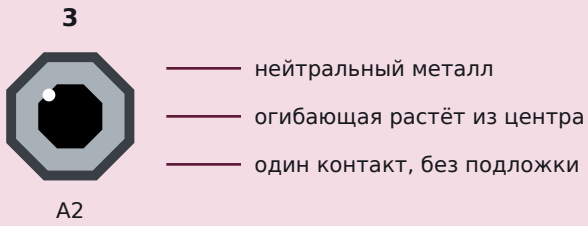
1. **Сообщение** — живёт 1,6 секунды: SAVED TO USER, STEP BANK SAVED, OCTAVE UP, COLOUR NEXT и подобные.
2. **Состояние транспорта** — RUN, STOP, LEARN и активный паттерн STEP.
3. **Имя пресета** — в остальное время.

Справа — номер пресета (1–24). На странице OUTPUT там вместо него версия прошивки, например **2.0.4**.

4.4. Ручки

Четыре ручки на экране соответствуют физическим **KNOB 1–4**. Сверху подпись параметра, снизу его значение. Положение указателя — примерно 270° хода, от нижнего левого края. Двухпозиционные параметры STRUCT, TOT FB, FAST, HYPER LFO MODE, LFO SPACE DIR и MOD DEL SOURCE/WAVE являются направленными: вращение вправо выбирает правое значение, влево — левое; продолжение в ту же сторону не перебирает состояния. Они рисуются без промежуточных положений.

4.5. Сенсоры



Один металлический восьмиугольник без фоновой площадки. Огибающая встроена внутрь контакта; в ULTRAVIOLET её индикация чёрная.

Каждому голосу соответствует один компактный контакт. Над ним — номер голоса, под ним — нота TUNE. Цветная область появляется в центре и растёт к восьми граням пропорционально текущему уровню огибающей.

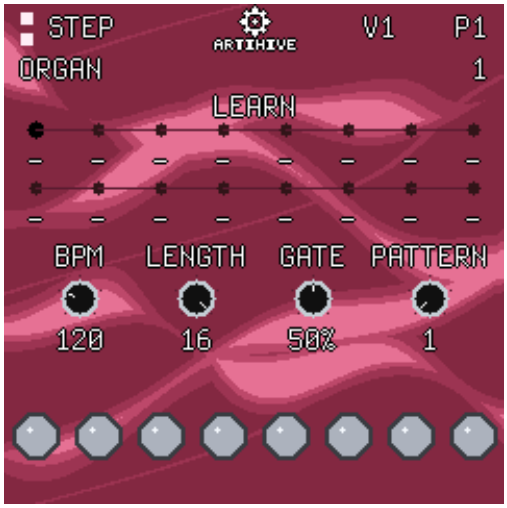
- **Точка рядом с номером** — голос защёлкнут и звучит как дрон.
- **Внутренний восьмиугольник** — уровень огибающей; отдельной полоски больше нет.
- **Металлический ободок и блик** остаются нейтральными во всех двенадцати темах.

4.6. Осциллограф и новая вертикальная сетка

На VOICE сверху расположен реальный осциллограф монофонического выхода после дисторшна и DC-фильтра. Он хранит 128 отсчётов, показывает 112 и имеет повышенный вертикальный gain. Пики могут выходить за условное поле, но защищённый зазор не даёт им перекрывать четыре компактные формы SHARP. Ниже идут уменьшенные ручки и контакты.

Подсветка клавиш повторяет экран: нижняя клавиша горит, пока голос звучит, верхняя — пока он защёлкнут. Незанятый голос редактирования подсвечен слабо.

4.7. STEP: пошаговый секвенсор



STEP: десять паттернов для нот, аккордов и пауз; каждое событие хранит записанную октаву.

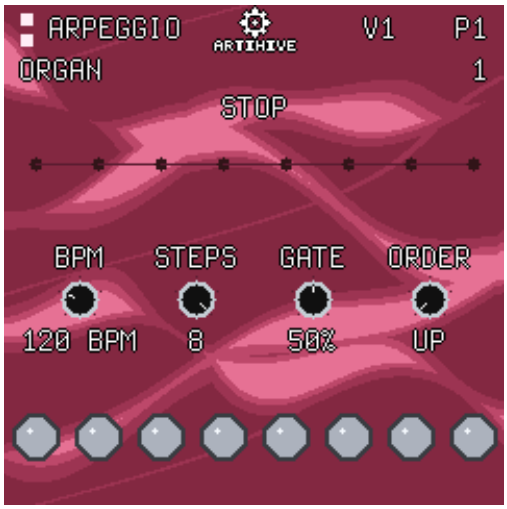
Коротко нажмите **SEQ**, чтобы открыть STEP. Новые банки пустые. PLAY запускает и останавливает транспорт; после остановки указатель немедленно возвращается к шагу 1. BPM задаёт 10…400, LENGTH — 1…16 шагов, GATE — 1…100%, PATTERN — 1…10.

Действие	Комбинация
Выбрать паттерн 1…10	SEQ + одна из первых десяти чёрных клавиш
Записать ноту или аккорд	При остановке сыграть событие на текущем шаге
Записать REST в POLY	SEQ + крайняя правая чёрная клавиша
Перейти по шагам	При остановке: SEQ + OCT− / OCT+
Переключить DRONE/POLY	SEQ + HOME
Сохранить весь банк	Удерживать SAVE на странице STEP

Для цепочки удерживайте SEQ и нажимайте чёрные клавиши паттернов в нужной последовательности. Новая цепочка заменяет старую, зацикливается и показывает активный паттерн на экране и ручке. STEP воспроизводит записанные октавы. Изменение октавы ручной POLY-игры во время транспорта не меняет высоту секвенции.

> **Три слоя**
> При включённых FREEZE + ARP/STEP + POLY можно создать три слоя музыкальной идеи.

4.8. ARP: арпеджиатор



ARPEGGIO: готовые порядки, CHROM RND и транспорт DRONE/POLY.

Короткий ARP открывает страницу; ARP + HOME переключает DRONE/POLY; удержание ARP более 0,7 с выбирает следующую тему. PLAY всегда запускает или останавливает ARP в POLY. Доступны UP, DOWN, PEND, RND, ALT UP, ALT DN, OUT-IN, IN-OUT и CHROM RND. CHROM RND работает только в POLY.

ARP и STEP используют сэмпл-точный транспорт, сохраняют введённые октавы и разносит события между участниками FM-пар. При изменении ручной POLY-октавы работающая последовательность сохраняет высоту.

4. Как играть

5.1. Сенсоры не задают высоту

Это главное, что нужно принять. **Клавиши не транспонируют голос.** Восемь нижних белых клавиш — это восемь сенсоров. Каждый голос звучит на своей настройке TUNE, а клавиша только открывает огибающую. Нажали первую — зазвучал голос 1 своей нотой; нажали восьмую — зазвучал голос 8 своей нотой. Строй задаётся на странице DRONE, а не клавиатурой.

Поэтому игра здесь — это выбор **сочетания голосов** и работа с модуляцией. Восемь сенсоров дают 256 сочетаний, и каждое звучит по-своему, потому что голоса влияют друг на друга.

5.2. Карта клавиш



В DRONE первые восемь белых клавиш — сенсоры, следующие восемь — индивидуальные переключатели дрона. В POLY все 27 физических клавиш играют хроматически. В STEP первые десять чёрных клавиш выбирают паттерны.

Клавиши	Действие
Нижние 8 белых	Сенсоры голосов 1–8: нажал — звучит, отпустил — спад
Следующие 8 белых	Защёлки: нажал — голос звучит постоянно, нажал снова — снял
Чёрные клавиши	POLY: полутона; STEP: выбор паттернов и REST

Касание сенсора заодно **выбирает голос для редактирования**: номер V и P в заголовке переключаются на него. Удобно: тронули площадку — и сразу крутите её TUNE.

