

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ NAD C 399 В СОСТАВЕ АСУ ТП

(Профессиональное применение)

Статус устройства: NAD C 399 — это **флагманский стереофонический интегрированный усилитель класса D**, предназначенный для интеграции в системы автоматизации зданий. Устройство предназначено **исключительно для профессионального (не бытового) применения** в составе систем фоновой музыки, конференц-зон, диспетчерских и мультирум-инсталляций. C 399 сочетает в себе усилитель класса D на базе модулей Hypex nCore, используемых в серии Master, с модульной архитектурой MDC2 и профессиональными CI-интерфейсами для интеграции в системы умного дома. **Настройка, интеграция, техническое обслуживание и ремонт** устройства производятся **только специально обученным персоналом**, имеющим допуск к работе с профессиональным AV-оборудованием и системами автоматизации зданий.

Ключевые характеристики для интеграции в АСУ ТП:

Параметр	Значение
Тип усилителя	Class D, HybridDigital nCore (Hypex nCore)
Выходная мощность	180 Вт на канал (8/4 Ом, 20 Гц – 20 кГц)
Динамическая мощность	217 Вт (8 Ом) / 400 Вт (4 Ом)
Коэффициент гармоник (THD)	<0.02%
Соотношение сигнал/шум	>95 дБ
Частотная характеристика	20 Гц – 20 кГц, ±0.3 дБ
DAC	ESS Sabre ES9028, 32 бит/384 кГц

Параметр	Значение
BluOS (с MDC2 BluOS-D)	24 бит/192 кГц, MQA, до 64 зон
Dirac Live	В комплекте с MDC2 BluOS-D (Limited Bandwidth 20-500 Гц), доступен апгрейд
HDMI eARC	Есть, для подключения к телевизору
Bluetooth	Двунаправленный, aptX HD
CI-интерфейсы	RS-232 (DB9), IR IN (3.5 мм), IR OUT (3.5 мм), 12V Trigger IN/OUT
MDC2 слоты	2
Размеры (Ш×В×Г)	435 × 120 × 390 мм
Вес	11.2 кг
Энергопотребление (ожидание)	<0.5 Вт

Ключевое отличие от других усилителей линейки Classic: С 399 — флагман серии Classic, использующий модули Nupex nCore, разработанные для серии Master . Это обеспечивает высочайшее качество звука, сочетающее мощности усилителей класса D с музыкальностью класса АВ. Усилитель оснащен двумя слотами MDC2, двумя независимыми выходами на сабвуфер и всеми профессиональными интерфейсами для глубокой интеграции в АСУ ТП . Для полного раскрытия возможностей интеграции рекомендуется приобретение модуля **MDC2 BluOS-D**, добавляющего BluOS-стриминг, мультирум, Dirac Live и сетевой интерфейс управления .

РАЗДЕЛ 1: МОНТАЖ И ФИЗИЧЕСКОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ

Установка устройства

NAD C 399 имеет полноразмерный корпус и предназначен для профессиональной установки на горизонтальную поверхность в аппаратной стойке или на полку.

Требования к установке:

- Обеспечение вентиляции: устройство имеет вентиляционные отверстия сверху, минимальное свободное пространство — несколько дюймов с каждой стороны и сзади .
- Твердая горизонтальная поверхность без вибраций.
- Температурный режим эксплуатации: от 0°C до 40°C.
- Влажность: от 20% до 80% (без конденсации).
- Вес устройства (11.2 кг) требует использования усиленных полок .
- Обеспечить прямую видимость для ИК-приемника на передней панели или использовать IR IN для подключения к ИК-шлюзу .

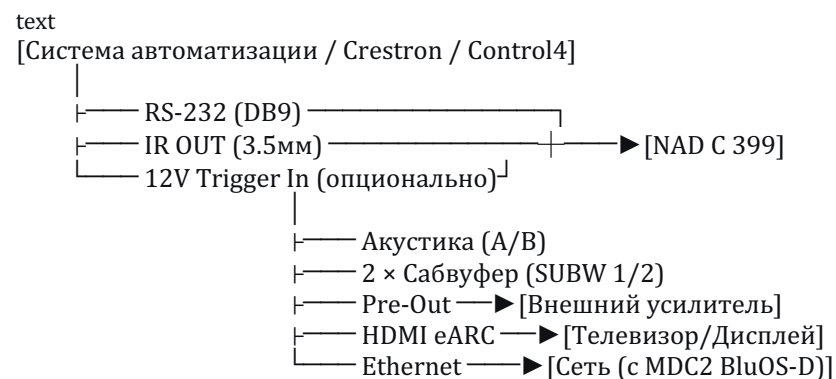
Необходимые подключения для АСУ ТП

Подключение	Спецификация	Примечание
Питание	100–240 В переменного тока, 50/60 Гц	Подключение через ИБП обязательно
RS-232	DB9 (9-контактный)	Полный двунаправленный контроль, приоритетный метод управления
IR IN	3.5 мм mini-jack	ИК-управление от внешних систем автоматизации

