

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ BLUESOUND VAULT 2i

(Профессиональное применение)

Статус устройства: Bluesound VAULT 2i — это **профессиональный сетевой стриминговый сервер с встроенным 2ТБ жестким диском, CD-риппером и полноценным аудиоплеером**, предназначенный для интеграции в системы автоматизации зданий . Устройство предназначено **исключительно для профессионального (не бытового) применения** в составе систем фоновой музыки, трансляции, мультирум-инсталляций и централизованных аудиоархивов. VAULT 2i позволяет оцифровывать и хранить физическую медиатеку (CD-диски), а также транслировать аудио на любые устройства BluOS в сети . **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 возможности для интеграции в АСУ ТП:

- **Форм-фактор:** Универсальный корпус (220 x 90 x 192 мм, вес 1.84 кг) для горизонтальной установки
- **Функциональность:** 3 в 1 — CD-риппер, сетевой накопитель (2 ТБ), стриминговый аудиоплеер
- **Хранение:** 2 ТБ внутренний ультра-тихий жесткий диск, расширяемый через USB до 4 ТБ
- **Интерфейсы управления:** IR IN (3.5 мм) для внешнего ИК-шлюза, Gigabit Ethernet, Wi-Fi 5 (802.11ac), 12V Trigger Out
- **Драйверы интеграции:** Сертифицированные драйверы для Control4, Crestron, RTI, ELAN, URC, Lutron
- **Аудиовходы:** Комбинированный оптический/линейный вход (3.5 мм)
- **Аудиовыходы:** Аналоговый RCA, цифровой коаксиальный RCA, цифровой оптический TOSLINK, выход на сабвуфер RCA, выход на наушники 3.5 мм
- **Беспроводные интерфейсы:** Двухнаправленный Bluetooth 5.0 aptX HD, AirPlay 2, Spotify Connect, TIDAL Connect, Roon Ready
- **Двухнаправленная связь:** HTTP API на порту 11000 (BluOS), полная обратная связь по статусу
- **CD-риппинг:** Поддержка форматов FLAC (lossless), WAV, MP3 (320kbps)
- **Процессор:** Двухъядерный ARM Cortex A9, 1 ГГц

Ключевое отличие от других устройств Bluesound: VAULT 2i — это **самодостаточный музыкальный сервер** с возможностью хранения и оцифровки физической медиатеки . В отличие от NODE (чистый плеер) или HUB (коммутатор),

VAULT 2i имеет встроенный CD-привод для риппинга и 2ТБ хранилище, что делает его центральным узлом мультимедиа-системы и единственным устройством в линейке с функцией резервного копирования всей медиатеки .

РАЗДЕЛ 1: МОНТАЖ И ФИЗИЧЕСКОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ

Установка устройства

VAULT 2i предназначен для профессиональной установки в следующих конфигурациях :

Варианты размещения:

- **Горизонтальная установка:** размещение на полке, в аппаратной стойке (допускается установка в стойку при условии обеспечения вентиляции через верхние вентиляционные отверстия)
- **На ТВ-тумбе:** под телевизором или в аудио-стойке
- **В закрытом шкафу:** при условии обеспечения достаточной вентиляции (удаление тепла через верхнюю панель)

Требования к установке:

- Обеспечение вентиляции: верхние вентиляционные отверстия не должны перекрываться (мин. 10 см свободного пространства)
- Твердая горизонтальная поверхность без вибраций
- Размещение вблизи подключаемой акустической системы
- Температурный режим эксплуатации: от 0°C до 40°C
- Температура хранения: от -10°C до 50°C
- Влажность: от 20% до 80% (без конденсации)

Необходимые подключения для АСУ ТП

Подключение	Спецификация	Примечание
Питание	100-240 В переменного тока, 50/60 Гц	Подключение через ИБП обязательно
Сеть (управление и аудио)	Gigabit Ethernet (RJ45)	Основной канал, обязателен для АСУ ТП
Аудиовыходы (звук)	Аналоговый RCA, цифровой коаксиальный/оптический	Подключение к усилителю или активным колонкам
Сабвуфер (опционально)	SUBW OUT (RCA)	Подключение активного сабвуфера
Аудиовход (внешний источник)	Комбинированный OPTICAL/ANALOG (3.5 мм)	Для подключения ТВ, проигрывателя, конференц-системы
USB (хранение/резервное копирование)	2 x USB Type-A	Расширение хранилища (до 4 ТБ), резервное копирование
Беспроводная сеть	Wi-Fi 5 (802.11ac) 2.4/5 ГГц	Только как резервный канал, не рекомендуется для АСУ ТП
ИК-управление	IR IN (3.5 мм) + передняя панель (окно ИК-приемника)	Для управления от систем автоматизации через ИК-шлюзы
12V Trigger Out	3.5 мм разъем	Активация внешних усилителей/проекторов

Важно: VAULT 2i содержит подвижные части (оптический привод и жесткий диск). Установка на вибрирующих поверхностях или в стойках без амортизации не рекомендуется. Жесткий диск рассчитан на работу только в горизонтальном положении. Время загрузки устройства (холодный старт) может составлять до 1 минуты .