5.3. Защёлки, PLAY и SWARM

Орган	Что делает
Верхняя белая клавиша	Независимо включает или выключает дрон одного голоса
PLAY вне ARP/STEP	В DRONE включает или выключает все восемь голосов
PLAY в ARP/STEP	Запускает или останавливает транспорт
REC > 0,7 с	SWARM: аудиореактивное клеточное поле и плавные независимые траектории параметров; отпускание возвращает интерфейс
SAVE + REC	Отменяет последний сеанс SWARM
CC 64 / CC 120 / 123	Управление всеми дронами по MIDI

Верхний ряд индивидуальных переключателей дрона сохранён. Короткий REC не назначен.

5.4. HOLD — сколько инструмента остаётся звучать

HOLD на странице ENV задаёт **минимальный уровень** голоса. Даже когда сенсор отпущен и защёлка снята, голос не затухает ниже этого уровня. При HOLD выше нуля инструмент звучит всегда — это и есть дрон.

Зависимость квадратичная: первая половина хода почти не слышна, основная часть громкости набирается в конце. Максимум — около **79 %** полной шкалы, чтобы восемь таких голосов не загнали выход в перегрузку. HOLD задаётся на **пару**: 12, 34, 56 или 78. Оба голоса пары используют один пол громкости.

5.5. Голос и пара

Инструмент различает три уровня: **голос** (1–8), **пара** (1–4) и **весь инструмент**. Это важно, потому что параметры относятся к разным уровням.

Уровень	Параметры	Чем выбирать
Голос 1–8	TUNE, FINE, FAST, REL, ATK	Энкодер SELECT, касание сенсора
Пара 1–4	SHARP, MOD, SOURCE, HOLD	Энкодер ALGORITHM; следует за голосом
Группа 1–4 / 5–8	PITCH	Хранится в пресете
Весь инструмент	LFO, дилей, DRIVE, DRIFT, PRESS, STRUCT, TOT FB	—

Пара всегда следует за голосом: выбрали голос 5 — редактируется пара 3. Энкодер ALGORITHM позволяет менять пару независимо, но при следующем выборе голоса она снова подстроится.

5.6. Транспонирование

OCT− и **OCT+** сдвигают весь строй на полутон, диапазон **±24 полутона**. Это не сдвиг клавиатуры — сдвигаются сами настройки всех голосов, их взаимная расстройка сохраняется. Транспонирование сохраняется между включениями, но **не записывается в пресет**: это отдельное состояние инструмента.

5. Страницы и параметры

Шесть страниц, на каждой четыре ручки. Кнопки страниц подсвечиваются, когда страница открыта. Ниже — каждая страница подробно: что делает каждый параметр, в каком диапазоне и что слушать.

Кнопка	Страница	KNOB 1	KNOB 2	KNOB 3	KNOB 4
HOME	DRONE	TUNE	FINE	SHARP	MOD
EDIT	FM ROUTE	SOURCE	MOD	STRUCT	TOT FB
ENV	ENVELOPE	FAST	REL	HOLD	ATK
LFO	HYPER LFO	FREQ A	FREQ B	MODE	LINK
FX	MOD DEL	TIME 1	TIME 2	FB	MIX
FX ещё раз	MOD DEL / MOD	MOD 1	MOD 2	SOURCE	WAVE
GLO	OUTPUT	DRIVE	D MIX	DRIFT	PRESS

6.1. DRONE — высота и характер голоса



Страница DRONE. Сверху — реальный осциллограф и компактные SHARP, ниже ручки и восьмиугольные контакты.

Ручка	Параметр	Диапазон	Уровень
KNOB 1	TUNE	MIDI 8…127, ≈13 Гц … 12,5 кГц	голос
KNOB 2	FINE	0…99 (до ≈98 центов)	голос
KNOB 3	SHARP	0…127	пара
KNOB 4	MOD	0…127	пара

TUNE и FINE

Своя высота каждого голоса. TUNE шагает полутонами и показывает ноту (например A1, E3), FINE подстраивает внутри полутона. Строй намеренно не привязан к сетке: **самое интересное начинается, когда голоса расстроены на десятки центов** — тогда появляются биения, и звук начинает дышать.

Практический приём: настройте два голоса пары в унисон, затем уведите FINE одного на 10–20. Услышите медленное биение. Разведите на 30–50 — биение станет быстрым и жёстким.

SHARP

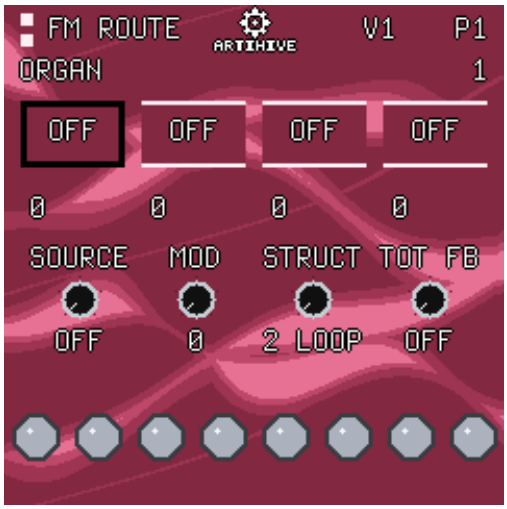
Форма волны пары: от треугольника при 0 к квадрату при 127. В версии 2.0.4 оба конца диапазона строятся через PolyBLEP: коррекция следует за мгновенной частотой с учётом FM, поэтому на верхах меньше алиасинга. Заодно меняется характер модуляции: на высоких значениях FM становится резкой и металлической, на низких — мягкой и певучей. Это ближайший аналог «тембра» в этом инструменте.

MOD

Глубина модуляции пары — насколько сильно модулятор тянет частоту этой пары. Тот же параметр доступен на странице FM ROUTE, это одна и та же величина. Около максимума модуляционная петля начинает самовозбуждаться. **Это не поломка, это инструмент.**

> **Что показывает тело страницы**
> Четыре маленькие формы волны — по одной на пару, чтобы видеть, насколько острой стала каждая. Пара, которую вы редактируете, нарисована ярче остальных.

6.2. FM ROUTE — кто кого модулирует



Страница FM ROUTE. Четыре индикатора показывают режим и числовой MOD без названий пар; выбранная пара выделена полной рамкой: чёрной в BLUSH VEIN и красной в PORCELAIN.

Ручка	Параметр	Значения	Уровень
KNOB 1	SOURCE	OFF · FM · LFO	пара
KNOB 2	MOD	0…127	выбранная пара
KNOB 3	STRUCT	2 LOOP · RING	весь инструмент
KNOB 4	TOT FB	OFF · ON	весь инструмент

SOURCE — источник модуляции пары

- **OFF** — пара звучит чисто, без внешней модуляции. Хорошая отправная точка.
- **FM** — модулятор приходит от другой пары по схеме STRUCT. Это перекрёстная частотная модуляция, основа металлического и колокольного звука.
- **LFO** — пару ведёт гипер-LFO. Если включён TOT FB, вместо LFO в модуляцию идёт выход инструмента.

STRUCT — схема связей



Две схемы перекрёстной модуляции. Стрелка показывает, какая пара модулирует какую.

2 LOOP — две независимые замкнутые петли: 12 ↔ 34 и 56 ↔ 78. Звук разделяется на две связанные группы, слышно два центра.

