

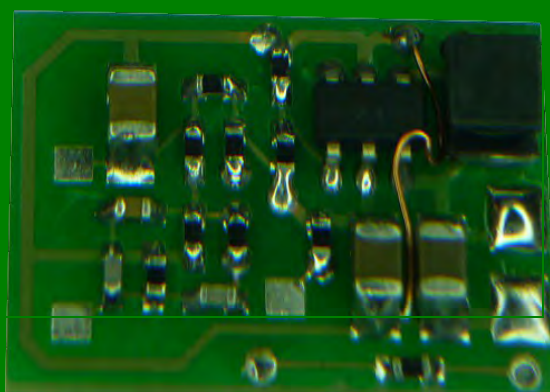
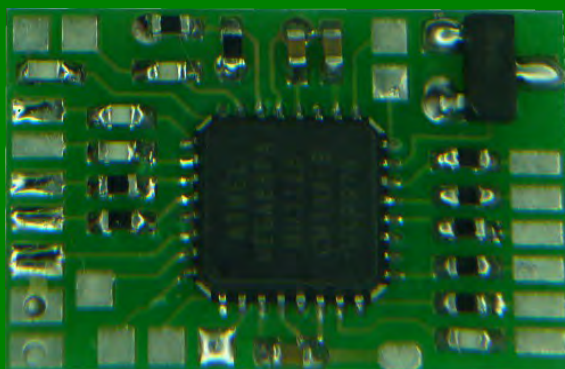
**ПРОЕКТ !!!**

# **Open Car Decoder V1**

## **Руководство**

Der Open Source DCC CarDecoder

unter General Public License  
entworfen und entwickelt



[www.opcar.de](http://www.opcar.de)

Version 1  
April 2013

## Правовая Информация:

Diese Anleitung wurde sorgfältig geprüft und nach bestem Wissen erstellt. Für die hier dargebotenen Informationen wird kein Anspruch auf Vollständigkeit, Aktualität, Qualität und Richtigkeit erhoben. Es kann keine Verantwortung für Schäden übernommen werden, die durch das Vertrauen auf die Inhalte dieser Anleitung oder deren Gebrauch entstehen.

Für den Inhalt und die Meinungen aller verlinkter Webseiten, tragen deren Betreiber Verantwortung. Sie wurden vor der Aufnahme auf rechts verletzende Inhalte geprüft. Sollten nachträglich rechtliche Beanstandungen zu finden sein, bitte ich um kurze Information, die Links werden dann umgehend entfernt. Alle hier genannten und gegebenenfalls durch Dritte geschützten Marken- und Warenzeichen sowie Patentrechte unterliegen uneingeschränkt den Bestimmungen des jeweils gültigen Rechts und den Besitzrechten der jeweiligen eingetragenen Eigentümer. Allein aufgrund der bloßen Nennung ist nicht der Schluss zu ziehen, dass Markenzeichen sowie Patente nicht durch Rechte Dritter geschützt sind.

Предложения и указания на ошибки, пожалуйста, на:

[mail@toralfwilhelm.de](mailto:mail@toralfwilhelm.de)

Спасибо!

# Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>1   ВЕРСИИ ДЕКОДЕРА.....</b>	<b>6</b>
<b>2   ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>7</b>
2.1   Питание.....	7
2.2   Управление.....	8
2.3   Контроль дистанции / обратная связь.....	8
<b>3   ПОДКЛЮЧЕНИЯ.....</b>	<b>9</b>
3.1   ИК приёмник.....	9
3.2   ИК фототранзисторы в передней части автомобиля.....	9
3.3   ИК передающие диоды на задней части автомобиля.....	9
3.4   Подключение двигателя.....	10
3.5   Светодиодный регулятор напряжения.....	10
3.6   Светодиодные выходы.....	10
3.7   Входы.....	11
3.8   Другие подключения.....	12
3.9   Схема подключений.....	12
<b>4   НАЗНАЧЕНИЕ CV В ДЕКОДЕРЕ.....</b>	<b>14</b>
4.1   Обзор CV переменных.....	14
4.2   Порядок программирования декодера.....	15
4.2.1   Частота ШИМ двигателя CV9.....	16
4.2.2   минимальная скорость CV2.....	17
4.2.3   максимальная скорость CV5 и CV23.....	17
4.2.4   напряжение старта и длительность импульса CV66 и CV65.....	18
4.2.5   Скорость автомобиля с шагом 28 ("полная скорость") CV57.....	18

4.2.6   Ускорение CV3.....	19
4.2.7   Торможение CV4 и CV56.....	19
4.2.8   Напряжение аккумулятора CV24 и CV25.....	19
4.2.9   Адрес декодера CV1 соотв. CV17 и CV18 и CV29.....	20
4.2.10   Тип автомобиля CV49.....	20
4.2.12   Обновление программного обеспечения CV55.....	22
<b>5   ПЕЧАТНАЯ ПЛАТА.....</b>	<b>23</b>
<b>6   ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА.....</b>	<b>24</b>
<b>7   ПЕРЕЧЕНЬ КОМПОНЕНТОВ.....</b>	<b>25</b>
<b>8   ВИД ПЛАТЫ ДЛЯ РАБОТЫ В ПРОГРАММАХ РЕДАКТОРАХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ.....</b>	<b>27</b>
<b>9   ПРОГРАММИРОВАНИЕ.....</b>	<b>26</b>
9.1   Ввод в эксплуатацию.....	26
9.2   Программирование bootloader.....	26
9.3   Обновление программного обеспечения.....	31

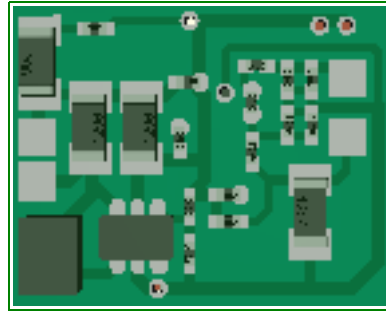
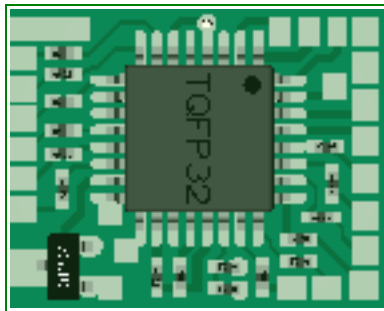
## Введение

Декодер в проекте Open Car используется для контроля автотранспортных средств на макете в железнодорожном моделировании. Он состоит, в основном, из небольшого микроконтроллера, который получает информацию управления, оценивает её и устанавливает требуемые функции. Эта управляющая информация основана на обычных сигналах ДСС и может производиться из существующей ДСС командной станции, управляющего программного обеспечения для компьютера или, независимо от перечисленного, генерироваться станциями Lenz / Roco. Вы можете использовать различные способы, чтобы передать данные в декодер. Автомобильный декодер является частью проекта Open Car, который в настоящее время состоит из: ИК бустера (передатчик управляющей информации), блока CV - Prog (адаптер для программирования декодера автомобиля) и модулей управления и обратной связи. В этом руководстве описываются возможности настройки декодера Open Car и его программирование.

