

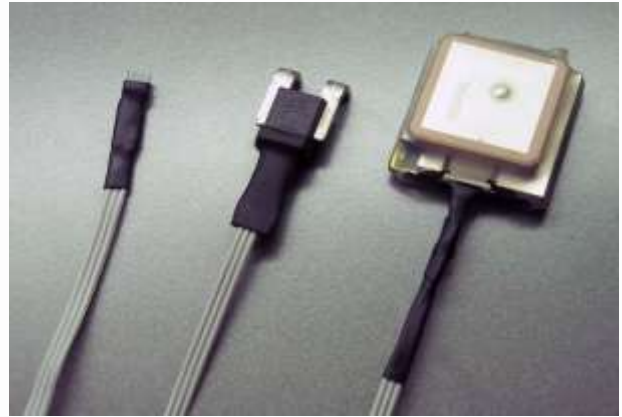
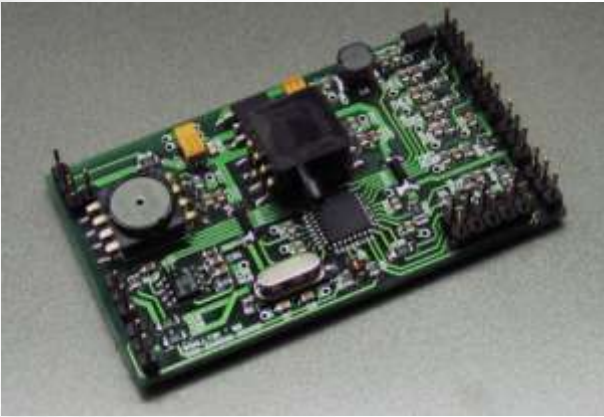
## Модуль телеметрии **smalltim**



## Общее описание

Модуль телеметрии представляет собой электронное устройство, осуществляющее измерение, обработку и отображение на экране необходимых для FPV-пилотов параметров полета, таких как текущий курс и направление на точку взлета, высота полета, скорость, время, напряжение батарей и т.д.

Измерение физических параметров осуществляется с помощью датчиков давления, тока, температуры, и т.д., часть из которых расположена на плате модуля, а часть подключается к разъемам на плате модуля.



Обработка и фильтрация данных с датчиков и отображение результатов в графическом виде производится силами микроконтроллера, установленного на плате модуля.





Отображение параметров на экране осуществляется путем подмешивания специальным образом сформированного сигнала к видеосигналу, поступающему с видеокамеры, композитного выхода фотоаппарата, установленного на самолете, или другого источника композитного видеосигнала. Таким образом, для функционирования модуля необходимо наличие источника видеосигнала на борту модели и устройства отображения видеосигнала на земле (видеоочки, видеокамера, телевизор, ноутбук и т.д.)

## Характеристики

Основные характеристики модуля телеметрии:

- Поддерживаемый формат видеосигнала: PAL
- Напряжение питания: 6..15 В
- Энергопотребление (с датчиками и модулем GPS) : <150мА
- Габариты: 68x40x11 мм
- Масса (без проводов и датчиков, без модуля GPS): 18 гр
- Масса (с проводами и датчиками, с модулем GPS): 40 гр

Модуль осуществляет измерение и отображение следующих параметров:

- Полетное время: 00мин:00сек..99мин:59сек  
Формат отображения на экране : XX:XX, шаг = 1 секунда
- Качество приема RC сигнала с передатчика: «сигнал отсутствует».. «сигнал максимальный»  
Формат отображения на экране: 5 градаций шкалы, шаг = 1 градация шкалы
- Высота по барометрическому датчику: 0..9999м  
Формат отображения на экране: XXXm, шаг = 1м
- Воздушная скорость : 0..350км/ч  
Формат отображения на экране: XXXk, шаг = 1км/ч (4км/ч при скорости < 10км/ч)
- Температура воздуха: -45..+145°C  
Формат отображения на экране: +XX.X°с, шаг = 0.1°C
- Ток: 0..99А  
Формат отображения на экране: X.XXа / XX.Xа, шаг = 0.01А / 0.1А
- Напряжение (3 входа, см. описание ниже): 0..15В  
Формат отображения на экране: X.XXv / XX.Xv, шаг = 0.01В / 0.1В
- Израсходованный заряд батареи: 0..9999мАч  
Формат отображения на экране: XXXXmAh, шаг = 1 мАч

Помимо этого, при подключении модуля спутниковой навигации GPS, удовлетворяющего условиям совместимости:

- Выход - 4800бод, 8 бит данных, нет контроля четности, 1 стоповый бит (4800, 8/N/1)
- Выходные данные - в формате NMEA
- Выходной интерфейс - TTL
- Пакеты NMEA следуют с частотой 1 Гц

..., например, «EM406A TTL» производства GlobalSat, модуль телеметрии осуществляет обработку данных с модуля GPS и отображение следующих параметров:

- Высота по GPS: 0..9999м  
Формат отображения на экране: -XXXm/XXXXm, шаг = 1 м
- Скорость относительно земли по GPS: 0..999км/ч  
Формат отображения на экране: XXXk, шаг = 1 км/ч
- Расстояние до точки взлета по GPS: 0..9999м  
Формат отображения на экране: XXXXm, шаг = 1 м
- Направление вектора текущей скорости: 0..360 градусов  
Формат отображения на экране: прокручивающаяся лента со шкалой «компаса»
- Направление на точку взлета: -180..180 градусов  
Формат отображения на экране: шкала сдвигающимся маркером
- Количество видимых спутников GPS: 0..12  
Формат отображения на экране: XX
- Формат определения положения модулем: недоступно / 2D / 3D  
Формат отображения на экране: "NA" / "2D" / "3D"

## Инициализация

Поскольку большинство физических параметров, контролируемых модулем, имеет ненулевое значение «на земле», например, атмосферное давление, в программе модуля телеметрии предусмотрен период инициализации (первые 15 секунд работы после подачи питания на модуль), в течение которого опрашиваются и запоминаются базовые показания датчиков, а также определяется наличие подключения RC приемника, модуля GPS и батарей, чье напряжение подлежит мониторингу.

Наличие этих условий приносит определенные неудобства, но избавляет от необходимости калибровать каждый конкретный экземпляр – модуль телеметрии производит автокалибровку самостоятельно, на этапе инициализации.