Подключение	Спецификация	Примечание
IR OUT	3.5 мм mini-jack	Ретрансляция ИК-сигналов на другое оборудование
12V Trigger Out	3.5 мм моно	Управление внешними устройствами, выход 12V при включении C 399
12V Trigger In	3.5 мм моно	Дистанционное включение C 399 от внешнего устройства (12V сигнал)
Сеть (с MDC2 BluOS-D)	Gigabit Ethernet (RJ45)	Основной канал стриминга и управления через HTTP API
Акустические выходы	2 пары винтовых клемм (A/B)	Подключение двух пар колонок с переключением, параллельно соединены
Выход на сабвуфер	2 × RCA (независимые, LFE)	Два независимых выхода, каждый может настраиваться отдельно
Предвыход (Pre-Out)	RCA	Подключение внешнего усилителя, использование C 399 как предусилителя
Аналоговые входы	2 × RCA (линейный), 1 × RCA (MM фонокорректор)	Для подключения источников
Цифровые входы	2 × оптический TOSLINK, 2 × коаксиальный RCA	Для цифровых источников

Подключение	Спецификация	Примечание
HDMI eARC	HDMI 2.0	Для аудио от телевизора или конференц-системы
USB-A (Service)	Для сервисных целей и обновления прошивки	
USB-C (Service)	Для сервисных целей	

Схема подключения для АСУ ТП



РАЗДЕЛ 2: ТЕХНОЛОГИЯ MDC2 И МОДУЛЬНОСТЬ

MDC2 (Modular Design Construction 2 поколения)

С 399 оснащен двумя слотами расширения **MDC2** — это второе поколение модульной технологии NAD, позволяющее добавлять новые функции без замены основного устройства. MDC2 совместим с С 369, С 389 и С 399 .

Ключевые особенности MDC2:

- **Двунаправленная связь:** в отличие от первого поколения MDC, MDC2 позволяет передавать аудио от основного устройства в модуль и обратно .
- **Будущее расширение:** возможность добавления функций, которые еще не изобретены.
- **Простота установки:** модуль скользит по направляющим до контактов и фиксируется винтами .

Опциональный модуль MDC2 BluOS-D

MDC2 BluOS-D — это опциональный модуль расширения, добавляющий С 399 три ключевые профессиональные возможности :

Функция	Описание
BluOS стриминг	До 24 бит / 192 кГц, MQA, поддержка 20+ сервисов (Tidal, Qobuz, Amazon Music, Deezer, Spotify), совместимость со Spotify Connect и Tidal Connect
Dirac Live	Коррекция акустики помещения (Limited Bandwidth 20-500 Гц входит в комплект, апгрейд до Full Bandwidth доступен)
Мультирум	Интеграция в систему до 64 зон BluOS, возможность транслировать музыку с источников, подключенных к С 399, на другие BluOS-устройства (благодаря двунаправленной архитектуре MDC2)
AirPlay 2	Трансляция с устройств Apple
Голосовое управление	Amazon Alexa, Apple Siri, Google Assistant

Функция	Описание
Сетевой интерфейс	Ethernet и Wi-Fi, управление через BluOS Controller App (iOS, Android, macOS, Windows)

Для АСУ ТП установка модуля MDC2 BluOS-D является обязательной, так как именно он обеспечивает:

- Сетевое управление через HTTP API (порт 11000)
- Полноценный стриминг и мультирум
- **Dirac Live** — профессиональную коррекцию акустики помещения (Limited Bandwidth 20-500 Гц)
- Возможность интеграции с системами автоматизации высокого уровня
- Голосовое управление для операторов

РАЗДЕЛ 3: АУДИО ТЕХНОЛОГИИ

Усилитель Nurx nCore Class D

С 399 оснащен усилителем класса D на базе модулей Nurx nCore, которые используются в серии Master (M10, M33), что обеспечивает профессиональное качество звука .

Параметр	Значение
Выходная мощность	180 Вт на канал (8/4 Ом)
Динамическая мощность	217 Вт (8 Ом) / 400 Вт (4 Ом)
Коэффициент гармоник (THD)	<0.02%
Коэффициент интермодуляционных искажений	Практически неизмерим

Параметр	Значение
Соотношение сигнал/шум	>95 дБ
Частотная характеристика	20 Гц – 20 кГц, ±0.3 дБ

ЦАП ESS Sabre ES9028

Цифровая секция С 399 использует ЦАП ESS Sabre ES9028 (32 бит / 384 кГц), который также применяется в серии Master .