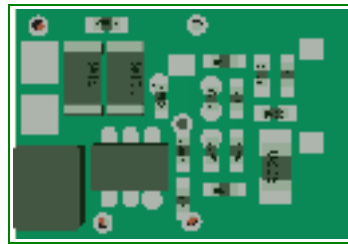
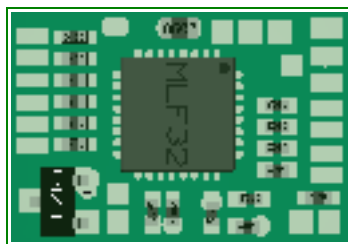
Перед установкой декодера каждый должен сделать себе его базовую конфигурацию для вождения автомобилей! Это включает в себя тип батареи, технологию зарядки, положение и тип компонентов для дистанционного управления, скорости движения транспортных средств, соединения тягового двигателя, контроль дистанции, использование оригинального остановочного пункта.

## 1 | Версии декодера

Декодер в аппаратной версии Version 1 выполнен в двух типоразмерах. С размером 14x18 мм, это большая версия:



и здесь не в масштабе! маленькая плата с размерами 10x14 мм:



## 2 Основные положения

### 2.1 | Питание

Декодер обычным способом питается от аккумулятора. Декодер может быть построен с или без интегрированного преобразователя напряжения. Стандартная рекомендация - строить с преобразователем напряжения. Стабилизатор напряжения обеспечивают постоянное питания чипа декодера напряжения около 4.3V. Что также обеспечивает работу белых и синих светодиодов на 1.2V и 2.4V от аккумулятора. Преобразователь напряжения работает от входного напряжения 0.9V. Причём максимальный допустимый выходной ток зависит от входного напряжения! В качестве ориентира, применяется следующее:

Минимальное входное напряжение	Максимальный выходной ток
0,9V	80mA
2,0V	200mA
3,5V	350mA

В этом случае декодер потребляет сам по себе (включена обратная связь в режиме ожидания) ток около 20 мА. В большинстве ток потребляют ИК-диоды для дистанционного управления/обратной связи. Рекомендуются литий-ионные или литий-полимерные аккумуляторы. Они стали дешёвы, доступны, в соотношении маленький и лёгкий и с напряжением 3,3 - 4,2 в оптимально подходят.

Важное замечание в связи с регулированием расстояния между автомобилями. Чтобы точно контролировать расстояние между ними, надо знать скорость впереди идущего автомобиля. Это значение передается автомобилем с сигналом обратной связи. Тем не менее, это расчётная величина (автомобили не имеют спидометра) зависит от двигателя. По этой причине целесообразно управлять транспортным средством со стабильным напряжением питания 4.3V декодера. Существует возможность настроить скорость движения автомобиля в зависимости, скажем, от напряжения аккумулятора, но тогда на каждый автомобиль в отдельности надо настраивать CV, тогда уменьшается возможный диапазон регулирования скорости.

*Вывод для оптимального питания декодера: один элемент литиевой батареи, на плате установлен стабилизатор напряжения для питания двигателя декодера стабильным напряжением.*

## 2.2 | Управление

*Вариант 1:* модулированный сигнал DCC по ИК каналу передаётся на расстояние нескольких метров, 28 шагов скорости, DCC функции F0 - F8, длинные и короткие DCC адреса.

*Вариант 2:* немодулированный сигнал DCC по ИК каналу передаётся на расстояние 30 см, 28 шагов скорости, DCC функции F0-F8, длинные и короткие DCC адреса, в режиме **Service Mode** программирование с обратной связью через передние фары автомобиля.

*Вариант 3 (планируется):* 2.4 ГГц радиоуправление в качестве альтернативы модулированному сигналу DCC по ИК каналу

## 2.3 | Контроль дистанции / обратная связь

Через ИК диоды, находящиеся в задней части автомобиля, отправляется следующая информация:

- 16 -ти битный адрес
- Текущая скорость в см/сек
- Уровень заряда батареи в %
- Индикация состояния для прицепов

Эту информацию получает следующий автомобиль, а также декодер обратной связи и она используется для организации обратной связи (на компьютер) и регулирования дистанции между автомобилями.

Сигналы обратной связи излучаются в формате DCC с двумя разными интенсивностями ИК излучения. Декодер следующего автомобиля распознаёт сигналы вследствие этого в 2 разных состояниях в зависимости от того, движется спереди автомобиль или стоит.

Контроль дистанции может быть отключен с помощью функции F4, чтобы, например, объехать стоящий автомобиль.



## 3 | Подключения

### 3.1 | ИК-приёмник

Для получения декодером модулированного частотой 455 кГц сигнала DCC требуется внешний ИК-приёмник. Этот компонент (TSOP7000) подключен к плате декодера на контакты + UB TSOP, TSOP GND, IR TSOP. Следует отметить, что на маленькой плате декодера также внешний конденсатор C10 ёмкостью 4.7 uF должен быть подключен между GND TSOP и + UB TSOP.

### 3.2 | ИК фототранзисторы в передней части автомобиля

Чтобы прочитать информацию для дистанционного управления и для контроля дистанции с немодулированным DCC ИК сигналом на автомобиль спереди, по меньшей мере, требуется установить один и предпочтительно два (1 передний правый, 1 левый) фототранзистора. Когда транзисторов два или более, они должны быть соединены параллельно. Коллекторы соединены к плате на контакт Foto +, эмиттеры на Foto-. Транзисторы должны быть повернуты слегка наружу (то есть направлены не прямо). Так в поворотах на большем расстоянии они будут считывать сигнал, транзисторы могут быть установлены спереди под автомобилем (не заметно визуально), важно только, что у них есть чёткое направление вперёд. Если фототранзисторы чувствительны к нормальной освещённости или солнечному свету (что значительно препятствует работе с дистанционного пульта), они могут полностью (и спереди) окрашены черным маркером. ИК сигнал при этом на расстоянии незначительно ослабляется, но транзисторы успешно работают при нормальной освещённости.