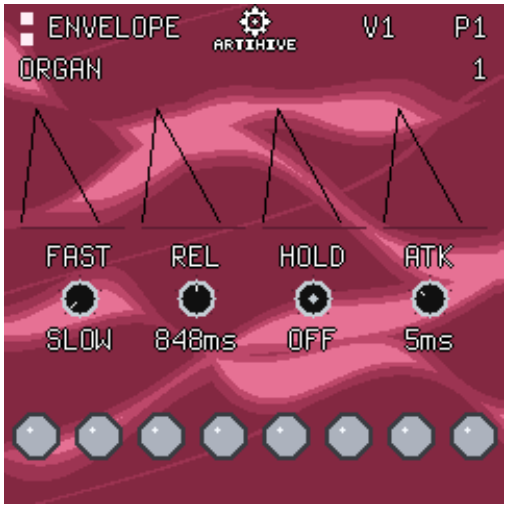
RING — одно большое кольцо на все восемь голосов: 78 → 12 → 34 → 56 → 78. Всё связано со всем, звук заметно связнее и хаотичнее, легче срывается в самопроизвольное поведение. Разница слышна сразу, это один из самых выразительных переключателей.

Схема действует только на пары с **SOURCE = FM**. Если у пары источник OFF или LFO, в кольце она участвует как источник для других, но сама модуляцию не принимает.

TOT FB — общая обратная связь

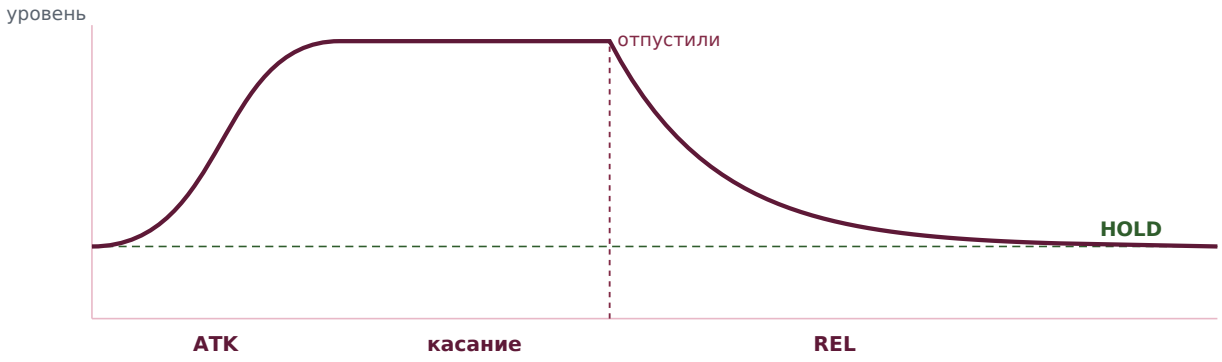
Вместо сигнала гипер-LFO в модуляцию пар с SOURCE = LFO идёт **выход инструмента** после тракта. Это самый прямой путь к рычащему самопроизвольному звуку: система замыкается сама на себя. Начинайте с небольшого MOD и поднимайте осторожно — на больших значениях громкость растёт быстро.

6.3. ENVELOPE — как голос входит и уходит



Страница ENVELOPE. В теле — огибающие выбранных голосов и уровень HOLD.

Ручка	Параметр	Диапазон	Уровень
KNOB 1	FAST	SLOW · FAST	выбранный голос
KNOB 2	REL	8,00 с…93 мс / 54…2 мс, инверсно	выбранный голос
KNOB 3	HOLD	0…127, квадратично	выбранная пара
KNOB 4	ATK	0…127, ≈2 мс … 743 мс	выбранный голос



Огибающая: нарастание ATK, удержание пока палец на сенсоре, спад REL и пол HOLD, ниже которого голос не опускается.

> **Область действия в 2.0.4**
> FAST, REL и ATK принадлежат выбранному голосу V1…V8; HOLD принадлежит выбранной паре 12, 34, 56 или 78. При миграции старый FAST/REL пары копируется обоим голосам, старый общий ATK — всем восьми, а старый HOLD группы — двум соответствующим парам.

Почему REL может быть почти не слышен
REL спускает голос только до пола **HOLD**. В заводском DRONE MASS HOLD=96: экран показывает 45 % полной шкалы, что составляет около 84 % уровня нажатого голоса. Поэтому спад мал, а дилей способен даже нарастать. Белый склон на экране упирается в янтарную линию HOLD; при вращении REL появляется HOLD MASKS REL.

FAST и REL — важное отличие от привычной логики

REL работает инверсно
Чем **выше** значение REL, тем **короче** спад. Это особенность параметра: REL = 0 — самый длинный спад в диапазоне, REL = 127 — самый короткий. Экран версии 2.0.4 показывает уже реальное время, поэтому числа 0…127 угадывать не нужно.

В 1.1 огибающая считается в Q31, а коэффициент спада берётся из целочисленной таблицы. Это даёт честные длинные хвосты: SLOW доходит до 8 секунд до порога −60 дБ, а не обрывается на сотнях миллисекунд. FAST оставлен для коротких перкуссионных уходов.

FAST переключает диапазон спада выбранного голоса. Измеренные значения — время затухания от полного уровня до примерно −60 дБ:

Режим	REL = 0	REL = 64	REL = 127
FAST	≈54 мс	≈9 мс	≈2,4 мс
SLOW	≈8000 мс	≈860 мс	≈93 мс

SLOW даёт спад до примерно 8 секунд, FAST — короткий перкуссионный спад. Долгое звучание в этом инструменте делается не огибающей, а **HOLD** и защёлками. Для перкуссионных, щипковых атак берите FAST; для мягких уходов — SLOW и REL ближе к нулю.

HOLD

Разобран в пункте 5.4: общий пол громкости для выбранной пары. Квадратичная характеристика, максимум ≈79 % шкалы. Это главная ручка «сколько инструмента звучит без меня».

ATK

Время нарастания выбранного голоса. Каждый из восьми голосов хранит собственный ATK. Характеристика нелинейная: основная часть диапазона лежит в верхней четверти хода.

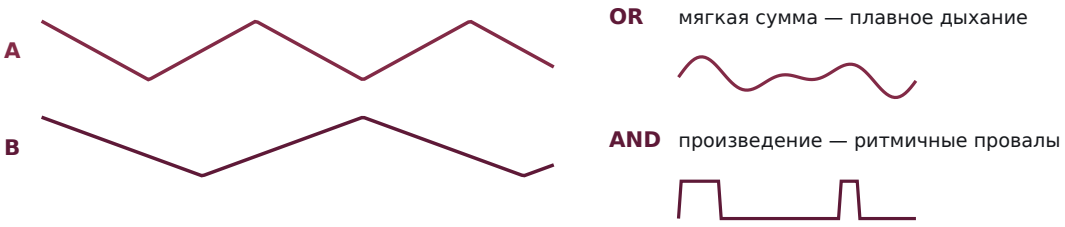
ATK	0	32	64	96	127
Время	≈2,2 мс	≈3,8 мс	≈8,7 мс	≈35 мс	≈743 мс

6.4. HYPER LFO — два генератора вместо одного



Страница HYPER LFO. В теле — оба генератора и результирующая форма.

Ручка	Параметр	Диапазон	Уровень
KNOB 1	FREQ A	0…127, ≈0,08 … 21,6 Гц	весь инструмент
KNOB 2	FREQ B	0…127, ≈0,08 … 21,6 Гц	весь инструмент
KNOB 3	MODE	OR · AND	весь инструмент
KNOB 4	LINK	0…127	весь инструмент



LINK: генератор A подстраивает частоту B — период перестаёт повторяться.

Два генератора и два способа их объединить.

FREQ A и FREQ B

Частоты двух независимых генераторов. Шкала квадратичная, музыкальная: низ хода — очень медленные волны, верх — уже звуковой диапазон.

Значение	0	16	32	64	96	127
Частота	0,08 Гц	0,42 Гц	1,45 Гц	5,6 Гц	12,4 Гц	21,6 Гц

Ставьте частоты **не кратными друг другу** — например 22 и 31. Тогда суммарный рисунок долго не повторяется. Одинаковые частоты дают простой синхронный пульс.

MODE — OR или AND

OR — непрерывная сумма двух треугольных генераторов. Она не использует скачущие квадратные знаки, поэтому восходящая граница цикла не должна щёлкать. Подходит для плавных модуляций высоты и времени задержки.