Следующие условия критичны на этапе инициализации модуля телеметрии (первые 15 секунд работы после подачи питания на модуль). Выполнение этих условий необходимо для корректной работы модуля позже, в полете:

- Входное отверстие трубки, передающей давление набегающего потока воздуха к барометрическому датчику скорости, должно быть закрыто от ветра, иначе величина скорости ветра будет принята за нулевое значение и в полете модуль телеметрии будет отображать заниженные значения скорости.
- Модель должна находиться на земле или на небольшой высоте, иначе за базовое значение атмосферного давления будет принято давление на той высоте, где находится модель, и впоследствии модуль будет отображать заниженные значения высоты относительно уровня земли в точке старта.
- Температура корпуса термодатчика должна равняться температуре воздуха. Для этого перед полетом модель должна находиться в уличных условиях как минимум 5 минут, для того, чтобы температура корпуса термодатчика сравнялась с окружающей температурой. В противном случае модуль телеметрии будет выдавать некорректные данные о высоте по барометрическому датчику, поскольку в формулу расчета высоты по атмосферному давлению входит и значение температуры.

**Если нет необходимости в корректных показаниях бародатчика высоты или плата не укомплектована бародатчиками, то датчик температуры можно использовать для мониторинга температуры любого объекта на модели: батареи, видеопередатчика, двигателя, и т.д. При этом необходимо обеспечить надежный тепловой контакт датчика и объекта и отсутствие обдува датчика набегающим потоком воздуха.**

- При наличии подключения модуля телеметрии к какому-либо из каналов приемника модели RC передатчик должен быть включен в течение 15 секунд хотя бы на 2 секунды, иначе наличие подключения к передатчику не будет сохранено в памяти модуля телеметрии и впоследствии, при пропадании RC сигнала («чрезвычайная ситуация»), координаты с GPS модуля не будут отображены на экране.

- Если мониторинг тока ходового электромотора и расхода заряда ходовой батареи критичны, то не рекомендуется управлять мотором или сервомашинками на этапе инициализации модуля телеметрии, иначе потребляемый в этот момент двигателем или сервомашинками ток будет принят за нулевой уровень тока и впоследствии модуль телеметрии будет показывать заниженные значения тока и расхода заряда ходовой батареи.

**Датчик тока полностью электрически изолирован от силовой цепи (напряжение пробоя >3кВ), датчик сохраняет работоспособность при пиках тока, превышающих 500А и при реверсивном подключении. В последнем случае плата телеметрии выводит на экран нулевой ток, даже если в силовой цепи течет ток. В таком случае следует поменять местами силовые контакты датчика тока, включив его в прямом направлении.**

- Наличие подключения батарей к модулю телеметрии определяется на этапе инициализации модуля. Для того, чтобы программа модуля считала какой-либо из входов для батарей подключенным к батарее, напряжение на соответствующем контакте разъема для подключения батарей должно превышать 0.1В. В противном случае при подключении батареи модуль не выведет на экран индикатор со значением ее напряжения.

Помимо этого, если в к модулю телеметрии подключен модуль спутниковой навигации GPS, перед запуском модели необходимо выполнить следующее условие:

- Для корректного определения позиции старта модели необходимо дождаться старта модуля GPS (обычно это занимает около 30 секунд в условиях полетов на открытой местности) и запоминания стартовой позиции модели. После начала поступления корректных данных с модуля GPS на экране начинает мигать соответствующая иконка, и после накопления 50 пакетов с корректными данными координаты с модуля GPS запоминаются как координаты старта модели. В этот момент соответствующая иконка на экране прекращает мигать и начинает гореть постоянно. Количество видимых спутников GPS перестает быть нулевым, а индикатор режима определения координат вместо "NA" становится равен "2D" или "3D".

**Рекомендуется проверять расстояние до точки взлета и высоту относительно точки взлета по показаниям модуля GPS непосредственно перед полетом, и если эти показания некорректны (отличаются от нулевых более чем на 5 м), рекомендуется перезагрузка платы телеметрии (отключение и включение питания).**

Такое поведение платы телеметрии объясняется тем, что иногда условия работы модуля GPS и условия приема сигнала со спутников GPS таковы, что после старта модуль GPS «находит» лишь 3-4 спутника и выдает координаты с заметной погрешностью. Плата телеметрии «запоминает» стартовую позицию, полученную по 3-4 спутникам. В дальнейшем, когда модуль GPS обнаруживает больше спутников (8-12), погрешность определения координат уменьшается, но изначально «запомненные» координаты точки старта становятся некорректными.

Перезагрузка платы телеметрии (отключение и включение питания) заставляет плату телеметрии заново «запоминать» начальные координаты, при этом модуль GPS сразу «находит» большое количество спутников.

## Расшифровка информации на экране – инициализация

Во время инициализации модуля телеметрии (первые 15 секунд после подачи питания) поверх изображения с камеры накладывается следующая информация помимо стандартного набора данных:



**А:** Привязка сдвига шкал к показаниям GPS либо бародатчиков. В данном случае на изображении показан вариант привязки к GPS. Это означает, что изменение высоты и скорости по GPS вызывает сдвиг шкал, расположенных по бокам экрана, вверх-вниз.

**Для того, чтобы изменить привязку с GPS на бародатчики (при их наличии на плате) необходимо поднять ручку передатчика на подключенном к плате телеметрии канале на 3 секунды.**

При этом надпись «GPS» изменится на «Baro».

Изменение привязки возможно только во время инициализации телеметрии, в это время изменение может быть сделано произвольное число раз.

**По умолчанию используется привязка шкал к показаниям модуля GPS.**

Индикация выбранной привязки остается на экране после окончания инициализации платы телеметрии еще 45 секунд, в виде строки «G» или «B» на том же месте экрана.

**В:** Строка с текущей версией прошивки платы телеметрии (в данном примере - 241e).



Пример индикации режима привязки шкал ( строка «G>» ) в течение 45 секунд после инициализации платы телеметрии:



## **Переключение режимов отображения информации на экране**

Плата телеметрии поддерживает 4 режима отображения информации на экране:

### **«Полный экран»**

В этом режиме на экране отображается максимальное количество информации.

### **«Полный экран без строк широты и долготы GPS»**

Этот режим полностью соответствует режиму «полный экран» за одним исключением: на экране не отображается строка с координатами модели по данным с модуля GPS.