### 3.3 | ИК передающие диоды на задней части автомобиля

Это два ИК диода включены последовательно (соблюдать полярность!). Они должны быть прикреплены взади справа и слева. В отличии от фототранзисторов эти направлены строго назад, также их можно закрепить под рамой автомобиля, главное-свободный обзор сзади. Диоды подключены к контакту +UB 4,3V (анод диода 1) и контакту IR\_TX и IR\_X\_low (катод диода 2). У маленькой платы есть только контакт IR\_TX.

### 3.4 | Подключение двигателя

Для автомобильного двигателя имеются 2 варианта подключения. При напряжении аккумуляторов от 2,4 В (2 NiCd или NiMh элемента) рекомендуется присоединять тяговый двигатель к контакту +UB 4,3 В напряжение светодиодов и второй вывод к контакту MOTOR платы. Работа только одного элемента 1,2 В возможна только у очень маленьких моторов. Этот вариант подключения нужно предпочесть, для защиты конструктивных элементов декодера помещается внешний защитный диод (тип 1N4148). Если этот вариант не возможен, тяговый двигатель должен присоединяться к контактам на плате Akku+ и MOTOR. В этом случае должна быть запрограммирована в CV 23 компенсация для управления двигателем при уменьшении напряжения батареи в целях обеспечения надёжности функции дистанционного управления. Если оригинальный двигатель развивает слишком большие обороты, нужно установить от 1 до 3 диодов (1N4148) последовательно с двигателем. Максимальную частоту вращения двигателя можно ограничивать в CV5, но тогда кратковременно течёт очень высокий ток двигателя, что нагружает стабилизатор напряжения, также неблагоприятно сказывается на аккумуляторе, кроме этого ограничивается максимальный диапазон регулирования CV5.

### 3.5 | Регулятор напряжения для светодиодов

Декодер оснащен регулятором, повышающим постоянное напряжение до 4,3 В, выход которого находится на контакте +UB 4,3 В для питания внешних компонентов. Он может нагружаться в зависимости от входного напряжения током до 350 мА. От него могут запитываться все светодиоды, ИК диоды и, в большинстве случаев, также тяговый двигатель. У этого регулятора есть преимущество, он сглаживает колебания освещённости или колебания скорости при понижающемся напряжении аккумулятора.

### 3.6 | Светодиодные выходы

Декодер имеет десять светодиодных выходов, которые переключаются с помощью функций от F0 до F8. Где F3 и F4 специальные функции. Все светодиодные выходы имеют последовательно включенные резисторы на плате, сопротивление которых для белых и синих светодиодов  $R=220\ \Omega$ , для красных, оранжевых, жёлтых светодиодов  $R=470\ \Omega$ . Исключение-задний габаритный огонь, здесь  $R=1000$ . Все светодиодные выходы коммутируются только через минус. Это значит, что если выход включен, он имеет связь с минусом, когда он выключен, то с высоким сопротивлением. Все потребители должны иметь максимум подключений к контакту +UB 4.3V

Тем не менее,допустимо подключение светодиодных выходов одновременно для управления светодиодами с различными функциями.Например,сочетание задний габаритный огонь и стоп-сигнал,необходимо только по одному красному светодиоду(на каждой стороне) сзади автомобиля,и при включенном свете (функция F0) через резистор 1000 Ом,дополнительно ещё при торможении через резистор 470 Ом-горят гораздо ярче,чем 2 стоп-сигнала(преимущество-экономия проволоки для 2 светодиодов).

Исключение составляет подключение освещение 3,включается функцией F7. Это может быть запрограммировано через CV42 с разными выходными уровнями (режим коммутации).Если этот выход перепрограммировать на „плюс“,то он не может быть подключен с другим внешним выходом!Назначение функций светодиодных выходов следующее:

<b>F0</b>	AUX_1 /Передние фары и AUX_2 /Задние габаритные огни AUX_3 / Стоп-сигнал -включается автоматически
<b>F1</b>	AUX_4 / Левый сигнал поворота
<b>F2</b>	AUX_5 / Правый поворотник
<b>F5</b>	AUX_9 / Наружное освещение 1 и AUX_10 / Наружное освещение 2
<b>F6</b>	AUX_6 / Освещение 2
<b>F7</b>	AUX_7 / Освещение 3
<b>F8</b>	AUX_8 / Освещение 4

Световые эффекты выходов AUX\_6 - AUX\_10 (F5-F8) могут быть запрограммированы на CV 70-118 (см. описание CV ).