РАЗДЕЛ 2: СЕТЕВАЯ КОНФИГУРАЦИЯ

Платформа BluOS

VAULT 2i работает под управлением операционной системы **BluOS**, которая является основой для профессиональной интеграции в АСУ ТП .

Ключевые спецификации:

- **Процессор:** двухъядерный ARM Cortex A9, 1 ГГц
- **Проводная сеть:** Gigabit Ethernet (обязателен для АСУ ТП)
- **Беспроводная сеть:** Двухдиапазонный Wi-Fi 5 (802.11ac) 2.4/5 ГГц — только как резервный канал
- **Порт API:** 11000 (HTTP, XML ответы)
- **Хранилище:** 2 ТБ внутренний HDD (расширяемый через USB)
- **Мультирум:** Поддержка до 64 зон в системе BluOS на базе VAULT как источника
- **CD-риппинг:** сохранение в FLAC (lossless), WAV, MP3 (320 kbps)

Настройка сети для АСУ ТП

Обязательные действия персонала:

1. Назначить статический IP-адрес или настроить DHCP-резервирование в корпоративной сети
2. Изолировать устройство в выделенной AV VLAN для обеспечения сетевой безопасности
3. Отключить автоматические обновления прошивки через BluOS App
4. Задokumentировать IP-адрес в реестре устройств АСУ ТП
5. Настроить расписания резервного копирования медиатеки на внешний USB-накопитель (рекомендовано 1 раз в месяц)

Рекомендации по безопасности:

- Запретить прямой доступ к API (порт 11000) из недоверенных сетей
- Использовать правила межсетевого экрана для ограничения доступа к устройству
- Предпочитать проводное подключение Ethernet для управляющего трафика
- Периодически проверять целостность жесткого диска через функцию диагностики в BluOS App

РАЗДЕЛ 3: ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ

CD-риппинг (оцифровка физической медиатеки)

VAULT 2i оснащен щелевым CD-приводом для автоматической оцифровки CD-дисков :

Поддерживаемые форматы риппинга :

Формат	Качество	Применение в АСУ ТП
FLAC	Lossless, сжатие без потерь	Архивирование музыкальной библиотеки для зон общего пользования
WAV	Lossless, без сжатия	Высококачественное аудио для диспетчерских и переговорных
MP3 (320 kbps)	Сжатый с потерями	Экономия места на диске для архивных записей

Процесс риппинга:

- Устройство автоматически загружает метаданные (названия треков, обложки альбомов) из сети
- Время риппинга одного CD — примерно 5-10 минут

- При отсутствии интернет-соединения — возможен ручной ввод метаданных
- VAULT извлекает диск автоматически после завершения

Применение в АСУ ТП:

- Централизованное хранение всей корпоративной фонотеки (фоновой музыки, оповещений) в lossless-качестве
- Автоматическое пополнение аудиотеки новыми CD-дисками без участия оператора
- Распределение риппинга в нерабочие часы (по расписанию через BluOS App)

Воспроизведение и стриминг

VAULT 2i является полноценным сетевым плеером, поддерживающим :

- **Локальное воспроизведение:** медиатека на встроенном 2ТБ диске + внешние USB-накопители
- **Сетевые сервисы:** Spotify Connect, TIDAL Connect, Qobuz, Amazon Music, KKBox, Deezer
- **Интернет-радио:** более 70 000 станций через TuneIn
- **AirPlay 2:** трансляция с устройств на платформе Apple
- **Roon Ready:** полная интеграция с сервером Roon
- **Мультирум:** центральный источник для всей сети BluOS (до 64 устройств)

РАЗДЕЛ 5: АУДИО ТЕХНОЛОГИИ

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП)

VAULT 2i оснащен встроенным ЦАП с поддержкой Hi-Res аудио :