**При «аварийной ситуации» - потере RC сигнала – координаты выводятся на экран и в этом режиме.**

### **«Облегченный экран»**

В этом режиме экран не загромождается данными: выводится только самая необходимая информация.

**При «аварийной ситуации» - потере RC сигнала – координаты выводятся на экран и в этом режиме.**

### **«Вывод информации отключен»**

В этом режиме данные с модуля телеметрии на экран не выводятся.

Переключение режимов вывода информации на экран возможно после окончания инициализации платы телеметрии, для этого необходимо **перевести в максимальное положение ручку/переключатель RC передатчика на канале, подключенном к плате телеметрии**. При этом режимы вывода информации на экран будут переключаться циклически через каждые 3 секунды в следующем порядке:

**«Полный экран»**

**«Полный экран без строк широты и долготы GPS»**

**«Облегченный экран»**

**«Вывод информации отключен»**

После установки необходимого режима нужно опустить ручку/переключатель передатчика в минимальное положение.

## Расшифровка информации на экране – «полный экран»

После инициализации модуль телеметрии выходит в рабочий режим.

Возможны разные варианты отображения информации на экране, но по умолчанию после инициализации платы телеметрии включается режим «**полный экран**». При этом отображается следующий набор данных:



**RC1**: Индикатор наличия PPM сигнала с RC приемника .

**(В данном примере не показан, см описание и примеры ниже)**

Этот индикатор высвечивается только тогда, когда модуль телеметрии регистрирует больше 20 импульсов PPM стандартной ширины на входе, подключенном к одному из каналов RC приемника. При наличии сильных помех, при большой удаленности модели от RC передатчика или при выключении RC передатчика ширина PPM импульсов выходит за разумные рамки, или импульсы приходят нерегулярно. В таком случае этот индикатор гасится.

**Приемники с Fail Safe обеспечивают наличие адекватного PPM сигнала на выходе вне зависимости от условий приема, поэтому при подключении модуля телеметрии к таким приемникам этот индикатор будет присутствовать на экране при любых условиях.**

**RC2:** Индикатор качества приема RC сигнала.

**(В данном примере не показан, см описание и примеры ниже)**

Принцип оценки качества RC сигнала заключается в измерении вариаций ширины PPM импульсов, приходящих с RC приемника, в течение определенного периода времени (~0.2 сек). Чем сильнее варьируется ширина PPM импульсов, тем хуже условия приема. Гашение каждой «палочки» индикатора соответствует увеличению шума ширины PPM импульсов в 4 раза.

**В силу выбранной реализации оценки качества RC сигнала модуль телеметрии показывает временное «ухудшение» качества RC сигнала при изменении положения ручки RC передатчика на канале, подключенном к модулю. Поэтому рекомендуется подключать модуль телеметрии к свободному каналу RC передатчика либо к редко используемому дискретному каналу.**

**A:** Шкала скорости модели.

**A1:** Величина текущей скорости модели (км/ч), соответствующая привязке к шкале

В середине шкалы отображается параметр, к которому привязана шкала: либо показания скорости относительно земли по данным с модуля GPS, либо скорость относительно воздуха по данным с бародатчика.

В данном случае соответствующая строка равна «**0017>**».

**A2:** Величина текущей скорости модели (км/ч), не соответствующая привязке к шкале

В стороне от нижней части шкалы отображается скорость по показаниям бародатчика, если шкала привязана к показаниям модуля GPS и наоборот, скорость по GPS, если шкала привязана к показаниям бародатчика.

В данном случае соответствующая строка равна «**0029**».

**В силу особенностей работы GPS модулей получаемое значение величины скорости модели относительно земли может запаздывать по времени относительно реального поведения модели на 1-2 секунды.**

**Барометрический датчик скорости расположен на плате модуля телеметрии, давление набегающего потока воздуха передается на датчик с помощью гибкой трубки.**

**B:** Индикатор направления текущей скорости (курса) модели относительно земли.

Направление текущей скорости модели (азимут скорости) определяется данными, получаемыми с модуля GPS.

При изменении курса модели «лента» «компас» прокручивается вправо или влево, при этом стрелка, находящаяся под лентой, остается неподвижной.

**Следует учитывать, что истинное значение и направление скорости модели относительно**

земли не всегда совпадает со значениями скорости и направления полета модели относительно воздуха, из-за того, что сама среда, в которой движется модель – воздух – может перемещаться относительно земли. Другими словами, при наличии ветра не следует рассчитывать, что скорость модели в воздухе совпадет со скоростью относительно земли, а направление полета модели относительно земли будет совпадать с тем, куда направлен нос модели.

В силу особенностей работы GPS модулей получаемое направление скорости модели относительно земли может запаздывать по времени в сравнении с реальным поведением модели на 1-2 секунды.

**C:** Шкала высоты модели.

**C1:** Величина текущей высоты (м), соответствующая привязке к шкале.

В середине шкалы отображается параметр, к которому привязана шкала: либо показания высоты относительно точки старта по данным с модуля GPS, либо высота по данным с бародатчика.

В данном случае соответствующая строка равна «<0272».

**C2:** Величина текущей высоты (м), не соответствующая привязке к шкале.

В стороне от нижней части шкалы отображается высота по показаниям бародатчика, если шкала привязана к показаниям модуля GPS и наоборот, высота по GPS, если шкала привязана к показаниям бародатчика.

В данном случае соответствующая строка равна «0279».

**В силу особенностей работы GPS модулей получаемое значение величины высоты модели относительно земли может запаздывать по времени относительно реального поведения модели на 1-2 секунды.**

**C3:** Индикатор изменения высоты.

Индикатор изменения высоты отображает изменение высоты модели «сейчас» относительно высоты модели «секунду назад». В том случае, если высота не изменяется, индикатор погашен. Если высота изменяется, появляется стрелка «^» или «v».

**D:** Сервисная информация с модуля GPS.

**D1:** Количество видимых спутников, по данным с модуля GPS.

Чем больше спутников «видит» модуль GPS, тем точнее и надежнее модуль GPS определяет координаты модели. Обычно в условиях открытой местности модуль «видит» 7..11 спутников. Если количество спутников меньше 4, то режим 3D навигации становится недоступен, и

показания высоты, отображаемые модулем телеметрии, некорректны.  
В данном случае соответствующая строка равна «10».

