
Технология ADDAX для AMR систем

Контроллеры управления нагрузкой серии LCU

Техническое описание
и руководство по эксплуатации

ADDM.410061.505

Содержание

1 Введение.....	2
2 Ссылочные документы.....	3
3 Обозначение контроллеров.....	3
4 Описание и работа контроллера	4
5 Конструкция контроллера.....	11
6 Установка и подключение контроллеров.....	13
7 Проверка работоспособности.....	16

1 Введение

Настоящее техническое описание (далее – ТО) предназначено для изучения принципов функционирования, технических характеристик и порядка эксплуатации контроллеров управления нагрузкой электрической энергии типа LCU (далее – контроллеры).

Контроллеры представляют собой программируемые устройства, выполняющие следующие основные функции:

- ⌚ Управление нагрузкой по заданному суточному графику (профилю), либо в соответствии с командами из Центра
- ⌚ Учёт потребляемой электроэнергии, подсчёт общего времени работы, контроль состояния нагрузки, ведение архива данных
- ⌚ Обмен данными с Центром, синхронизация часов с календарным временем Центра
- ⌚ Самодиагностика и ведение архива событий

Кроме этого, контроллеры допускают удалённое конфигурирование из Центра.

Контроллеры предназначены для управления такими видами нагрузки как:

- ⌚ Бытовые приборы (мощность не более 1000 W) – бойлеры, кондиционеры, насосы, наружное освещение и т.п. Управление осуществляется непосредственно
- ⌚ Промышленные устройства. Управление осуществляется через мощные внешние контакторы
- ⌚ Уличное освещение в масштабах района, посёлка, города. Управление осуществляется непосредственно

Объём выполняемых контроллером функций может варьироваться в зависимости от варианта его исполнения.

Данные от контроллеров в Центр могут передаваться как автоматически, согласно заданному расписанию, так и по прямому запросу из Центра.

Пример использования контроллера в качестве устройства, входящего в состав оборудования системы управления нагрузкой электрических сетей Smart Light приведен на рис. 1.1.

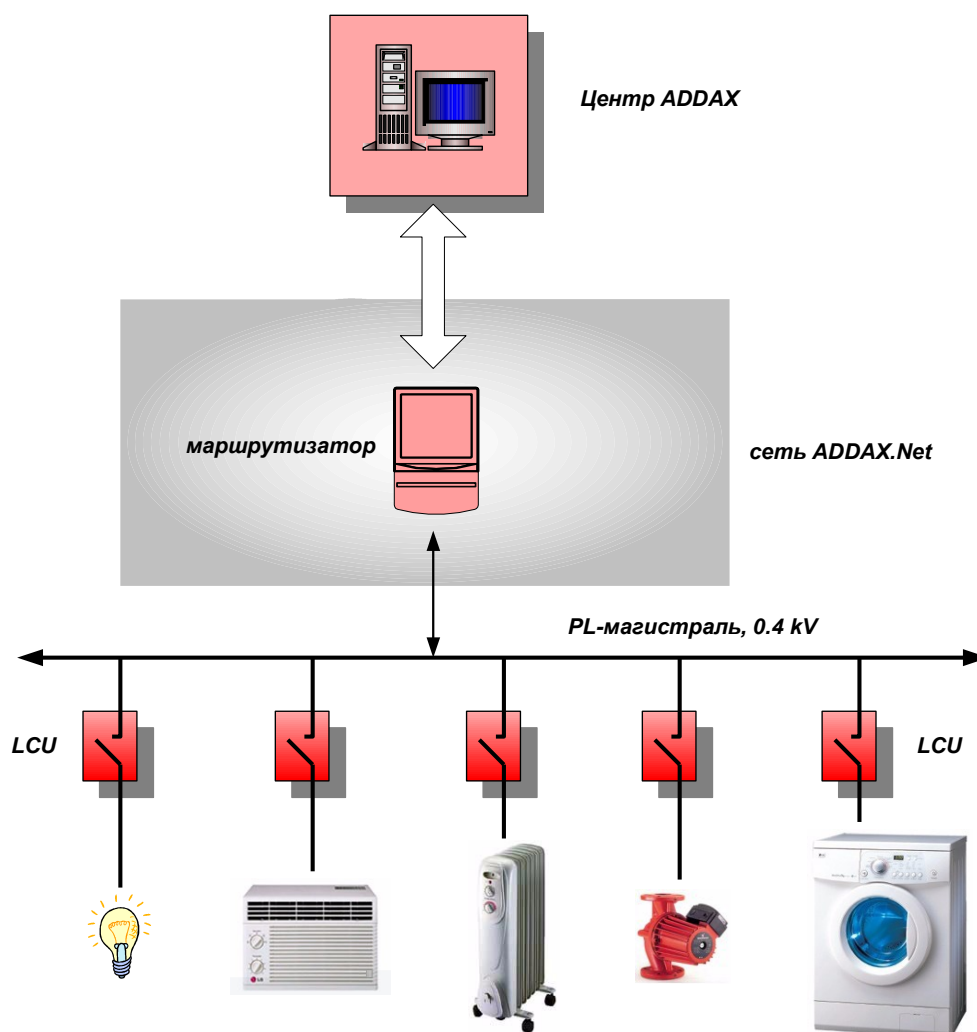


Рис. 1.1 Структура системы SMART Light

2 Ссылочные документы

1. Демонстрационная программа drouter 5.4. Руководство пользователя. ADDM.410062.301
2. Применение монитора RML для контроля PL связи. Инструкция. ADDM.410061.402

