

ООО «Элсислар»



Алгоритм работы контроллера УК4х



Версия документа 2018.1

Оглавление

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ	3
1. ВОЗМОЖНЫЕ СОСТОЯНИЯ КОНТРОЛЛЕРА	4
2. ИСТОЧНИКИ СОСТОЯНИЙ	4
3. НАПРАВЛЕНИЯ	5
3.1. Структура направления.....	5
4. ФАЗЫ	8
5. ПРОМТАКТ	9
6. ПРОГРАММЫ	10
7. КОНФЛИКТЫ	10
7.1. Конфликт «Зеленого».....	10
7.2. Конфликт «Красного».....	10
8. АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИЛОВЫХ КЛЮЧЕЙ	11
9. СЕТЕВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЛЕРА	12
10. РАБОТА КОНТРОЛЛЕРА С ТВП	14
11. РЕЖИМ «ЗЕЛЕНАЯ ВОЛНА»	15
11.1. «Зеленая волна» с использованием технологии «ведомый-ведущий».....	15
11.2. «Зеленая волна» с использованием центра «Мегаполис».....	15
11.3. Зеленая волна с использованием GPS модулей	16
11.4. Расчёт параметров «зелёной волны».....	17
11.5. Настройка контроллера для работы в режиме «зеленой волны» по технологии «ведомый-ведущий»	18
12. РАБОТА С ДЕТЕКТОРАМИ ТРАНСПОРТА	20
13. РАБОТА В РЕЖИМЕ «64 КАНАЛА»	20

Термины и определения

АПП	Автоматический переключатель программ
ВПУ	Выносной пульт управления
ДТ	Детекторы транспорта
ЖМ	Режим «Желтое мигание»
КК	Режим «Кругом красное»
МГР	Местное гибкое регулирование
ОС	Режим «Отключенный светофор»
РУ	Ручное управление
САУДТ	Система автоматического управления дорожным движением
СВП	Светофорный пост
СОД	Схема организации движения
ТВП	Табло вызова пешеходами
ТСКУ	Телемеханическая система координированного управления
УСК	Указатели скорости

Введение

Контроллер УК4 предоставляет широкие возможности для реализации самых сложных схем организации движения на перекрестке и обладает большим набором настроечных параметров.

Схема организации движения (СОД) представляет собой набор параметров, записываемых в контроллер УК4, с помощью которых осуществляется регулирование дорожным движением на перекрестке. СОД проектируется и записывается с помощью компьютера в контроллер по последовательному интерфейсу RS232 (или с помощью преобразователя интерфейсов USB-COM) и специальной программы «Светофорный пост». То есть, программа «Светофорный пост» предназначена для настройки контроллера УК4 на конкретный светофорный перекресток.

1. Возможные состояния контроллера

Контроллер может находиться в одном из следующих состояний:

- отключенный светофор (ОС) – все каналы отключены;
- желтое мигание (ЖМ) – мигание каналов желтого цвета;
- кругом красное (КК) – включены каналы только красного цвета;
- фаза – включена какая-либо фиксированная фаза, всего возможно 16 фаз;
- программа – работа по одной из 16 программ.

Каждая программа представляет собой последовательность фаз определенной длительности, включающихся по замкнутому циклу. Каждая фаза состоит из набора направлений существующих на данном перекрестке. Программы не зависят друг от друга и могут состоять из различного чередования фаз и их длительностей.

2. Источники состояний

Источником состояния контроллера является устройство, которое управляет работой контроллера, посылая соответствующую команду. Существуют следующие источники состояний (указаны в порядке увеличения приоритета):

- автоматический переключатель программ (АПП);
- инженерный пульт (ИП);
- детекторный адаптер;
- сетевой адаптер;
- табло вызова пешеходами (ТВП);
- выносной пульт управления (ВПУ);
- конфликт.

Если несколько источников посылают команды контроллеру, то управление получает источник с наибольшим приоритетом.

АПП – это виртуальное устройство, встроенное в контроллер. АПП управляет работой контроллера согласно суточному графику. В суточном графике указывается в какое время суток контроллер переключается в одно из своих состояний – ОС, ЖМ, КК, программа 1...16. Суточный график составляется для каждого дня недели.

Инженерный пульт подключается к контроллеру по последовательному интерфейсу. С его помощью можно выполнять следующие функции: проверка текущего состояния контроллера; установка суточного времени и даты; проверка силовых цепей на пробой, обрыв и замыкание друг с другом; настройка контроллера на тип нагрузки - диодные или ламповые светофорные секции. Также, с помощью инженерного пульта можно

перевести контроллер в любой возможное состояние: ОС, ЖМ, КК, фаза, программа.

Детекторный адаптер предназначен для подключения к контроллеру детекторов транспорта, с помощью которых осуществляется режим местного гибкого регулирования (МГР). Режим МГР осуществляется путем перераспределения длительностей фаз в программе в соответствие с интенсивностью транспорта, получаемую контроллером от детекторов.

Сетевой адаптер служи для подключения контроллера к удаленным объектам: к центру координированной системы управления или к другому контроллеру. С помощью сетевого адаптера осуществляется режим «зеленой волны». Режим «зеленой волны» можно осуществить и в бесцентровой системе координации - путем соединения контроллеров друг с другом по принципу ведомый/ведущий.

ТВП служит для вызова пешеходной фазы. К контроллеру можно подключать как обычные ТВП, так и интеллектуальные ТВП последовательного типа с табло обратного отсчета времени.

ВПУ служит для осуществления ручного управления непосредственно на перекрестке представителями службы ГИБДД. К контроллеру можно подключать ВПУ параллельного и последовательного типа. С помощью ВПУ можно перевести контроллер в состояние: ОС, ЖМ, Фаза 1...4 (ВПУ параллельного типа); ОС, ЖМ, КК, Фаза 1...16 (ВПУ последовательного типа).

Конфликт - это виртуальное устройство, которое переводит контроллер в состояние ОС при возникновении конфликта «зеленого» или в состояние ЖМ при конфликте «красного». Более подробно конфликты описаны в пп. 1.5.

3. Направления

В контроллере имеется 32 универсальных силовых канала. Каждому каналу можно присвоить любой цвет: красный, желтый или зеленый. Из этих каналов строятся направления. Обычно, направление состоит из одного зеленого канала, одного красного и одного желтого. Если это пешеходное направление, то оно состоит из одного красного, зеленого канала и канала «ждите». Если направление выполняет функцию дополнительной светофорной секции поворот налево или направо, то оно состоит из одного зеленого канала.

3.1. Структура направления

Начало фазы

Это уставка, которая предшествует включению зеленых каналов по данному направлению, т.е. это уставка, где включены красные и желтые каналы данного направления.