**D2:** Текущий режим навигации, по данным с модуля GPS.

Если количество спутников меньше 4, то режим 3D навигации становится недоступен, модуль телеметрии выводит значение «2D». Если количество спутников меньше 3 или модуль GPS находится в состоянии инициализации (до ~1 мин после подачи питания), то навигация недоступна и модуль телеметрии выводит значение «NA».  
В данном случае соответствующая строка равна «3D».

**D3:** Индикатор сохранения позиции точки старта.

Для корректного определения позиции старта модели необходимо дождаться инициализации модуля GPS. После начала поступления корректных данных с модуля GPS индикатор начинает мигать, и после накопления 50 пакетов с корректными данными координаты с модуля GPS запоминаются как координаты старта модели. В этот момент индикатор прекращает мигать и начинает гореть постоянно.

**D4:** Градусы, минуты, доли минут широты в формате ГГММ.МММ, индикатор северной (N)/южной (S) широты. Градусы, минуты, доли минут долготы в формате ГГММ.МММ, индикатор восточной (E)/западной(W) долготы.

**E:** Расстояние до модели и направление на точку взлета.

**E1:** Индикатор, указывающий на точку взлета модели («базу»).

Положение индикатора «базы» на экране вычисляется из взаимного расположения точки старта модели и направления вектора скорости модели относительно земли.

**Индикатор показывает, на какой угол нужно повернуть модель влево или вправо, чтобы лететь в сторону точки старта.**

При изменении этого угла изменяется положение стрелки,двигающейся над шкалой. Середина шкалы соответствует 0 градусов – модель летит «на базу», левый и правый концы шкалы – соответственно, 90 градусов влево и 90 градусов вправо.

**Если угол, на который нужно повернуть модель, больше 90 градусов, то стрелка “v” заменяется на «>» или «<» и дополняется числом – величиной необходимого поворота в градусах.**

**В силу особенностей работы GPS модулей получаемое направление скорости модели относительно земли может запаздывать по времени в сравнении с реальным поведением модели на 1-2 секунды, поэтому индикатор «на базу» имеет соответствующую инерционность.**

**E2**: Текущее расстояние от модели до точки старта, по данным с модуля GPS (метры).

Расстояние от модели до точки старта рассчитывается по разнице между текущими и стартовыми широтой и долготой, при этом в расчет производится «на плоскости» - высота модели относительно точки старта не учитывается. То есть, **если модель находится на какой-то высоте строго над «базой», модуль телеметрии отображает нулевое расстояние.**

**f**: Температура воздуха (градусы Цельсия).

Температура воздуха измеряется с помощью термодатчика, подключаемого к плате модуля телеметрии шлейфом. Значение текущей температуры воздуха используется для коррекции показаний барометрического датчика высоты, поэтому для максимально корректного отображения высоты термодатчик лучше расположить вне корпуса модели, в набегающем потоке воздуха. Помимо этого, следует избегать нагрева корпуса датчика Солнцем. Наиболее удобный вариант расположения датчика – крепление скотчем, «липучкой» или клеем под фюзеляжем или под крылом.

**Если нет необходимости в корректных показаниях бародатчика высоты или плата не укомплектована бародатчиками, то датчик температуры можно использовать для мониторинга температуры любого объекта на модели: батареи, видеопередатчика, двигателя, и т.д. При этом необходимо обеспечить надежный тепловой контакт датчика и объекта и отсутствие обдува датчика набегающим потоком воздуха.**

**G**: Текущий ток (А).

Для измерения тока используется внешний датчик тока, включаемый в разрыв плюсового провода силовой цепи (от батареи к регулятору оборотов двигателя).

Рабочее напряжение ходовой батареи не играет роли.

При использовании модуля телеметрии на моделях с ДВС можно использовать датчик тока для измерения расхода заряда бортового аккумулятора или аккумулятора видеоподсистемы.

**H**: Израсходованный заряд ходовой батареи (мА/ч).

Подсчет израсходованной энергии батареи ведется на основании показаний датчика тока, включенного в разрыв силовой цепи батареи (от батареи к регулятору оборотов двигателя). Рабочее напряжение ходовой батареи не играет роли. Накопление данных о расходе энергии включается сразу после окончания периода инициализации модуля телеметрии (первые 15 секунд после подачи питания).

! : Текущее напряжение ходовой батареи (батареи).

Программа модуля телеметрии оптимизирована для отображения напряжения 3-баночных LiPo батарей, при этом может выводиться как напряжение каждой банки батареи независимо, так и полное напряжение на батарее. Помимо этого, при подключении двух батарей модуль телеметрии выводит полные напряжения каждой из батарей.

В данном примере показан режим отображения побаночного напряжения при подключении 3S LiPo батареи.

√ : Минуты:Секунды полетного времени.

Отсчет полетного времени начинается в момент подачи питания на модуль телеметрии и подачи видеосигнала с камеры. Счетчик полетного времени использует видеосигнал для синхронизации, деля количество кадров видеосигнала в секунду на 50. При отсутствии видеосигнала на входе модуль телеметрии переходит в «спящий» режим. При этом внутренние таймеры модуля телеметрии останавливаются и накопление данных не производится.