Параметр	Значение
Микросхема ЦАП	ESS Sabre ES9028
Разрядность	32 бит / 384 кГц
Поддержка Hi-Res через BluOS	24 бит / 192 кГц
Поддержка MQA	Полное декодирование (через MDC2 BluOS-D)
Поддержка DSD	Да (через BluOS)

Два независимых выхода на сабвуфер

С 399 оснащен двумя независимыми выходами на сабвуфер :

- Полностью настраиваются через меню устройства
- Могут использоваться для стерео-сабвуферов или для двух зон
- Частота среза настраивается индивидуально для каждого выхода

Бытовые функции для оператора

Функция	Назначение	Применение в АСУ ТП
Двухнаправленный Bluetooth aptX HD	Прием аудио с мобильных устройств / передача звука на наушники	Мониторинг и трансляция с мобильных устройств
Акустические системы А/В	Переключение между двумя парами колонок	Разные зоны через один усилитель
Выходы на сабвуфер (2 шт.)	Подключение двух сабвуферов с независимой настройкой	Расширение низкочастотного диапазона
Предвыход (Pre-Out)	Подключение внешнего усилителя	Масштабирование системы (более мощный усилитель)
ММ фонокорректор	Ультра-низкошумный вход для проигрывателей винила	Трансляция с виниловых источников
Выход на наушники	1/4" разъем на передней панели	Мониторинг звука оператором

РАЗДЕЛ 4: ИНТЕГРАЦИЯ В СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

СІ-профессиональные интерфейсы

NAD С 399 оснащен полным набором профессиональных интерфейсов для глубокой интеграции в системы автоматизации :

Интерфейс	Спецификация	Применение в АСУ ТП
RS-232	DB9	Основной, самый надежный метод управления: полный двунаправленный контроль, детерминированный отклик, независимость от сети. NAD является сертифицированным партнером AMX и Crestron и полностью поддерживает эти внешние устройства .
IR IN	3.5 мм	Подключение к IR OUT системы автоматизации для управления через ИК-шлюзы
IR OUT	3.5 мм	Ретрансляция ИК-команд, принятых С 399, на другое оборудование. Позволяет управлять устройством, находящимся в закрытом шкафу
12V Trigger Out	3.5 мм моно	Выход 12V DC, когда С 399 включен. Используется для автоматического включения внешних устройств (проекторов, экранов, сабвуферов)
12V Trigger In	3.5 мм моно	При подаче 12V DC на этот вход, С 399 включается дистанционно. При отключении напряжения — возвращается в режим ожидания

Совместимость с системами автоматизации :

- Control4 (сертифицирован)
- Crestron (сертифицирован)
- RTI
- URC
- Lutron
- iPort
- Elan
- PUSH
- KNX
- Savant

Интеграция через RS-232 (приоритетный метод)

RS-232 является **наиболее надежным методом управления** для АСУ ТП, так как обеспечивает детерминированное управление, независимое от состояния сети .

Спецификации RS-232:

Параметр	Значение
Разъем	DB9 (9-контактный, D-sub)
Скорость	Обычно 9600/115200 бод (уточнить в документации)
Биты данных	8
Четность	Нет
Стоп-биты	1
Управление потоком	Нет

Формат команд RS-232:

Точный набор команд требует официальной документации NAD (Protocol Document). NAD предоставляет документы протокола RS232 и программу для ПК-интерфейса на своем сайте . Типовая структура команд:

```
text
Main.Power=On
Main.Power=Off
Main.Volume=45
Main.Volume=+2
Main.Volume=-2
Main.Mute=On
Main.Source=PHONO
```

Main.Source=HDMI
Main.Source=BLUOS

Для профессиональной интеграции:

- Используйте дискретные коды вкл/выкл для надежного управления питанием.
- Команды прямого доступа к входам облегчают программирование сцен.

Интеграция через IR IN/OUT

С 399 оснащен двумя портами ИК-управления :

IR IN (3.5 мм):

- Принимает ИК-команды в электронном формате от внешних систем
- Подключается к IR OUT системы автоматизации или ИК-распределителя (Xantech или аналоги)
- Позволяет управлять С 399 из другого помещения или через ИК-шлюз

IR OUT (3.5 мм):

- Ретранслирует ИК-команды, принятые С 399, на другое оборудование
- Используется, когда С 399 размещен в закрытом шкафу, но должен управлять другим устройством с прямой видимостью
- С 399 действует как "ИК-повторитель" (IR Repeater)

Комбинированная схема IR IN + IR OUT:

1. Подключите IR IN С 399 к IR OUT системы автоматизации
2. Подключите IR OUT С 399 к IR IN другого устройства в шкафу
3. С 399 будет ретранслировать команды на подключенное устройство

Интеграция через 12V Trigger

С 399 оснащен входом и выходом 12V Trigger для управления питанием :

