



ООО «Прикладная Электроника»

Руководство пользователя

для источника электропитания ионного источника APEL-IS-5000A



Пожалуйста, внимательно ознакомьтесь с настоящим руководством перед работой.





Содержание

| 1 | Введение | 5 | | | | |
|----|---|---|--|--|--|--|
| 2 | Назначение | | | | | |
| 3 | Безопасность | | | | | |
| 4 | Состав | 5 | | | | |
| 5 | Принцип действия | 6 | | | | |
| 6 | Технические данные | 7 | | | | |
| 7 | Общие указания по вводу в эксплуатацию 7.1 Распаковывание и повторное упаковывание 7.2 Порядок установки 7.3 Подготовка к работе | 8 8 8 8 | | | | |
| 8 | Порядок работы 8.1 Подготовка к работе 8.2 Расположение и назначение органов управления 8.3 Параметры ЖК-экрана 8.4 Ограничение максимального выходного напряжения в режиме стабилизации тока или мощности 8.5 Расположение разъемов и клемм на задней панели 8.6 Удаленное управление источником питания 8.7 Блокировка источника питания | 9 9 9 10 11 12 12 12 12 | | | | |
| 9 | Конструкция | 12 | | | | |
| 10 | Поиск неисправностей | 13 | | | | |
| 11 | Обслуживание | 13 | | | | |
| 12 | Свидетельство о приемке | 15 | | | | |
| 13 | Интерфейс управления RS-485 | 17 | | | | |
| 14 | 14 Габаритный чертеж ИП 21 | | | | | |
| 15 | 15 Виды вариантов задней панели ИП 23 | | | | | |

Руководство пользователя



1 Введение

Благодарим Вас за покупку источника питания APEL-IS-5000A!

Торговая марка. Все торговые марки APEL являются законной собственностью их владельцев.

Авторское право. Данная инструкция и все содержащаяся в ней информация защищены авторским правом. Настоящее руководство пользователя предназначено для ознакомления с источником электропитания (в дальнейшем ИП) и устанавливает правила эксплуатации, соблюдение которых обеспечивает его поддержание в постоянной готовности к действию.

2 Назначение

Источник APEL-IS-5000А предназначен для электропитания регулируемым напряжением постоянного тока ионных источников мощностью до 2,00 кВт, используемых в процессах вакуумного нанесения тонкопленочных покрытий.

Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 30 °C;
- относительная влажность воздуха до 85 % при температуре плюс 25 °C;
- конденсат не допускается.

ИП изготовлен в 19-дюймовом корпусе для установки в телекоммуникационную стойку или шкаф и может эксплуатироваться в составе вакуумных напылительных установок, а также в научных целях при исследовании вакуумных разрядов.

3 Безопасность

Устанавливайте ИП только в закрытых помещениях с контролируемой температурой и влажностью воздуха.

Перед включением в сеть необходимо заземлить корпус прибора через клемму на задней панели ИП, обозначенную знаком "¹—" или через провод заземления сетевого кабеля.

При обслуживании и ремонте прибора не допускается соприкосновение с токоведущими элементами, т.к. в ИП на сетевом разъеме имеется переменное напряжение 380 В и положительное выходное напряжение амплитудой до 5,00 кВ.

Замена блоков, узлов должна производиться только в обесточенном состоянии в соответствии с указаниями сервисной документации.

Обслуживать ИП и выполнять ремонтные работы должен только квалифицированный специалист.

4 Состав

В состав комплекта источника входит:

- источник питания APEL-IS-5000A (1 силовой блок);
- кабель для подключения к трехфазной питающей сети (3 метра);
- кабель для подключения нагрузки (3 метра);
- руководство пользователя.



5 Принцип действия

Для получения заданного стабилизированного напряжения на выходе источника питания используется несколько блоков преобразования. На рис. 1 приведена структурная схема ИП.



Входная цепь коммутирует 3-х фазное напряжение на блок выпрямителя источника, подавая питание на блоки управления и систему охлаждения. Включение проходит в два этапа для плавной зарядки входной емкости преобразователя постоянного напряжения (ППН).

Понижающий преобразователь обеспечивает регулировку и стабилизацию выходного напряжения. Резонансный инвертор формирует высокочастотные импульсы переменного тока. С помощью повышающего трансформатора и высоковольтного выпрямителя на выходе ИП обеспечивается высокое постоянное напряжение.