3 Обозначение контроллеров

Структура обозначения контроллеров представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1

LCU 521.22-2C1LI	Тип устройства – Load Control Unit
LCU 5 21.22-2C1LI	4, 5, 6, 7... – версия системы
LCU5 2 1.22-2C1LI	Базовая модель:

	1 – исполнение с заливкой, для наружной установки; 2-исполнение без заливки, для установки внутри помещения
LCU521.22-2C1LI	Ток реле: 1 – 5 А; 2 – резервная позиция
LCU521.22-2C1LI	Номинальное напряжение: 1 – 120 (110-127); 2 – 230 (220 – 240) V
LCU521.22-2C1LI	Служебный код – 1-9
LCU521.22-2C1LI	Число управляющих (измерительных) каналов: 1C – один канал; 2C – два канала
LCU521.22-2C1LI	Класс точности измерения: 1 – 1%; 0 – без измерения
LCU521.22-2C1LI	Интерфейс: L – PL-модем, скорость 1200 bps; F – радиоканал
LCU521.22-2C1LI	Дополнительный интерфейс: I – IrDA (оптический порт)

4 Описание и работа контроллера

4.1 Основные характеристики контроллера

Основные характеристики контроллера приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1

Управление потреблением и учёт электроэнергии	Контроллеры оснащены двумя независимыми каналами управления потреблением и учёта электроэнергии. Каждый канал содержит реле, предназначенное для включения/отключения нагрузки, и измерительный модуль для учёта потребляемой каналом электроэнергии, и регистрации других событий
Измеряемые параметры	Измерительный модуль представляет собой специализированный контроллер, измеряющий напряжение, ток, различные длительности. Контроллер вычисляет потребляемую мощность, энергию, календарную дату
Календарные часы	Контроллеры снабжены календарными часами, что позволяет использовать для работы профили, предназначенные для различных дней недели, измерять потребление в определённые промежутки времени, а также вычислять интервалы, в течение которых имелись какие-либо особенности в работе
Передача данных	Контроллеры вместе с маршрутизатором входят в состав сети сбора и передачи данных ADDAX.Net. Физической средой сети являются провода 0,4 kV, к которым подключены и контроллеры

и маршрутизатор

Синхронизация часов

Ход часов регулярно синхронизируется с часами маршрутизатора, который, в свою очередь, получает точное время из Центра. Контроллеры оборудованы устройством питания, которое поддерживает ход часов при отсутствии напряжения в сети, в течение не менее двух часов

Энергонезависимая память

Все зарегистрированные контроллером данные хранятся в его энергонезависимой памяти и могут быть получены Центром по каналам связи

4.2 Функции контроллера

Функциональность контроллера определяется набором параметров, которыми оперирует прибор, а также командами, которые он исполняет. Параметры можно разделить на две группы: измеряемые величины и регистрируемые состояния.

4.2.1 Измеряемые величины

- ⌚ Активная суммарная энергия по каждому каналу
- ⌚ Длительность отсутствия напряжения в сети
- ⌚ Длительность некачественного напряжения
- ⌚ Текущая активная мощность
- ⌚ Время в формате год/месяц/день/часы/минуты/секунды
- ⌚ Суточное потребление активной энергии
- ⌚ Суточный почасовой график потребления активной энергии
- ⌚ Полное время работы каждого канала с момента начала эксплуатации (может быть сброшено в ноль из Центра)

4.2.2 Регистрируемые состояния (флаги событий)

- ⌚ Флаги событий 1 (относятся к каждому каналу):
 - ❑ Нагрузка отключена из-за превышения тока
 - ❑ Ток нагрузки меньше заданного порога
 - ❑ Невозможно переключить режим работы нагрузки
 - ❑ Периодическое самопроизвольное изменение тока нагрузки
 - ❑ Исчерпаны попытки включения. Управляемое устройство не работает после пяти попыток включения
 - ❑ Принудительное отключение по команде из Центра
- ⌚ Флаги событий 2 (относятся к каждому каналу):
 - ❑ Нет питания
 - ❑ Ошибка синхронизации времени
 - ❑ Нет синхронизации времени
 - ❑ Неправильное подключение нагрузки
 - ❑ Аппаратная ошибка
 - ❑ Некачественное напряжение
 - ❑ Превышение тока
 - ❑ Разрешено отключение из-за некачественного напряжения
 - ❑ Разрешено отключение из-за превышения тока

4.2.3 Исполняемые команды

Включение/выключение, либо переключения режима работы с указанием длительности выбранного состояния.