12V Trigger Out:

- Выход 12V DC (максимум 100 мА) при включении С 399
- 0V в режиме ожидания или выключенном состоянии
- Используйте моно кабель с 3.5 мм разъемом для подключения

12V Trigger In:

- При подаче 12V DC на этот вход, С 399 включается дистанционно из режима ожидания
- При отключении 12V DC, С 399 возвращается в режим ожидания
- Подключается к 12V Trigger Out системы автоматизации или другого устройства

Применение в АСУ ТП:

- 12V Trigger Out: автоматическое включение проектора, сабвуфера или внешнего усилителя
- 12V Trigger In: дистанционное включение С 399 от контроллера автоматизации

Интеграция через BluOS и HTTP API

При установке модуля MDC2 BluOS-D, С 399 управляется через **BluOS Simple API** на порту **11000**. Все команды отправляются как HTTP GET запросы, устройство отвечает XML .

Формат запроса: `http://[IP_адрес_С399]:11000/[команда]`

API Команды (BluOS Simple API):

Действие	Команда	Описание
Play	<code>/play</code>	Начало воспроизведения

Действие	Команда	Описание
Pause	/pause	Пауза воспроизведения
Next трек	/skip	Следующий трек в очереди
Previous трек	/back	Предыдущий трек
Громкость (%)	/volume?level=XX	Установка громкости 0-100
Громкость (+)	/volume?up	Увеличение на 1 шаг
Громкость (-)	/volume?down	Уменьшение на 1 шаг
Mute	/mute	Вкл/выкл режима Mute
Статус	/Status	Текущий статус воспроизведения (XML)
SyncStatus	/SyncStatus	Статус группировки зон (XML)

Dirac Live — профессиональная коррекция акустики

MDC2 BluOS-D включает **Dirac Live Limited Bandwidth** — мощный инструмент коррекции акустики помещения для низких и средних частот (20 Гц – 500 Гц) .

Возможности:

- Коррекция частотных и временных искажений помещения
- Улучшение четкости басов, тональной точности и локализации
- Использует калибровочный микрофон и интуитивное приложение

- Благодаря двунаправленной архитектуре MDC2, Dirac Live применяется ко всем источникам, подключенным к C 399

Апгрейд до Full Bandwidth:

- Доступен для покупки отдельно для расширенной частотной коррекции (20 Гц – 20 кГц)
- Рекомендуется для профессиональных инсталляций с высокими требованиями к качеству звука

Процесс калибровки:

1. Подключить калибровочный микрофон к USB-порту модуля
2. Запустить приложение Dirac Live на ПК (Windows/macOS)
3. Следовать инструкциям по измерению (тестовые сигналы)
4. Загрузить созданные фильтры коррекции в MDC2 BluOS-D

РАЗДЕЛ 5: УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ И ОЖИДАНИЕМ

Режимы энергопотребления

Режим	Потребление	Состояние сети	Состояние RS-232
Выключен (POWER OFF)	0 Вт	Отключена	Неактивно
Режим ожидания (Standby)	<0.5 Вт	Отключена (опционально)	Включен для пробуждения
Режим ожидания с BluOS	~2 Вт	Включена (сеть доступна)	Включен для пробуждения
Рабочий режим	до 600 Вт	Включена	Активно

Управление питанием для АСУ ТП

Сценарий	Метод	Рекомендация
Постоянная готовность к управлению через RS-232	Standby	Режим ожидания (<0.5 Вт), пробуждение по RS-232 команде
Постоянная готовность к управлению по сети	Standby with BluOS (*с MDC2 BluOS-D*)	Режим ожидания с сетью (~2 Вт) — при необходимости управления через BluOS API
Включение от внешнего устройства	12V Trigger In	Подключите 12V Trigger Out системы автоматизации к 12V Trigger In C 399
Включение внешних устройств	12V Trigger Out	C 399 будет подавать 12V на внешний усилитель/проектор при включении
Энергоэффективность / Безопасность	Полное отключение	Выключение через релейный блок или отключение питания в нерабочие часы

Важное примечание по 12V Trigger In: Если к входу +12V TRIGGER IN подключен стерео-разъем, C 399 не может быть включен/выключен с передней панели или пульта ДУ. Стерео-разъем должен быть отключен для恢复正常ьного управления .