Параметр	Спецификация
Разрядность	до 24 бит

Параметр	Спецификация
Частота дискретизации	до 192 кГц
ЦАП	32 бит / 192 кГц
Соотношение сигнал/шум (SNR)	110 дБ
Коэффициент гармоник (THD+N)	0.005%
Частотная характеристика	20 Гц - 20 кГц (± 0.3 дБ)

Поддерживаемые аудиоформаты

Тип	Форматы
Lossless (Hi-Res)	FLAC, MQA, WAV, AIFF
Lossy (сжатые)	MP3, AAC, WMA, WMA-L, OGG, OPUS
Битрейт	до 320 kbps (MP3), переменный для lossless

Ключевое преимущество для АСУ ТП: Высокое качество звука (SNR 110 дБ, искажения 0.005%) обеспечивает четкое воспроизведение голосовых оповещений, фоновой музыки и трансляций в диспетчерских и конференц-залах .

РАЗДЕЛ 5: ИНТЕГРАЦИЯ В СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Поддерживаемые системы управления

VAULT 2i сертифицирован для совместимости с основными профессиональными платформами автоматизации :

Поддерживаемые системы с сертифицированными драйверами:

- Control4
- Crestron
- ELAN
- RTI
- URC
- Lutron

Методы интеграции (по пригодности для АСУ ТП)

Метод	Интерфейс	Применение
HTTP API (BluOS)	Порт 11000, XML	Основной метод: полное управление и обратная связь через Middleware
IR IN (3.5 мм)	Внешний ИК-вход + передняя панель	Резервное управление от ИК-шлюзов
12V Trigger Out	3.5 мм разъем	Синхронизация включения внешних устройств (усилителей)
Прямые драйверы	Control4/Crestron/ELAN/RTI	Сертифицированная интеграция

Метод	Интерфейс	Применение
BluOS App	iOS, Android, Windows, macOS	Ручное управление и начальная настройка

Рекомендация для кастомной интеграции в АСУ ТП (ПЛК/SCADA): Используйте HTTP API через Middleware (скрипт Python, Node-RED) как наиболее гибкий и надежный метод.

API Управления HTTP

VAULT 2i управляется через BluOS Simple API на порту 11000 (аналогично другим устройствам Bluesound). Все команды отправляются как HTTP GET запросы, устройство отвечает данными в кодировке UTF-8 XML.

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

API Команды (общие для BluOS):

Действие	Команда	Описание
Воспроизведение	/play	Начало воспроизведения текущего трека/плейлиста
Пауза	/pause	Пауза воспроизведения
Следующий трек	/skip	Следующий трек в очереди
Предыдущий трек	/back	Предыдущий трек
Громкость (%)	/volume?level=XX	Установка громкости 0-100
Громкость (+)	/volume?up	Увеличение на 1 шаг

Действие	Команда	Описание
Громкость (-)	/volume?down	Уменьшение на 1 шаг
Выключение звука	/mute	Вкл/выкл режима Mute
Статус	/Status	Текущий статус воспроизведения (XML)
Статус синхронизации	/SyncStatus	Статус группировки зон (XML)

Статус воспроизведения (XML)

Запрос:

```
text  
http://192.168.1.100:11000/Status
```

Ответ:

```
xml  
<status etag="abc123">  
  <volume>45</volume>  
  <mute>0</mute>  
  <state>play</state>  
  <track>Название трека</track>  
  <artist>Имя исполнителя</artist>  
  <album>Название альбома</album>  
  <tr>http://...</image>  
  <name>VAULT Main</name>  
  <source>CD Library</source>  
</status>
```

РАЗДЕЛ 6: ИНТЕРФЕЙСЫ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА

Сводная таблица интерфейсов

Интерфейс	Спецификация	Применение в АСУ ТП
HTTP API	Порт 11000, XML ответы	Основной метод управления через Middleware
IR IN (3.5 мм)	Внешний ИК-вход для эмуляции пульта	Подключение к ИК-шлюзу системы автоматизации
ИК-приемник (передняя панель)	Встроенный приемник ИК-сигналов	Резервное управление (требует прямой видимости)
12V Trigger Out	3.5 мм разъем	Включение внешнего усилителя при старте воспроизведения
Сенсорные кнопки (верхняя панель)	Play/Pause, Vol +/-	Местное ручное резервное управление
Голосовое управление	Amazon Alexa, Apple Siri, Google Assistant	Управление голосом оператора
AirPlay 2	Встроенная поддержка	Трансляция с устройств Apple
Bluetooth 5.0	aptX HD (прием и передача)	Беспроводной мониторинг через наушники

Для АСУ ТП рекомендуется HTTP API как основной интерфейс, так как он обеспечивает детерминированную двунаправленную связь и полную обратную связь по состоянию.