Зеленые

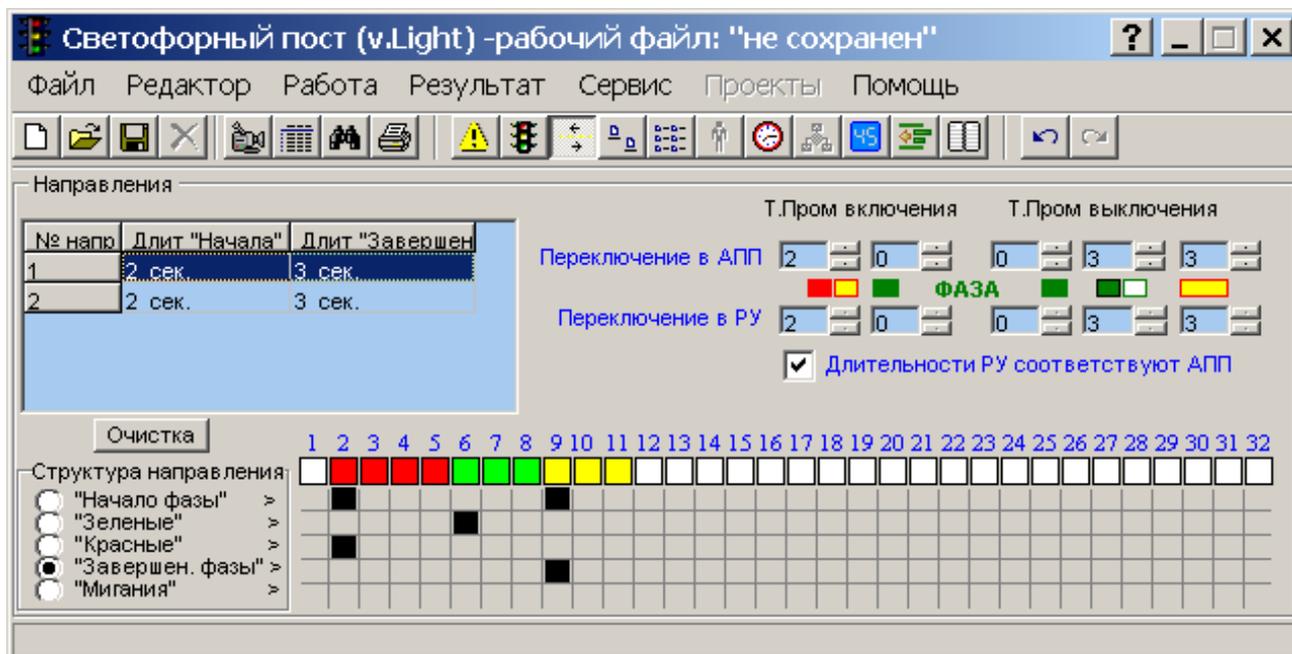
Это уставка, в которой включены зеленые каналы данного направления, т.е. это уставка, разрешающая движение по данному направлению.

Красные

Это уставка, в которой включены красные каналы данного направления, т.е. это уставка, запрещающая движение по данному направлению.

Завершение фазы

Это уставка, которая включается после выключения зеленых каналов по данному направлению, т.е. это уставка, где включены желтые каналы данного направления.



Мигания

В этой уставке указываются каналы, которые будут мигать с частотой 2 Гц в течение всего времени включения данного направления

Длительность начала фазы

Длительность в секундах, в течение которой включена уставка «Начало фазы».

Длительность завершения фазы

Длительность в секундах, в течение которой включена уставка «Завершение фазы».

Длительность зеленого в промтакте выключения

Длительность в секундах, в течение которой зеленый продолжает "гореть" в промтакте при переключении зеленого на красный.

Длительность зеленого в промтакте включения

Длительность в секундах, в течение которой зеленый "горит" в промтакте при переключении красного на зеленый.

Число миганий зеленого

Число миганий зеленого с частотой 2 Гц в конце фазы для данного направления.

[Очистка]

Исключение всех каналов из уставок выбранного направления.

Параметры, задающие длительность в промтакте, можно задать как для программы (АПП) так и для ручного управления.

4. Фазы

Фаза – это статическое состояние на перекрестке, при котором по одним направлениям разрешен проезд, по другим – запрещен. То есть, фаза это набор направлений. Если направление входит в фазу, то в этой фазе горит зеленый канал данного направления. Если направление не входит в фазу, то в этой фазе горит красный канал направления. Направление может входить в состав нескольких фаз.

5. Промтакт

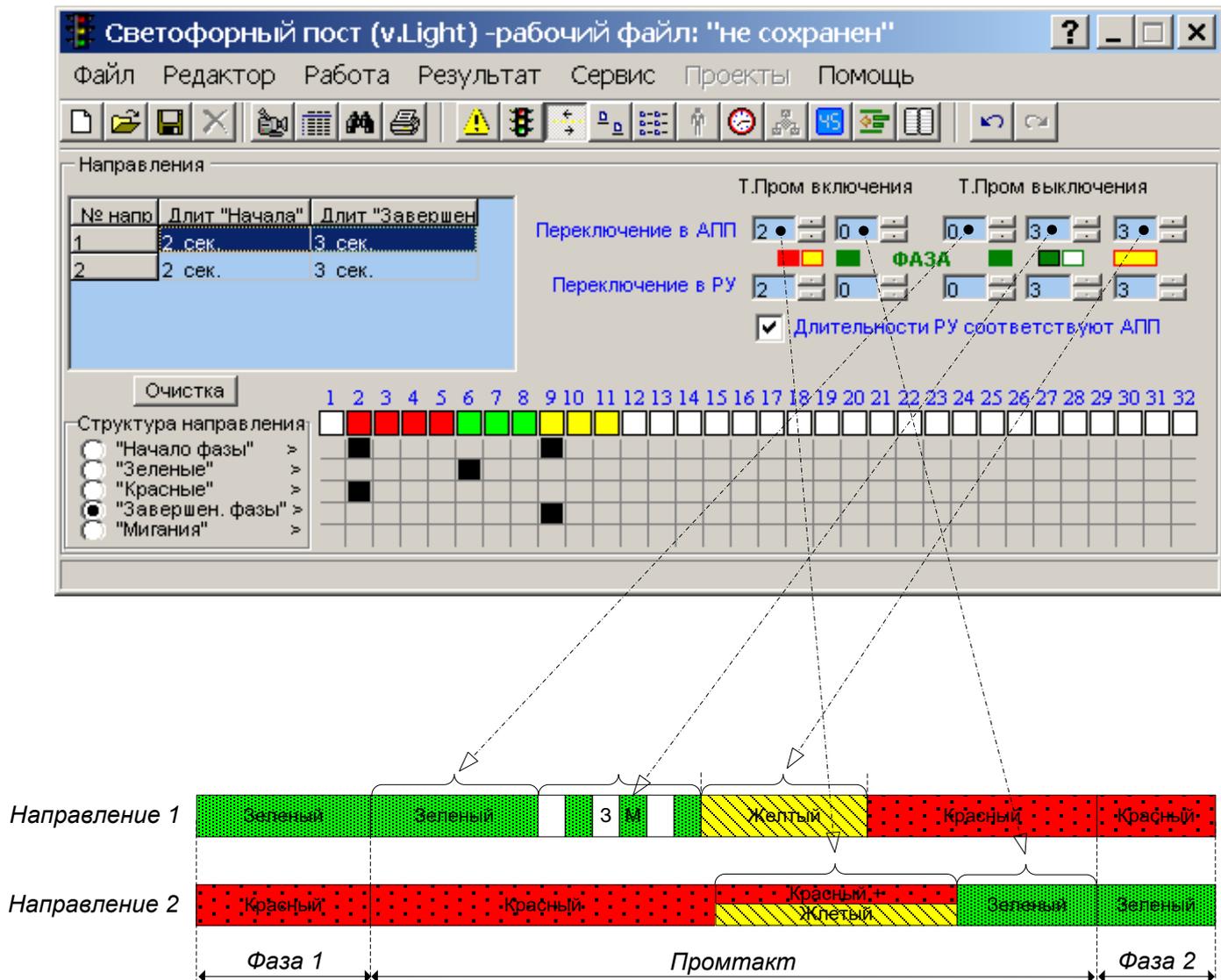
Промтакт является неотъемлемой частью фазы, после которой он следует. Переключение с одной фазы на другую происходит через промтакт. Длительность промтакта после фазы это время, требуемое для выезда с перекрестка транспорта, который ехал на разрешающую фазу.