РАЗДЕЛ 6: ПРИМЕР СКРИПТА MIDDLEWARE (PYTHON)

Этот скрипт обеспечивает унифицированный интерфейс управления для NAD C 399 через RS-232. Он читает команды от ПЛК через Modbus TCP и транслирует их в RS-232 команды усилителя. **RS-232 является предпочтительным методом управления для АСУ ТП.**

```
python
import time
import serial
from pyModbusTCP.client import ModbusClient
```

```
# === НАСТРОЙКИ RS-232 ===
RS232_PORT = "/dev/ttyUSB0" # Последовательный порт для С 399
RS232_BAUD = 9600 # Скорость (проверить по документации)
RS232_BYTESIZE = 8
RS232_PARITY = 'N' # Нет
RS232_STOPBITS = 1
RS232_TIMEOUT = 1.0

# === КОНФИГУРАЦИЯ ПЛК (Modbus TCP) ===
PLC_IP = "192.168.1.50"
PLC_PORT = 502
PLC_REGISTER_ADDRESS = 170 # Холдинговый регистр для команд
POLL_INTERVAL = 1.0 # Интервал опроса (секунды)

# === КОМАНДЫ RS-232 (примерный формат) ===
# Точный синтаксис требует официальной документации NAD Protocol Document
# NAD предоставляет RS232 Protocol documents на своем сайте [citation:6]
CMD_MAP = {
    1: "Main.Power=On", # Включение
    2: "Main.Power=Off", # Выключение (режим ожидания)
    3: "Main.Volume=+2", # Увеличение громкости
    4: "Main.Volume=-2", # Уменьшение громкости
    5: "Main.Mute=On", # Выключение звука
    6: "Main.Mute=Off", # Включение звука
}

INPUT_MAP = {
    10: "Main.Source=PHONO", # Источник: MM фонокорректор
    11: "Main.Source=LINE1", # Источник: LINE 1
    12: "Main.Source=LINE2", # Источник: LINE 2
    13: "Main.Source=COAXIAL1", # Источник: Коаксиальный 1
    14: "Main.Source=OPTICAL1", # Источник: Оптический 1
    15: "Main.Source=HDMI", # Источник: HDMI eARC
    16: "Main.Source=BLUOS", # Источник: BluOS (с MDC2 BluOS-D)
}

VOLUME_LEVELS = {
    20: "Main.Volume=20", # Громкость 20%
    30: "Main.Volume=30", # Громкость 30%
```

```

40: "Main.Volume=40",    # Громкость 40%
50: "Main.Volume=50",    # Громкость 50%
60: "Main.Volume=60",    # Громкость 60%
70: "Main.Volume=70",    # Громкость 70%
80: "Main.Volume=80",    # Громкость 80%
}

# --- RS-232 управление ---
class NADC399Controller:
    def __init__(self, port, baud=9600):
        """Инициализация RS-232 соединения с NAD C 399"""
        try:
            self.ser = serial.Serial(
                port=port,
                baudrate=baud,
                bytesize=serial.EIGHTBITS,
                parity=serial.PARITY_NONE,
                stopbits=serial.STOPBITS_ONE,
                timeout=RS232_TIMEOUT
            )
            print(f"[RS232] Порт {port} успешно открыт")
        except Exception as e:
            print(f"[RS232] ОШИБКА открытия порта: {e}")
            self.ser = None

    def send_command(self, cmd_string):
        """Отправка RS-232 команды на C 399"""
        if not self.ser or not self.ser.is_open:
            print("[RS232] Порт недоступен")
            return False

        try:
            cmd = cmd_string + "\r\n" # Требуемый завершающий символ
            self.ser.write(cmd.encode())
            print(f"[RS232] Команда отправлена: {cmd_string}")

            # Чтение ответа (если ожидается)
            response = self.ser.readline().decode().strip()
            if response:

```

```

        print(f"[RS232] Ответ: {response}")
    return True
except Exception as e:
    print(f"[RS232] Ошибка отправки: {e}")
    return False

def power_on(self):
    """Включение усилителя"""
    return self.send_command(CMD_MAP[1])

def power_off(self):
    """Выключение усилителя в режим ожидания"""
    return self.send_command(CMD_MAP[2])

def volume_up(self):
    """Увеличение громкости"""
    return self.send_command(CMD_MAP[3])

def volume_down(self):
    """Уменьшение громкости"""
    return self.send_command(CMD_MAP[4])

def set_volume(self, level):
    """Установка громкости 20-80% (предустановленные значения)"""
    if level in VOLUME_LEVELS:
        return self.send_command(VOLUME_LEVELS[level])
    return False

def select_input(self, input_name):
    """Выбор входного источника"""
    for val, cmd in INPUT_MAP.items():
        if input_name in cmd:
            return self.send_command(cmd)
    return False

def mute(self, state):
    """Управление выключением звука"""
    if state:
        return self.send_command("Main.Mute=On")