4.3 Устройство контроллера

В состав контроллера входят следующие узлы (рис. 4.1):

- ⌚ Микропроцессор, под управлением которого контроллер выполняет свои функции.
- ⌚ Энергонезависимая память, в которой хранятся полученные контроллером данные, а также специальное программное обеспечение
- ⌚ Источник питания электронных компонентов
- ⌚ Дополнительный источник питания S, обеспечивающий автономную работу часов прибора, если напряжения в сети отсутствует не дольше двух часов
- ⌚ PL-модем, предназначенный для информационного обмена в пределах сети PL LV
- ⌚ Светодиод индикации работы контроллера
- ⌚ Кварцевый резонатор CLK обеспечивающий ход часов контроллера
- ⌚ Два независимых канала управления нагрузкой – реле K1 и K2. Контакты реле нормально разомкнуты
- ⌚ Два независимых канала учёта потребления электроэнергии построенных на датчиках тока (шунтах) S1 и S2
- ⌚ Делитель напряжения R1/R2, понижающий сетевое напряжение до величины соответствующей стандарту микропроцессора
- ⌚ Дополнительный коммуникационный интерфейс - оптический порт, предназначенный для считывания данных или программирования контроллера непосредственно по месту его установки
- ⌚ Разъемы 1–6 для подключения нагрузки или управляющих элементов внешних контакторов

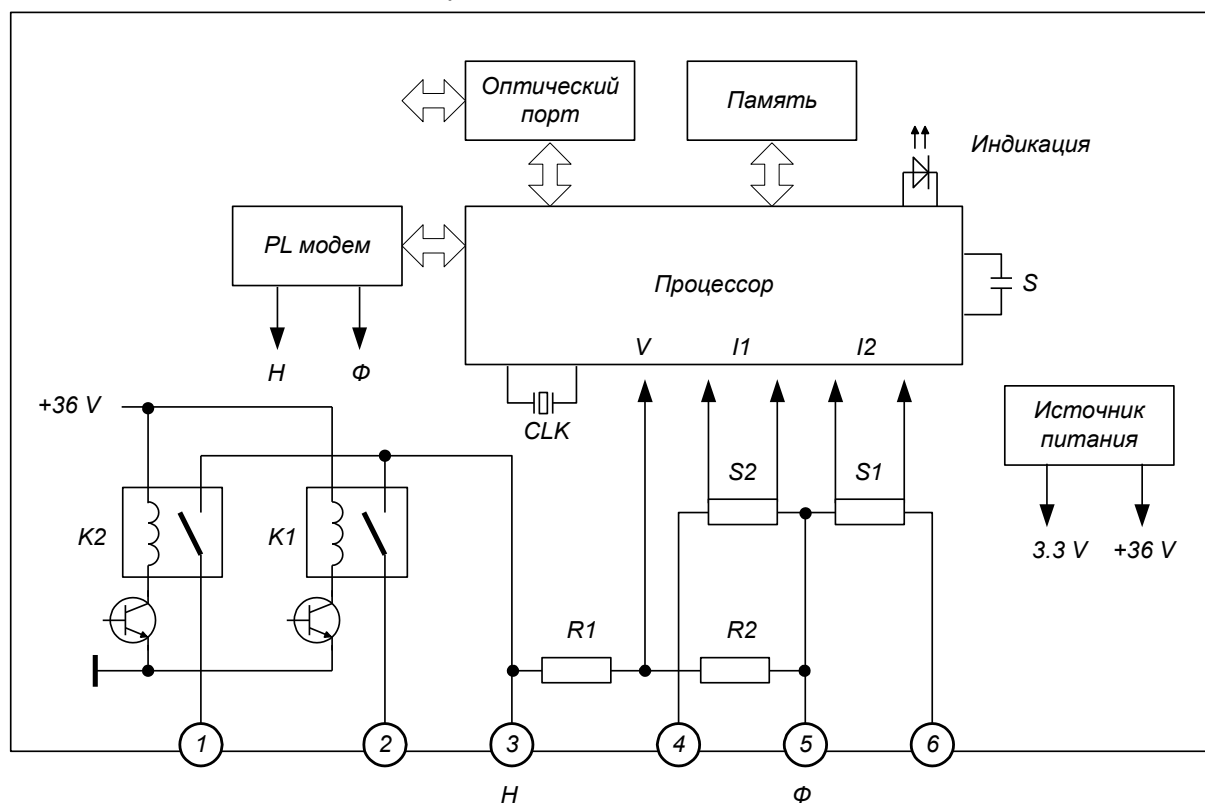


Рис. 4.1 Структурная схема контроллера

4.4 Принцип работы

4.4.1 Старт

Контроллер работает под управлением специального программного обеспечения загруженного в память прибора на этапе его изготовления. При эксплуатации используется *конфигурация*, содержащая конкретные настройки и инструкции для работы каждого отдельного прибора. Конфигурация загружается в контроллер либо до его установки на объекте, либо засылается в уже установленный прибор из Центра.