AND — исходная ступенчатая логическая форма с чёткими плато и почти секвенсорным рисунком на быстрых частотах. Сохранён быстрый переход 1/8, а индикатор показывает реальную ступенчатую форму. При MOD DEL SOURCE=LFO и WAVE=SQR отдельно сглаживается движение delay head: переход к новому времени занимает около 46 мс, не меняя плоские плато

квадратного LFO.

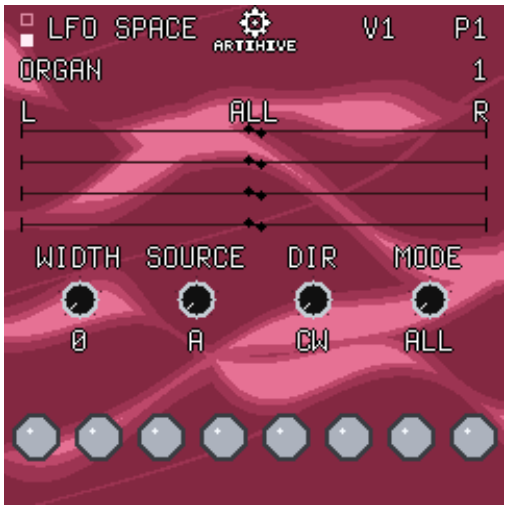
> **Устойчивость под полной нагрузкой**
> В DRONE MASS восемь голосов используют PolyBLEP только в реально нужных окнах фронта. Автосохранение flash ждёт полной тишины и не останавливает активный дрон. ARPEGGIO планируется аудиопрерыванием каждые 128 сэмплов и не зависит от LCD. При семи-восьми активных голосах экран обновляется с постоянной частотой около 10 кадров/с, при меньшей нагрузке — около 16 кадров/с; это оставляет предсказуемый запас общей RAM-шины для звука.

LINK

Генератор A подстраивает частоту генератора B. При LINK = 0 они независимы; с ростом период перестаёт точно повторяться, появляется «живая» неустойчивость. Это самый простой способ убрать механистичность из модуляции.

> **Куда идёт гипер-LFO**
> В частоту пар, у которых **SOURCE = LFO** (и TOT FB выключен), а также в **время линий задержки**, если на подстранице MOD DELAY источник модуляции стоит в LFO. Один генератор ведёт сразу несколько мест — от этого система и кажется живой.

LFO SPACE — стереовращение



Повторное нажатие LFO: четыре пары вращаются в стереополе.

Повторное нажатие **LFO** открывает LFO SPACE; следующее возвращает HYPER LFO. Новые буферы не используются: к существующей стереоразнице дилея добавляется ограниченная боковая составляющая пар.

Ручка	Параметр	Значения	Назначение
KNOB 1	WIDTH	0…127	глубина движения; 0 полностью отключает функцию
KNOB 2	SOURCE	A · B · OUT	источник движения
KNOB 3	DIR	CW · CCW	направление
KNOB 4	MODE	ALL · PAIR · ALT	вместе, четверти цикла или чередование

Четыре горизонтальные дорожки сверху вниз соответствуют парам 12, 34, 56 и 78, но цифровые подписи убраны: линии занимают всю безопасную ширину x=8…231. Двойной маркер показывает фактическое положение пары между L и R, а маленькая стрелка — мгновенное

направление. ALL движет строки вместе, PAIR разносит их на четверть цикла, ALT зеркально разворачивает соседние пары. Индикатор читает мониторные коэффициенты прямо из аудиотракта и не пересчитывает LFO.

Сплошной фон не рисуется: текстура выбранной темы остаётся видимой. В Blush Vein графика чёрная; в остальных темах используются контрастно-адаптивные цвета. При WIDTH = 0 все маркеры стоят в центре, а аудиовыход побайтно совпадает с 1.3.3.

6.5. MOD DELAY — две линии, играющие друг другом



Страница MOD DELAY. В теле — две линии с их длиной в миллисекундах.

Нажмите **FX**, чтобы открыть страницу. Нажмите **FX ещё раз**, чтобы перейти на подстраницу модуляции; третье нажатие вернёт обратно.

> **SCL — FREEZE**
> Кнопка **SCL** останавливает запись новых отсчётов в обе линии, но указатель продолжает обходить кольцевые буферы: уже записанный материал повторяется. Светодиод SCL и строка FREEZE показывают режим. Загрузка пресета снимает FREEZE. Дополнительная память не используется.

Ручка	Параметр	Диапазон	Подстраница
KNOB 1	TIME 1	0…127, 0,023 … 2039 мс (квадратично)	основная
KNOB 2	TIME 2	0…127, 0,023 … 2039 мс (квадратично)	основная
KNOB 3	FB	0…127	основная
KNOB 4	MIX	0…127	основная
KNOB 1	MOD 1	0…127	модуляция
KNOB 2	MOD 2	0…127	модуляция
KNOB 3	SOURCE	LFO · SELF	модуляция
KNOB 4	WAVE	TRI · SQR	модуляция



Каждая линия слушает другую. Время играет LFO или собственный выход линии (SELF).

Перекрёстная обратная связь: линия 1 слушает линию 2 и наоборот.

TIME 1 и TIME 2

Длина двух линий задержки, от одного сэмпла (0,023 мс) до 2039 мс. Ёмкость каждой линии — 2177 мс, модуляция добавляет до ±92 мс. Значения на экране показаны в миллисекундах.

> **Новая шкала TIME, введённая в 1.3.3**
> Шкала квадратичная: внизу доступен comb/resonator, наверху сохранены 2,039 с. Заводские пресеты пересчитаны для прежнего звучания. Пользовательские слоты целы, но их числовые TIME интерпретируются по новой кривой.

Чтобы две длинные линии поместились в память FM-1, отсчёты хранятся как линейный 12-битный PCM: два отсчёта в трёх байтах. Обе линии занимают 288 000 Б пула; в 16-битном виде им потребовалось бы 384 000 Б, что больше доступных 344 064 Б. Интерполяция дробного времени и перекрёстная обратная связь сохранены.

Значение	0	32	64	96	127
Время	0,023 мс	129 мс	518 мс	1165 мс	2039 мс

Обязательно делайте времена разными. Одинаковые линии дают простое эхо; разные — живое движение и широкую стереокартину. Короткие времена (12–40 мс) работают как хорус и металлический резонатор, средние — как реверберация, длинные — как ритмическое эхо.

FB — обратная связь

Насколько сильно линии кормят друг друга. Коэффициент петли равен FB × 300 / 32768; единица достигается при **FB ≈ 109**. Из-за фильтрации в петле слышимое самовозбуждение начинается раньше. Выше этой точки дилей звучит сам, даже когда голоса молчат.

> **Осторожно с громкостью**
> Самовозбуждающийся дилей плюс ненулевой HOLD — это звук, который не затухает сам. Убавляйте FB или MIX, а не только громкость наушников. Ограничитель в тракте мягкий и не даёт цифровой перегрузки, но уровень может стать высоким.

MIX

Подмешивание обработанного сигнала к чистому. При 127 — примерно единичный уровень обработанного сигнала, чистый при этом остаётся. Дилей здесь не «вставка», а часть обратной связи инструмента.

MIX и FB изменяются через короткое посэмпловое сглаживание: добавление wet-сигнала или feedback не вводит мгновенный скачок уровня и не должно щёлкать.

MOD 1 и MOD 2, SOURCE, WAVE

Глубина модуляции времени каждой линии. Модулировать можно двумя разными источниками:

- **SOURCE = LFO** — время ведёт гипер-LFO. Плавное плавание высоты, хорус, «плёночное» биение.
- Вращение KNOB 3 вправо выбирает и удерживает **SELF**, влево — выбирает и удерживает **LFO**; продолжение вращения в том же направлении не перебирает значения. **SOURCE = SELF** — линия модулирует своё время собственным выходом. Это самый непредсказуемый режим: связь становится нелинейной, звук начинает булькать и рычать.