```

```
else:
    return self.send_command("Main.Mute=Off")

# --- Основной цикл управления с интеграцией ПЛК ---
def main():
    print("Запуск Middleware для NAD C 399 в составе АСУ ТП")

    # Инициализация контроллера C 399
    amplifier = NADC399Controller(RS232_PORT, RS232_BAUD)

    # Инициализация Modbus клиента ПЛК
    plc_client = ModbusClient(host=PLC_IP, port=PLC_PORT, auto_open=True, auto_close=True)

    if not plc_client.open():
        print("ОШИБКА: Не удалось подключиться к ПЛК по Modbus TCP")
        return

    last_command = None
    last_volume = None
    last_input = None

    try:
        while True:
            # Чтение регистра команд из ПЛК
            regs = plc_client.read_holding_registers(PLC_REGISTER_ADDRESS, 1)

            if regs:
                cmd_value = regs[0]

                # Команды питания (1-2)
                if cmd_value == 1 and cmd_value != last_command:
                    amplifier.power_on()
                    last_command = 1
                elif cmd_value == 2 and cmd_value != last_command:
                    amplifier.power_off()
                    last_command = 2

                # Команды громкости (3-6)
                elif cmd_value == 3 and cmd_value != last_command:
```

```

    amplifier.volume_up()
    last_command = 3
elif cmd_value == 4 and cmd_value != last_command:
    amplifier.volume_down()
    last_command = 4
elif cmd_value == 5 and cmd_value != last_command:
    amplifier.mute(True)
    last_command = 5
elif cmd_value == 6 and cmd_value != last_command:
    amplifier.mute(False)
    last_command = 6

# Выбор источника (10-16)
elif 10 <= cmd_value <= 16 and cmd_value != last_input:
    input_names = {
        10: "PHONO", 11: "LINE1", 12: "LINE2",
        13: "COAXIAL1", 14: "OPTICAL1", 15: "HDMI", 16: "BLUOS"
    }
    amplifier.select_input(input_names.get(cmd_value, ""))
    last_input = cmd_value

# Уровень громкости (20-80)
elif 20 <= cmd_value <= 80 and cmd_value != last_volume:
    amplifier.set_volume(cmd_value)
    last_volume = cmd_value

# Сброс отслеживания
elif cmd_value == 0:
    last_command = None
    last_volume = None
    last_input = None

else:
    print("[ПЛК] Не удалось прочитать регистры")

time.sleep(POLL_INTERVAL)

except KeyboardInterrupt:
    print("\nОстановка Middleware для NAD C 399")

```

```
finally:  
    plc_client.close()  
    if amplifier.ser and amplifier.ser.is_open:  
        amplifier.ser.close()  
  
if __name__ == "__main__":  
    main()
```

Как это работает:

1. ПЛК записывает значение команды в регистр 170
2. Скрипт считывает регистр каждую секунду
3. Скрипт отправляет соответствующую RS-232 команду на С 399

Примечания по интеграции:

- Точный синтаксис RS-232 команд требует официальной документации NAD (Protocol Document)
- RS-232 рекомендуется для всех критических операций (включение/выключение, выбор входа, управление громкостью)
- Для стриминга через BluOS (при установленном MDC2 BluOS-D) можно дополнительно использовать HTTP API на порту 11000

РАЗДЕЛ 7: КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

Для приложений АСУ ТП NAD С 399 должен рассматриваться как часть сети управления объекта:

Рекомендации по безопасности:

- Изолировать устройство в выделенной AV VLAN (при использовании сетевого управления с MDC2 BluOS-D)
- **Предпочитать RS-232 управление Ethernet-управлению** для зон с повышенными требованиями безопасности (физическая изоляция)
- Отключить автоматические обновления прошивки; внедрить ручной график
- Ограничить доступ к BluOS API (порт 11000) только авторизованным IP-адресам
- При отсутствии необходимости в стриминге, С 399 может управляться только через RS-232, IR и 12V Trigger (без подключения к сети Ethernet)

Для критической инфраструктуры:

- Использовать RS-232 как единственный метод управления (физическая изоляция от сети)
- Усилитель С 399 не должен подключаться к сети предприятия при работе с конфиденциальным аудио (если установлен MDC2 BluOS-D)
- Документировать IP-адрес (при использовании сети) и версии MDC2 модулей в реестре АСУ ТП
- Проводить регулярные аудиты безопасности AV сетевого сегмента

РАЗДЕЛ 8: УПРАВЛЕНИЕ ПРОШИВКОЙ И КОНФИГУРАЦИЕЙ

С 399 получает обновления прошивки через USB и через платформу BluOS (при установленном MDC2 BluOS-D):

Процесс обновления для АСУ ТП:

1. Отключить автоматические обновления в настройках BluOS App (при использовании MDC2 BluOS-D)
2. Проверить совместимость новой версии с существующей конфигурацией АСУ ТП
3. Протестировать прошивку на некритичной зоне перед развертыванием на всем объекте
4. Документировать версии прошивок и MDC2 модулей в реестре АСУ ТП
5. Планировать обновления в окна планового технического обслуживания

Сброс к заводским настройкам :