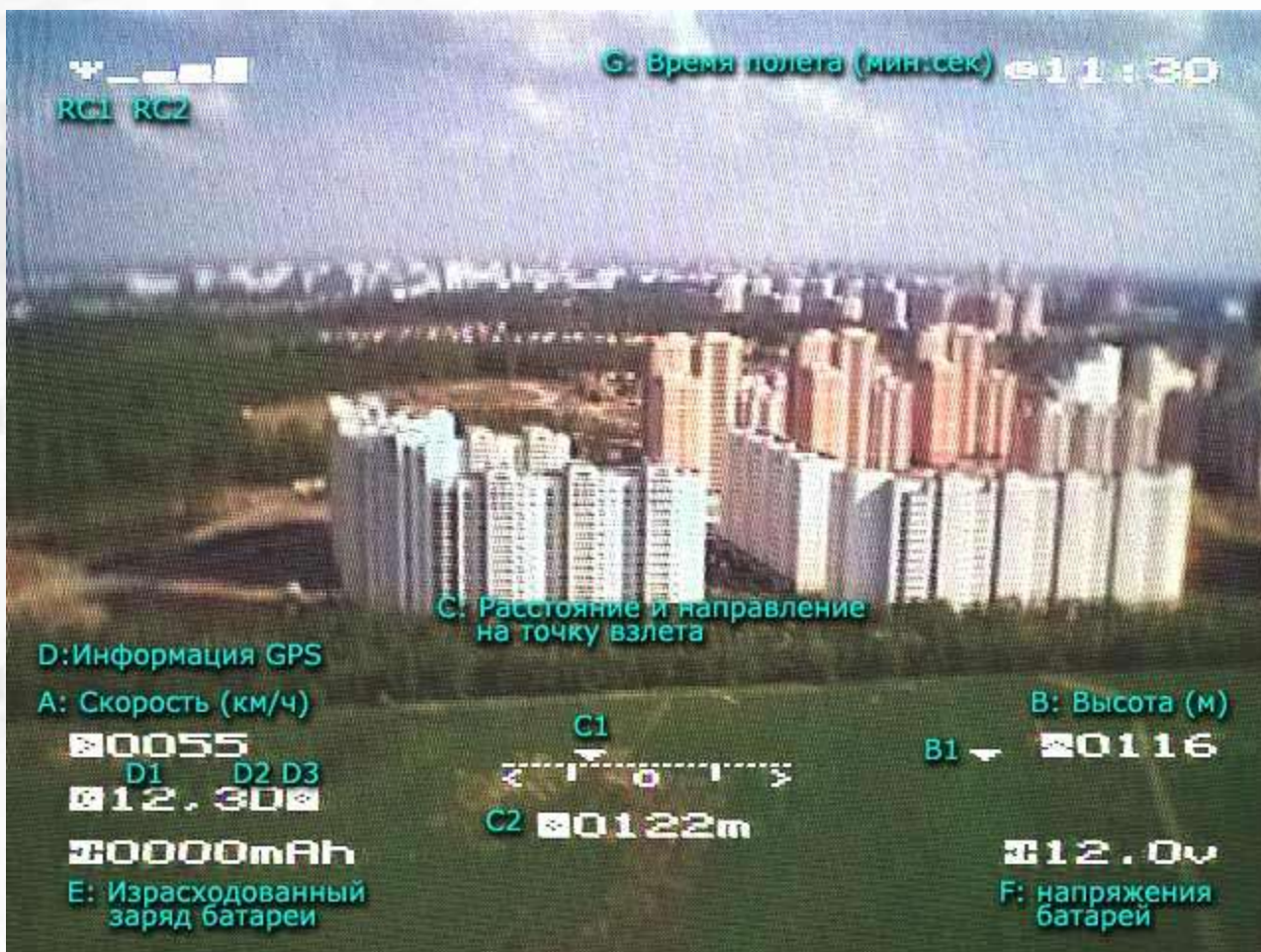
## Расшифровка информации на экране - «полный экран без широты и долготы GPS»

Раскладка информации на экране в этом режиме полностью соответствует режиму «полный экран», показанному ниже, но в этом случае строки широты и долготы – в данном примере «5555.844N/03732.603E» - на экран не выводятся.



## Расшифровка информации на экране – «облегченный экран»

Расшифровка индикаторов в этом режиме совпадает с режимом «**полный экран**», но расположение и число индикаторов изменено так, чтобы не загромождать экран.



**RC1:** Индикатор наличия PPM сигнала с RC приемника .

Этот индикатор высвечивается только тогда, когда модуль телеметрии регистрирует больше 20 импульсов PPM стандартной ширины на входе, подключенном к одному из каналов RC приемника. При наличии сильных помех, при большой удаленности модели от RC передатчика или при выключении RC передатчика ширина PPM импульсов выходит за разумные рамки, или импульсы приходят нерегулярно. В таком случае этот индикатор гасится.

**Приемники с Fail Safe обеспечивают наличие адекватного PPM сигнала на выходе вне зависимости от условий приема, поэтому при подключении модуля телеметрии к таким приемникам этот индикатор будет присутствовать на экране при любых условиях.**

**RC2:** Индикатор качества приема RC сигнала.

Принцип оценки качества RC сигнала заключается в измерении вариаций ширины PPM импульсов, приходящих с RC приемника, в течение определенного периода времени (~0.2

сек). Чем сильнее варьируется ширина PPM импульсов, тем хуже условия приема. Гашение каждой «палочки» индикатора соответствует увеличению шума ширины PPM импульсов в 4 раза.

**В силу выбранной реализации оценки качества RC сигнала модуль телеметрии показывает временное «ухудшение» качества RC сигнала при изменении положения ручки RC передатчика на канале, подключенном к модулю. Поэтому рекомендуется подключать модуль телеметрии к свободному каналу RC передатчика либо к редко используемому дискретному каналу.**

**A:** Величина текущей скорости модели (км/ч), соответствующая привязке к шкале

В режиме «облегченный экран» выводятся те значения скорости и высоты, к которым привязаны шкалы в режиме «полный экран». То есть, если в режиме «полный экран» шкалы привязаны, например, к показаниям бародатчиков, то в режиме «облегченный экран» на экране присутствуют только показания скорости и высоты по данным с бародатчиков, а соответствующие показания по GPS не выводятся.

В данном случае соответствующая строка равна «0055».

**B:** Величина текущей высоты (м), соответствующая привязке к шкале.

В режиме «облегченный экран» выводятся те значения скорости и высоты, к которым привязаны шкалы в режиме «полный экран». То есть, если в режиме «полный экран» шкалы привязаны, например, к показаниям бародатчиков, то в режиме «облегченный экран» на экране присутствуют только показания скорости и высоты по данным с бародатчиков, а соответствующие показания по GPS не выводятся.

В данном случае соответствующая строка равна «0055».

**B1:** Индикатор изменения высоты.

Индикатор изменения высоты отображает изменение высоты модели «сейчас» относительно высоты модели «секунду назад». В том случае, если высота не изменяется, индикатор погашен. Если высота изменяется, появляется стрелка «^» или «v».

**C:** Расстояние до модели и направление на точку взлета.

**C1:** Индикатор, указывающий на точку взлета модели («базу»).

Положение индикатора «базы» на экране вычисляется из взаимного расположения точки старта модели и направления вектора скорости модели относительно земли.

**Индикатор показывает, на какой угол нужно повернуть модель влево или вправо, чтобы лететь в сторону точки старта.**

При изменении этого угла изменяется положение стрелки, двигающейся над шкалой.