Благодаря высокой частоте преобразования на выходе источника для фильтрации напряжения используется конденсатор небольшой емкости, что позволяет ограничить энергию вкладываемую в дугу при ее возникновении. После разряда выходной емкости ток стабилизируется на уровне рабочего значения резонансным инвертором. Работа всех узлов контролируется системой управления на базе контроллера.



APEL-IS-5000A

6 Технические данные

| ПАРАМЕТР | ЗНАЧЕНИЕ | | | |
|---|--|--|--|--|
| Входное напряжение | 3х380 В, 50/60 Гц | | | |
| Максимальная потребляемая мощность | 2,5 кВт | | | |
| Диапазон регулирования выходного напряжения | 0,20 \div 5,00 кВ, с шагом 0,01 кВ | | | |
| Диапазон регулирования выходного тока | $5 \div 1000$ мА, с шагом 1 мА | | | |
| Диапазон регулирования выходной мощности | $0,05 \div 2,00$ к Вт, с шагом 0,01 к Вт | | | |
| Амплитуда тока срабатывания дугозащиты | — | | | |
| Полярность выходного напряжения/тока | положительная | | | |
| Тип выходного напряжения | постоянное | | | |
| Режимы стабилизации | напряжение, ток, мощность | | | |
| Отклонение стабилизируемого параметра* | не более 3 % | | | |
| Время реакции на дуговой пробой | 1 мкс | | | |
| Блокировочный вход | есть | | | |
| Индикация | ЖК-дисплей | | | |
| Охлаждение | воздушное | | | |
| Корпус | 3U | | | |
| Масса, не более | 20 кг | | | |
| Интерфейс удаленного управления | RS-485 | | | |
| Протокол удаленного управления | RTU ModBus | | | |

Табл. 1 — Технические характеристики источника питания APEL-IS-5000A.

* – для диапазона 10 \div 100 % от максимальной величины уставки.



7 Общие указания по вводу в эксплуатацию

7.1 Распаковывание и повторное упаковывание

Открыть верхнюю крышку транспортного ящика, вынуть источник питания. Эксплуатационная документация и силовые кабели уложены внутри транспортного ящика.

Проверить комплектность согласно разделу 4. Путем внешнего осмотра убедиться в отсутствии дефектов и поломок.

При повторной упаковке ИП вместе с силовыми кабелями и эксплуатационной документацией упаковать в полиэтиленовую пленку и поместить в транспортный ящик.

Амортизирующим материалом в транспортном ящике служат прокладки и вкладыши из гофрированного картона или пенопласта.

7.2 Порядок установки

При внешнем осмотре необходимо проверить:

- комплектность, согласно разделу 4;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- наличие и прочность крепления органов управления;
- чистоту гнезд, соединителей и клемм.

7.3 Подготовка к работе

Перед началом работы внимательно изучить настоящее руководство, а также ознакомится с расположением и назначением разъемов, органов управления и контроля на передней и задней панелях прибора (п. 8.2). Расположить прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

Установить автомат "Сеть" на задней панели и тумблер на передней панели в нижнее положение (выкл.).

Заземлить корпус прибора через клемму заземления на задней панели.

Подключить сетевой и выходной кабели к разъемам задней панели прибора.

!!! Важно помнить: провод «-» заземлен внутри источника питания на корпус.



8.1 Подготовка к работе

Автоматический сетевой выключатель и сетевой тумблер последовательно установите в верхнее положение (в положение «включено»). Блок включится, заработает система охлаждения, ЖК дисплей засветится и на нем появится приветствие. Далее, контроллер перейдет в режим самотестирования. После проверки настроек контроллер блока просигнализирует об этом коротким звуковым сигналом. Во время самотестирования все индикаторы передней панели загорятся одновременно и погаснут, кроме индикаторов группы «STATE», часть из которых управляется аппаратно.

После самотестирования на дисплее отобразятся параметры и можно приступать к настройке. Настройка осуществялется с помощью ручки и кнопок панели управления (см. раздел 8.2). После настройки подача напряжения на нагрузку производится нажатием кнопок «ON» и «OFF».