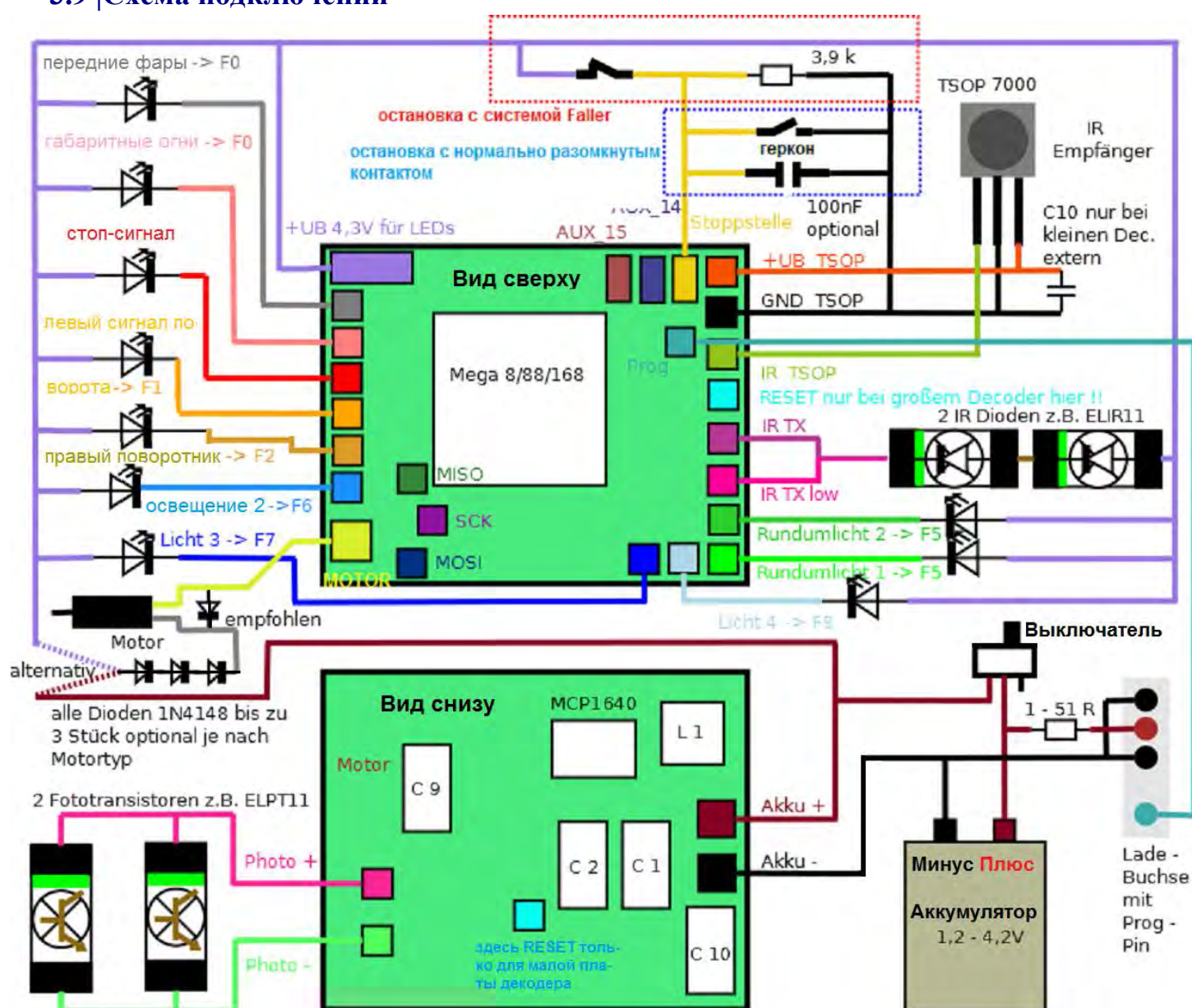
### 3.7 | Входы

Есть три доступных функциональные входа (AUX\_13 - AUX\_15).В настоящее время только AUX\_13 используется для точки остановки.Следует отметить, что AUX\_13 имеет низкий активный уровень.Это означает обнаружение остановки на низком уровне (0V) на AUX\_13! Функцию точки остановки можно отключить, нажав F3, так что вы можете запускать более сознательно точки остановки. AUX\_14 и AUX\_15 в настоящее время не используются.

### 3.8 | Другие подключения

Аккумулятор + и - батареи являются выводами аккумулятора (как следует из названия). Гнездо "Prog" должно быть доступно извне, если это возможно, рекомендуется установить рядом с гнездом зарядки. Через это гнездо можно обновить программное обеспечение декодера. (См Software Update). Соединения MISO, MOSI, SCK и RESET необходимы для начального программирования микроконтроллера. В нормальном режиме работы они в настоящее время не используются.

### 3.9 | Схема подключений



На рисунке выше обозначена полная схема подключений, указаны оба варианта для подключения двигателя и дополнительной точки останова.

Конечно, всегда нужно подключать только один вариант! Контакт RESET на маленькой версии декодера находится на плате, вид снизу!

## 4 | Назначение CV в декодере

### 4.1 | Обзор CV переменных

CV	По умолчанию	Описание
1	3	Адрес декодера ( короткие адреса 1 – 127 как норма DCC )
2	10	Минимальная скорость
3	10	Задержка ускорения
4	1	Задержка замедления
5	180	Максимальная скорость ( $28 + CV^2$ до 255 )
7	xx	Версия программного обеспечения
8	13	Идентификатор производителя
9	6	1 – 7 Частота ШИМ двигателя 1 = 31kHz, 4kHz, 1kHz, 500Hz, 250Hz, 125Hz, 7 = 30Hz
17	192	Длинный адрес, верхний байт длинного адреса plus 192
18	3	Расширенный адрес старшего байта длинного адреса
23	0	Коэффициент для регулировки скорости с уменьшением зарядки аккумулятора от 0 до 10 = максимальная регулировка
24	33	Минимальное напряжение батареи ( сообщение о разрядке аккумулятора → мигают фонари ) в $V * 10$ ( напряжение аккумулятора без запятой )
25	42	Максимальное напряжение батареи ( полная зарядка ) в $V * 10$ ( напр. аккумулятора без запятой )
26	0	Скорость (ШИМ) старта декодера 0 - 255
27	0	Зарезервировано для калибровки осциллятором
29	0	CV в соответствии с нормами DCC +32: Расширенный длинный адрес CV 17/18 в противном случае CV1
42	0	выход AUX_7 изменение +0 : от AUX_7 → высокое сопротивление → GND +16 : от AUX_7 → +UB → GND +32 : от AUX_7 → GND → +UB
49	1	Тип автомобиля для свободного использования подтверждается



CV	По умолчанию	Описание
55	0	Обновление программного обеспечения не 0 → декодер в режиме обновления
56	1	Замедление при помощи пульта дистанционного управления (CV4 на ASR)
57	25	Скорость автомобиля при 28 шагах см / секунду
65	5	Время быстрого старта ( CV65 * 8ms )
66	80	Быстрый старт ширина ШИМ импульсов (от 0 до 255)
70 - 77	xx	Время эффектов на AUX_6 / F6 зависимости 0-255 * 8ms 70 в, 71 из ,72 в, 73 из ,74 в, 75 из 76 в, 77 из
78	3	Повтор эффектов на AUX_6 1 - 253 количество повторений, 254 постоянно повторяются, 255 AUX постоянно
80 - 87	xx	Время эффектов на AUX_7 / F7 ( как CV 70 - 77 )
88	254	Повторы эффектов на AUX_7 ( как CV 78 )
90 - 97	xx	Время эффектов на AUX_8 / F8 ( wie CV 70 – 77 )
98	254	Повторы эффектов на AUX_8 ( wie CV 78 )
100- 107	xx	Время эффектов на AUX_9 / F5 ( wie CV 70 – 77 )
108	254	Повторы эффектов на AUX_9 ( wie CV 78 )
110- 117	xx	Время эффектаов на AUX_10 / F5 ( как CV 70 – 77 )
118	254	Повторы эффектов на AUX_10( как CV 78 )

## 4.2 | Порядок программирования декодера

В соответствии с рекомендацией порядок программирования декодера:

1. Частота ШИМ двигателя CV9
2. Минимальная скорость CV2
3. Максимальная скорость CV5 и регулировка скорости при снижении напряжения батареи CV23 ( необходимо только тогда, когда двигатель питается от батареи)

4. Напряжение быстрого старта и время импульсов CV66 и CV65
5. Скорость автомобиля с шагом скорости 28 ("полная скорость") в CV57
6. Ускорение CV3
7. Замедление CV4 и CV56
8. Минимальное и максимальное напряжение батареи CV24 и CV25
9. Адрес декодера CV1 и CV 17 и CV18 и CV29
10. Тип автомобиля CV49
11. Конфигурация всех AUX CV 42 и CV70 для CV118

Рекомендуется, перед тем как запрограммировать ,зарядить аккумулятор автомобиля ! Для определения значений CV57 при работе двигателя прямо от аккумулятора-это обязательно!