ИК-управление (IR IN)

VAULT 2i оснащен двумя способами ИК-управления :

1. Внешний вход IR IN (3.5 мм):

- Для подключения к системам ИК-распределения через ИК-шлюзы профессиональных систем автоматизации
- Позволяет управлять устройством, когда оно скрыто в стойке или шкафу (через удлинитель)
- Поддерживает обучение командам (IR learning capability) [citation:12]

2. Встроенный ИК-приемник на передней панели:

- Принимает сигналы от пультов при прямой видимости
- Требуется размещения устройства в поле зрения оператора или использования ИК-повторителя

Ключевые возможности ИК:

- Может обучаться командам практически любого ИК-пульта
- Принимает стандартные RC5 ИК-коды от внешних шлюзов
- Обеспечивает резервный путь управления, независимый от сети

Применение в АСУ ТП:

- Подключение к модулю ИК-выхода системы автоматизации
- Резервное управление при недоступности сети
- Интеграция с существующими системами ИК-распределения

12V Trigger Out

VAULT 2i оснащен выходом **12V Trigger Out** (3.5 мм разъем) :

Спецификации:

- Сигнал: 12 В постоянного тока при включении устройства
- Назначение: управление внешним оборудованием

Применение в АСУ ТП:

- Автоматическое включение внешнего усилителя (например, POWERNODE или внешнего Hi-Fi усилителя) при старте воспроизведения с VAULT
- Синхронизация с системой автоматизации (подача сигнала на вход контроллера о состоянии устройства)
- Включение проекционного оборудования при воспроизведении аудио
- Организация каскадного включения нескольких устройств (VAULT → Trigger Out → усилитель)

Сенсорные кнопки управления

Устройство оснащено сенсорными кнопками на верхней панели :

- **Play/Pause**
- **Volume (+) / (-)**
- **Previous / Next трек**
- Индикатор состояния (LED) с цветовой индикацией

Цветовая индикация LED-индикатора состояния :

Цвет индикатора

Состояние

Синий постоянный

Подключен к сети, готов к работе через BluOS App

Зеленый мигающий

Подключение к сетевым ресурсам

Цвет индикатора	Состояние
Синий мигающий	Режим Mute (выключен звук)
Красный постоянный	Невозможно запуститься; ошибка диска
Красный пульсирующий	Нет шлюза Интернета (нет доступа к сети)
Белый пульсирующий	Доступно обновление ПО
Белый постоянный	Индексация файлов
Красный/зеленый мигание	Обновление прошивки
Фиолетовый постоянный	Тайм-аут точки доступа

Применение в АСУ ТП:

- Местное ручное управление при недоступности системы автоматизации
- Конфигурация и тестирование на месте при вводе в эксплуатацию
- Ручное управление оператора при локальном доступе к устройству
- Визуальный мониторинг состояния (по индикатору) для персонала

РАЗДЕЛ 7: УПРАВЛЕНИЕ ХРАНИЛИЩЕМ И РЕЗЕРВНОЕ КОПИРОВАНИЕ

Внутренний жесткий диск

VAULT 2i оснащен ультра-тихим 2ТБ жестким диском :

Технические характеристики хранения:

- **Емкость:** 2 ТБ (расширяемая через USB до 4 ТБ)
- **Тип:** HDD с низким энергопотреблением (9 Вт в режиме ожидания)
- **Форматирование:** операционная система BluOS выполняет форматирование, NTFS/FAT32 для внешних дисков
- **Емкость в количестве CD:** примерно 3000 CD в lossless-качестве (FLAC)
- **Время индексации:** при первой установке или перезагрузке индексация медиатеки может занимать несколько минут (LED белый постоянный)

Резервное копирование медиатеки :

1. Рекомендуется подключать внешний USB-накопитель той же емкости (2-4 ТБ) через USB Type-A
2. Использовать функцию резервного копирования через BluOS App (Settings → VAULT → Backup)
3. Периодичность: по графику (не реже 1 раза в месяц)
4. При замене жесткого диска — восстановление из резервной копии через BluOS App

Управление через USB

VAULT 2i имеет 2 порта USB Type-A для :