После подключения к питающему напряжению, контроллер пытается установить связь с маршрутизатором по магистрали PL LV. Получив от маршрутизатора широкополосный *пакет синхронизации времени*, контроллер устанавливает собственное время, отвечает маршрутизатору и приступает к штатной работе.

Если конфигурации к моменту старта нет, контроллер находится в режиме ожидания конфигурации. При наличии конфигурации контроллер считывает её и приступает к выполнению записанных там инструкций. Конфигурация содержит график включения/выключения реле K1, K2, а также перечень инструкций, которые контроллер должен выполнять в процессе работы. Также, в конфигурации содержатся инструкции, определяющие действия контроллера в случае аварийных ситуаций.

4.4.2 Хранение данных

Контроллер хранит данные измерений и флаги событий в энергонезависимой памяти объёмом 8 kB, условно разделённой для удобства группировки на два архива: #1(краткосрочные данные) и #2 (долгосрочные данные – почасовые данные потребления).

Набор данных архивов предварительно определяется конфигурацией контроллера. Продолжительность хранения данных в архивах зависит от количества параметров выбранных для хранения: чем параметров больше, тем время их хранения меньше. По мере поступления новых данных в уже заполненный архив, удаляются самые старые записи.

4.4.3 Передача данных

Контроллер передаёт данные в Центр либо в соответствии с расписанием – так называемые *автоматические данные (автоданные)*, – либо в любой произвольный момент времени по запросу из Центра. Перечень автоданных и расписание их передачи указывается в конфигурации контроллера.

Из Центра контроллер может получить запрос на получение данных, команду к исполнению, либо новую конфигурацию.

Передача автоданных

К моменту времени, указанному в конфигурации, контроллер готовит автоданные и пытается установить связь с маршрутизатором. Получив пакет синхронизации времени, контроллер сообщает в ответ, что данные готовы к передаче. Маршрутизатор устанавливает соединение с контроллером и, приняв данные, посылает контроллеру подтверждение. Если контроллер не получает подтверждения, он снова пытается установить связь с маршрутизатором до тех пор, пока передача не завершится успешно, либо не истечёт *время жизни* данных. Время жизни данных указывается в конфигурации.

Связь Центр-контроллер

Центр обращается к контроллеру в следующих случаях:

- ⌚ Автоданные получены не полностью и Центр запрашивает недостающие параметры. Запрос возобновляется каждые сутки в течении 15 дней
- ⌚ Центр запрашивает в режиме on-line отдельные параметры контроллера или сохранённые данные. Запрос актуален в течении 3-4 минут. Если ответ не получен, Центр возобновляет запрос
- ⌚ Центр засылает в контроллер новую конфигурацию. Запрос поддерживается в актуальном состоянии неограниченно долго, вплоть до получения подтверждения со стороны контроллера о получении конфигурации

4.4.4 Защита контроллера

Контроллер прекращает работу (отключает реле) в случаях, если величина любого из нижеуказанных параметров выходит за пределы заданных в конфигурации значений:

- ⌚ Ток потребления
- ⌚ Напряжение в сети

Отключение реле производится в случае, если длительность аварийной ситуации превышает заданный для каждого параметра интервал времени.

После отключения реле контроллер ждёт завершения текущего 15-минутного интервала, затем включает реле. Если ситуация не изменилась, реле снова отключается.

4.5 Конфигурация контроллера

Вся информация о контроллере, и порядке его работы содержится в конфигурации прибора. Конфигурация может быть загружена в контроллер либо до его установки на объекте с помощью тестовой программы *drouter 5.4* (Демонстрационная программа *drouter 5.4*. Руководство пользователя. ADDM.410062.301), либо засылается в уже установленный прибор из Центра. Как правило, на группу контроллеров, имеющих сходные условия использования, засылается одна и та же конфигурация.

Ниже перечислены конфигурационные параметры и даны их краткие описания.

Паспорт устройства

- ⌚ Тип устройства
- ⌚ Версия программного обеспечения
- ⌚ Версия аппаратного исполнения
- ⌚ Дата последней калибровки
- ⌚ Абсолютные показания счетчика (активная суммарная энергия) после калибровки
- ⌚ Фаза, на которой установлено устройство
- ⌚ Текущая частота PL модема устройства
- ⌚ Служебные признаки
- ⌚ Номер актуальной конфигурации

Автоданные

- ⌚ Адрес получателя автоданных
- ⌚ Периодичность отсылки автоданных:

- ☐ Ежедневно
- ☐ Ежедневно в понедельник
- ☐ Ежемесячно первого числа
- ⌚ Количество типов данных
- ⌚ Список данных

Конфигурация архива

- ⌚ Количество дней хранения данных в архиве 1
- ⌚ Количество параметров хранимых в архиве 1
- ⌚ Список параметров для архива 1
- ⌚ Количество дней хранения данных в архиве 2
- ⌚ Количество параметров хранимых в архиве 2
- ⌚ Список параметров для архива 2

Структура года по типам дней

устанавливается, какие дни недели считаются рабочими, выходными, или специальными.