Середина шкалы соответствует 0 градусов – модель летит «на базу», левый и правый концы

шкалы – соответственно, **90** градусов влево и **90** градусов вправо.

**Если угол, на который нужно повернуть модель, больше 90 градусов, то стрелка “v” заменяется на «>» или «<» и дополняется числом – величиной необходимого поворота в градусах.**

**В силу особенностей работы GPS модулей получаемое направление скорости модели относительно земли может запаздывать по времени в сравнении с реальным поведением модели на 1-2 секунды, поэтому индикатор «на базу» имеет соответствующую инерционность.**

**C2:** Текущее расстояние от модели до точки старта, по данным с модуля GPS (метры).

Расстояние от модели до точки старта рассчитывается по разнице между текущими и стартовыми широтой и долготой, при этом в расчет производится «на плоскости» - высота модели относительно точки старта не учитывается. То есть, **если модель находится на какой-то высоте строго над «базой», модуль телеметрии отображает нулевое расстояние.**

**D:** Сервисная информация с модуля GPS.

**D1:** Количество видимых спутников, по данным с модуля GPS.

Чем больше спутников «видит» модуль GPS, тем точнее и надежнее модуль GPS определяет координаты модели. Обычно в условиях открытой местности модуль «видит» **7..11** спутников. Если количество спутников меньше **4**, то режим **3D** навигации становится недоступен, и показания высоты, отображаемые модулем телеметрии, некорректны. В данном случае соответствующая строка равна «**10**».

**D2:** Текущий режим навигации, по данным с модуля GPS.

Если количество спутников меньше **4**, то режим **3D** навигации становится недоступен, модуль телеметрии выводит значение «**2D**». Если количество спутников меньше **3** или модуль GPS находится в состоянии инициализации (до ~1 мин после подачи питания), то навигация недоступна и модуль телеметрии выводит значение «**NA**». В данном случае соответствующая строка равна «**3D**».

**D3:** Индикатор сохранения позиции точки старта.

Для корректного определения позиции старта модели необходимо дождаться инициализации модуля GPS. После начала поступления корректных данных с модуля GPS индикатор начинает мигать, и после накопления 50 пакетов с корректными данными координаты с модуля GPS запоминаются как координаты старта модели. В этот момент индикатор прекращает мигать и начинает гореть постоянно.

**E:** Израсходованный заряд ходовой батареи (мА/ч).

Подсчет израсходованной энергии батареи ведется на основании показаний датчика тока, включенного в разрыв силовой цепи батареи (от батареи к регулятору оборотов двигателя). Рабочее напряжение ходовой батареи не играет роли. Накопление данных о расходе энергии включается сразу после окончания периода инициализации модуля телеметрии (первые 15 секунд после подачи питания).

**f**: Текущее напряжение ходовой батареи (батарей).

Программа модуля телеметрии оптимизирована для отображения напряжения 3-баночных LiPo батарей, при этом может выводиться как напряжение каждой банки батареи независимо, так и полное напряжение на батарее. Помимо этого, при подключении двух батарей модуль телеметрии выводит полные напряжения каждой из батарей.

В данном примере показан режим отображения побаночного напряжения при подключении 3S LiPo батареи.

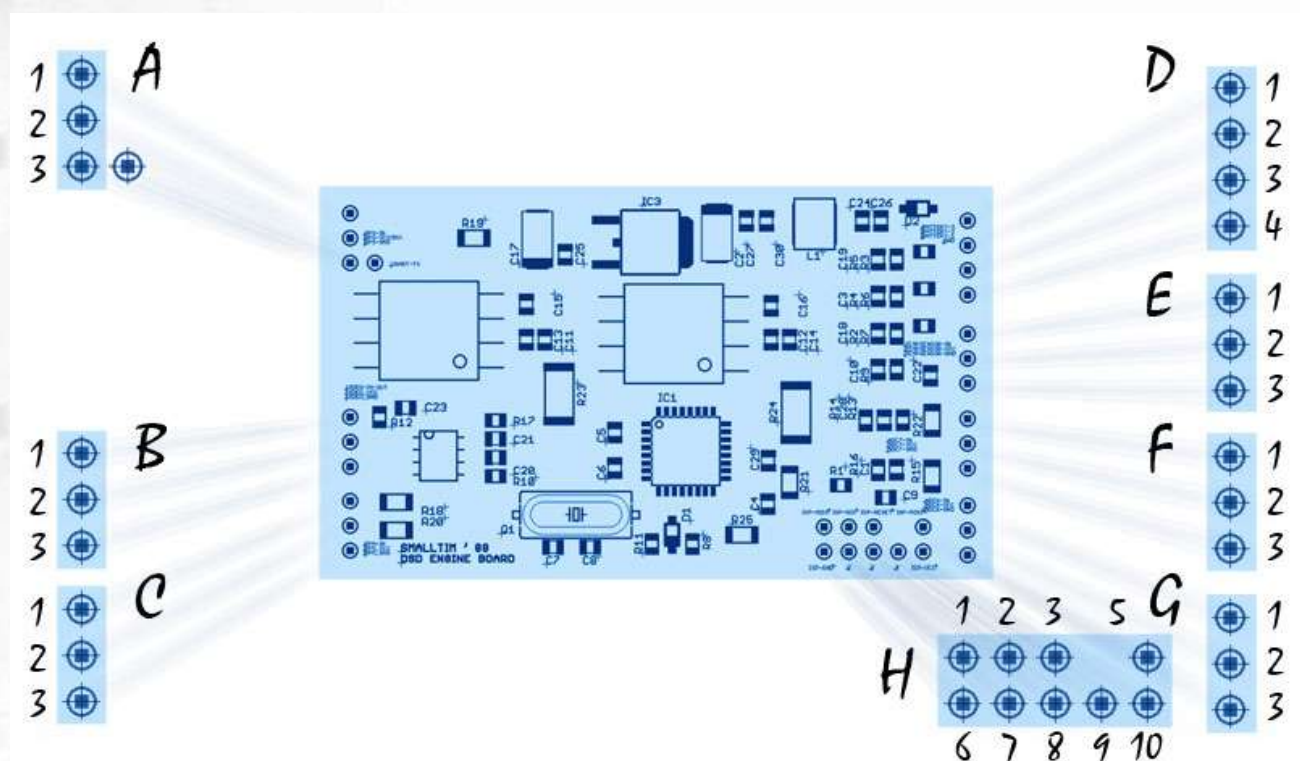
**G**: Минуты:Секунды полетного времени.