WAVE выбирает, какая форма гипер-LFO идёт в модуляцию: **TRI** — сумма треугольников, плавно; **SQR** — результат AND, ступенчато. В режиме SQR время линии скачет между двумя значениями, получается почти секвенсор.

6.6. OUTPUT — дисторшн и характер



Страница OUTPUT. В теле — цветная сеть восьми голосов; в строке состояния — нагрузка CPU.

CPU 0…100 % — измеренное время аудиообработки относительно бюджета блока. 100 % означает, что свободного времени до следующего блока не осталось; число сглажено.

Signal Web: восемь точек — голоса; короткие цветные связи — пары; внутренняя сеть — модуляционные связи; внешний контур появляется при TOTAL FB. Цвета пар: 12 янтарный, 34 голубой, 56 пурпурный, 78 зелёный. В центре без рамки показан источник FB или LFO.

Ручка	Параметр	Диапазон	Уровень
KNOB 1	DRIVE	0…127, до ≈6,9× (≈16,8 дБ)	весь инструмент
KNOB 2	D MIX	0…127	весь инструмент
KNOB 3	DRIFT	0…127, до ≈±5 центов	весь инструмент
KNOB 4	PRESS	1…127	весь инструмент

DRIVE и D MIX

Дисторшн стоит **после** дилея, в самом конце тракта. DRIVE поднимает уровень на входе ограничителя, D MIX подмешивает результат к чистому сигналу. Смешивание сохраняет низ: на D MIX около половины слышно и рык, и основу.

Характеристика мягкая: при малых сигналах усиление единичное, искажение нарастает плавно. Это не «фузз», а скорее насыщение ленты или лампы.

DRIFT

Медленный независимый уход высоты каждого голоса — «дыхание» аналогового типа. У каждого голоса свой темп дрейфа, поэтому голоса расходятся и сходятся сами. На максимуме глубина около **±5 центов**: этого достаточно, чтобы биения ожили, но строй не развалился. При 0 строй абсолютно стабилен.

PRESS

> **Что на самом деле делает PRESS**
> PRESS — это **фиксированный уровень**, с которым звучит голос от нажатия клавиши на панели. Прошивка не получает силу нажатия с клавиатуры FM-1, поэтому уровень берётся из этого параметра. По MIDI уровень берётся из **velocity самой ноты**, и PRESS на него не влияет.

Практически: PRESS задаёт, насколько громко инструмент отвечает на клавиши. Меньше значение — тише отклик и мягче модуляция; больше — плотнее звук. Диапазон 1…127, нулевого значения нет, чтобы клавиша всегда давала звук.

Индикаторы страницы

- **LEVEL** — уровень на выходе. Яркая полоса у правого края означает приближение к полной шкале: убавьте MOD, FB, DRIVE или MIX.
- **CPU 0–100%** — сглаженная доля бюджета аудиоблока. 100% означает, что запаса времени обработки не осталось; на хост-эмуляторе показывается 0%.
- **2.0.4** в правом верхнем углу строки состояния — версия прошивки.

---

6. Пресеты и сохранение

8.1. Выбор пресета

Энкодер **PRESETS** листает 21 позицию: 13 заводских и 8 пользовательских. Номер и имя видны в строке состояния. Список замкнут: после U8 идёт первый заводской. U1–U8 занимают номера 14–21.

> **Смена пресета снимает защёлки**
> При загрузке пресета все защёлки снимаются, чтобы новый звук не вступил на полной громкости восьми голосов. Если стоит ненулевой HOLD, инструмент продолжит звучать — это свойство пресета, а не незакрытая защёлка.

8.2. Заводские пресеты

№	Имя	Характер и с чего начать
1	ORGAN	Восемь голосов без модуляции, HOLD в нуле. Чистые биения. Слушайте, как расстроенные пары дышат
2	DRONE MASS	Загружается при включении. Плотный дрон с FM и общей связью. Нажмите PLAY
3	FM BELLS	SOURCE = FM, MODE = AND. Металлические колокола. Поднимите MOD — поплывут
4	SLOW TIDE	Медленный гипер-LFO, длинные линии дилея. Дыхание, прилив
5	GHOST PAIR	Пары чуть расстроены, источники чередуются. Призрачные биения
6	SUB MASS	Низкий строй, первая группа опущена на октаву. Тяжёлая основа
7	SHIMMER	Высокий строй, длинный спад, много LFO. Мерцание
8	SEA BED	HOLD на максимуме, очень медленный LFO, длинные линии. Гул морского дна
9	CHOIR	Источник LFO у всех пар, средний строй, большой вибрато. Хоровое звучание
10	PENDULUM	Одинаковые MOD и SHARP у всех пар, AND без LINK. Ровный маятник
11	VOID	Низкий строй, HOLD на максимуме, очень медленный LFO, почти максимум FB. Пустота
12	GLASS	Самый высокий строй, малый SHARP, большой MOD. Стеклянные колокольчики
13	INIT	Нейтральная заготовка: модуляции в нуле, HOLD в нуле. С неё удобно строить своё

8.3. Пользовательские слоты

Восемь слотов, **U1…U8**. При первом запуске они заполняются копией пресета INIT.

Действие	Как
Выбрать слот	Короткое нажатие SAVE — следующий слот по кругу
Записать звук	Удерживайте SAVE дольше 0,7 секунды
Что попадёт в слот	Все параметры звука: строй, пары, огибающие, LFO, дилей, дисторшн
Имя слота	Всегда U1…U8 по номеру; переименование в версии 2.0.4 не предусмотрено

> **Запись проходит без щелчка**
> Стирание сектора флеша занимает время и могло бы прервать звук, поэтому прошивка на момент записи приглушает выход и сразу восстанавливает его. Короткая пауза в звуке при сохранении — это нормально.

8.4. Что сохраняется само

Отдельно от пресетов инструмент помнит своё состояние: текущий изменённый звук, открытую страницу и подстраницу, выбранный голос и пару, номер пресета и слота, режим страницы, расцветку и транспонирование.

Запись состояния происходит **не сразу**: прошивка ждёт 2,5 секунды после последнего изменения и старается выбрать момент, когда все голоса молчат. Если звук не прекращается, запись произойдёт принудительно через 30 секунд. Поэтому **не выключайте питание сразу после правки** — дайте инструменту несколько секунд.

7. Расцветки

Удержание **ARP** более 0,7 с переключает двенадцать вариантов оформления. Выбор сохраняется вместе с остальными настройками.

№	Расцветка	Панель	Печать
1	Blush Vein	винно-розовая с жилами, стартовая	светлая
2	Deep Blue	синяя	белая
3	Porcelain	белая	чёрная
4	Rose	розовая	чёрная
5	Toxic Green	зелёная	чёрная
6	Ember	оранжевая	чёрная
7	Carbon	чёрная	костяная
8	Ultraviolet	тёмная сине-фиолетовая, однотонная	холодная бело-сиреневая
9	Lavender	пастельно-фиолетовая с сиреневыми жилами	тёмная
10	Lime Veil	пастельно-салатовая с зелёными жилами	тёмная
11	Vanilla	кремовая с молочно-золотистыми жилами	тёмная
12	Pearl Grey	жемчужно-серая с плотными стальными жилами	графитовая

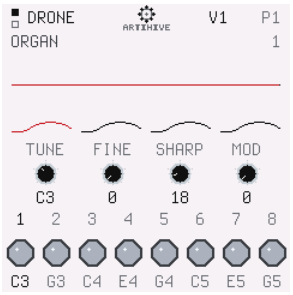
В DRONE на ENVELOPE и SHARP стандартные темы используют чёрный/белый, PORCELAIN — красный/чёрный, CARBON сохраняет прежние цвета, а ULTRAVIOLET показывает выбранную пару белым и остальные сиреневым цветом текста. В POLY все графики чёрные, в PORCELAIN — красные, в CARBON — белые. Контакты остаются нейтральным металлом.