Перечисляются дни (не более 16 в году), тип которых не соответствует их положению в неделе (например, если праздник выпадает на рабочий день, тип этого дня изменяется – становится праздничным)

Календарь

Указываются даты и время перехода на летнее и на зимнее время. Здесь же устанавливается предельно допустимое расхождение часов контроллера и маршрутизатора, и приводится инструкция, как контроллер должен поступать в случае такого расхождения.

Случайная задержка переключения

Указывается временной интервал, в пределах которого момент переключения реле контроллера выбирается случайным образом. То есть, момент переключения сдвигается относительно указанного в профиле на случайную величину. Применение параметра позволяет избежать перегрузки сети, которая может быть вызвана одновременным переключением большой группы приборов, имеющих одинаковый профиль работы (например, ламп уличного освещения).

Географическое положение

Для заданных географических координат региона размещения системы указывается время восхода и захода солнца в определённые 16 равноотстоящих дней года. Дни выбираются так, чтобы вычисленные линейной интерполяцией моменты восхода и захода для других дней отличались от реальных минимально.

Здесь же указываются две временные поправки:

1. Интервал между установленным или вычисленным моментом захода солнца и реальным временем наступления сумерек
2. Интервал между установленным или вычисленным моментом восхода солнца и реальным временем наступления рассвета

Суточный график (профиль включения/отключения)

Приводятся профили для каждого типа дней: рабочих, выходных и специальных. Профиль представляет собой девять по шесть 15-минутных интервалов (сутки) с указанием состояния реле K1 и K2 для каждого интервала.

Здесь же указывается, учитывать или нет (флаги установлены или сброшены)

- ☐ Случайную задержку переключения
- ☐ Географическое положение

Защита контроллера

Указываются предельные значения следующих величин:

- ☐ Ток потребления для канала
- ☐ Напряжение в сети

Кроме этого, указывается минимально допустимая величина тока через канал, свидетельствующая о ненормальной работе нагрузки в данном канале.

Для каждой величины устанавливается, должен ли контроллер отключать канал, если значение величины не соответствует норме.

Состояние фаз

Указывается фаза, к которой подключен контроллер.

4.6 Технические характеристики

Основные технические характеристики контроллера представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 Технические характеристики контроллеров

Наименование параметра	Ед. измер.	Значение
Напряжение питания	V	230 _{-25%} ^{+20%} (120 _{-25%} ^{+20%})
Частота напряжения питания	Hz	50±2.5 (60±2.5)
Класс точности		1
Рабочий диапазон температур	°C	от -40 до +70
Максимальный коммутируемый ток	A	5
Параметры связи по PL LV магистралах ▪ Эквивалентная скорость приема/передачи ▪ Несущая частота	Bps kHz	1200 Bps 43/49 kHz
Гарантированное количество переключений реле		100 000
Диапазон температур при транспортировке и хранении	°C	От -40 до +70
Степень защиты оболочкой		IP 40 (установка внутри помещений) IP 54 (наружная установка с герметичным корпусом)
Габаритные размеры	mm	112x80x34
Масса, не более	kg	0,2 (для контроллеров без заливки); 0,3 (для контроллеров с заливкой)

5 Конструкция контроллера

5.1 Особенности конструкции

Конструктивно контроллеры выполнены в двух вариантах:

- ⌚ для установки внутри помещений (облегченный вариант конструкции со степенью защиты – IP40);
- ⌚ для наружной установки с герметичным корпусом (степень защиты – IP54).

Контроллер размещается в корпусе, представляющем собой прямоугольную пластмассовую коробку (рис. 5.1). Коробка контроллеров, предназначенных для наружной установки, заливается компаундом под самую крышку (2), что обеспечивает герметичность корпуса и исключает несанкционированный доступ к электронным компонентам. Контроллер с герметичным корпусом не является ремонтнопригодным прибором и, в случае отказа, подлежит замене. Такой порядок использования контроллера оправдан его относительно низкой стоимостью.

Корпус имеет петли крепления (1), позволяющие установить прибор на плоскую поверхность. Предусмотрена также установка контроллера на DIN-рельс (7) размером 35×7.5 mm с толщиной стенки 1 mm. Для установки и фиксации прибора на DIN-рельсе используется пружинная защёлка (8).