8.2 Расположение и назначение органов управления

Рис. 2 — Панель управления ИП.

На рисунке 2 представлена панель управления ИП, а также некоторые пояснения при перемещении между экранами и параметрами. Назначение кнопок и индикаторов описано ниже.

Область REG. Кнопкой выбирается режим стабилизации: напряжение U, ток I, мощность P. Текущий режим обозначается соответствующим индикатором. Если один из режимов не включается, значит он не предусмотрен в данном источнике питания, если иное не указано в разделе 6.

Область MODE. Кнопкой выбирается режим работы: постоянный ток (индикатор DC) или импульсный режим (индикатор **M**). Если один из режимов не включается, значит он не предусмотрен в данном источнике питания, если иное не указано в разделе 6.

Область Timer – область управления таймером обратного отсчета. Таймер включается и выключается кнопкой «ON/OFF». Отсчет происходит только когда ИП включен (т.е. подает на



APEL-IS-5000A

нагрузку требуемое напряжение, ток или мощность). Когда таймер досчитает до нуля, источник питания выключится, т.е. прекратит подавать напряжение, ток или мощность на нагрузку, а сам таймер установит свое значение в исходное состояние. Если во время работы таймера нажата кнопка «ON/OFF», то таймер запомнит свое состояние и выключится. Отсчет можно возобновить путем повторного нажатия кнопки «ON/OFF». При нажатии кнопки SET таймер устанавливается в исходное состояние.

Область State. Область состояния. Индикатор «RAMP» указывает на несоответствие текущей уставки и выходного значения более чем на 10%. Индикатор «OVR» указывает на превышение выходного тока или напряжения максимального значения и вход источника питания в режим ограничения. Индикатор «ARC» указывает на срабатываение защиты по току, что может говорить о наличии дуги или короткого замыкания на выходе источника питания.

Индикаторы «ERR», «REM», «LINK». Индикатор **«ERR»** сигнализирует о том, что контроллер источника питания обнаружил ошибку и его дальнейшая работа невозможна. Индикатор **«REM»** сигнализирует о блокировке ручного управления (возможно только удаленное управление). Индикатор **«LINK»** сигнализирует об обмене данными между источником питания и сервером по протоколу RTU ModBus.

Ручка управления. С помощью ручки осуществляется перемещение по экрану и установка параметров. При нажатии ручки происходит переход в состояние изменения параметра. Выход из этого состояния осуществляется при повторном нажатии на ручку. Изменение некоторых параметров происходит непосредственно при нажатии на ручку с автоматическим возвратом в состояние перемещения по экрану.

Кнопка «**DISP**». С помощью кнопки осуществляется переключение набора отображаемых параметров. Если при нажатии кнопки переключения не происходит, значит на данном экране нет дополнительных параметров.

Кнопка «OPT». С помощью кнопки осуществляется переход к экрану с дополнительными настройками, которые относятся к вторичным функциям источника питания: обмен данными по протоколу RTU ModBus, блокировка и пр.

Кнопки «ON», «OFF». С помощью кнопки «ON» источник питания включается, «OFF» – выключается. Состояние определяется по индикаторам над кнопками «ON» и «OFF». При наличии плавного старта в источнике питания, процесс плавного включения сопровождается миганием индикатора «ON», а выключения – миганием индикатора «OFF».

Тумблер «**Сеть**» – подает питание в систему охлаждения, контроллер и др. вспомогательные узлы.

8.3 Параметры ЖК-экрана

На рисунке 2 представлено изображение ЖК-экрана, на котором пронумерованы параметры. Назначение параметров описано ниже, в таблице 2.

| N⁰ | ОПИСАНИЕ | | | |
|-----|---|--|--|--|
| 1.1 | Уставка напряжения. | | | |
| 1.2 | Уставка тока. | | | |
| 1.3 | Уставка мощности. | | | |
| 1.4 | Уставка максимального напряжения в режиме стабилизации тока или мощности. | | | |
| 2.1 | Текущее значение выходного напряжения ИП. | | | |
| 2.2 | Текущее значение среднего выходного тока ИП. | | | |

Табл. 2 — Описание назначения параметров экрана.