#### 4.2.1 | Частота ШИМ двигателя CV9

Приводной двигатель приводится в движение с широтно-импульсной модуляцией. Это означает, что если двигатель развивает для привода 50% своей максимальной скорости, ШИМ двигателя открыт наполовину, и это так половина рабочего напряжения на двигателе (классический аналоговый режим), но в определенное время полное рабочее напряжение чипа приложено к двигателю, а затем отключается полностью в такой же промежуток времени. В среднем значении времени (ШИМ частота) на двигатель приходится при этом половина рабочего напряжения и он вращается с половинной максимальной скорости. Короче говоря, двигатель будет постоянно включаться и выключаться. Чем дольше время, тем быстрее он вращается, причем общее время (время включения и выключения) всегда одинаково. Тем чаще это повторяется, тем выше частота, с которой двигатель управляется и тем тише он работает. При этом здесь, к сожалению, есть некоторые электрические и механические ограничения, в зависимости от используемого типа двигателя. Кроме того, человек слышит, к сожалению, определенные частоты, и это неприятно (двигатели свистят и пищат ). До 250 Гц частоты ШИМ двигатель гудит , после чего он начинает свистеть, что только над порогом около 16кГц шум не заметен. К сожалению, не всех двигатели с высокой частотой, например 32kHz работают, потому что здесь по инерции якоря (индукции обмотки), двигатели на малых скоростях и, следовательно, на очень коротком формированием управляющих импульсов, едва развивают крутящий момент. Обобщая, можно сказать, тем больше "железа" в якоря присутствует, тем ниже частота ШИМ является оптимальной для двигателя. Это означает двигатель Faulhaber может безшумно работать с частотой 32 кГц ШИМ. Оригинальные Faller двигатели лучше работают с 125-250 кГц. Поскольку частота ШИМ существенно влияет на крутящий момент двигателей во время запуска, прежде чем устанавливается начальная скорость CV2 и CV5 максимальная скорость.



Возможные значения для частоты CV9 двигателя ШИМ являются:

1 = 32кГц, 2 = 4кГц, 3 = 1кГц, 4 = 500Гц, 5 = 250Гц, 6 = 125Гц, 7 = 30Гц

Все другие значения при старте декодера заменены на 6 = 125 Гц . Здесь можно спокойно попробовать различные значения и найти свои избранные настройки. Это нормально, что скорость запуска двигателя на высоких частотах не является оптимальной, может быть, Вы думаете "мотор ездит, да и вообще больше не сможет", узнаете только очень поздно, когда будет незначительный крутящийся момент.

#### 4.2.2 | Минимальная скорость CV2

По частоте ШИМ двигатель может быть под влиянием настроек минимального напряжения. В настоящее время не раздражайтесь тем, при трогании двигатель делает небольшой "прыжок", это "быстрый старт". Теперь, прежде всего, нужно автомобилю с наименьшей ступени скорости поехать и для этого CV2 настроить таким образом, что автомобиль едет (даже с разными нагрузками, например, магнитом на механизме поворота передней оси).

#### 4.2.3 | максимальная скорость CV5 и CV23

Далее, устанавливается максимальная скорость автомобиля. Это складывается от значения CV2 (начать скорость) + 28 ( 28 шагов) и 255( внутренние 8 бит). Необходимо отметить, что при подключении двигателя к + аккумулятору, рабочее напряжение двигателя изменяется при уменьшении напряжения батареи! Например, в литий-ионном аккумуляторе почти на 1V (4.2V батареи полный заряд, заряд батареи понизится до 3,3 V), что составляет около 25% и отчетливо видно при движении. По этой причине есть CV23. Здесь можно корректировать, как в зависимости от зарядки батареи может быть изменена частота вращения двигателя. Для уже упомянутых выше 25% нужна возможность коррекции, чтобы эти 25% компенсировать. По этой причине изменяется диапазон CV5 в зависимости от CV23. Максимально возможное значение для CV5 -255. Если CV23 должен использоваться, то сначала программируют CV23, так как вследствие этого автоматически автомобиль (с заряженным аккумулятором) едет медленнее. Значения CV23 должны быть в пределах от 0 (без коррекции) и 10 (максимальная коррекция). Значения выше 10 ограничиваются при запуске декодера. Для вышеупомянутого литий-ионного аккумулятора значение CV23 составляет около 8.

В заключение следует отметить, что декодер вычисляет 8-битные значения для коррекции скорости -это может привести к тому, что скорость автомобиля с уменьшением напряжения аккумулятора и увеличение коррекции будет колебаться. Это также является причиной питания приводного двигателя от стабильного напряжения 4.3V. В случае необходимости устанавливается три диода в схему питания двигателя (смотри схему). В этом случае CV23  $\rightarrow$  0 и должна быть установлена CV5. Вся эта регулировка напряжения двигателя требуется, чтобы получить наиболее равномерное расстояние между автомобилями при регулировке дистанции. Поэтому это также нужно, чтобы все автомобили двигались примерно с одинаковой максимальной скоростью. Это не является абсолютно необходимым, но позволяет достичь равномерного торможения двигающихся автомобилей.

#### 4.2.4 | Напряжение быстрого старта и время импульсов CV66 и CV65

Эти два CV позволяют улучшить устойчивость приводного двигателя. Когда автомобиль движется, на время в CV65 \* 8 мс регулируется ширина ШИМ тягового двигателя в CV66.

#### 4.2.5 | Скорость движения на 28 шагах скорости ("полная скорость") в CV57

Все автомобили (при одинаковом уровне скорости) имеют различную скорость, скорость автомобиля при 28 шагах скорости и полностью заряженном аккумуляторе батареи здесь измеряется в см в секунду. Это значение не должно устанавливаться точно, можно просто надо изменять его таким образом, чтобы позади едущий более скоростной автомобиль не сталкивался с направляющим, а его скорость понижалась вблизи направляющего и далее он двигался со скоростью направляющего. Важно, что проводится выравнивание скорости у всех автомобилей, для этого производится еще тонкая настройка. Можно рекомендовать следующую процедуру, измерить длину трассы, например 10 м. Тот, у кого есть только более короткий тестовый круг, также может его использовать. Тогда автомобиль (с полностью заряженной батареей) пустить на этот маршрут при 28 шагах скорости (V макс.) И замерить время, которое требуется для его прохождения. Тестовый автомобиль RC1 проезжает 10 м за 35 секунд. Теперь  $10/35 = 0,28$  м/сек  $\rightarrow$  для RC1 это 28 см/сек. В CV57 пишется значение 28. Однако, в декодере значение ограничивается не более чем 50 см/секунду (это всё же макет железной дороги а не Формула1). С этим значением декодер всегда может вычислить текущую скорость (он не имеет, к сожалению, спидометра) и передать эти данные вслед идущему автомобилю. С этим и своим значением следующий автомобиль может тоньше отрегулировать свою скорость и дистанцию. Пожалуйста, не переусердствуйте здесь в определении значения, это только приблизительный показатель требуемой скорости автомобилей для регулирования дистанции!