Если в новой фазе направление выключено, то в промтакте оно переключается по алгоритму «с зеленого на красный». Если в новой фазе направление включено, то в промтакте оно переключается по алгоритму «с красного на зеленый». Если направление включено в предшествующей и в новой фазе, то в промтакте это направление остается «в зеленом».

Алгоритм переключения «с зеленого на красный» обычно следующий: зеленый – зеленое мигание – желтый – красный.

Алгоритм переключения «с красного на зеленый» обычно следующий: красный – красный с желтым – зеленый.

Длительность переключения направлений в промтакте можно задать отдельно для режима программ (АПП) и для режима Ручное управление



6. Программы

Программа представляет собой набор переключающихся фаз. Всего в контроллере можно задать до 16 программ. Каждая программа может содержать произвольный набор и последовательность фаз. Переключение с одной программы на другую происходит в соответствии с суточным графиком контроллера. Суточный график имеет следующие характеристики: 16 переключений в сутки с точностью до минуты для каждого дня недели. Также, в суточном графике помимо включения программ можно включать состояния ОС и ЖМ.

Переключение с одной программы на другую происходит не сразу в том момент, когда это указано в суточном графике, а по достижении конца фазы текущей программы.

7. Конфликты

В контроллере УК4 все 32 канала являются универсальными и все они проверяются на обрыв, пробой и на замыкание друг с другом. В программе «Светофорный пост» в пункте меню «Работа/Цвета и уставки» указываются каналы, которые будут проверяться на конфликт «красного» и конфликт «зеленого». После обнаружения конфликта и перехода в аварийное состояние ОС или ЖМ контроллер периодически производит проверку силовых ключей. Если конфликт устранен, произойдет автоматический переход из аварийного состояния в нормальный режим работы. Периодичность такой проверки составляет 30 секунд. В версии микрокода контроллера УК4.1.5.8 данную длительность можно изменить с помощью ИП.

7.1. Конфликт «Зеленого»

Конфликт «зеленого» наступает при включении зеленой секции светофора, которая не должна быть включена в данной фазе контроллера. Это может случиться из-за пробоя силового ключа контроллера или при замыкании между собой силовых кабелей, идущих от контроллера к светофорным секциям. При этом, чтобы не возникло аварийных ситуаций на перекрестке, контроллер переходит в состояние ОС.

Для определения номера канала, который приводит к возникновению конфликта «зеленого» необходимо с помощью ИП выполнить тест «пробой».

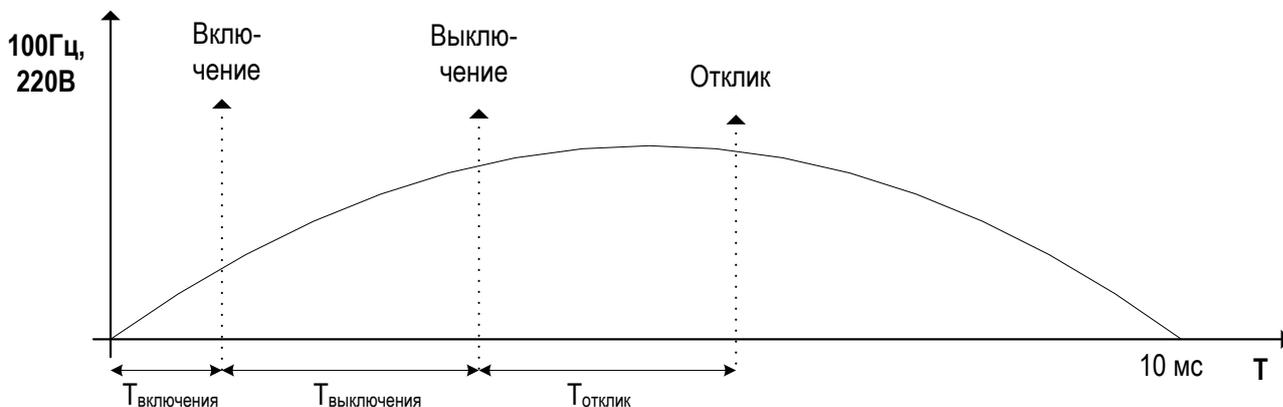
7.2. Конфликт «Красного»

Конфликт «красного» наступает при выключении красной секции светофора, которая должна быть включена в текущей фазе. Это может произойти при перегорании лампы, при обрыве силового кабеля или при выходе из строя силового ключа контроллера. При этом, чтобы не возникло аварийных ситуаций на перекрестке, контроллер переходит в состояние ЖМ.

Для определения номера канала, который приводит к возникновению конфликта «красного» необходимо с помощью ИП выполнить тест «обрыв».

8. Алгоритм работы силовых ключей

Алгоритм включения силовых ключей позволяет использовать в контроллере различные типы нагрузок: ламповые, светодиодные светофорные секции и всевозможные нагрузки с трансформаторными



преобразователями.

Включение всех 32-х силовых ключей происходит динамически, синхронно с сетью 100 Гц, что уменьшает излучение помех и увеличивает срок службы нагрузки.

Отклик - это реальное состояние силовых ключей контроллера, где каждый канал может быть включен либо выключен. Считывание отклика происходит непрерывно в процессе работы контроллера, начиная с момента включения.

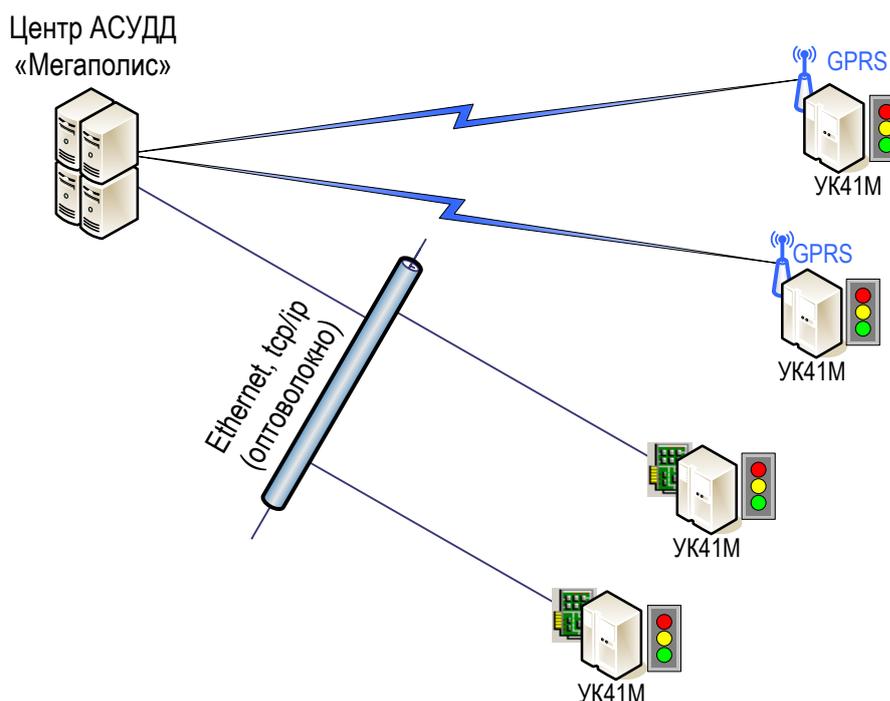
Динамическое включение силовых ключей и считывание отклика происходит по следующему алгоритму, приведенному на рисунке выше: включение, выключение, отклик. С помощью параметров $T_{\text{включения}}$, $T_{\text{выключения}}$ и $T_{\text{отклик}}$ можно настроить контроллер на разные типы нагрузок. Начиная с версии микрокода контроллера УК4.1.5.8, настройку силовых ключей на определенную нагрузку можно произвести непосредственно с инженерного пульта. В более ранних версиях настройка на ламповую или светодиодную нагрузку производится на заводе изготовителя. Ниже в таблице приводятся значения параметров включения силовых ключей для разных типов нагрузок