Отсчет полетного времени начинается в момент подачи питания на модуль телеметрии и подачи видеосигнала с камеры. Счетчик полетного времени использует видеосигнал для синхронизации, деля количество кадров видеосигнала в секунду на 50. При отсутствии видеосигнала на входе модуль телеметрии переходит в «спящий» режим. При этом внутренние таймеры модуля телеметрии останавливаются и накопление данных не производится.

## Подключение датчиков и разъемов

Модуль телеметрии разработан с учетом возможности неправильного подключения датчиков – контакт питания датчиков «+5В» на всех трехконтактных разъемах расположен посередине, поэтому кратковременное подключение разъема датчика «вверх ногами» не приводит к повреждению датчика или платы. Диод в цепи питания от четырехконтактного разъема питания и мониторинга батарей предотвращает повреждение платы телеметрии при неправильном подключении разъема питания.

При подключении датчиков можно пользоваться простым правилом: минусовой контакт, соответствующий черному проводу датчика, является ближним к нижнему краю платы на всех разъемах (кроме 9-контактного разъема SPI/программирования).



**A:** Разъем для подключения модуля GPS.

- 1: Сигнал с GPS модуля (вывод TX модуля)
- 2: Питание GPS модуля(+5В)
- 3: Земля

**B:** Разъем для подключения видеосигнала с камеры.

- 1: Видеосигнал
- 2: Питание камеры (+5В)
- 3: Земля

Стабилизатор питания +5В на плате телеметрии рассчитан на ток до 0.5А, но даже если потребление подключаемой камеры (плюс ~100мА, потребляемые платой телеметрии и датчиками) укладывается в это значение, рекомендуется проверить работу стабилизатора в течение 30 минут «на столе»: в полете из-за отсутствия радиатора на стабилизаторе возможен его перегрев и отключение при срабатывании встроенной защиты от перегрева.

**C:** Разъем для подключения PPM сигнала с RC приемника.

1: Сигнал PPM

2: Питание приемника (+5В)

3: Земля

Провод питания (+5В) приемника разрешается подключать к модулю телеметрии только при отключении питания приемника от ВЕС регулятора, то есть, для проверки работоспособности системы «на столе». В противном случае в полете возможно срабатывание защиты от перегрева и отключение стабилизатора +5В модуля телеметрии, которое приведет к выключению модуля телеметрии.

Такое поведение системы объясняется возможностью просадки напряжения стабилизатора +5В ВЕС, в результате чего стабилизатор +5В на плате телеметрии, подключенный в таком случае параллельно со стабилизатором +5В ВЕС, начинает питать сервомашинки, на что он, естественно, не рассчитан.

**D:** Разъем для подключения батареи (батареи).

1: Вход 3 (+ питания модуля телеметрии)

2: Вход 2

3: Вход 1

4: Земля (- питания модуля телеметрии)

Схема собственного питания модуля телеметрии использует контакты «Вход 3» и «Земля», при этом для нормального функционирования модуля напряжение на контакте «Вход 3» должно превышать 6.5 В.

Программа модуля телеметрии поддерживает следующие варианты подключения батарей, автоматически определяя каждый из типов подключения:

Вариант с отображением побаночного напряжения 3S LiPo батареи :

1: Плюсовой вывод третьей банки

2: Плюсовой вывод второй банки

3: Плюсовой вывод первой банки

4: Минус батареи

Вариант с отображением побаночного напряжения 2S LiPo батареи :

- 1: Плюсовой вывод второй банки
- 2:
- 3: Плюсовой вывод первой банки
- 4: Минус батареи

Вариант с отображением полного напряжения батареи :

- 1: Плюс батареи
- 2:
- 3:
- 4: Минус батареи

Вариант с отображением полных напряжений двух батарей :

- 1: Плюс первой батареи
- 2: Плюс второй батареи
- 3:
- 4: Минус первой и второй батарей