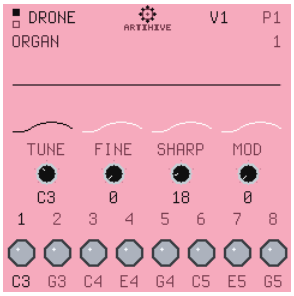
Blush Vein



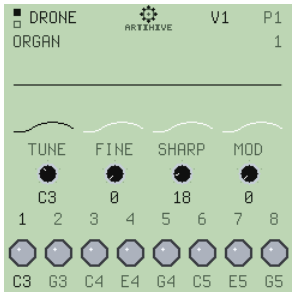
Deep Blue



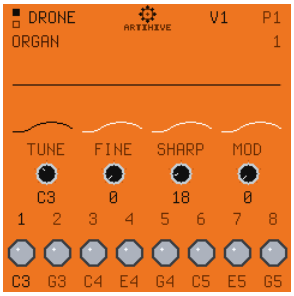
Porcelain



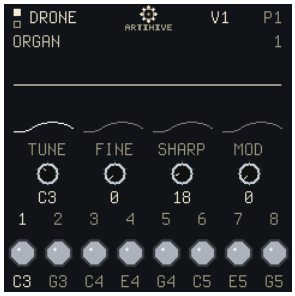
Rose



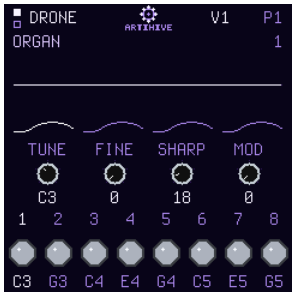
Toxic Green



Ember



Carbon



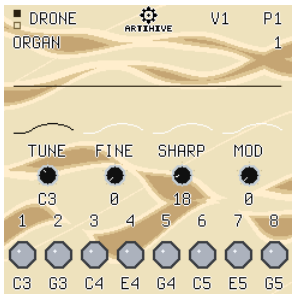
Ultraviolet



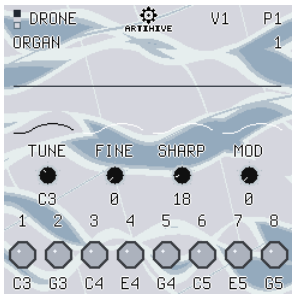
Lavender



Lime Veil



Vanilla



Pearl Grey

Цвета на реальном экране
Оттенки подобраны по фотографиям окрашенных металлических панелей. TFT-экран светится, а не отражает свет, поэтому на живом FM-1 цвета будут выглядеть светлее и чище, чем крашеный металл.

8. MIDI

10.1. Подключение

Работают два входа: **USB** и **TRS MIDI типа A**. Сообщения с обоих входов обрабатываются одинаково. Инструмент также передаёт звук на компьютер по USB как аудиоустройство.

Канал приёма в версии 2.0.4
Приём идёт в режиме **OMNI** — на всех каналах. Выбор канала с панели в версии 2.0.4 не выведен. Исходящие ноты, которые инструмент отправляет при нажатии клавиш, уходят на **канал 1**. Если нужно принимать только один канал, отфильтруйте его на стороне компьютера или MIDI-интерфейса.

10.2. Ноты

Логика та же, что у сенсоров: **номер ноты по модулю 8 выбирает голос**, а высота самой ноты строй не меняет. Голос зазвучит на своей настройке TUNE.

Номер ноты	60	61	62	63	64	65	66	67
Голос	5	6	7	8	1	2	3	4

Дальше рисунок повторяется каждые восемь нот: 68 снова даст голос 5, 72 — голос 1. Одна и та же нота в любой октаве может попасть на другой голос — ориентируйтесь на номер, а не на название ноты.

Проще помнить так: **голос = (номер ноты mod 8) + 1**. Например нота 60 (C4) даёт голос 5, нота 61 — голос 6, нота 64 — голос 1. Velocity задаёт уровень голоса напрямую и не зависит от

параметра PRESS. Note On защёлкивает голос, Note Off снимает.

10.3. Контроллеры

CC	Параметр	Диапазон	Примечание
1	MOD всех пар	0–127	Записывает одно значение сразу в четыре пары
20–23	MOD пар 1–4	0–127	По одному на пару
24–27	SHARP пар 1–4	0–127	Форма волны
28–29	HOLD групп 1–4 / 5–8	0–127	Пол громкости
30	FREQ A	0–127	Гипер-LFO
31	FREQ B	0–127	Гипер-LFO
32	Дилей FB	0–127	Выше ≈109 — самовозбуждение
33	Дилей MIX	0–127	
34–35	TIME 1 / TIME 2	0–127	0,023…2039 мс, квадратично
36	DRIVE	0–127	
37	D MIX	0–127	
38	DRIFT	0–127	
39	Вибрато	0–127	Только по MIDI, с панели не выведено
64	Защёлка всех голосов	0–127	64 и выше — защёлкнуть, ниже — снять
120	All Sound Off	любое	Снимает все защёлки
123	All Notes Off	любое	Снимает все защёлки

Остальные контроллеры игнорируются. Значения выше 127 ограничиваются. Изменения, принятые по MIDI, помечают звук как изменённый и попадают в автосохранение состояния.

10.4. Смена пресетов

Program Change загружает пресет по номеру: 0–12 — заводские 1–13, 13–20 — пользовательские U1–U8. Номера выше 20 загружают первый пресет. Как и при выборе энкодером, защёлки при этом снимаются.

10.5. Что инструмент передаёт

При нажатии и отпускании нижних восьми клавиш инструмент отправляет Note On и Note Off с нотами 60–67 на канал 1. Верхние клавиши-защёлки ничего не передают. Контроллеры инструмент не передаёт — записать автоматизацию ручек в DAW нельзя, можно только управлять инструментом из DAW.

10.6. USB-аудио

Инструмент определяется как USB-аудиоустройство и передаёт на компьютер тот же сигнал, что идёт на его выход: стерео, 44,1 кГц. Это позволяет записывать игру без аналогового кабеля.

9. Режим POLY

Второе нажатие **HOME** на странице DRONE открывает POLY. Повторное HOME возвращает DRONE. В POLY работают все 27 физических клавиш, включая чёрные полутоны; диапазон по умолчанию C3–D5.

Управление	Действие
ROOT	Основная нота C…B
SHARP	Общая форма волны всех восьми голосов
DETUNE	Развод голосов; 0 — равномерная темперация
GLIDE	Legato-портаменто перекрывающихся нот; 0 — мгновенно
OCT− / OCT+	Октава POLY 1…7; в DRONE эти кнопки по-прежнему дают шаг в полутон

Одновременно звучат восемь голосов. Девятая нота забирает самый старый активный голос. Уровень Note On фиксирован на 127. Дроны и HOLD в POLY отключены; PLAY управляет ARP/STEP.

Общая и индивидуальная огибающая

Без удерживаемых клавиш FAST, RELEASE и ATTACK меняются сразу для всех восьми голосов. Если удерживать одну или несколько нот, ручки изменяют только голос последней нажатой ноты, которая всё ещё удерживается. HOLD показывает OFF и ничего не меняет.

Индикация

Под восемью голосовыми сенсорами показываются только названия реально удерживаемых нот. Номера голосов и постоянные подписи строя в POLY не выводятся.

> **Границы POLY 2.0**
> Параметры POLY пока не записываются в пресеты. Входящий MIDI сохраняет совместимую голосовую адресацию DRONE; хроматическое назначение POLY относится к физической клавиатуре. Исходящие нажатия POLY передают настоящие номера нот с velocity 127.