Параметр	Минимальное значение	Максимальное значение	Ламповая нагрузка	Светодиодная нагрузка
$T_{\text{включения}}$	10 мкс	100 мкс	50 мкс	50 мкс
$T_{\text{выключения}}$	0.5 мс	5 мс	2.5 мс	2 мс
$T_{\text{отклик}}$	0.5 мс	5 мс	3 мс	1 мс

9. Сетевые возможности контроллера

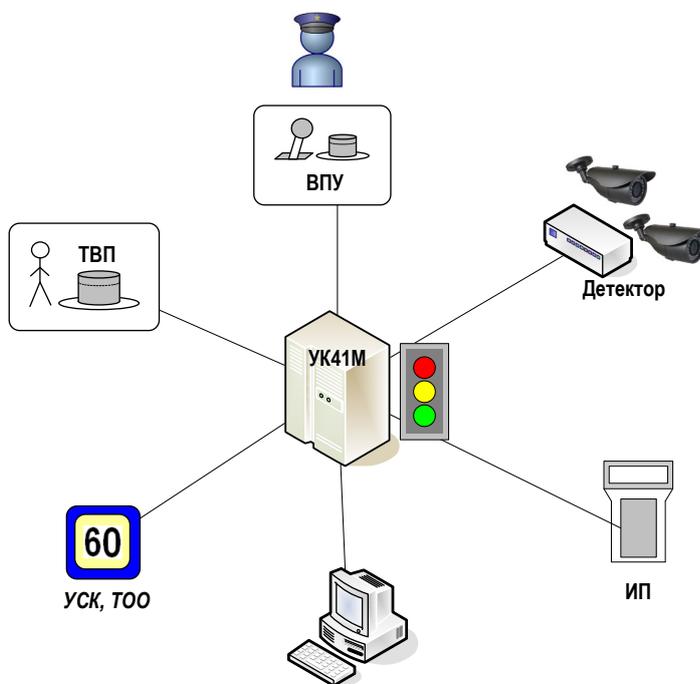
Контроллер УК4 может работать в локальном режиме, в системе координированного управления от центра и в бесцентровой системе «ведущий/ведомый». Поддерживаются следующие централизованные системы координированного управления: «ТСКУ», «Сигнал», «Мегаполис». В системах «ТСКУ» и «Сигнал» контролер работает только по проводному каналу.

В системе «Мегаполис» контроллер может подключаться к центру по



каналу TCP/IP и по каналу сотовой связи GPRS.

Благодаря наличию асинхронного последовательного интерфейса (АПИ) к контроллеру можно подключать одновременно множество периферийных устройств: инженерный пульт, детекторы транспорта, указатели скорости (УСК), ТВП, ВПУ, табло обратного отсчета (ТОО), персональный компьютер.



В контроллере имеются следующие физические интерфейсы для связи с внешними устройствами:

- RS232 1 шт.
- RS485 1 шт.
- UART TTL 1 шт.
- Ethernet 1 шт.
- GPRS 1 шт.

Также, можно подключить к контроллеру GPS модуль для коррекции суточных часов. Использование GPS модуля позволяет установить режим «зеленой волны» без использование линий/каналов связи!

10. Работа контроллера с ТВП

1. Вызов фаз ТВП возможен, если контроллер работает в автоматическом режиме, т.е. по одной из программ суточного графика (максимальное число программ - 16). При работе контроллера в автоматическом режиме на инженерном пульте (ИП) отображается строка вида «АПП:nn», где nn - номер программы. При работе контроллера в ручном режиме вызов фаз работа ТВП невозможна.

2. К УК4 можно подключить по АПИ до четырех интеллектуальных ТВП последовательного типа и одно ТВП в виде кнопки на клеммы РУ.

3. Включение фазы ТВП «привязывается» к одной из фаз программы - транспортной фазы.

4. Работа ТВП происходит в 2-х режимах. В первом режиме фаза ТВП укорачивает длительность транспортной фазы программы таким образом, чтобы цикл программы при включении фазы ТВП не изменился. Во втором режиме транспортная фазы программы выполняется полностью, а затем выполняется фаза ТВП, таким образом цикл программы увеличивается на время включения фазы ТВП.

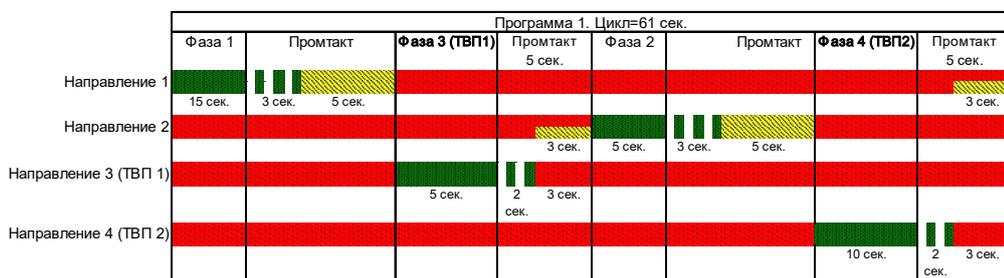
5. Второй режим работы ТВП возможен начиная с версии контроллера «4.15.3d».

6. Режим работы ТВП устанавливается с помощью Инженерного пульта (см. «Инструкцию по эксплуатации ИП» раздел «Изменение параметров»).

Работа в автоматическом режиме (АПП) по программе 1



Работа ТВП в режиме 1 (цикл программы не меняется)



Работа ТВП в режиме 2 - цикл программы увеличивается на длительность фаз ТВП



11. Режим «Зеленая волна»

11.1. «Зеленая волна» с использованием технологии «ведомый-ведущий»

С помощью контроллеров УК41М возможна реализация функции «зелёной волны» по магистрали по технологии «ведомый-ведущий», т. е. без использования выделенного центра управления. Для этого контроллеры должны быть соединены с помощью выделенной проводной линии и на контроллерах должны быть установлены проводные сетевые адаптеры ТСКУ. Один из контроллеров должен выступать в качестве «ведущего». Обычно, это контроллер, устанавливаемый в начале магистрали. Остальные контроллеры выступают в качестве «ведомых» (рис. 1).

