

ООО «ГАМЕМ»

**РУКОВОДСТВО
ПО УСТАНОВКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭКЗЕМПЛЯРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

**встроенного программного обеспечения платы управления
высоковольтным преобразователем ПУВЗС**

2026 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Термины и сокращения	3
3 Объект руководства и границы применимости	3
4 Идентификационные сведения о программном обеспечении	4
5 Назначение и область применения	4
6 Требования к аппаратной платформе и условиям применения	4
7 Состав экземпляра программного обеспечения	5
8 Подготовка к установке	5
9 Порядок установки программного обеспечения	6
10 Проверка после установки и ввод в эксплуатацию	8
11 Порядок эксплуатации	9
12 Диагностика и устранение неисправностей	10
13 Обновление, восстановление и откат версии	10
14 Требования безопасности и ограничения	11
15 Учет и сопровождение ПО	11
16 Техническая поддержка	11

1 Общие положения

Настоящее руководство по установке и эксплуатации экземпляра программного обеспечения устанавливает порядок установки, проверки, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, обновления и восстановления встроенного программного обеспечения платы управления высоковольтным преобразователем ПУВЗС.

Руководство предназначено для специалистов ООО «ГАМЕМ», производственных и испытательных подразделений, сервисных организаций и иных уполномоченных лиц, выполняющих запись, проверку, обновление и эксплуатационное сопровождение ПО.

ПО относится к встроенному программному обеспечению: оно записывается в энергонезависимую память микроконтроллера соответствующей платы и обеспечивает выполнение заранее определенных функций управления, контроля, диагностики и защиты.

Самостоятельное использование ПО вне совместимой аппаратной платформы не предусматривается. Руководство не заменяет руководство по эксплуатации преобразователя или иного изделия, в состав которого входит плата; требования применяются совместно с конструкторской, эксплуатационной и технологической документацией.

2 Термины и сокращения

Термины и сокращения, используемые в настоящем документе, приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 — Термины и сокращения

Термин / сокращение	Расшифровка
ПО	Встроенное программное обеспечение платы управления высоковольтным преобразователем ПУВЗС
Экземпляр ПО	Комплект файлов программного обеспечения, документации и контрольных сведений, предназначенный для поставки, установки, идентификации и проверки версии ПО.
ММ	Программа «Мульти Векторный Монитор» (ММ) — сервисное приложение правообладателя, используемое для связи с платами и записи ПО.
ПН	Понижающий преобразователь.
ППН	Повышающий преобразователь.
КД	Конструкторская документация.
RS-232	Последовательный интерфейс, применяемый для сервисного подключения платы к ПК при установке ПО.

3 Объект руководства и границы применимости

Объектом настоящего руководства является встроенное программное обеспечение платы управления высоковольтным преобразователем ПУВЗС.

Для платы управления ПУВЗС предусмотрено два функциональных исполнения ПО, различающихся назначением и областью применения. Исполнения предназначены для управления преобразователями различных типов — ПСН и ПВС.

Платы ПУВЗС применяются в составе высоковольтной преобразовательной техники ООО «ГАМЕМ». Конкретное исполнение ПО определяется типом преобразователя и документацией на соответствующее изделие.

Запись ПО на иные платы или аппаратные ревизии допускается только после подтверждения совместимости и оформления изменений в установленном порядке.

4 Идентификационные сведения о программном обеспечении

В таблице 4.1 представлены идентификационные сведения о программном обеспечении.

Таблица 4.1 — Идентификационные сведения о программном обеспечении

Показатель	Сведения
Полное наименование	Встроенное программное обеспечение платы управления высоковольтным преобразователем ПУВЗС
Краткое наименование	ПО платы управления ПУВЗС
Правообладатель	ООО «ГАМЕМ»
Класс ПО	01.03 Встроенные прикладные программы
Дата создания	март 2023 г.
Аппаратная платформа	Микроконтроллеры ARM Cortex-M4 семейства STM32F405/GD32F405
Официальный сайт правообладателя	https://www.gamem.ru/

Каждое исполнение ПО идентифицируется сочетанием наименования платы, десятичного номера платы, функционального назначения, версии ПО и имени файла программного обеспечения. Версия ПО не является частью десятичного номера платы и не заменяет его.