Руководство пользователя

APEL-IS-5000A

| N⁰ | ОПИСАНИЕ | | | | | | | |
|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 2.3 | Текущее значение средней выходной мощности ИП. | | | | | | | |
| 4 | Таймер обратного отсчета (часы:минуты:секунды). | | | | | | | |
| 5 | Счетчик дуг или коротких замыканий. Принимает значение 065535. Для сброса необходимо навести курсор и нажать ручку, после чего значение счетчика станет равным 0. При перепол- | | | | | | | |
| | нении счетчика он обнуляется автоматически. | | | | | | | |
| 6.1 | Сетевой адрес по протоколу RTU ModBus: 1 247. | | | | | | | |
| 6.2 | Скорость передачи данных по протоколу RTU ModBus: 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 78600, 115200 Бод. | | | | | | | |
| 6.3 | Формат базы данных по протоколу RTU ModBus: | | | | | | | |
| | 8s1 – 8 бит данных и 1 стоповый бит; | | | | | | | |
| | 8s2 – 8 бит данных и 2 стоповых бита; | | | | | | | |
| | 8s1odd – 8 бит данных, 1 бит четности (нечетный) и 1 стоповый бит; | | | | | | | |
| | 8s1evn – 8 бит данных, 1 бит четности (четный) и 1 стоповый бит. | | | | | | | |
| 6.4 | Индикатор состояния сети с протоколом RTU ModBus: | | | | | | | |
| | Offline – Нет обмена данными. | | | | | | | |
| | <i>Badline</i> – Идет обмен данными, но неверная скорость передачи данных или неверный формат, или протокол не соответствует RTU ModBus. | | | | | | | |
| | LineOk – Обмен данных между сервером и вспомогательным устройством происходит по про- | | | | | | | |
| | токолуData RTU ModBus. Хорошие скорость передачи и формат данных. | | | | | | | |
| | ConnOk – Идет обмен данными по протоколу RTU ModBus. | | | | | | | |
| 7 | Метод блокировки: | | | | | | | |
| | Short – блокировка ИП замыканием контактов на входе. | | | | | | | |
| | Open – блокировка ИП разрывом цепи между контактами для блокировки на входе. | | | | | | | |
| 8 | Индикатор типа управления: | | | | | | | |
| | Manual – Ручное или удаленное управление через протокол RTU ModBus; | | | | | | | |
| | <i>Remote</i> – Ручное управление заблокировано, возможно только удаленное управление через | | | | | | | |
| | протокол RTU Modbus. | | | | | | | |
| ИП | сохраняет рабочие настройки при изменении любого из параметров и включении | | | | | | | |
| ИВ | ыключении (нажатии кнопок ON/OFF). Параметр считается измененным только | | | | | | | |

после выхода из режима редактирования параметра (мигающий курсор выключен).

8.4 Ограничение максимального выходного напряжения в режиме стабилизации тока или мощности

Параметр Um предназначен для ограничения максимальной амплитуды выходного напряжения в режимах стабилизации тока или мощности. При входе источника питания в режим ограничения по напряжению загорится индикатор OVR. Для задания величины Um по протоколу удаленного управления RTU ModBus нет специального выделенного регистра. Запись параметра Um производится одновременно при записи уставки напряжения U, тем же самым значением.



8.5 Расположение разъемов и клемм на задней панели

На рисунке 3 представлено изображение задней панели ИП.



Вариант поставки по умолчанию

Рис. 3 — Задняя панель ИП APEL-IS-5000A.

8.6 Удаленное управление источником питания

Управление источником питания может осуществляться локально или с удаленного пульта по интерфейсу RS-485 через протокол RTU Modbus. Таблица регистров и распиновка разъемов RS-485 представлены в приложении 1.

8.7 Блокировка источника питания

Источник питания имеет вход блокировки. При срабатывании блокировки на экране появляется надпись *Blocked* и источник питания выключается, если был включен. Схема блокировки показана в приложении 1. Способ блокировки (по замыканию или размыканию цепи) задается на экране дополнительных настроек.

9 Конструкция

Источник питания APEL-IS-5000А выполнен в виде отдельного переносного блока. Элементы корпуса блока соединяются межде собой винтами.

Частичная разборка прибора:

- открутить 4 винта на верхней крышке блока;
- при необходимости демонтажа функциональных узлов выполнить те же действия с нижней крышкой блока;
- сборку производить в обратном порядке.