- **Внешние накопители:** флеш-накопители, внешние жесткие диски (FAT32)
- **Резервное копирование:** бэкап внутренней медиатеки на внешний диск
- **Импорт музыки:** копирование файлов с USB на внутренний диск
- **Беспроводные адаптеры:** поддержка USB-адаптеров Bluetooth

Ограничения USB:

- Только USB масс-сторадж класс (MSC)
- Не для прямой зарядки мобильных устройств
- FAT32 — требуемая файловая система для максимальной совместимости
- Максимальный размер тома: до 4 ТБ

Сброс к заводским настройкам (встроенная кнопка Function)

Процедура сброса (с сохранением данных) :

1. Используйте кнопку Function на задней панели (рядом с USB-портами)
2. Нажмите и удерживайте Function в течение 5 секунд
3. LED начнет мигать красным — процесс сброса сети и учетных записей
4. Медиаотека на жестком диске **сохраняется** (не удаляется)
5. После сброса устройство появится в BluOS App как новое устройство (требуется повторная настройка сети)

Важно: При необходимости полного сброса (стирание всего HDD) используется отдельная процедура через заводской режим .

РАЗДЕЛ 8: МУЛЬТИРУМ АУДИО

VAULT 2i является центральным источником для экосистемы **BluOS**, поддерживая многозонные аудиосистемы :

Технические возможности:

- **Вместимость зон:** до 64 устройств в сети (PULSE, NODE, POWERNODE, другие VAULT)
- **Синхронизация:** в пределах микросекунд для идеального многозонного воспроизведения
- **Группировка:** гибкое объединение зон для комбинированного воспроизведения
- **Управление:** через BluOS App, HTTP API или систему автоматизации
- **Распределение контента:** медиатека с внутреннего HDD VAULT доступна всем устройствам в сети

Применение в АСУ ТП:

- Фоновая музыка в нескольких зонах объекта из одной центральной библиотеки (хранилище)
- Оповещение и трансляции между отделами (из единого источника)
- Аварийное прерывание (источник более высокого приоритета прерывает фоновую музыку)
- Воспроизведение изолированных аудио-архивов без доступа к интернету

Примеры группировки:

Группа зон	Комнаты	Сценарий
"Общественные зоны"	Холл, Коридоры, Лифтовые холлы	Фоновая музыка в рабочие часы (из VAULT)
"Конференц-зоны"	3 переговорных комнаты	Трансляция презентаций (с внешнего входа VAULT)
"Столовая"	Зона питания	Музыка из интернет-радио через VAULT
"Диспетчерская"	Центральный пост	Приоритетное оповещение из локального архива

РАЗДЕЛ 9: КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

Для приложений АСУ ТП VAULT 2i должен рассматриваться как часть сети управления объекта:

Рекомендации по безопасности:

- Изолировать устройство в выделенной AV VLAN
- Отключить автоматические обновления прошивки; внедрить ручной график
- Использовать правила межсетевого экрана для ограничения доступа к API (порт 11000) только авторизованным IP-адресам
- Предпочитать проводной Ethernet для управляющего трафика
- Использовать ИК-управление или 12V Trigger как альтернативу сетевому управлению в зонах с повышенными требованиями безопасности
- Периодически проверять целостность жесткого диска через функции диагностики в BluOS App

Для критической инфраструктуры:

- Внедрить 802.1X сетевую аутентификацию (при поддержке со стороны сетевого оборудования)

- Документировать IP-адрес и версию прошивки в реестре АСУ ТП
- Проводить регулярные аудиты безопасности AV сетевого сегмента
- Резервное копирование медиатеки на внешний накопитель с последующим физическим хранением в сейфе
- Рассмотреть использование команды отключения сети во время нерабочих часов

РАЗДЕЛ 10: УПРАВЛЕНИЕ ПРОШИВКОЙ И КОНФИГУРАЦИЕЙ

VAULT 2i получает обновления прошивки через платформу BluOS:

Процесс обновления для АСУ ТП:

1. Отключить автоматические обновления в настройках BluOS App
2. Проверить совместимость новой версии с существующей конфигурацией АСУ ТП
3. Протестировать прошивку на некритичной зоне (временно заменить основной VAULT на резервный) перед развертыванием на важных объектах
4. Создать резервную копию медиатеки на внешний USB-диск перед обновлением
5. Документировать версии прошивок в реестре АСУ ТП
6. Планировать обновления в окна планового технического обслуживания (с учетом времени загрузки устройства до 1 минуты после обновления)

Элементы конфигурации для документирования:

- Статический IP-адрес или DHCP-резервирование
- Название зоны и назначение групп в BluOS
- Формат риппинга (FLAC/MP3/WAV) по умолчанию
- Назначения ИК-кодов (при использовании) [citation:12]
- Конфигурация резервного копирования (расписание, внешний USB-диск)
- Учетные записи стриминговых сервисов (Spotify, TIDAL при использовании)

РАЗДЕЛ 11: ПРИМЕР СКРИПТА MIDDLEWARE (PYTHON)

Этот скрипт обеспечивает унифицированный интерфейс управления для VAULT 2i через HTTP API. Он читает команды от ПЛК через Modbus TCP и транслирует их в команды BluOS API.