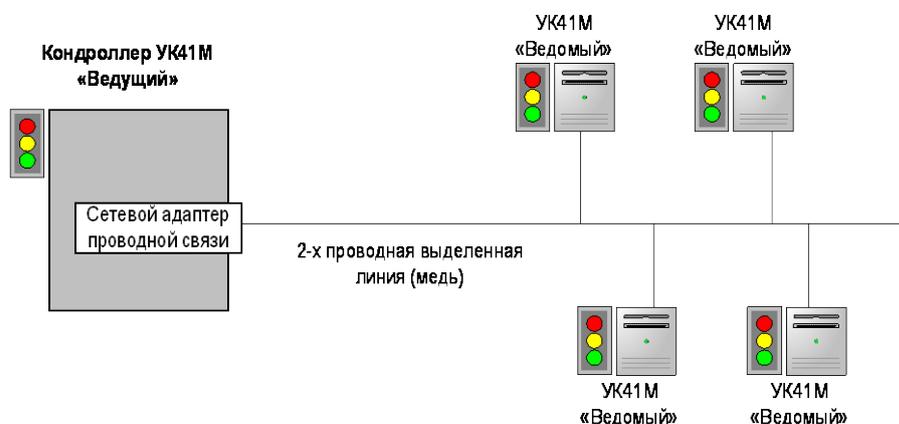


Рис. 1

По такой схеме можно объединить до 32 контроллеров УК41М в магистрали.

11.2. «Зеленая волна» с использованием центра «Мегаполис»

Возможно организовать «зеленую волну» с помощью центра «Мегаполис». В этом случае подключение контроллеров к центру осуществляется по каналам сотовой связи GPRS (рис. 2).

Для этого в каждом контроллере необходимо заменить «проводной сетевой адаптер» на «сетевой адаптер GPRS».

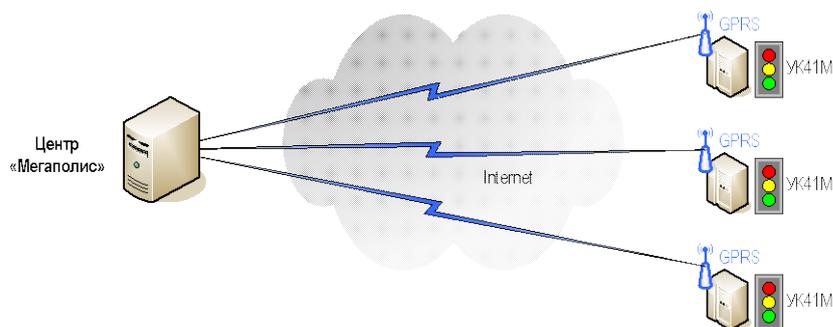


Рис. 2

Также, возможно подключение контроллеров к центру по Ethernet/оптоволокну (рис. 3). В этом случае в контроллер устанавливается «сетевой адаптер Ethernet».

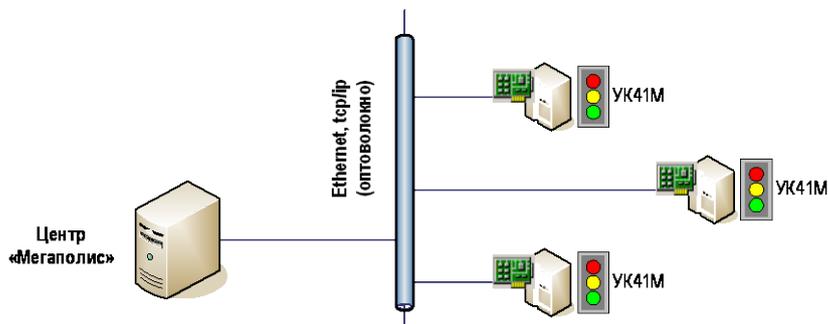
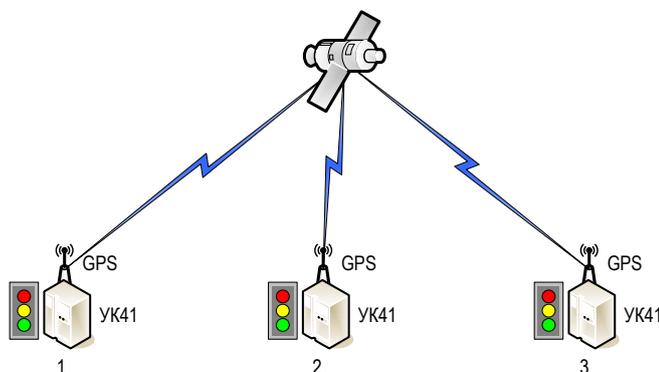


Рис. 3

11.3. Зеленая волна с использованием GPS модулей

Использование сетевого адаптера со спутниковым GPS модулем позволяет настроить работу суточных часов контроллера с точностью до секунды. Это дает возможность установить синхронный режим работы программ суточного графика контроллера от суточного времени и, тем самым, построить «зелёную волну» на магистрали из нескольких перекрестков без использования каналов связи между контроллерами.

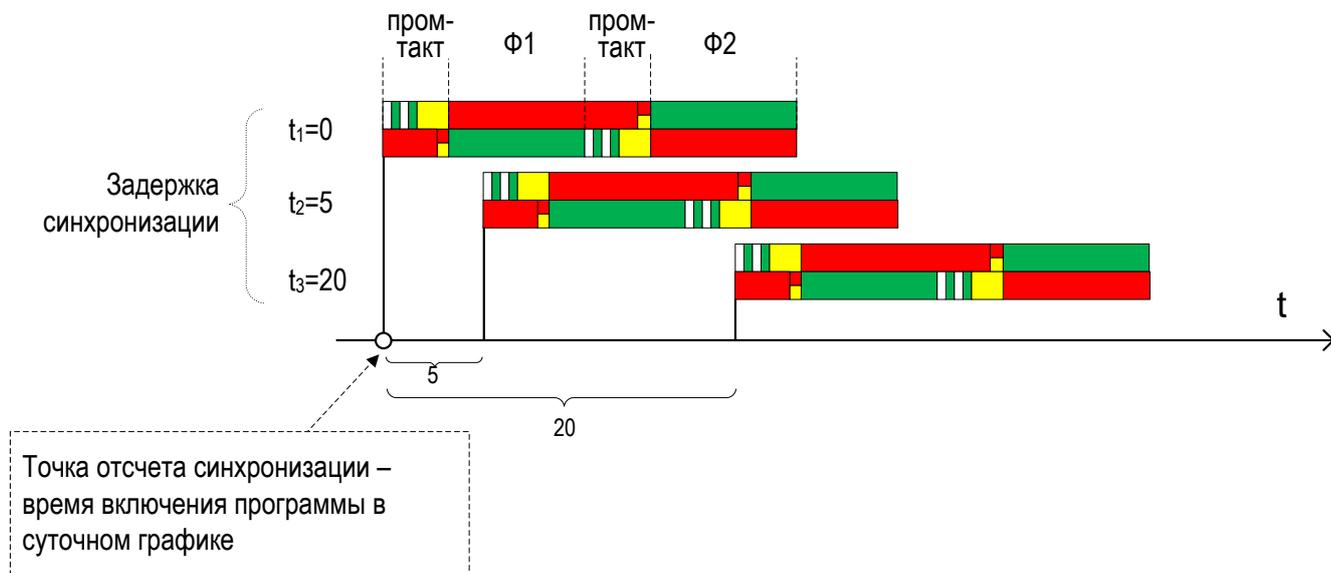
Алгоритм синхронизации объясняется на рисунке.