Аппаратная ревизия платы является дополнительным признаком совместимости. При изменениях аппаратной части, влияющих на функционирование ПО, совместимость должна быть подтверждена правообладателем.

5 Назначение и область применения

ПО предназначено для функционирования в составе электронных систем управления силовыми преобразовательными устройствами. Оно обеспечивает реализацию алгоритмов управления, обработку сигналов обратной связи, формирование управляющих воздействий, контроль состояний и защитных функций.

ПО не предназначено для установки на персональные компьютеры, серверы, мобильные устройства или иные аппаратные платформы общего назначения. Рабочее место ПК используется только как технологическое средство для записи, проверки и обновления экземпляра ПО.

6 Требования к аппаратной платформе и условиям применения

Требования к аппаратной платформе и условиям применения программного обеспечения указаны в таблице 6.1.

Таблица 6.1 — Требования к аппаратной платформе и условиям применения

Требование	Описание
Совместимость	Плата ПУВЗС и совместимая аппаратная ревизия согласно КД.
Микроконтроллер	STM32F405/GD32F405, если иное не установлено утвержденной документацией на конкретное исполнение.

Требование	Описание
Интерфейс программирования	RS-232.
Кабель программирования	Кабель RS-232, пригодный для сервисного подключения платы к ПК.
ПК	Персональный компьютер с ОС Windows 10 или Windows 11.
Сервисное ПО	«Мульти Векторный Монитор» (ММ) версии 10.55 и выше с поддержкой программирования STM32Fxxx.
Питание	В соответствии с КД и технологической инструкцией на соответствующую плату и изделие.
Условия эксплуатации	В составе совместимого изделия и в пределах условий эксплуатации, установленных документацией на соответствующее изделие.

Перед установкой необходимо убедиться в исправности платы, отсутствии механических повреждений и следов перегрева, коррозии или неквалифицированного ремонта.

7 Состав экземпляра программного обеспечения

Экземпляр ПО рекомендуется формировать как контролируемый комплект, позволяющий однозначно определить функциональное исполнение, версию, файл программного обеспечения и относящуюся к нему документацию.

Таблица 7.1 — Исполнения программного обеспечения и область его применения

Плата	Децимальный номер	Версия ПО	Файл программного обеспечения	Назначение
ПУВЗС	МИЮН.469645.484	10.09	PUV3S_PCH_v10.09.hex	Управление преобразователями типа ПСН
ПУВЗС	МИЮН.469645.484	3.05	PUV3S_PVS_v3.05.hex	Управление преобразователями типа ПВС

Номер версии не является достаточным основанием для выбора файла программного обеспечения. Перед записью необходимо проверить одновременно соответствие платы, децимального номера, функционального исполнения, микроконтроллера, версии ПО и имени файла.

При наличии утвержденного контрольного идентификатора файла его следует проверять до начала записи.

8 Подготовка к установке

1. Получить утвержденный экземпляр ПО из контролируемого источника правообладателя.
2. Идентифицировать плату по наименованию и децимальному номеру.
3. Проверить аппаратную ревизию платы и ее соответствие разрешенной области применения ПО.
4. Выбрать файл программного обеспечения соответствующего функционального исполнения и версии.
5. Проверить целостность файла по утвержденному контрольному идентификатору, если такой идентификатор предусмотрен комплектом.
6. Подготовить ПК с ОС Windows 10/11, приложение ММ версии 10.55 и выше, исправный кабель RS-232 и необходимое питание платы.

7. Обеспечить защиту от электростатического разряда и исключить случайное отключение питания во время записи.

Для плат ПУВЗС кабель RS-232 подключается к разъёму XP5. Перед записью ПО установить перемычку BOOT ENABLE. Подключение, установка перемычки и подача питания должны выполняться в соответствии с конструкторской и технологической документацией на соответствующую плату.