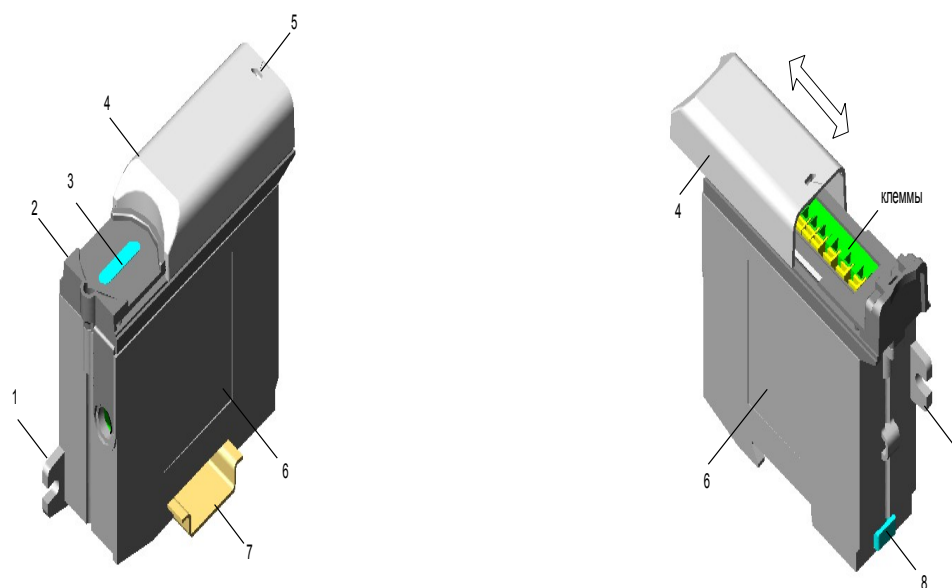


Рис. 5.1 Чертёж общего вида контроллера

На крышку (2) корпуса выведен оптический порт и сигнальный светодиод (3), а также клеммная колодка (имеется только в варианте исполнения без заливки), закрытая крышкой (4). На лицевой поверхности закреплён шильдик (6) контроллера.

Для доступа к клеммной колодке крышка (4) сдвигается, как показано на рисунке 5.2. Клеммы представляют собой пружинные зажимы, рассчитанные на провода с максимальным сечением 1,5 мм². Конец провода следует освободить от изоляции на длину 10 мм.

Контроллер с герметичным корпусом не имеет клеммной колодки. Для его подключения выведены гибкие провода различных цветов в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1

Номер контакта	Цвет провода
1	1 - зеленый
2	2 - оранжевый
3	3 - голубой
4	4 - желтый
5	5 - коричневый
6	6 - фиолетовый

Контакты нумеруются в направлении от края контроллера к оптопорту.

Крышка клеммной колодки может пломбироваться с помощью пломбировочной проволоки, пропускаемой через отверстие (5) и технологические отверстия крышки корпуса.

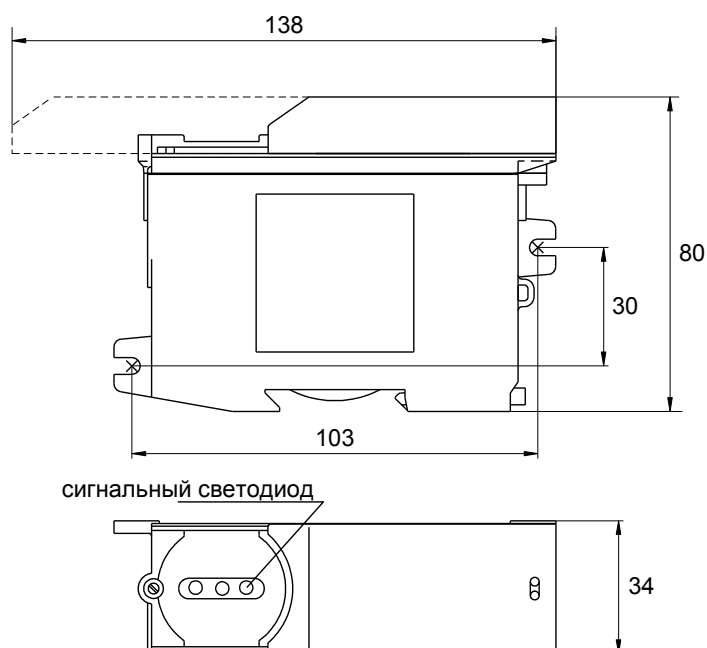


Рис. 5.2 Габаритные и установочные размеры контроллера

Пунктиром показана сдвинутая крышка клеммной колодки

5.2 Оптический коммуникационный интерфейс

Оптический коммуникационный интерфейс предназначен для связи с контроллером в случае сервисного обслуживания. Интерфейс используется также для ручного считывания информации с контроллера.