Здесь везде округляется внутри до 8 бит. Можно с помощью этого метода различать ползущий грузовик с 28 шагами скорости и легковушку, мчащуюся с 28 шагами скорости. Декодер обратной связи может обнаружить, а также передать отчёт о текущей скорости автомобиля в командную станцию.

#### 4.2.6 | Ускорение CV3

Здесь также, как в локомотивном DCC декодере, установка ускорения автомобиля. Также используется для контроля пройденного расстояния и должно быть не слишком маленькими, иначе автомобиль мчится, потом резко тормозит и мчится снова и т.д. Значения для CV3 рассчитываются следующим образом: при увеличении значение  $CV3 * 8\text{мс}$  ускоряется шаг ШИМ, до тех пор пока желаемая скорость не будет достигнута.

#### 4.2.7 | Торможение CV4 и CV56

Аналогично для ускорения CV3, можно программировать в CV4 задержку торможения. Необходимо в  $CV4 * 8\text{мс}$  изменять шаг ШИМ при торможении до требуемой скорости. CV56 отвечает в регулировании расстояния. Это значение в CV4 используется при нормальном торможении для управляющей информации и значение в CV56 при торможении для информации расстояния от впереди идущего автомобиля. Так как автомобили ездят в неблагоприятном случае действительно плотно, здесь имеется возможность по-разному тормозить.

#### 4.2.8 | Напряжение батареи CV24 и CV25

Эти два CV отвечают на напряжение аккумулятора - на разряженном аккумуляторе CV24 и CV25 при полном заряде аккумулятора. Значения напряжения в вольтах соответствуют значениям CV с точностью до десятых долей.

Например: Напряжение разряда 3.3V LiIon аккумулятора → CV24 = 33

Напряжение заряда 4,2V LiIon аккумулятора → CV25 = 42

С этими значениями декодер вычисляет оставшуюся ёмкость аккумулятора, значение коррекции для адаптации ШИМ двигателя и предупреждения о разрядке аккумулятора (предупреждение-горит свет). Обратная связь от ёмкости батареи отображается в % и может передаваться декодером обратной связи в командную станцию. Следует отметить, что измерение напряжения аккумулятора зависит от делителя напряжения R14 / R15 и внутренней рекомендации на каждый микроконтроллер. Это означает, что эти значения должны быть скорректированы для каждого отдельного декодера и таким образом, даже при том же типе аккумуляторов, могут быть необходимы различные значения в каждом декодере.

Рекомендация здесь, CV24 и 25 настроить по вышеизложенным правилам, а затем при первом появлении опасности разрядки (аварийная сигнализация) измерить напряжение аккумулятора. Если напряжение ниже 3,3В, CV24 повысить, если более 3,3В - CV24 понизить (это касается, естественно, только LiIon аккумуляторов).

Если оптимальное значение для CV24 найдено (фонари аварийной сигнализации горят на 3,3В), то брать разницу значений к 3,3В и изменять CV25 с той же разницей, точности совершенно достаточно. Следующие несколько разные значения для разных типов аккумуляторов:

тип аккумулятора	CV24	CV25
1x LiPO или 1x LiION	33	42
1x NiCd или 1x NiMh	9	13
2x NiCd или 2x NiMh	18	26
3x NiCd или 3x NiMh	27	39

#### 4.2.9 | Адрес декодера CV1 или CV17 и CV18 и CV29

Это CV аналогично декодеру DCC локомотива. При использовании в CV29 Bit 5 = 0 декодеру по нормам DCC присваивается короткий адрес в CV1 (значения 1-127). При CV29 бит 5 = 1 (+32) декодеру по нормам DCC присваивается длинный адрес в CV17 (старший байт расширенного адреса - длинный адрес плюс 192) и CV18 (старший байт расширенного адреса - длинный адрес). Адрес автомобиля подтверждается как всегда 16 битным значением.

#### 4.2.10 | Тип автомобиля CV49

Значение CV49 (0 – 255) свободно поддается определению и передаётся через обратную связь автомобиля, таким образом на маршруты могут вызываться разные типы автомобилей.

#### 4.2.11 | Конфигурация всех AUX с CV 42 и CV70 до CV118

### CV42

Особенным является AUX\_7. Это единственный выход, чей уровень программируется. Это означает, что все другие AUX (также для двигателя), когда AUX замыкается на GND и AUX - с выходным высоким сопротивлением. AUX\_7 служит для внешних применений, иначе он выключен. Это определяется в CV42:

CV42	AUX включен	AUX выключен
0	GND	высокое сопротивление
Bit4 = 1 ( +16 )	GND	+UB
Bit5 = 1 ( +32 )	+UB	GND

Должно быть обеспечено, что Bit4 и Bit5 не должны быть одновременно запрограммированы, в этом случае внутреннее CV42 декодера устанавливает на 0 и запускается в нормальный режим работы.

### CV70 bis CV 118

Это - CV для управления эффектами выходов AUX\_6 - 10. Сначала комментарий, как декодер производит эффекты на этих выходах. Для каждого выхода декодер управляет 9 CV, причём для AUX\_6 – 10 CV могут программироваться, для AUX\_1 - 5 изначально заложены. При этом CV от 1 до 8 для каждого AUX представляют 8 отрезков времени, причём всегда чередуются время работы и время отключения. CV 1 - это первое время работы, CV 2 первое время выключения, CV 3 тогда второе время работы и т.д. Эти времена отрабатываются по очереди и после TIME8 снова повторяется TIME1. У этих промежутков времени могут быть значения от 0 - время неактивно (точка переключения пропускается) до  $255 * 8\text{мсек} = 2,04\text{ секунды}$ . Пример, мигание светодиодов запрограммировано следующим образом:

TIME1/горит	TIME2/нет	TIME3/горит	TIME4/нет	TIME5/горит	TIME6/нет	TIME7/горит	TIME8/нет
40	40	40	40	40	40	40	40

Мигание осуществляется следующим образом, сначала время горения составляет  $40 * 8\text{ мс} = 0,32\text{ секунды}$ , потом 0,32 секунды светодиод не горит, включится снова ... до TIME8. Тогда он начинает всё сначала с TIME1.