9 Порядок установки программного обеспечения

Запись ПО выполняется с использованием приложения «Мульти Векторный Монитор» (ММ). На представленном интерфейсе программы предусмотрен пункт меню «Программирование» и команда «Защитить процессор STM32Fxxx».

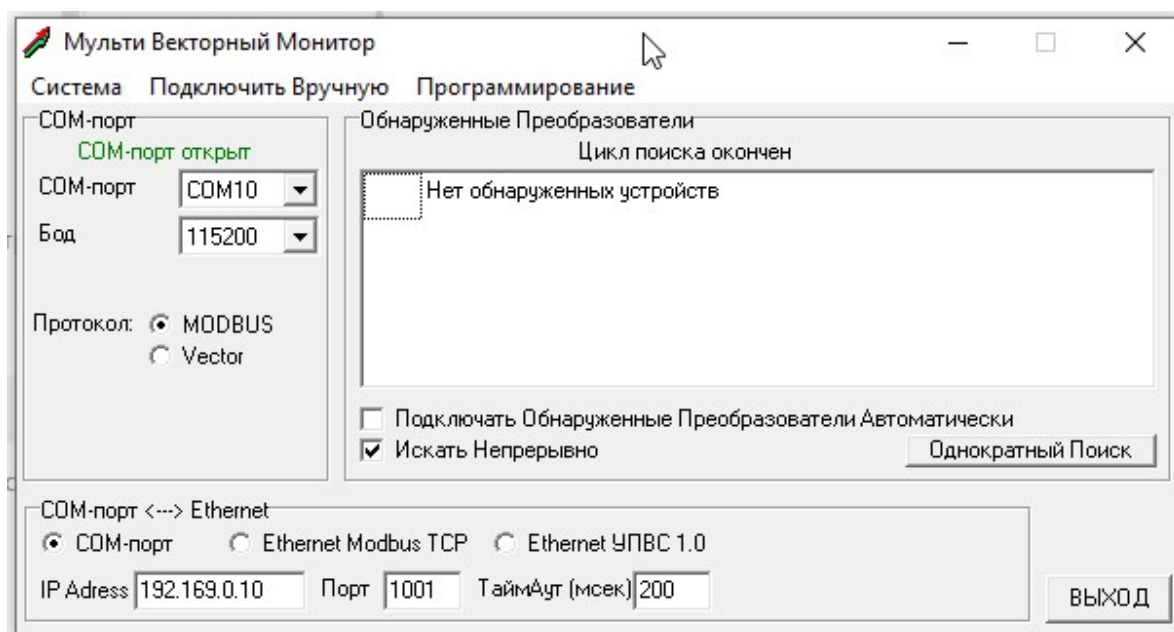


Рисунок 1 — Главное окно программы «Мульти Векторный Монитор»