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

# === НАСТРОЙКИ ===
VAULT_IP = "192.168.1.100"    # IP-адрес VAULT 2i
API_PORT = 11000             # Порт BluOS API

# Конфигурация ПЛК (Modbus TCP)
PLC_IP = "192.168.1.50"
PLC_PORT = 502
PLC_REGISTER_ADDRESS = 90    # Холдинговый регистр для команд
POLL_INTERVAL = 1.0         # Интервал опроса (секунды)

# Таблица соответствия команд (значение ПЛК -> действие)
CMD_MAP = {
    1: "play",
    2: "pause",
    3: "skip",
    4: "back",
    5: "mute",
}

# --- Функции API ---
def send_command(cmd):
    """Отправка HTTP GET команды на VAULT 2i на порт 11000"""
    url = f"http://{VAULT_IP}:{API_PORT}/{cmd}"
    try:
        response = requests.get(url, timeout=2)
        if response.status_code == 200:
            print(f"[API] Команда '{cmd}' выполнена успешно")
        if response.text:
            print(f"[API] Ответ: {response.text[:200]}")
```

```

        return True
    else:
        print(f"[API] Ошибка: HTTP {response.status_code}")
        return False
except Exception as e:
    print(f"[API] Ошибка соединения: {e}")
    return False

def set_volume(level):
    """Установка уровня громкости (0-100)"""
    level = max(0, min(100, level))
    return send_command(f"volume?level={level}")

def get_status():
    """Получение текущего статуса (для мониторинга)"""
    url = f"http://{VAULT_IP}:{API_PORT}/Status"
    try:
        response = requests.get(url, timeout=2)
        if response.status_code == 200:
            print(f"[API] Статус получен")
            return response.text
    except Exception as e:
        print(f"[API] Ошибка получения статуса: {e}")
    return None

# --- Основной цикл управления с интеграцией ПЛК ---
def main():
    print("Запуск Middleware для Bluesound VAULT 2i в составе АСУ ТП")

    # 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_volume = None
    last_command = 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]

            # Обработка транспортных команд (Play, Pause, Skip и т.д.)
            if cmd_value in CMD_MAP and cmd_value != last_command:
                send_command(CMD_MAP[cmd_value])
                last_command = cmd_value

            # Обработка команд громкости (10-100)
            elif 10 <= cmd_value <= 100 and cmd_value != last_volume:
                set_volume(cmd_value)
                last_volume = cmd_value

            # Сброс отслеживания при очистке регистра команд
            elif cmd_value == 0:
                last_command = None
                last_volume = None

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

        # Опционально: периодический опрос статуса для SCADA
        # if (int(time.time()) % 30) == 0:
        #     get_status()

        time.sleep(POLL_INTERVAL)

except KeyboardInterrupt:
    print("\nОстановка Middleware для VAULT 2i")
finally:
    plc_client.close()