Для связи с контроллером используется специальная оптическая считывающая головка, которая закрепляется на крышке контроллера в специальном

углублении, как показано на рис.5.3. Считывающая головка фиксируется в месте установки с помощью встроенного в неё магнита. Передача данных через оптопорт осуществляется в соответствии с протоколом CM.BUS. Компьютер, или маршрутизатор, предназначенные для коммуникации с контроллером, должны быть оснащены специальным ПО, позволяющим вести обмен данными.

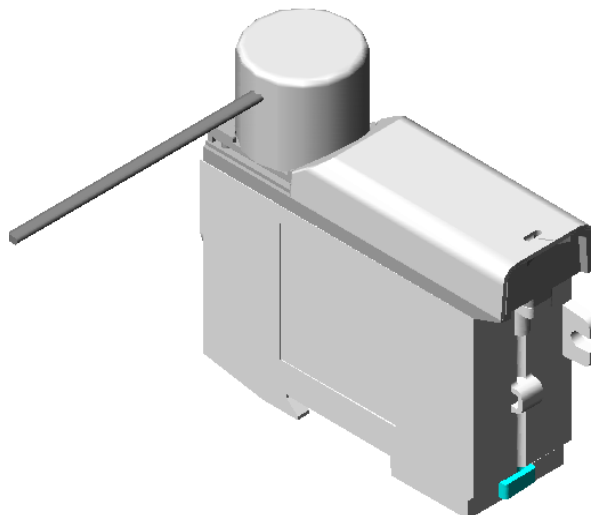


Рис. 5.3 Место крепления и ориентация оптической головки на корпусе контроллера

6 Установка и подключение контроллеров

6.1 Установка контроллеров

Контроллеры в зависимости от конструктивного варианта исполнения предназначены как для установки в помещениях (отапливаемых и не отапливаемых), так и для наружной установки. При этом должен быть обеспечен рабочий диапазон температур от - 40[±]С до +70[±]С.

Конструкция контроллера предусматривает следующие варианты его установки (рис.5.1):

- ⌚ на плоскую поверхность с помощью петель крепления;
- ⌚ на DIN-рельс размером 35[±]7.5 mm с толщиной стенки 1 mm.

Для установки контроллера необходимо выбрать подходящее условиям эксплуатации место, исходя из габаритных и установочных размеров контроллера, указанных на рис. 5.2, и удобства подвода к контроллеру проводов сети.

Расстояние от контроллера до ближайшего ретранслятора (маршрутизатора) в сети передачи данных ADDAX.net не должно превышать 350м.

6.2 Подключение контроллера



Внимание! Перед подключением контроллера необходимо убедиться в том, что соединительные провода не находятся под напряжением

В зависимости от варианта исполнения контроллера провода сети подключаются либо к пружинным зажимам клеммной колодки (при ее наличии), либо к гибким проводам контроллера с герметичным корпусом,

номера контактов в этом случае указаны в таблице 5.1. Максимальное сечение соединительных проводов 1,5 mm².

Провода к контроллеру необходимо подключать в соответствии с одним из вариантов схем подключения, приведенных на рис. 6.1 – 6.4.



Внимание! Неиспользуемые при подключении выводы должны быть заизолированы по отдельности!

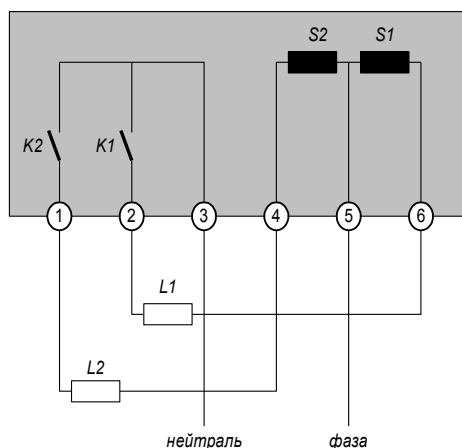


Рис. 6.1 Подключение двух маломощных нагрузок L1 и L2

L1, L2 - маломощные нагрузки; K1, K2 – отключающие реле; S1, S2 – шунты.

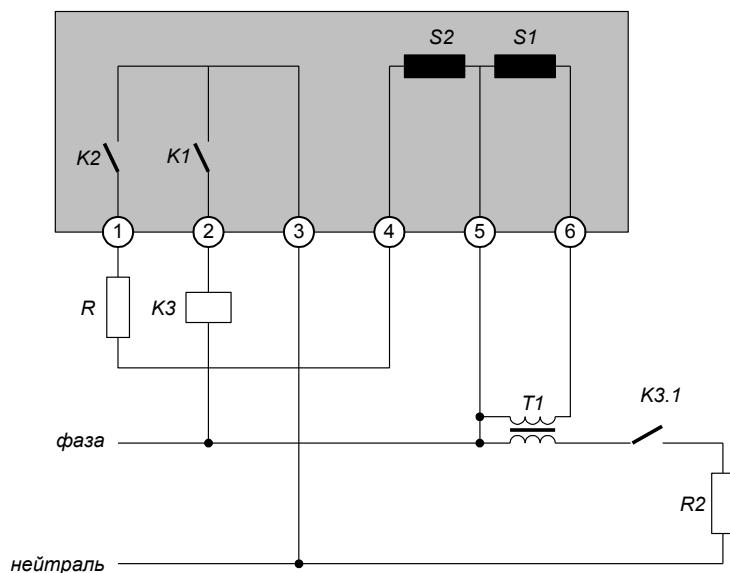


Рис. 6.2 Подключение маломощной нагрузки R и нагрузки большой мощности R2

T1 – трансформатор тока; K3 – катушка внешнего контактора; K3.1 – контакты внешнего контактора. K1, K2 – отключающие реле; S1, S2 – шунты