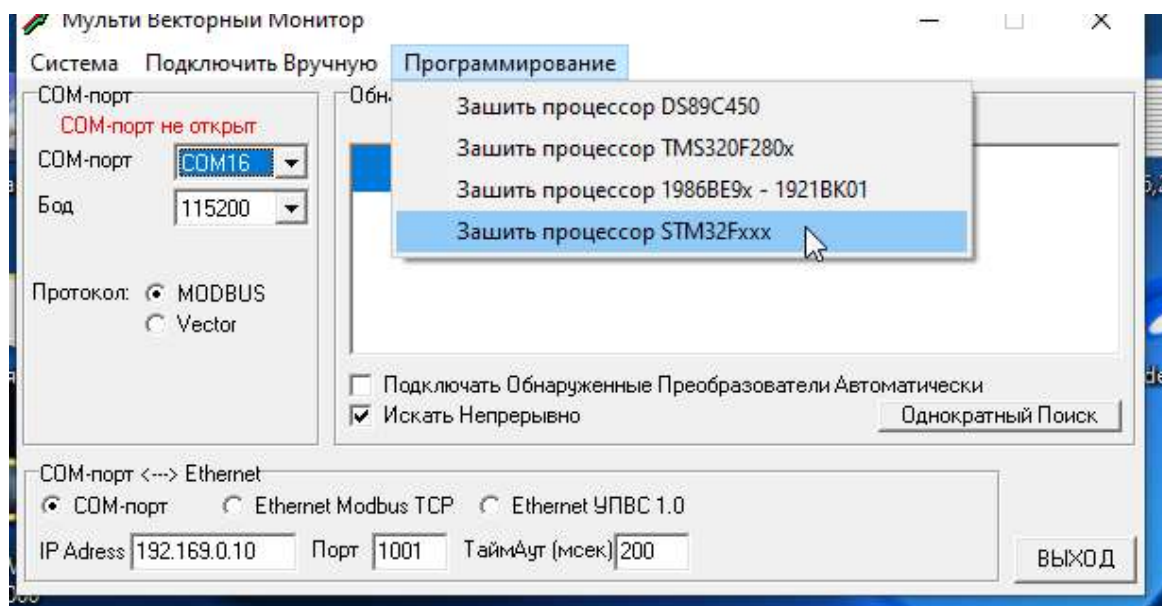


Рисунок 2 — Выбор режима программирования STM32Fxxx в программе «Мульти Векторный Монитор»

1. Запустить программу «Мульти Векторный Монитор».
2. Подключить кабель RS-232 к разъёму XP5 платы и проверить выбор COM-порта, к которому подключен кабель.
3. Установить на плате перемычку BOOT ENABLE.
4. Выбрать в меню «Программирование» команду «Защитить процессор STM32Fxxx».
5. Установить скорость обмена, предусмотренную технологической документацией; для используемого рабочего режима применяется значение 115200 бод.
6. Выбрать файл программного обеспечения, соответствующий установленной плате, функциональному исполнению и версии ПО.
7. Нажать «Пропинговать» и убедиться в наличии связи с микроконтроллером.
8. При подтвержденной связи выполнить команду «Защитить процессор».
9. Дождаться завершения записи. Не отключать питание и не изменять подключение в процессе операции.
10. Верификация с кодом 0 означает, что файл ПО загружен в память программ микроконтроллера и содержимое памяти программ микроконтроллера проверено на соответствие исходному файлу
11. После завершения записи снять перемычку BOOT ENABLE и выполнить действия по выходу из режима программирования в соответствии с КД на конкретную плату.
12. Перезапустить плату и перейти к проверке после установки.

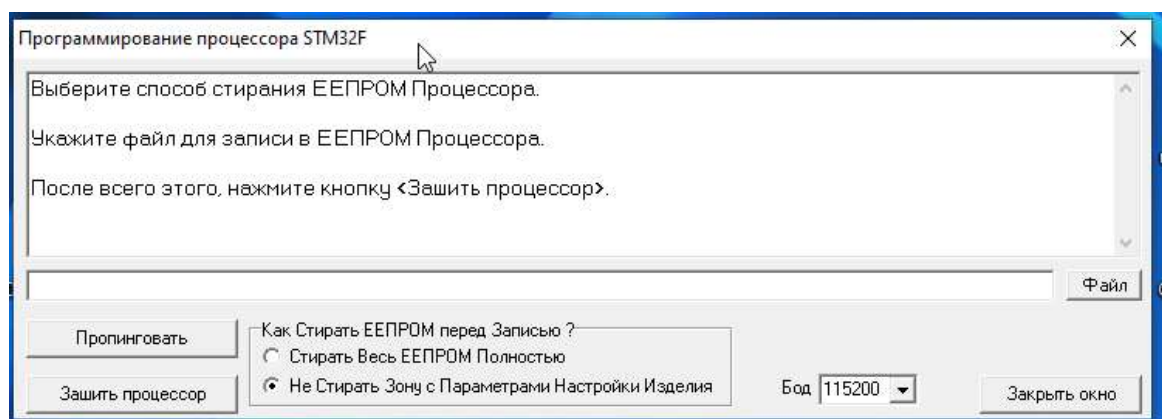


Рисунок 3 — Окно программирования процессора STM32Fxxx в программе «Мульти Векторный Монитор»

10 Проверка после установки и ввод в эксплуатацию

После записи ПО плата допускается к эксплуатации только после успешного завершения проверки корректного запуска, идентификации версии ПО, штатной индикации, отсутствия критических диагностических признаков и функциональной работоспособности в соответствии с КД.