**E**: Разъем для подключения термодатчика.

- 1: Сигнал термодатчика
- 2: Питание термодатчика (+5В)
- 3: Земля

**F**: Резервный разъем для подключения датчиков (в данный момент не используется).

- 1: Сигнал датчика
- 2: Питание датчика (+5В)
- 3: Земля

**G**: Разъем для подключения датчика тока.

- 1: Сигнал датчика тока
- 2: Питание датчика тока (+5В)
- 3: Земля



**H**: Разъем для подключения программатора/платы автопилота.

1: Сигнал MISO

2: Сигнал SCK

3: Сигнал RESET

5: Сигнал MOSI

6: Земля

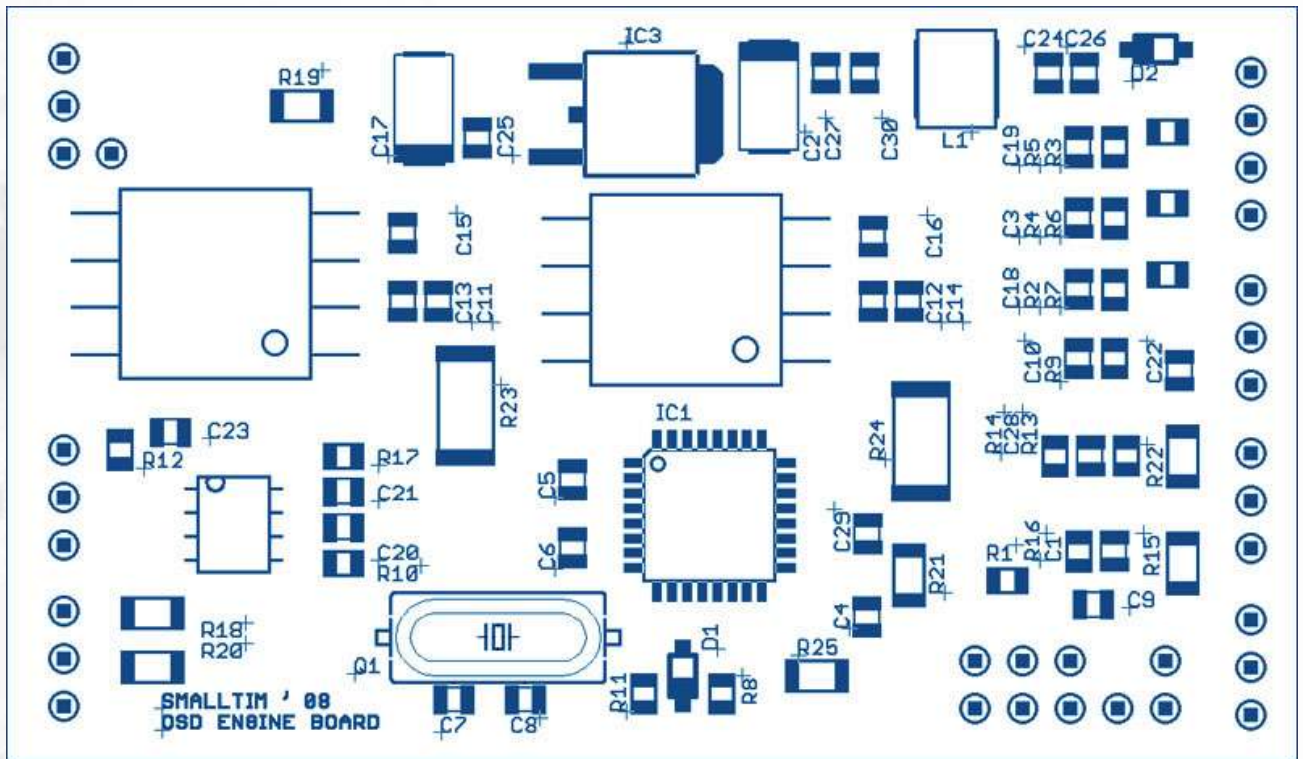
7: Земля

8: Земля

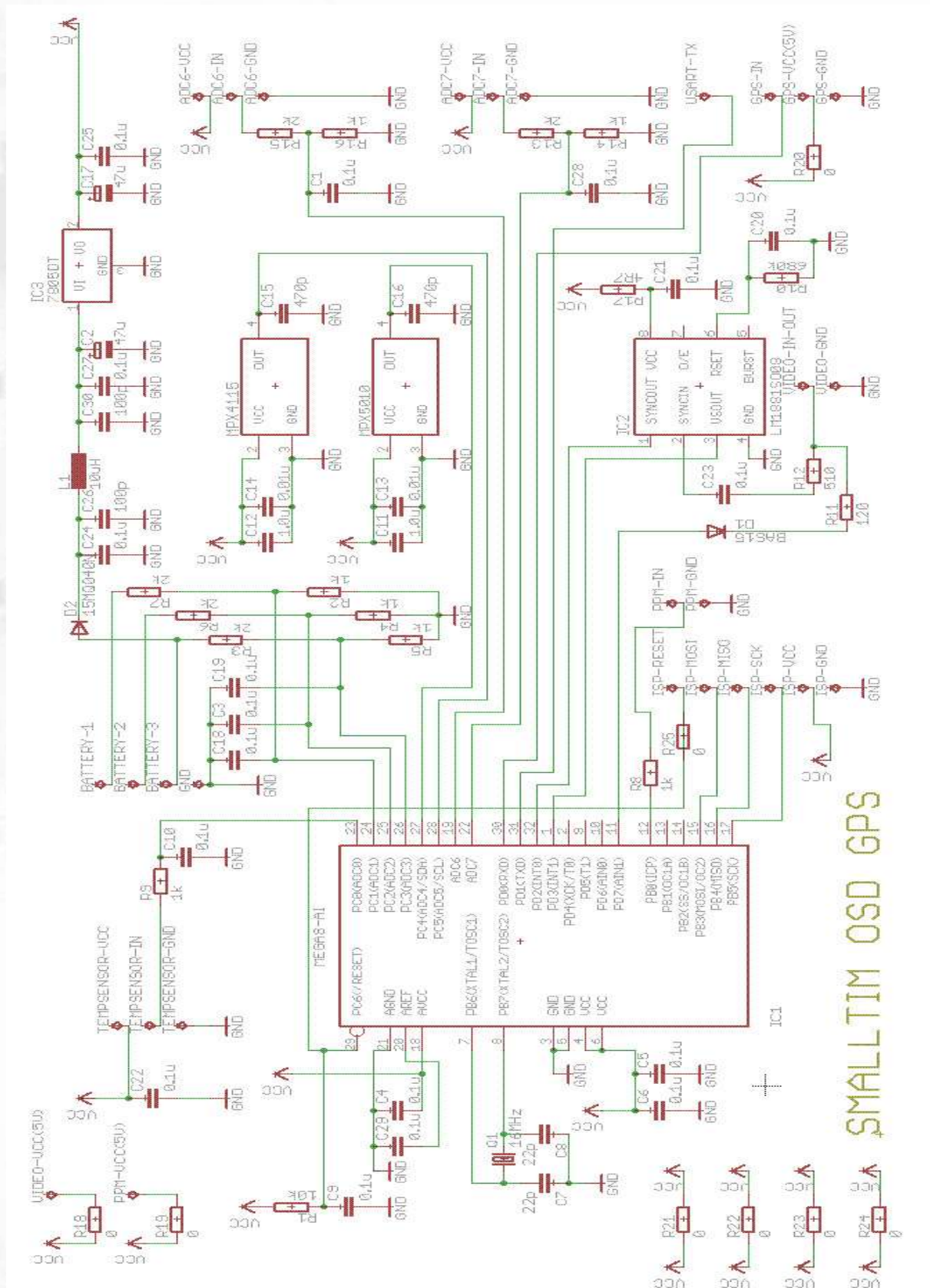
9: Земля

10: Питание программатора (+5В)

## Распайка элементов



# Схема



SMALLTIM OSD GPS

## Lock/Fuse биты для прошивки

**Lock/Fuse Bits**

**Lock Bits**

- No
- LB1: Write protect
- LB1+LB2: R&W protect
- LB1+LB2+LB3 (896 only)

**Boot Lock Bits**

- BLB01
- BLB02
- BLB11
- BLB12

**Fuse Bits**

CKSEL0	BOOTRST	Unused
CKSEL1	BOOTSZ0	Unused
CKSEL2	BOOTSZ1	Unused
CKSEL3	EESAVE	Unused
SUT0	CKOPT	Unused
SUT1	SPIEN	Unused
BODEN	WDTON	Unused
BODLEVEL	RSTDISBL	Unused

A button is pressed if the fuse bit is programmed

Program    Read    Verify

Chip Erase    Close and save settings    Close without saving