Текстурные темы

В BLUSH VEIN весь текст и логотипы белые с чёрным контуром. В LAVENDER, LIME VEIL, VANILLA и PEARL GREY они чёрные с белым контуром, поэтому разводы не скрывают символы.

10. Компрессор OUT COMP

Повторное нажатие **GLO** переключает OUTPUT между Signal Web и страницей OUT COMP с лёгким stereo-linked компрессором. Оба канала получают один коэффициент усиления, поэтому стереопанорама не смещается.

Ручка	Функция
THRESH	Порог −48…0 dB
RATIO	От 1:1 до 20:1
ATTACK	1…100 ms
RELEASE	20…2000 ms

Шкалы IN, OUT и GR показывают вход, сжатый выход и уменьшение усиления. Метка на IN показывает THRESH. При RATIO 1:1 обработка обходится точно, поэтому старые пресеты звучат побайтно как раньше.

11. Диагностика

Что происходит	Что делать
Нет звука совсем	Проверьте, звучит ли голос: горит ли его нижняя клавиша и поднимается ли линейка огибающей. Нажмите PLAY. Проверьте MIX дилея и D MIX — они подмешивают, а не заменяют. Проверьте кабель и громкость
Звук не прекращается	PLAY снимает защёлки. Если не помогло — HOLD на странице ENV выше нуля: убавьте его у соответствующих пар. Также проверьте FB дилея и TOT FB. По MIDI помогает CC 123
Звук слишком громкий, индикатор LEVEL у края	Убавьте в таком порядке: TOT FB в OFF, FB дилея вниз, MOD пар, DRIVE и D MIX. Восемь защёлкнутых голосов с большим HOLD сами по себе дают высокий уровень
Клавиша нажимается, но высота не меняется	Так и задумано: клавиши не транспонируют. Высоту задаёт TUNE на странице DRONE, общий сдвиг — OCT− и OCT+
Ручка не меняет звук	Проверьте, тот ли голос или пара выбраны: V и P в заголовке. SHARP и MOD относятся к паре, HOLD к паре. SOURCE = OFF отключает модуляцию пары, и MOD тогда не слышен
Модуляция не слышна	Пара должна иметь SOURCE = FM или LFO. При SOURCE = OFF параметр MOD ни на что не влияет
Настройки не сохранились после выключения	Автосохранение ждёт тишины. Дайте инструменту несколько секунд после правки. Надёжный способ — записать в слот: SAVE дольше 0,7 с
Экран не обновляется или полосы наложены	Перезагрузите инструмент. Если повторяется — сообщьте, приложив страницу и расцветку: это ошибка отрисовки, а не звука
Устройство не отвечает после установки	Выключить, зажать OCT−, включить: если приложение стартует, появится UPDATE MODE. Если экран мёртв и OCT− не помогает — восстановление через загрузочный ROM чипа утилитой FM-1-transporter. Подробности в пункте 2.7
Установщик не видит MIDI	Нужен Chrome, Edge или Opera и защищённый контекст. Откройте install.html с диска двойным щелчком или по HTTPS. Закройте DAW. Проверьте, что кабель передаёт данные
Хочу вернуть заводскую прошивку	Скачайте V15 или V16 с сайта M-Vave и установите тем же установщиком: он принимает любой пакет FM-1_...

Если нашли ошибку
Полезно приложить: номер пресета, расцветку, открытую страницу, значения четырёх ручек и что именно вы делали. Для ошибок звука хорошо помогает сохранить состояние в пользовательский слот и описать последовательность нажатий — по нему ошибка воспроизводится на эмуляторе.

12. Технические характеристики

Параметр	Значение
Платформа	M-Vave FM-1, чип JieLi AC791N (WL82), два ядра pi32v2
Также собирается для	M-Vave SMK-37 Pro, Elite, MKE-P37
Голосов	8, в 4 парах и 2 группах по 4
Частота дискретизации	44 100 Гц
Выход	аналоговый стерео и USB-аудио, 16 бит
Арифметика	целочисленная, без плавающей точки; без 64-битного деления
Экран	240 × 240 точек, 12 расцветок
Пресеты	13 заводских + 8 пользовательских
Буфер задержки	2 линии по 96 000 отсчётов, 2177 мс каждая; 12-bit PCM, 288 000 Б на обе
Диапазон строя	MIDI 8...127, ≈13 Гц … 12,5 кГц, подстройка до ≈98 центов
Транспонирование	±24 полутона
Гипер-LFO	2 генератора, ≈0,08 … 21,6 Гц, режимы OR и AND, связь LINK
Вибрато	≈7,2 … 13,7 Гц по голосам, глубина до ≈±2,5 цента, только по MIDI
Дрейф	до ≈±5 центов, свой темп у каждого голоса
MIDI	USB и TRS тип A, приём OMNI, Program Change, 24 контроллера
Идентификатор пакета	FM-1_9620
Лицензия	GPL-3.0-only

14.1. Что проверено

Проверка	Результат
Автотесты платформы, загрузчика, пакетов и установщика	все проходят
Образ пакета для браузера и для Python	совпадает байт в байт
Сборка FM-1 и SMK-37 (Pro / Elite / MKE)	собирается, защиты сборки проходят
Размер приложения	166 496 Б из 581 564 Б
Размер пакета	612 230 Б
Статическая память	21 696 Б из 98 304 Б; пул 330 240 Б из 344 064 Б, запас 13 824 Б
Тайминг аудио-ISR на живом FM-1	не измерен; DSP целочисленный, без 64-битного деления, защиты сборки проходят
Стресс-тест звука: экстремальные FM, FB, дилей	нет NaN и бесконечностей, клиппинг 0 %, пик 29 402 из 32 767
Воспроизводимость сборки	архив исходников пересобран с нуля, .fwsc совпал по SHA-256
Идентификатор FM-1_9620	семейство загрузчика ARTIHIVE; формат пресетов совместим с 1.0
Запуск на живом FM-1	1.1.4 запускалась успешно; звук, экран и энкодеры работали; откат на заводскую прошивку успешен. 2.0.1 запущена и прослушана на физическом FM-1; 2.0.4 успешно запущена на физическом FM-1 и прошла полный автоматизированный набор тестов; исправление MOD DEL LFO/SQR подтверждено; установочные переходы через M Flasher работают

14.2. Как хранятся данные

Настройки и пользовательские пресеты лежат в отдельных секторах флеша, вне области приложения. Калибровка, сопряжение Bluetooth, заводские ресурсы и MAC-адрес защищены и недоступны прошивке. Поэтому обновление ARTIHIVE не сбрасывает ваши данные, а установка другой прошивки семейства не портит их — она просто не найдёт свою магию и начнёт с чистого состояния.

13. Лицензии и благодарности

ARTIHIVE сделан **KHAV при помощи Arena.ai Agent Mode** как эксперимент: проект исследует звуковые, графические и вычислительные возможности небольшого FM-1, а не пытается стать коммерческим продуктом или цифровой копией другого инструмента.

KHAV с благодарностью относится к **SOMA Laboratory** — за её эстетику, смелый подход к звуку и культуру инструментов, которые ведут музыканта к исследованию. Отдельная благодарность **Mike Moreno** за открытость и доступность его кода: возможность читать такие работы делает независимые эксперименты и обучение реальными. Код Mike Moreno в ARTIHIVE не копировался.

Код ARTIHIVE распространяется под **GPL-3.0-only**, полный текст в файле LICENSE внутри архива исходников.