Таблица 10.1 — Проверка после установки и критерии допуска к эксплуатации

Проверка	Порядок выполнения	Критерий приемки
Идентификация версии	Считать значение параметра 1 через приложение «Мульти Векторный Монитор».	Значение параметра 1 соответствует установленной версии ПО.
Запуск платы	Подать рабочее питание и дождаться завершения самодиагностики.	Плата проходит самодиагностику и переходит в штатное состояние, соответствующее установленному исполнению ПО.
Индикация	Проверить последовательность индикации семисегментного индикатора.	Индикация соответствует состоянию платы.
Функциональная проверка	Проверить работу платы на стенде или в составе изделия согласно КД.	Плата запускается без критических ошибок; значение параметра 1 соответствует требуемой версии ПО; индикация соответствует состоянию платы; функциональная проверка завершена успешно.
Диагностика	Проверить отсутствие признаков неисправности средствами изделия или ММ.	Критические ошибки отсутствуют.
Фиксация результата	Внести данные об установленной версии в журнал/маршрутный лист.	Результаты проверки оформлены, версия ПО зафиксирована в журнале или маршрутном листе.

Версия ПО всех рассматриваемых исполнений идентифицируется по значению параметра 1.

11 Порядок эксплуатации

В штатном режиме после подачи питания встроенное ПО автоматически запускается и выполняет процедуру самодиагностики. Постоянное участие оператора в выполнении алгоритмов ПО не требуется.

В штатном режиме отображение „00“ соответствует состоянию готовности платы. Цифровые значения от 11 до 88 также используются соответствующими исполнениями ПО для отображения диагностических состояний; назначение диагностических кодов определяется типом платы и соответствующим исполнением встроенного ПО.

Состояние платы отображается встроенным семисегментным индикатором. Последовательность индикации используется для оценки этапа запуска и текущего состояния платы.

Таблица 11.1 — Состояния платы по индикации семисегментного индикатора

Индикация	Состояние платы
Вращение сегментов	Самотестирование платы после подачи питания.
Мигание «00»	Отсутствие готовности.
«00»	Готовность.
Вращение пробелов по часовой стрелке	Работа.

При эксплуатации оператор контролирует состояние платы по штатной индикации, диагностическим сообщениям и параметрам изделия. Изменение алгоритмов работы, версии ПО и конфигурационных параметров, если такие параметры предусмотрены конкретным исполнением, допускается только в порядке, установленном правообладателем.

Функциональное назначение ПО в эксплуатации определяется установленным исполнением. Исполнения предназначены для управления преобразователями различных типов — ПСН и ПВС.

При плановом техническом обслуживании рекомендуется проверять соответствие установленной версии ПО разрешенной версии для конкретной платы и изделия, а также корректность работы индикации и отсутствие критических диагностических сообщений.

12 Диагностика и устранение неисправностей

В таблице 12.1 представлены возможные неисправности, методы их диагностики и рекомендации по устранению