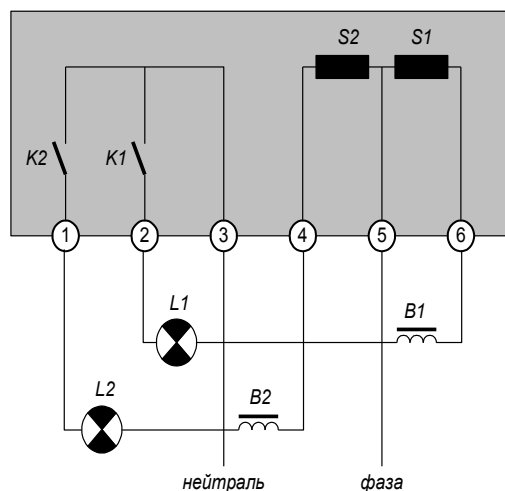


Рис.6.3 Подключение двух газосветных ламп освещения L1 и L2

B1 и B2 – балластные сопротивления; K1, K2 – отключающие реле; S1, S2 – шунты

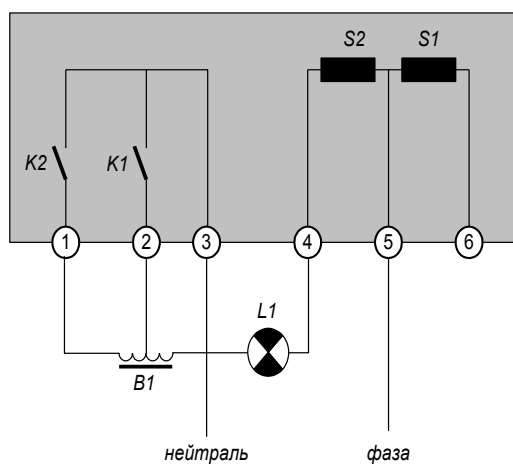


Рис.6.4 Подключение газосветной лампы L1 для работы в режимах полного и половинного накала

Режим полного накала: реле K1- включено, реле K2 - выключено.
Режим половинного накала: реле K1 - выключено, реле K2 - включено;
B1 – балластная сопротивление; S1, S2 – шунты



Внимание! В схеме, приведенной на рис. 6.4, в случае подключения нагрузки через дроссель с отводом **запрещено** одновременное включение реле K1 и K2, во избежание выхода из строя балластного сопротивления.

Исходная конфигурация при поставке контроллера запрещает одновременное включение двух реле. При подключении контроллера

по другой схеме его конфигурация после монтажа (при необходимости) может быть изменена.

7 Проверка работоспособности

При правильном подключении и исправном контроллере после подачи напряжения должен загореться сигнальный светодиод (3), расположенный на корпусе контроллера (рис. 5.2). Если светодиод не загорается необходимо заменить контроллер на исправный.

Проверка работоспособности контроллера может быть произведена как по CM.Bus по месту монтажа, так и по PL LV - из Центра.

Проверка работоспособности по CM.Bus осуществляется с помощью ноутбука, на котором установлена тестовая программа *drouter 5.4*. Контроллер через оптический коммуникационный интерфейс CM.Bus подключается к ноутбуку (см. п. 5.3) и производится считывание информации с контроллера (идентификационный номер ID, совпадающий с его заводским номером, исходные конфигурационные данные, если они были загружены в LCU до установки на объекте).

Проверки работоспособности контроллера в сети передачи данных по PL LV производится из Центра через маршрутизатор (см.3.4.1 Старт). Маршрутизатор или компьютер, предназначенные для коммуникации с контроллером, должны быть оснащены специальным ПО, позволяющим вести обмен данными. При установлении связи с маршрутизатором данные контроллера (идентификационный номер ID, исходные конфигурационные данные) регистрируются и передаются в Центр. После чего контроллер приступает к штатной работе в сети передачи данных.

При необходимости конфигурация контроллера может быть изменена командой из Центра.

В случае, если данные о подключенном контроллере не поступили в Центр, необходимо проверить качество связи по PL-магистральной на участке обмена данными между контроллером и маршрутизатором. Эта проверка осуществляется с помощью универсального монитора-модема RML5 (Применение монитора RML для контроля PL связи. Инструкция. ADDM.410061.402).