Тип сброса	Процедура	Результат
Factory Reset MCU	Нажмите и удерживайте обе кнопки SOURCE на передней панели, выберите "Factory Reset MCU" — нажмите ENTER	Сброс только настроек MCU (не BluOS)
Factory Reset BluOS	Нажмите и удерживайте обе кнопки SOURCE на передней панели, выберите "Factory Reset BluOS" — нажмите ENTER	Сброс только настроек BluOS (требуется MDC2 BluOS-D)

Тип сброса	Процедура	Результат
Force Factory Reset	Выключите POWER на задней панели → нажмите и удерживайте RESET → включите POWER → удерживайте RESET до появления "PERFORMING FACTORY RESET"	Полный сброс всех настроек устройства (не BluOS)

Элементы конфигурации для документирования:

- Статический IP-адрес или DHCP-резервирование (при использовании сети с MDC2 BluOS-D)
- Установленные MDC2 модули (BluOS-D и др.)
- Пресеты Dirac Live (если используются и установлен MDC2 BluOS-D) — до 5 пресетов
- Настройки выходов на сабвуфер (SUBW 1/2)
- Конфигурация акустики (A/B, Speaker A/B)
- Настройки триггера и IR

РАЗДЕЛ 9: КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ

Код	Роль	Требования к квалификации	Примечание по допуску
ПК-00	Общее требование для всех ролей	Подтвержденное знание того, что C 399 предназначен исключительно для профессионального применения в АСУ ТП. Понимание отличий C 399 (флагман с модулями Nurx nCore) от других моделей NAD.	Включается в должностную инструкцию или трудовой договор.
ПК-01	Инженер по интеграции (Middleware)	Сертификация по Python/Node-RED (или подтвержденный опыт промышленной разработки); понимание RS-232 протоколов и последовательного управления; опыт интеграции AV-оборудования в системы управления через RS-232, IR и HTTP API; установка и настройка MDC2 BluOS-D.	Допускается после сдачи внутреннего экзамена по работе с последовательными интерфейсами.

Код	Роль	Требования к квалификации	Примечание по допуску
ПК-02	Сетевой инженер (AVoIP)	Сертификация Cisco CCNA или аналогичная; опыт настройки VLAN, QoS для AV потоков; понимание требований к пропускной способности для стриминга Hi-Res аудио (24/192).	Не допускаются специалисты без опыта работы с профессиональными AV сетями.
ПК-03	Аудиоинженер / Системный интегратор	Понимание спецификаций усилителя Nurx nCore (180 Вт, THD <0.02%); знание принципов интеграции усилителей в системы автоматизации; опыт калибровки Dirac Live (процесс измерений, создание фильтров, загрузка в MDC2 BluOS-D) ; знание настройки двух независимых выходов на сабвуфер.	Обязателен для проектирования акустической части системы и калибровки.
ПК-04	Программист систем автоматизации (Crestron/Control4)	Сертификация Crestron/Control4 (или аналогичная); подтвержденный опыт интеграции NAD C 399 в коммерческие проекты автоматизации; понимание работы RS-232 (дискретные коды, двунаправленная связь), IR IN/OUT, 12V Trigger In/Out; установка и настройка MDC2 BluOS-D.	Допускается только при наличии действующей сертификации.
ПК-05	Технический специалист по обслуживанию	Опыт работы с профессиональным AV-оборудованием; умение производить установку MDC2 модулей (BluOS-D) ; знание особенностей установки и конфигурации модулей; понимание работы с двухпараметрическими выходами на сабвуфер.	Запрещается привлекать персонал без опыта работы с модульными AV-устройствами.
ПК-06	Специалист по кибербезопасности	Аттестация по ФСТЭК или внутренний допуск к объекту КИИ; знание методов изоляции AV-устройств в промышленных сетях; понимание преимуществ RS-232 перед Ethernet для зон повышенной безопасности (физическая изоляция).	Обязателен для объектов, где С 399 подключен к контуру управления.

РАЗДЕЛ 10: СВОДКА ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ПРИМЕНЕНИЮ

Цели использования: интеграция в системы автоматизации, фоновой трансляции, мультирум-инсталляций и высококачественных стереосистем. С 399 обеспечивает стереоусиление 2 × 180 Вт с возможностью расширения до 2.2 каналов (два сабвуфера) .

Ключевые методы интеграции (по пригодности для АСУ ТП):

Метод	Интерфейс	Надежность	Применение
RS-232	DB9	★★★★★	Основной метод: полное управление, детерминированный отклик, независимость от сети, поддержка Crestron/AMX
IR IN/OUT	3.5 мм	★★★★☆	Резервное управление от ИК-шлюзов и ретрансляция команд
12V Trigger In/Out	3.5 мм моно	★★★★★	Аппаратная синхронизация включения внешних устройств и дистанционное включение самого С 399
HTTP API (BluOS)	Порт 11000 (требуется MDC2 BluOS-D)	★★★★☆	Управление стримингом и мультирум-функциями
BluOS App	iOS/Android/ПК	—	Ручное управление, начальная настройка и калибровка Dirac Live

Сеть: При использовании MDC2 BluOS-D — Gigabit Ethernet (рекомендуется) или Wi-Fi.