Таблица 12.1 — Диагностика и устранение неисправностей

Признак	Возможная причина	Рекомендуемое действие
Плата не запускается после подачи питания	Отсутствует питание, повреждена плата, некорректно записано ПО или установлена несовместимая версия.	Проверить питание, маркировку, совместимость и версию ПО. При необходимости выполнить повторную запись утвержденного файла.
Нет связи по RS-232	Неверно выбран СОМ-порт, поврежден кабель, отсутствует питание или некорректно выполнено подключение.	Проверить кабель, СОМ-порт, скорость 115200 бод и питание платы.
Не выполняется программирование	Выбран неверный тип микроконтроллера или файл, плата не переведена в режим программирования.	Проверить тип STM32Fxxx, файл и процедуру перевода платы в режим программирования.
Версия ПО не соответствует требуемой	Записан другой файл или функциональное исполнение.	Считать параметр 1 и повторно проверить соответствие платы и файла.
Мигание «0»	Плата не находится в состоянии готовности.	Проверить условия запуска и диагностические признаки.
Появились ошибки после обновления	Несовместимая версия, ошибка записи или отклонение от штатной процедуры.	Прекратить эксплуатацию, проверить совместимость и при наличии разрешения выполнить восстановление/откат.
Неисправность не устраняется	Причина неисправности не установлена	Передать плату на диагностику уполномоченному подразделению ООО «ГАМЕМ».

Если неисправность не устраняется штатными действиями, дальнейшая эксплуатация платы до проведения диагностики не допускается.

13 Обновление, восстановление и откат версии

Обновление ПО выполняется по решению правообладателя или уполномоченного подразделения при необходимости устранения выявленных недостатков, изменения алгоритмов, улучшения совместимости или выпуска новой версии изделия.

Перед обновлением необходимо проверить наличие утвержденного файла, совместимость новой версии с платой и изделием, описание изменений и возможность восстановления предыдущей версии.

Восстановление выполняется при повреждении программного обеспечения, неудачном обновлении, ошибочной записи или иных условиях, при которых плата не выполняет штатные функции.

Откат на предыдущую версию допускается только при наличии утвержденного файла предыдущей версии, подтвержденной совместимости с аппаратной ревизией платы и соответствующим функциональным исполнением, а также разрешения ответственного лица.

Любое обновление, восстановление или откат должны фиксироваться в журнале учета с указанием платы, версии ПО, имени файла, даты и исполнителя.

14 Требования безопасности и ограничения

В настоящем разделе приведены требования безопасности и ограничения, обязательные к соблюдению при установке, обновлении и эксплуатации программного обеспечения:

- Работы по установке и обновлению ПО должны выполняться квалифицированным и уполномоченным персоналом.
- При работе необходимо соблюдать требования электробезопасности, защиты от электростатического разряда и технологической документации на изделие.
- При записи запрещается отключать питание платы, отсоединять кабель RS-232 или изменять подключение, если это не предусмотрено технологической инструкцией.
- Не допускается установка ПО на плату с неизвестной аппаратной ревизией или признаками неисправности без дополнительной проверки.
- Не допускается использование неподтвержденных или измененных файлов программного обеспечения.
- Не допускается эксплуатация платы с версией ПО, не разрешенной для соответствующего функционального исполнения и изделия.
- Нельзя выбирать файл только по номеру версии; необходимо учитывать плату, десятичный номер, функциональное исполнение и микроконтроллер.
- Некорректная версия ПО или нарушение процедуры записи может привести к отказу платы, некорректной работе защит, потере связи с изделием или нарушению штатных функций преобразовательного оборудования.

15 Учет и сопровождение ПО

Для каждого установленного экземпляра ПО рекомендуется сохранять связь между платой, ее серийным номером, версией ПО, именем файла, контрольным идентификатором файла, датой установки и исполнителем.

При выпуске новой версии ПО сведения о версии, файле программного обеспечения и области применимости вносятся в установленную эксплуатационную и учетную документацию с оформлением соответствующих изменений.

16 Техническая поддержка

Сопровождение ПО осуществляет правообладатель или уполномоченное подразделение ООО «ГАМЕМ».

- регистрация и анализ замечаний по работе ПО;
- воспроизведение и диагностика неисправностей;
- разработка и проверка исправлений;
- выпуск новых версий ПО;
- ведение архива версий, файлов программного обеспечения и сопроводительной документации;
- определение применимости версий ПО для конкретных плат и изделий.

Официальный сайт правообладателя: <https://www.gamem.ru/>