Проект	Вклад
Dinghy, zvenson	Шаблон, на котором построена прошивка; platform.c и всё под ним взяты без изменений
Felucca — Leo Kuroshita (@kurogedelic), Hügelton Instruments	Платформенный слой и транспорт обновления WebMIDI (fm1ota.js, fm1pkg.js)
felucca-bsp	Слой поддержки железа, MPL-2.0
SLOOP, isod89	Носитель платформенного слоя
SOMA Laboratory	Эстетика, подход к звуку и архитектура LYRA-8 — главный источник вдохновения
Mike Moreno	Благодарность за открытость и доступность кода как материала для изучения
Arena.ai Agent Mode	Помощь KHAV в проектировании, реализации, тестировании и документации

ARTIHIVE не является продуктом SOMA Laboratory и не одобрен ею. Ни кода, ни сэмплов, ни прошивки SOMA не использовано. Названия LYRA-8, M-Vave и FM-1 принадлежат их владельцам и упомянуты только чтобы обозначить архитектурное вдохновение и совместимость.

Приложение A. Карта управления

A.1. Кнопки

Кнопка	Действие
HOME	Страница DRONE
EDIT	Страница FM ROUTE
ENV	Страница ENVELOPE
LFO	HYPER LFO; повторное нажатие — LFO SPACE
FX	Страница MOD DEL; повторное нажатие — подстраница модуляции
GLO	Страница OUTPUT
SCL	FREEZE существующих линий задержки: включить / выключить
OCT− / OCT+	Транспонирование всего строя, ±24 полутона
PLAY	Защёлкнуть или снять все восемь голосов
REC коротко	Не назначено
REC > 0,7 с	SWARM; полноэкранное аудиореактивное клеточное поле в цветах текущей расцветки, затем возврат интерфейса
ARP коротко	Открыть страницу ARPEGGIO
ARP > 0,7 с	Следующая расцветка из двенадцати
SEQ коротко	Открыть страницу STEP
SEQ + HOME	Переключить STEP DRONE/POLY
SAVE + REC	Отменить последний сеанс SWARM
SAVE коротко	Следующий пользовательский слот
SAVE дольше 0,7 с	Записать текущий звук в выбранный слот
OCT− при включении	Аппаратный вход в загрузчик, UPDATE MODE

A.2. Энкодеры

Энкодер	Действие
SELECT	Голос для редактирования, 1…8
ALGORITHM	Пара для редактирования, 1…4
PRESETS	Пресет по кругу, 21 позиция
KNOB 1…4	Четыре параметра текущей страницы

A.3. Клавиши

Клавиши	Действие
Первые 8 белых	Сенсоры голосов 1–8; заодно выбирают голос для редактирования
Следующие 8 белых	Защёлки тех же восьми голосов
Остальные	Не задействованы

Приложение Б. Все параметры

Сводная таблица. «Уровень»: Г — голос, П — пара, Гр — группа из четырёх, В — весь инструмент.

Параметр	Страница	Ур.	Диапазон и смысл
TUNE	DRONE	Г	MIDI 8...127, своя высота голоса
FINE	DRONE	Г	0...99, подстройка до ≈98 центов
SHARP	DRONE	П	0...127, треугольник → квадрат
MOD	DRONE / FM	П	0...127, глубина модуляции пары
SOURCE	FM ROUTE	П	OFF · FM · LFO — откуда модулятор
STRUCT	FM ROUTE	В	2 LOOP · RING — схема связей
TOT FB	FM ROUTE	В	OFF · ON — выход в модуляцию вместо LFO
FAST	ENVELOPE	Г	SLOW · FAST — диапазон спада выбранного голоса
REL	ENVELOPE	Г	0...127, инверсно: больше — короче спад
HOLD	ENVELOPE	П	0...127, квадратично, максимум ≈79 % шкалы
ATK	ENVELOPE	Г	0...127, ≈2 мс ... 743 мс
FREQ A	HYPER LFO	В	0...127, ≈0,08 ... 21,6 Гц
FREQ B	HYPER LFO	В	0...127, ≈0,08 ... 21,6 Гц
MODE	HYPER LFO	В	OR · AND — сумма или произведение
LINK	HYPER LFO	В	0...127, A подстраивает частоту B
WIDTH	LFO SPACE	В	0...127, глубина стереовращения
SOURCE	LFO SPACE	В	A · B · OUT
DIR	LFO SPACE	В	CW · CCW
MODE	LFO SPACE	В	ALL · PAIR · ALT
TIME 1 / 2	MOD DEL	В	0...127, 0,023 ... 2039 мс (квадратично)
FB	MOD DEL	В	0...127, единичная петля при ≈109
MIX	MOD DEL	В	0...127, подмешивание дилея
MOD 1 / 2	DELAY / MOD	В	0...127, глубина модуляции времени
SOURCE (дилей)	DELAY / MOD	В	LFO · SELF — кто играет временем
WAVE	DELAY / MOD	В	TRI · SQR — форма модулятора
DRIVE	OUTPUT	В	0...127, до ≈6,9× (≈16,8 дБ)
D MIX	OUTPUT	В	0...127, подмешивание дисторшна
DRIFT	OUTPUT	В	0...127, до ≈±5 центов
PRESS	OUTPUT	В	1...127, уровень отклика на клавиши панели
PITCH	нет	Гр	±24 полутона, только в пресетах
Вибрато	нет	В	0...127, только MIDI CC 39
Транспонирование	OCT− / OCT+	В	±24 полутона, не входит в пресет

Приложение B. MIDI — сводка

Сообщение	Действие
Note On, velocity 1–127	Голос (нота mod 8) + 1 защёлкивается, уровень = velocity
Note Off / Note On с velocity 0	Снимает защёлку этого голоса
Program Change 0–12	Заводской пресет 1–13
Program Change 13–20	Пользовательский слот U1–U8
Program Change выше 23	Загружает пресет 1
CC 1	MOD всех четырёх пар сразу
CC 20 / 21 / 22 / 23	MOD пары 1 / 2 / 3 / 4
CC 24 / 25 / 26 / 27	SHARP пары 1 / 2 / 3 / 4
CC 28 / 29	HOLD группы 1–4 / 5–8
CC 30 / 31	FREQ A / FREQ B
CC 32 / 33	Дилей FB / MIX
CC 34 / 35	Дилей TIME 1 / TIME 2
CC 36 / 37	DRIVE / D MIX
CC 38 / 39	DRIFT / вибрато
CC 64	64 и выше — защёлкнуть все, ниже — снять все
CC 120 / 123	Снять все защёлки
Остальные сообщения	Игнорируются

Приём — OMNI, на всех каналах. Инструмент передаёт только Note On и Note Off с нотами 60–67 на канал 1 при нажатии нижних восьми белых клавиш.

Глоссарий

Термин	Что значит
Голос	Один генератор со своей высотой TUNE и своей огибающей. Всего восемь
Пара	Два соседних голоса: 12, 34, 56, 78. Модуляция и форма волны задаются на пару
Группа	Четыре голоса: 1–4 и 5–8. Сохраняется для совместимости PITCH и MIDI-картирования
Сенсор	Нижняя белая клавиша: открывает огибающую своего голоса, не меняя высоту
Защёлка	Состояние, в котором голос звучит постоянно, без удержания клавиши
Дрон	Долгий непрерывный звук. Основной способ существования этого инструмента
FM	Частотная модуляция: одна пара тянет частоту другой
STRUCT	Схема связей между парами: две петли или одно кольцо
TOT FB	Общая обратная связь: выход инструмента возвращается в модуляцию
HOLD	Пол громкости, ниже которого голос не затухает
Гипер-LFO	Два медленных генератора, объединённые в OR или AND, со связью LINK
Мутация	SEQ коротко: тип параметра у всех голосов/пар; SEQ > 0,7 с: вся страница; SAVE + SEQ: UNDO
Расцветка	Тринадцать собственных вариантов оформления ARTIHIVE
Цент	Сотая доля полутона. 100 центов — полутон
Самовозбуждение	Состояние, когда петля обратной связи звучит без внешнего сигнала
Хост-эмулятор	Программа, исполняющая прошивку на компьютере: тот же звук и тот же экран

Конец руководства. ARTIHIVE 2.0.4 · идентификатор FM-1_9620 · GPL-3.0-only.