Таким образом, можно запрограммировать последовательности из восьми точек переключения для каждого AUX, который будет воспроизводиться многократно. Однако, есть ещё девятая CV для каждого AUX. В ней заложено, работает ли эта последовательность (значение меньше 255) или AUX постоянно включены (255) и, таким образом, первые восемь CV игнорируются. Значение 254 означает, что последовательность повторяется снова и снова, значения 1-253 – это количество повторений последовательности. Итак, можно сделать следующее: TIME1 = 255 (2 секунды), TIME2 8 = 0 (пропуск точек переключения, обратно выполняется TIME1) и CV 9 = 3 → это последовательность обрабатывается 3 раза → AUX отключился бы 3 раза подряд в течение 2 секунд. При такой конструкции могут быть запрограммированы различные эффекты с бегущим огнём, мерцанием, пуском неоновых ламп, огнями по кругу и т.д. Для огней по кругу доступны 2 выхода AUX 9 и 10. Они оба связаны с функцией (F5), но каждый имеет собственные CV для настройки. В следующей таблице показана конфигурация, являющаяся по умолчанию для AUX 6-10: -

TIME1/горит	TIME2/нет	TIME3/горит	TIME4/нет	TIME5/горит	TIME6/нет	TIME1/горит	TIME8/нет	Wdh.
AUX_6	F6							
CV70	CV71	CV72	CV73	CV74	CV75	CV76	CV77	CV78
40	40	40	40	40	40	40	40	3
AUX_7	F7							
CV80	CV81	CV82	CV83	CV84	CV85	CV86	CV87	CV88
255	0	0	0	0	0	0	0	254
AUX_8	F8							
CV90	CV91	CV92	CV93	CV94	CV95	CV96	CV97	CV98
255	0	0	0	0	0	0	0	254
AUX_9	F5							
CV100	CV101	CV102	CV103	CV104	CV105	CV106	CV107	CV108
3	9	3	60	3	9	3	60	254
AUX_10	F5							
CV110	CV111	CV112	CV113	CV114	CV115	CV116	CV107	CV118
3	60	3	9	3	60	3	9	254

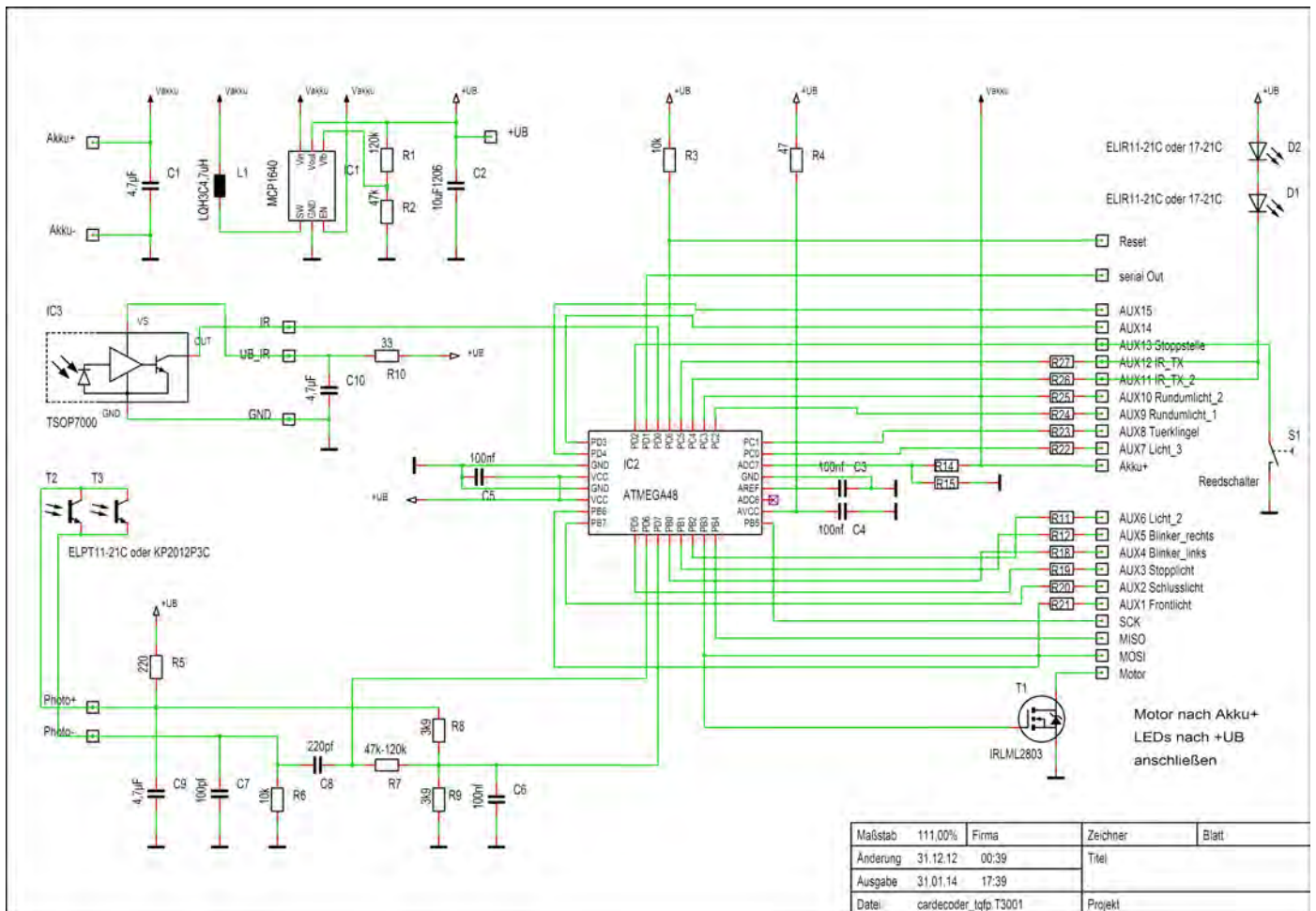
#### 4.2.12 | Обновление программного обеспечения CV55 (от автора)

Автомобильный декодер это DIY проект с открытым исходным кодом и копируется или даже используется в качестве такового, надеюсь, многими железнодорожными моделями. Его функции также определяются широким кругом пользователей, так что, безусловно, будут будущие новые версии и улучшения. Кроме этого, я всего лишь "хобби" программист и могу допустить с уверенностью одну или другую "ошибку" в программном обеспечении;-). По этой причине планируется простой способ для обновления программного обеспечения OpenCarDecoder. Точное объяснение можно найти в главе Software Update (в настоящее время отсутствует). На данный момент, декодер запускается при CV55 равной 0 при нормальном рабочем режиме, но если CV отлична от нуля, декодер переходит в режим обновления прошивки. В этом состоянии он остаётся до изменения CV55 снова на 0! Так что если вы хотите обновить прошивку декодера запишите в CV55 значение 1 и запустите декодер (выкл / вкл). При установке соединения для изменения прошивки файл EEPROM тоже должен быть изменён!! (чтобы CV55 была снова обнулена) и перезапускайте декодер в нормальном режиме.