10 Поиск неисправностей

Не пытайтесь обслуживать данный источник питания самостоятельно. Ремонт прибора должен производиться квалифицированным персоналом.

Убедитесь, что прибор выключен и кабель питания отключен от сети переменного тока. Перечень возможных неисправностей и инструкции по их устранению приведены в таблице 3.

| НЕИСПРАВНОСТЬ | ОПИСАНИЕ | | | |
|-------------------------------|--|--|--|--|
| ЖК-экран работает некорректно | ПРИЧИНА: ЭМ-помехи, контакт общего провода в ЖК экране с кор- | | | |
| или не работает совсем. | пусом прибора. | | | |
| | РЕШЕНИЕ: Проверьте заземление прибора. Проверьте отсутствие | | | |
| | контакта экрана с корпусом путем прозвонки общего провода на плате | | | |
| | контроллера и корпусом. Отключите экран от контроллера и повто- | | | |
| | рите прозвонку. Если контакт пропал, то общий провод замыкается | | | |
| | на корпус через экран прибора, что необходимо устранить. | | | |
| Сообщение на экране «EEPROM | ПРИЧИНА: Настройки ИП искажены и не могут быть восстановлен- | | | |
| fail». | ны. РЕШЕНИЕ: Обратитесь в сервисный центр или к производителю. | | | |

Табл. 3 — Возможные неисправности ИП и инструкции по их устранению.

11 Обслуживание

Профилактические работы должны проводиться не реже 1 раза в год. Для надежной работы прибора в течении всего срока эксплуатации, необходимы следующие виды работ:

- а) <u>Очистка от пыли.</u> При интенсивной работе обязательно проводится раз в пол года. Для очистки с блока снимается верхняя крышка и проводится продувка сжатым воздухом. Либо продувка осуществляется через решетку передней панели.
- б) Внешний осмотр состояния прибора:
 - 1. проверка крепления органов управления и регулировки, плавности их действия и четкости фиксации;
 - 2. проверка комплектности прибора;
 - 3. проверка состояния лакокрасочных и гальванических покрытий;
- в) осмотр внутреннего состояния монтажа узлов проводится после истечения гарантийного срока. Проверяется крепление узлов, состояние паек, удаляется грязь и коррозия.



Руководство пользователя

APEL-IS-5000A

12 Свидетельство о приемке

Источник питания APEL-IS-5000A, заводской номер _____ соответствует комплекту конструкторской документации ТУ 3416-001-71735573-2011 ИП APEL-IS-5000A и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска "_____"____ 20 ____ г.

Подпись ____/___/

М.П.



 $2\ 1$

13 Интерфейс управления RS-485

Интерфейс RS-485 позволяет организовать удаленное управление ИП с ПК/ПЛК по протоколу RTU ModBus. Далее представлена распиновка разъемов для удаленного управления, возможные режимы передачи данных, а также таблица регистров. Протокол является стандартным и построен согласно спецификации «MODBUS over Serial Line Specification & Implementation guide V1.0».

Табл. 1 — Назначение выводов разъемов удаленного управления.

| вывод | ОБОЗНАЧЕНИЕ | НАЗНАЧЕНИЕ | | |
|-------|-------------|----------------|-------|------|
| 1 | Line A | RS-485 линия А | 54321 | 5432 |
| 2 | Line B | RS-485 линия В | | |
| 3 | Экран | RS-485 экран | | •••• |
| 4 | Blk+ | Блокировка+ | 9876 | 9876 |
| 5 | Blk- | Блокировка- | | |
| 6-9 | _ | Не подключены | | |

Табл. 2 — Настройка данных для протокола передачи RTU ModBus.