if __name__ == "__main__":
    main()

```

Как это работает:

1. ПЛК записывает значение команды в регистр 90:
 - 1 = Play
 - 2 = Pause
 - 10-100 = Установка громкости (например, 45 = 45%)
2. Скрипт считывает регистр каждую секунду
3. Скрипт отправляет соответствующую HTTP API команду на VAULT 2i
4. (Опционально) Скрипт может запрашивать /Status для SCADA-систем

Примечания по интеграции с ПЛК:

- Используйте отдельные регистры для громкости и транспортных команд, если требуется одновременное управление
- Внедрите мониторинг heartbeat для обнаружения сбоя Middleware
- Рассмотрите использование long-polling /Status?timeout= для получения обновлений статуса в реальном времени
- Для управления 12V Trigger Out используйте питание устройства — включение VAULT активирует выход

РАЗДЕЛ 12: КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ

Код	Роль	Требования к квалификации	Примечание по допуску
ПК-00	Общее требование для всех ролей	Подтвержденное знание того, что VAULT 2i предназначен исключительно для профессионального применения в АСУ ТП. Понимание отличий VAULT 2i (стример + CD-риппер + 2ТБ сервер) от других устройств Bluesound (NODE, POWERNODE, HUB).	Включается в должностную инструкцию или трудовой договор.
ПК-01	Инженер по интеграции (Middleware)	Сертификация по Python/Node-RED (или подтвержденный опыт промышленной разработки); понимание BluOS Simple	Допускается после сдачи внутреннего экзамена по безопасности API.

Код	Роль	Требования к квалификации	Примечание по допуску
ПК-02	Сетевой инженер (AVoIP)	API (XML формат, port 11000); опыт интеграции сетевых аудиосерверов в системы управления через HTTP API. Сертификация Cisco CCNA или аналогичная; опыт настройки VLAN, QoS для AV потоков; понимание требований к пропускной способности для многозонных систем (до 64 устройств) с центральным источником VAULT 2i.	Не допускаются специалисты без опыта работы с профессиональными AV сетями.
ПК-03	Аудиоинженер / Системный интегратор	Понимание спецификаций ЦАП (24 бит/192 кГц, SNR 110 дБ); знание форматов lossless (FLAC, WAV, AIFF, MQA) и lossy; опыт настройки мультитрум-систем с центральным сервером.	Обязателен для проектирования аудиочасти системы и медиатеки.
ПК-04	Специалист по архивации данных	Опыт работы с сетевыми хранилищами (NAS, HDD); знание протоколов SMB; понимание требований к резервному копированию (3-2-1) и восстановлению медиатеки; опыт работы с файловыми системами (FAT32, NTFS) для внешних накопителей.	Обязателен для настройки политик резервного копирования медиатеки и проверки целостности HDD.
ПК-05	Программист систем автоматизации (Control4/Crestron)	Сертификация Crestron/Control4 (или аналогичная); подтвержденный опыт интеграции BluOS устройств в коммерческие проекты автоматизации; понимание работы HTTP API, IR IN, 12V Trigger Out.	Допускается только при наличии действующей сертификации.
ПК-06	Технический специалист по обслуживанию	Опыт работы с профессиональным AV-оборудованием; умение производить замену жесткого диска (2.5" SATA	Запрещается привлекать персонал без опыта работы с серверным оборудованием и HDD.

Код	Роль	Требования к квалификации	Примечание по допуску
		HDD/SSD) CD-привода; знание особенностей охлаждения HDD и виброизоляции.	
ПК-07	Специалист по кибербезопасности	Аттестация по ФСТЭК или внутренний допуск к объекту КИИ; знание методов изоляции AV-устройств в промышленных сетях; опыт настройки безопасного API-доступа (порт 11000) и VLAN для аудиооборудования.	Обязателен для объектов, где VAULT 2i подключен к контуру управления и содержит критическую аудио-информацию.

РАЗДЕЛ 13: СВОДКА ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ПРИМЕНЕНИЮ

Цели использования: интеграция в системы автоматизации, фоновой трансляции, мультирум-инсталляций и оповещения на объекте. VAULT 2i обеспечивает централизованное хранение (2ТБ) и стриминг аудио высокого разрешения (24 бит / 192 кГц) с возможностью оцифровки физических носителей (CD) для зон различного назначения .

Ключевые методы интеграции (по пригодности для АСУ ТП):

1. **HTTP API на порту 11000** (наиболее гибкий, полная двунаправленная обратная связь)
2. **IR IN** (3.5 мм) — резервное управление от ИК-шлюзов
3. **12V Trigger Out** — синхронизация включения внешних устройств (усилителей)
4. **Сертифицированные драйверы** для Control4, Crestron, ELAN, RTI, URC, Lutron
5. **CD-риппинг:** автоматическая оцифровка медиатеки в FLAC (lossless) или MP3 (320 kbps) для локального хранения