На магистрали установлено 3 контроллера УК41. Длительность смещения (задержка) суточных программ контроллеров рассчитана исходя из расстояния между перекрестками. Например, задержки должны быть установлены как:

- для контроллера №1, как начального в «зеленой волне», устанавливается 0 сек;
- 5 сек для контроллера №2;
- 20 сек для контроллера №3.

Программы состоят из двух фаз. Длительности цикла суточной программы у всех контроллеров должна быть одинаковой.



Особенности синхронизации часов от GPS:

- синхронизация внутренних часов контроллера от GPS происходит каждую минуту в момент времени, когда показания секунд равно 30;
- в момент синхронизации часов от GPS на передней панели сетевого адаптера загораются светодиоды.

Точкой отсчета синхронизации является момент времени равный 04:00. Это для версии программы микрокода контроллера до номера 4.15.6d (октябрь 2017 года).

Начиная с версии 4.15.6d включительно, точкой синхронизации суточной программы контроллера является время включения программы в суточном графике. Суточный график устанавливается с помощью программы «Светофорный пост» (СВП).

Момент синхронизации - синхронизация начинается с промтакта первой фазы программы!

Включение режима синхронизации от суточного времени выполняется с помощью инженерного пульта (ИП). Необходимо установить следующие параметры:

- «Синхронизация с суточным времени» - ДА;
- «Задержка синхронизации» - время в секундах.

Порядок работы с ИП описан в документе «УК41М-ИП-ИнструкцияПоЭксплуатации 2017.1» п.11.3

11.4. Расчёт параметров «зелёной волны»

«Зелёная волна» рассчитывается для магистрали таким образом, чтобы обеспечить безостановочный проезд транспортных средств. Для этого необходимо замерить расстояния между перекрёстками и опытными путем

замерить среднюю статистическую скорость транспортных средств в прогонах между перекрестками.

На основании этих данных вычисляется время подъезда транспортных средств от одного перекрестка к другому. Данное время в секундах затем указывается в программе «Светофорный пост» при настройке УК41М для каждого перекрёстка.

11.5. Настройка контроллера для работы в режиме «зеленой волны» по технологии «ведомый-ведущий»

1) При настройке «ведущего» контроллера необходимо в программе «Светофорный пост» в пункте меню «Работа/Параметры» указать тип сети «Ведущий» (рис. 4).

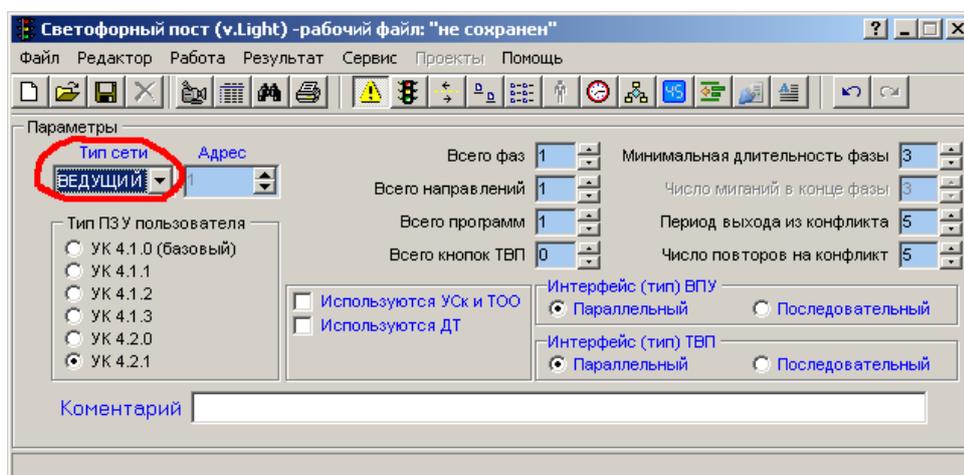


Рис. 4

2) Затем выбрать пункт меню «Работа/Координатор» и задать задержку включения программ суточного графика программы для каждого контроллера в магистрали (рис. 5)

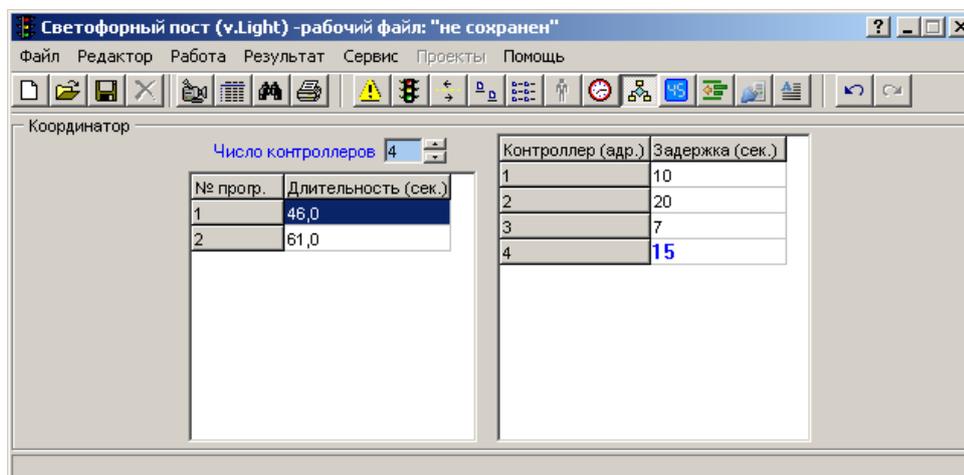


Рис. 5

3) Для каждого «ведомого» контроллера необходимо указать в пункте меню «Работа/Параметры» тип сети «ВЕДОМЫЙ» и установить уникальный адрес для данного контроллера (рис. 6)

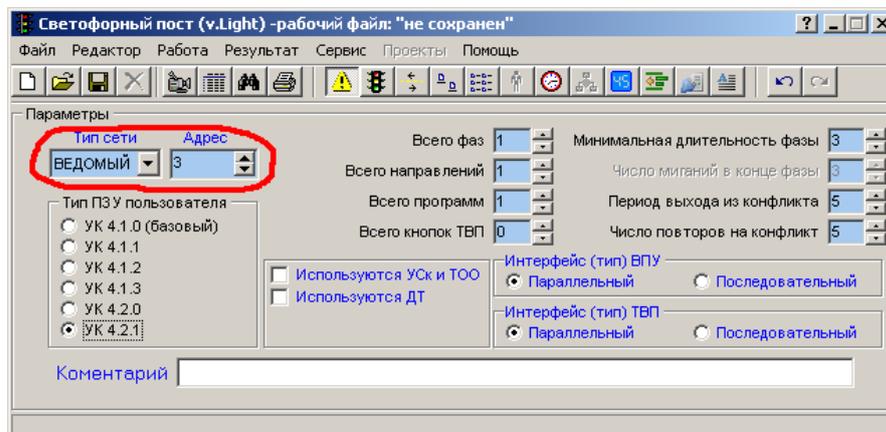


Рис. 6

4) Для того, чтобы контроллеры синхронно работали на магистрали в режиме «зеленой волны» необходимо, чтобы цикл (т.е. длительность) программы на контроллерах была одинаковой. Например, на рис. 5 видно, что длительность программы 1 на «ведущем» контроллере составляет 46 сек., а программы 2 – 61 сек. Поэтому, на всех «ведомых» контроллерах в сети длительности программы 1 и 2 тоже должны быть равны 46 и 61 сек.