| ΠΑΡΑΜΕΤΡ | ЗНАЧЕНИЕ | | | |
|-------------------|--|--|--|--|
| Сетевой адрес | 1247 | | | |
| Скорость передачи | 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 76800, 115200 | | | |
| Режим передачи | 8 бит данных и 1 стоповый бит; | | | |
| | 8 бит данных и 2 стоповых бита; | | | |
| | 8 бит данных, 1 бит четности (нечетный) и 1 стоповый бит; | | | |
| | 8 бит данных, 1 бит четности (четный) и 1 стоповый бит. | | | |

| Табл. 3 — Флаги и | регистры ; | для упра | вления ИП. |
|--------------------------|------------|----------|------------|
|--------------------------|------------|----------|------------|

| Регистр | Описание | Адрес | Тип | Множ-ль | Шаг | Диапазон значений** | | |
|--|-----------------------------|----------------|---------|------------|-----|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| Флаги (Чтение и запись. Поддерживаются функции: F1, F5, F15) | | | | | | | | |
| Coil_ONOFF | Вкл./Выкл. | 1 | b1 | - | _ | 0 – Выкл.; 1 – Вкл. | | |
| Coil_StTimer | Вкл./Выкл. таймер | 2 | b1 | - | _ | 0 – Выкл.; 1 – Вкл. | | |
| Coil_RstTimer | Сброс таймера | 3 | b1 | _ | _ | Установка флага сбрасы- вает таймер. Флаг очища- ется автоматически после сбора. | | |
| Регистры ввода | а. (Только чтение. Под | , держиваю: | гся фун | нкции: F4) | | • | | |
| IReg_State | Состояние источника питания | 0 (0x00) | ui16 | _ | _ | 0 – нормальная работа; 1 – заблокирован; 2 – ошибка при загрузке настроек. | | |
| IReg_Res | Зарезервировано | 1 (0x01) | b16 | _ | - | | | |
| IReg_Voltage | Выходное напряже- ние | 2 (0x02) | ui16 | 0,01 кВ | _ | 0500* | | |
| IReg_Current | Выходной ток | 3 (0x03) | ui16 | 1,00 мА | - | 01000* | | |
| IReg_Power | Выходная мощность | 4 (0x04) | ui16 | 0,01 кВт | - | 0200* | | |
| IReg_Sec | Таймер:секунды | 5 (0x05) | ui16 | 1 c | - | 059 | | |
| IReg_Min | Таймер:минуты | 6 (0x06) | ui16 | 1 м | - | 059 | | |
| IReg_Hour | Таймер:часы | 7 (0x07) | ui16 | 1ч | - | 09 | | |
| Регистры хранения (Чтение и запись. Поддерживаются функции: F3, F6, F16) | | | | | | | | |
| HReg_StabMode | Режим стабилизации | 16 (0x10) | ui16 | _ | - | 0 – стаб. напряжения; 1 – стаб. тока; 2 – стаб. мошности | | |



Руководство пользователя

1 HReg_Voltage

HReg_Current

HReg_Power

 $\mathrm{HReg}_\mathrm{Sec}$

 $\mathrm{HReg}_\mathrm{Min}$

 $\mathrm{HReg}_\mathrm{Hour}$

HReg RemCtrl

 $\mathrm{HReg}_\mathrm{ArcCnt}$

Регистр

| зателя | APEL-IS-5000A | | | | | |
|--------------------|---------------|------|---------|-----|---------------------|--|
| | | | | | | |
| Описание | Адрес | Тип | Множ-ль | Шаг | Диапазон значений** | |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Уставка напряжения | 17 (0x11) | ui16 | 0,01 кВ | 1 | 20500 | |

ui16

ui16

ui16

ui16

ui16

ui16

ui16

1,00 мА

0,01 кВт

1 c

1 м

1ч

1

1

1

1

1

5...1000

5...200

0...59

0...59

0...9

0 – разрешено; 1 – заблокировано.

чтение: 0...65535;

запись: 0 – сброс.

18 (0x12)

19 (0x13)

23 (0x17)

24 (0x18)

25 (0x19)

26 (0x1A)

27 (0x1B)

* – значение может выходить за указанный диапазон.

Блокировка ручного

Уставка тока

Уставка мощности

Таймер:секунды

Таймер:минуты

Таймер:часы

управления

Счетчик дуг

** – для перевода в диапазон реальных значений необходимо домножить его на коэффициент из столбца "Множитель".



Рис. 1 — Схема цепи блокировки APEL-IS-5000A.







Наши координаты: ООО «Прикладная Электроника». Адрес: 634055, г. Томск, пр.Академический 15, офис 80, Тел. 8-913-877-84-07, тел.(факс) (3822) 903-380, е-mail: APELTom@yandex.ru, http://www.apelvac.com Версия руководства 3.0