Аудиовходы: HDMI eARC, оптический (2), коаксиальный (2), RCA линейный (2), MM фонокорректор .

Аудиовыходы: 2 пары винтовых клемм (A/B — переключение), Pre-Out RCA, 2 × SUBW Out RCA (независимые) .

Расширение: 2 слота MDC2 для модулей (BluOS-D, будущие технологии) .

Dirac Live: Входит в комплект MDC2 BluOS-D (Limited Bandwidth 20-500 Гц), апгрейд до Full Bandwidth доступен. Применяется ко всем источникам благодаря двунаправленной архитектуре MDC2 .

BluOS (с MDC2 BluOS-D): Стриминг 24/192, MQA, поддержка 20+ сервисов, AirPlay 2, мультирум до 64 зон, управление через голос (Alexa, Siri, Google Assistant) .

Учет: Ведется журнал эксплуатации, присваивается инвентарный номер, фиксируется место установки, документируются IP-адрес (при использовании сети), установленные MDC2 модули, конфигурация акустики (A/B, 2.1 / 2.2), настройки триггеров и IR.

Ответственность: При нарушении инструкции профессионального применения гарантийные обязательства могут быть ограничены в части некорректной настройки, использования несовместимых MDC2 модулей и неправильного подключения акустической нагрузки.

РЕЗЮМЕ

1. **NAD С 399** квалифицируется как профессиональный флагманский усилитель для систем автоматизации, фоновой музыки и мультирум-инсталляций .
2. **Ключевые особенности для АСУ ТП:**
 - Профессиональные CI-интерфейсы: RS-232 (поддержка Crestron/AMX), IR IN, IR OUT, 12V Trigger In/Out
 - Усилитель Nupex nCore Class D (180 Вт на канал) — от серии Master
 - ЦАП ESS Sabre ES9028 (32 бит/384 кГц) — от серии Master
 - Модульная архитектура MDC2 (2 слота) — совместим с С 369, С 389, С 399
 - Два независимых выхода на сабвуфер (2.2 канала)
 - HDMI eARC для подключения к телевизору
 - Двунаправленный Bluetooth aptX HD, выход на наушники
3. **С установкой модуля MDC2 BluOS-D С 399** получает дополнительные возможности:
 - BluOS стриминг (24/192, MQA, 20+ сервисов)
 - **Dirac Live Limited Bandwidth (20-500 Гц)** в комплекте — профессиональная коррекция акустики помещения
 - Мультирум до 64 зон (благодаря двунаправленной архитектуре MDC2)
 - AirPlay 2, голосовое управление

- HTTP API для сетевого управления
4. **Основной метод интеграции: RS-232** — самый надежный метод управления для АСУ ТП, обеспечивающий детерминированный отклик и физическую изоляцию от сети .
 5. **Дополнительные методы:** 12V Trigger (включение внешних устройств и дистанционное включение С 399), IR IN/OUT (для ИК-шлюзов и ретрансляции), HTTP API (для стриминга, при наличии MDC2 BluOS-D).
 6. **Рекомендованный метод управления для критических объектов: RS-232** (полная физическая изоляция от сети, детерминированное управление).
 7. **Ключевое отличие от С 389 и С 369:** С 399 — флагман с максимальной мощностью (180 Вт), ЦАП ES9028 (вместо ES9010 или PCM) и использованием модулей Nupex nCore из серии Master .
 8. Все работы по настройке, интеграции и обслуживанию выполняются **только специально обученным персоналом** (см. Таблицу квалификаций).
 9. Персонал без соответствующей квалификации к работе с устройством **не допускается**.
 10. Настоящая инструкция обязательна для всех сотрудников, задействованных в интеграции и эксплуатации NAD С 399 в составе АСУ ТП.
-

ПРИЛОЖЕНИЕ: СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

Сокращение	Расшифровка
AV	Audio-Video (аудио-видео)
MDC2	Modular Design Construction 2 (модульная конструкция NAD 2 поколения)
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
SNR	Signal-to-Noise Ratio (соотношение сигнал/шум)
RS-232	Рекомендуемый стандарт 232 (последовательный интерфейс связи)
IR	Infra-Red (инфракрасный)
THD	Total Harmonic Distortion (коэффициент гармонических искажений)
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
eARC	Enhanced Audio Return Channel (улучшенный обратный аудиоканал)
LFE	Low-Frequency Effects (эффекты низких частот)