12. Работа с детекторами транспорта

К контроллеру возможно подключить до 4-х детекторов транспорта. С помощью детекторов транспорта возможно организовать адаптивный режим работы контроллера. Более подробно работа с детекторами транспорта описана в документе «Адаптивное управления с использованием контроллера УК4 и детекторов транспорта».

13. Работа в режиме «64 канала»

13.1. К контроллеру УК4 возможно подключить до 32-х силовых нагрузок. Т.е. в контроллере имеется 32 силовых ключа при использовании 4-х блоков ключей, по 8 ключей на один блок. В случае необходимости подключения к контроллеру более 32-х силовых нагрузок можно соединить два контроллера в «Режиме 64 канала». Один контроллер должен быть настроен, как «Ведущий 64», а второй – «Ведомый 64», как показано на рисунке 7.

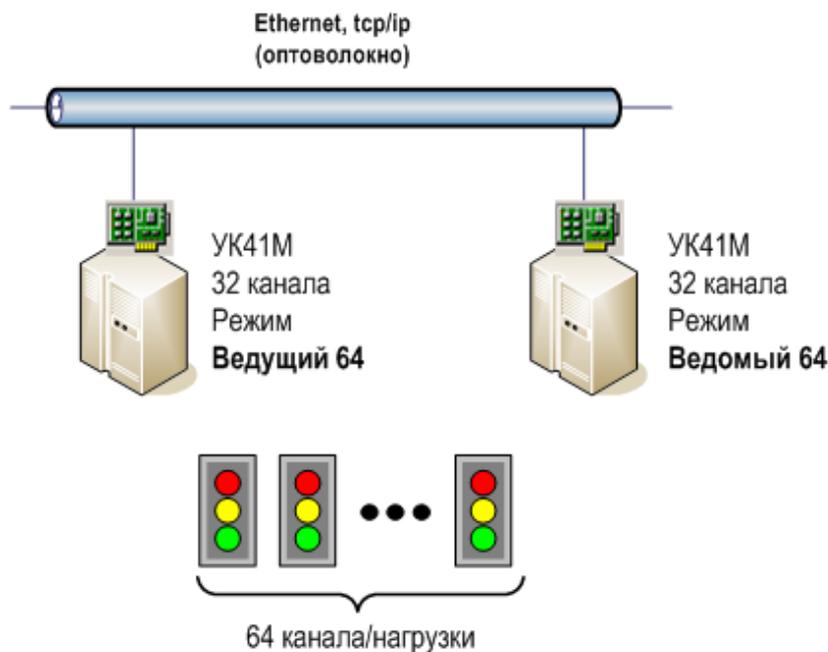


Рис.7

В ходе работы ведущий контроллер управляет ведомым контроллером, используя механизм ручного управления. То есть, ведущий контроллер работает в обычном режиме по программе в соответствии с суточным графиком, а ведомый работает в режиме ручного управления под контролем ведущего.

13.2. Режим 64 канала настраивается следующим образом:

а) С помощью программы «Светофорный пост» необходимо установить требуемые параметры схемы организации движения на обоих контроллерах: направления, фазы программы, суточный график и т.д. Причем, номера фаз у ведомого и ведущего контроллеров должны соотноситься друг с другом исходя из того, что какая фаза включается у ведущего, такая же будет включаться у ведомого.

б) На вкладке *Сетевые параметры* программы *Светофорный пост* для **ведущего** контроллера необходимо установить тип сети **ВЕДУЩИЙ 64**, установить собственный *IP-Адрес и Порт*, указать *IP-Адрес и Порт* ведомого контроллера. Рекомендуется собственный порт и порт ведомого контроллера устанавливать одинаковыми. Пример настроек указан на рисунке 8.

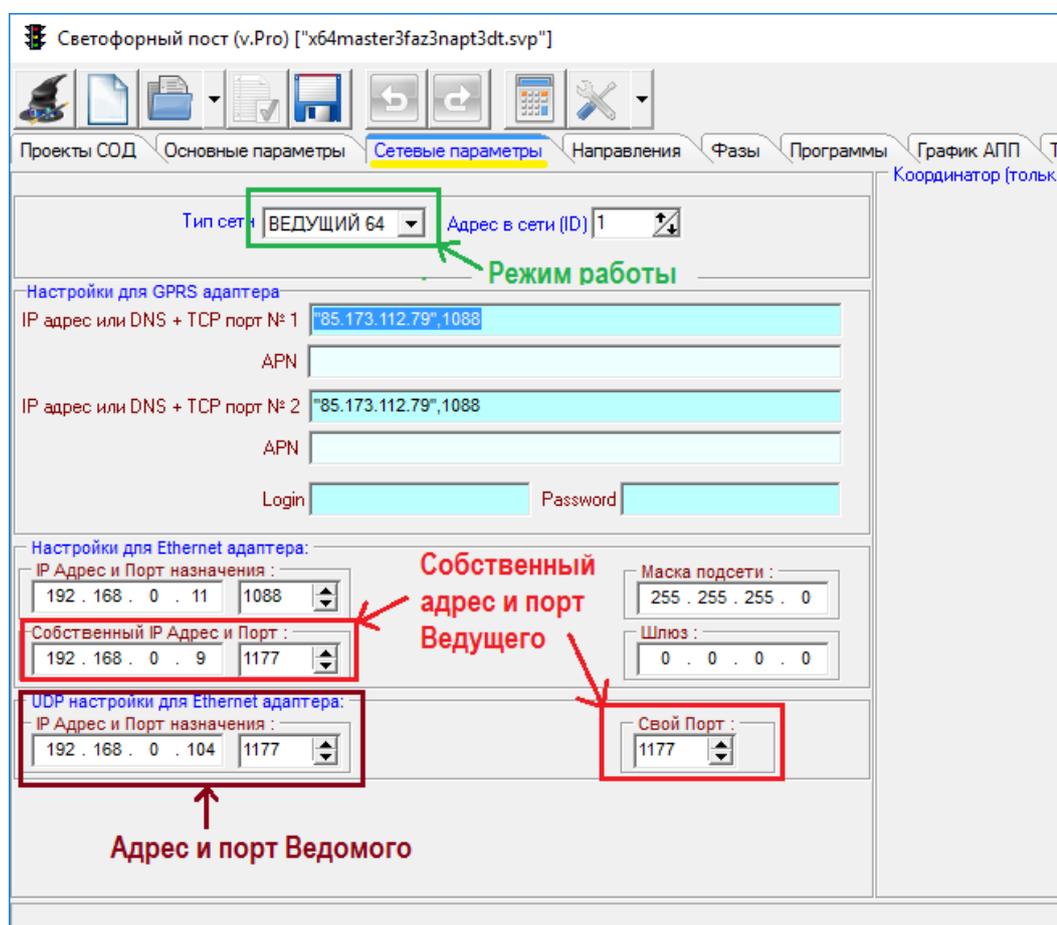


Рис. 8

Маску подсети и Шлюз необходимо устанавливать в зависимости от организации инфраструктуры локальный вычислительной сети TCP/IP на перекрестке. На рисунке выше настройки установлены таким образом, что Ведущий и Ведомый находятся в одном сегменте (VLAN) TCP/IP-сети.