Сеть: проводная (Gigabit Ethernet) — обязательно; сегментированная, с QoS и мониторингом. Беспроводная сеть (Wi-Fi) допускается только как резервный канал .

Интерфейсы управления: ПЛК/SCADA через Modbus TCP → Middleware → HTTP API (порт 11000); ИК-шлюзы через IR IN; 12V Trigger Out для аппаратной синхронизации; голосовые помощники (Amazon Alexa, Apple Siri, Google Assistant) .

Аудиовходы: Оптический / линейный аналоговый (3.5 мм) ; CD-привод (риппинг)

Аудиовыходы: Аналоговый RCA (стерео), цифровой коаксиальный RCA, цифровой оптический TOSLINK, выход на сабвуфер RCA, выход на наушники 3.5 мм .

Хранение: 2 ТБ внутренний жесткий диск + расширение USB (до 4 ТБ). Поддерживает резервное копирование на внешние USB-накопители .

Обновление прошивки: по графику, с предварительным тестированием, вручную; автоматические OTA-обновления должны быть отключены.

Ключевое отличие от других устройств Bluesound: VAULT 2i — единственное устройство в линейке, объединяющее в себе сетевое хранилище (2ТБ), CD-риппер и полноценный аудиоплеер. Является центральным сервером для всей мультимедийной системы Bluesound .

Учет: ведется журнал эксплуатации, присваивается инвентарный номер, фиксируется место установки, документируются IP-адрес, название зоны, конфигурация HDD (тип RAID), расписание резервного копирования.

Ответственность: при нарушении инструкции профессионального применения гарантийные обязательства могут быть ограничены в части некорректной настройки, работы жесткого диска в недопустимых условиях (вибрация, перегрев) и повреждения оптического привода при попытках извлечения дисков с нарушением инструкции .

РАЗДЕЛ 14: ТАБЛИЦА СВЕТОДИОДНОЙ ИНДИКАЦИИ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА

Цвет/Режим	Значение	Действие персонала
Синий постоянный	Устройство в сети, готово к работе через BluOS App	Нормальный режим
Синий мигающий	Режим Mute (выключен звук)	Проверить состояние громкости через API или сенсорную панель

Цвет/Режим	Значение	Действие персонала
Зеленый мигающий	Подключение к сетевым ресурсам	Ожидать завершения (1-2 минуты)
Красный постоянный	Невозможно запуститься; ошибка диска	Срочно проверить жесткий диск. Вызвать техническую поддержку. Данные под угрозой!
Красный пульсирующий	Нет шлюза Интернета (нет доступа к сети)	Проверить сетевые настройки, кабель Ethernet, доступ к роутеру
Белый пульсирующий	Доступно обновление ПО	Запланировать обновление в ближайшее окно ТО
Белый постоянный	Индексация файлов (медиаотеки)	Ожидать завершения (от 1 до 10 минут)
Красный/зеленый мигание	Обновление прошивки	Не выключать питание! Дождаться завершения
Фиолетовый постоянный	Тайм-аут точки доступа	Проверить настройки Wi-Fi, перейти на Ethernet
Выключен	Нет питания	Проверить подключение питания, кабель, розетку, блок питания

РЕЗЮМЕ

1. **Bluesound VAULT 2i** квалифицируется как **профессиональное устройство** — комбинированный стриминговый аудиосервер с 2ТБ HDD, CD-риппером и полноценным аудиоплеером для систем автоматизации и мультимедиа .

2. Ключевые особенности:

- 2 ТБ встроенное хранилище (централизованная медиатека для всей организации)
 - Встроенный CD-риппер (оцифровка физической медиатеки в FLAC/MP3/WAV)
 - Поддержка 24 бит / 192 кГц, ЦАП 32 бит / 192 кГц, SNR 110 дБ
 - Интерфейсы: HTTP API (порт 11000), IR IN, 12V Trigger Out
 - Поддержка AirPlay 2, Spotify Connect, TIDAL Connect, Roon Ready
3. **Основной метод интеграции:** HTTP API (BluOS Simple API) через Middleware на Python/Node-RED с управлением от ПЛК по Modbus TCP.
 4. **Рекомендуемый метод управления: проводное подключение Gigabit Ethernet** с выделенной VLAN для AV-устройств .
 5. **Ключевое отличие от других устройств:** VAULT 2i — единственное устройство Bluesound, которое может выступать центральным сервером мультимедиа-системы и архивировать физическую медиатеку. Имеет подвижные части (HDD, CD-привод), требующие защиты от вибраций и поддержания температурного режима .
 6. **Резервное копирование:** требуется периодическое резервное копирование медиатеки на внешний USB-накопитель (1 раз в месяц) .
 7. Все работы по настройке, интеграции и обслуживанию выполняются **только специально обученным персоналом** (см. Таблицу квалификаций).
 8. Персонал без соответствующей квалификации к работе с устройством **не допускается**.
 9. Настоящая инструкция обязательна для всех сотрудников, задействованных в интеграции и эксплуатации Bluesound VAULT 2i в составе автоматизированных систем.