с) На вкладке *Сетевые параметры* программы *Светофорный пост* для **ведомого** контроллера необходимо установить тип сети *ВЕДОМЫЙ 64*, установить собственный *IP-Адрес* и *Порт*, указать *IP-Адрес* и *Порт* ведущего контроллера. Рекомендуется собственный порт и порт ведущего контроллера устанавливать одинаковыми. Пример настроек указан на рисунке 9.

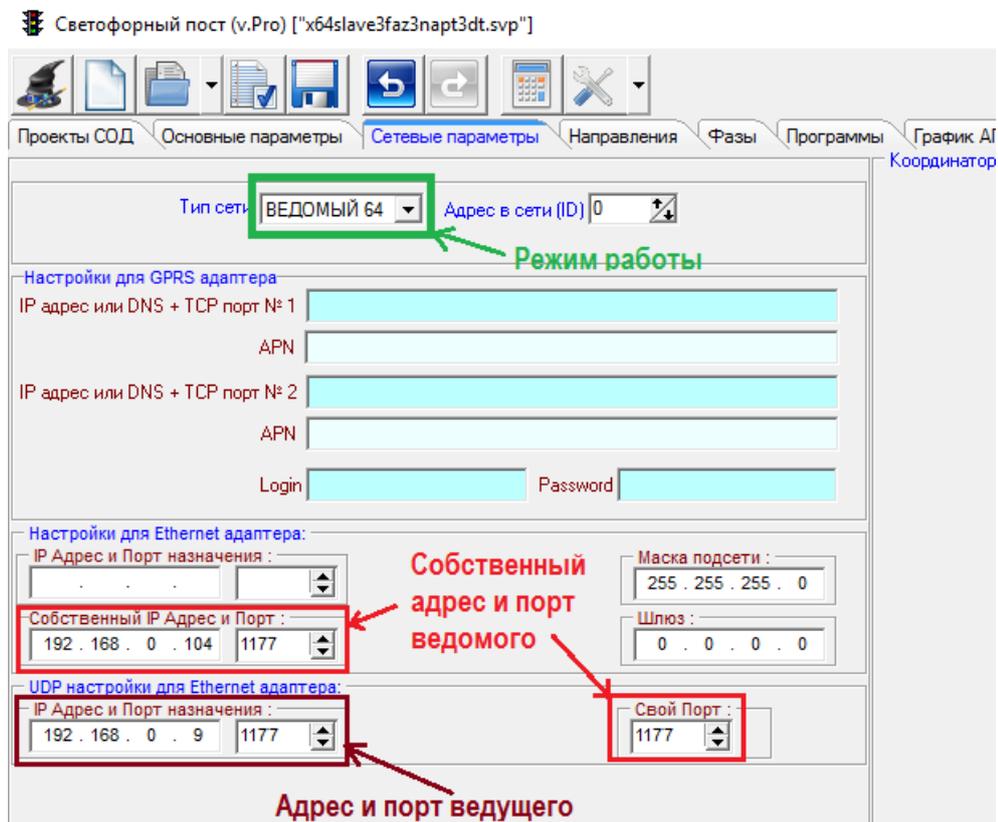


Рис. 9

13.3. Все периферийные устройства необходимо подключать к Ведущему контроллеру, как показано на рисунке 10. Инженерный пульт (ИП) можно, также, подключить к Ведущему.

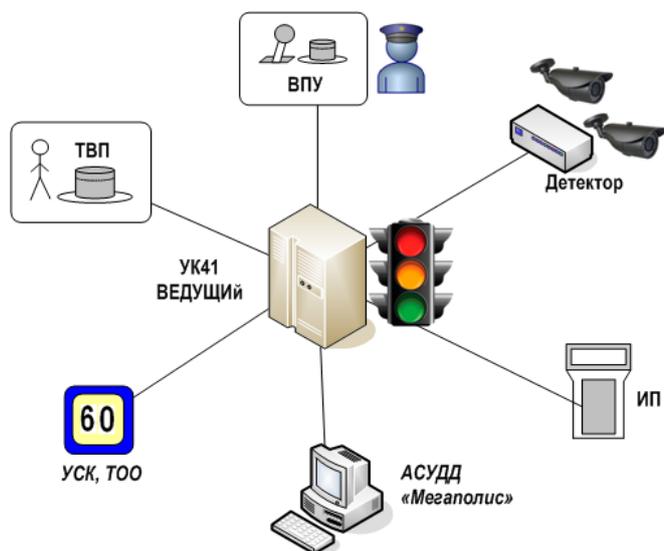


Рис. 10

ВПУ – выносной пульт управления
 ТВП – табло вызова пешеходное
 УСК – указатели скорости
 ТОО – табло обратного отсчета времени
 ИП – инженерный пульт

13.4. В случае правильной настройки с помощью программы «Светофорный пост» и соединения контроллеров по Ethernet индикация обмена данных между контроллерами работающих в «Режиме 64» будет такой, как показано на рисунке 11 (надписи на панели сетевого адаптера в зависимости от модификации могут быть изменены).

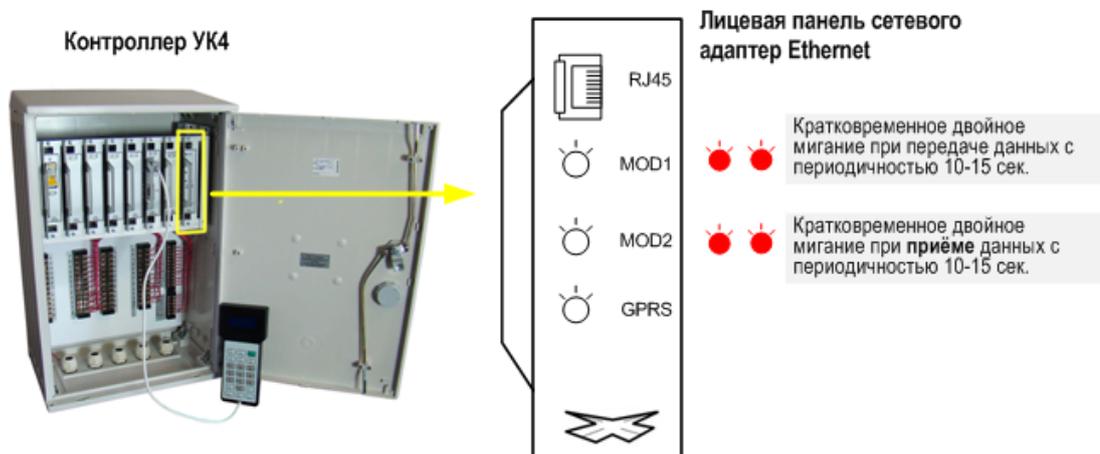


Рис. 11