## 6| Prinzipiальная схема





## 7 | Перечень компонентов

Здесь все позиции для большой версии платы 18x14mm:

Номер	Обозначение на схеме	Кол-во	Маркировка	Корпус
1	C1, C9, C10	3	4,7µF	1206
2	C2	1	10µF	1206
3	C3 - C6	4	100nf	0402
4	C7	1	100pF	0402
5	C8	1	220pF	0402
6	IC1	1	MCP1640D	SOT23/6
7	IC2	1	ATMEGA168	TQFP32(7X7)
8	L1	1	LQH3C4,7µH	1210
9	R1	1	120k	0402
10	R2	1	47k	0402
11	R3, R6, R15	3	10k	0402
12	R4	1	47	0402
13	R5, R11, R21, R22, R23, R24, R25, R27	8	220	0402
14	R7	1	100k	0402
15	R8, R9	2	3k9	0402
15	R10	1	33	0402
16	R12, R18, R19	3	470	0402
17	R14	1	33k	0402
18	R20, R26	2	1k	0402
19	T1	1	IRLML2803	SOT23/3
20	IR-приёмник	1	455kHz	ca.8x6x6
21	D1, D2 SMD ИК Диоды	2	ELIR11-21C	1206
22	T2, T3 SMD Фототранзисторы	2	ELPT11-21C	1206

Позиции 20-22 внешние компоненты, которые не устанавливаются на плату, но должны быть установлены непосредственно на транспортном средстве.

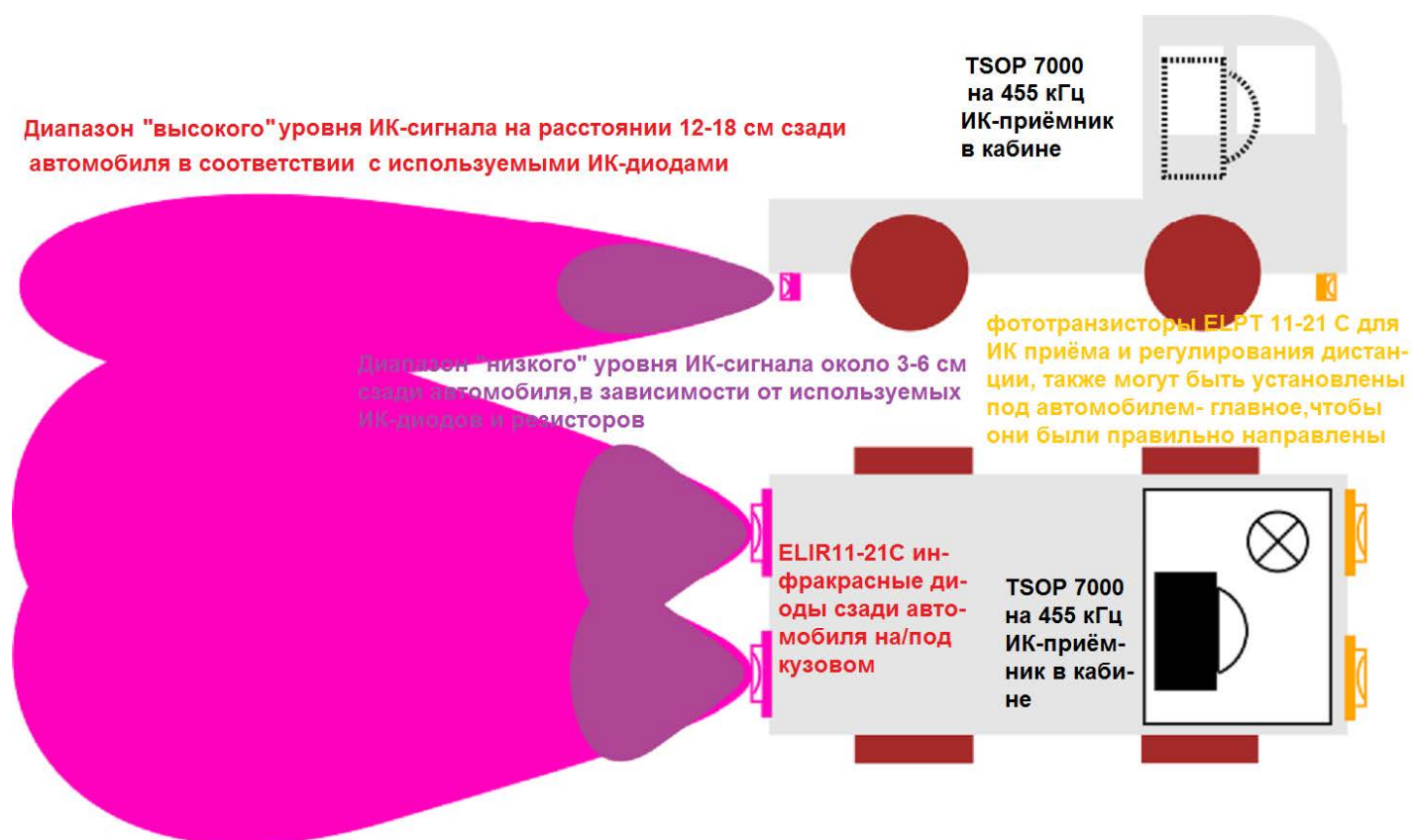
### Внешние компоненты:

Компоненты дистанционного управления в позиции 21 и 22 находятся в SMD корпусах типа 1206 и должны быть установлены с чётким видом на передней и задней части автомобиля. Это не всегда может быть "визуально красиво" для небольших транспортных средств (в N масштабе или даже автомобилей в масштабе H0). Поэтому, в качестве альтернативы, при некоторой потере диапазона быть выполнены в корпусах типа 0805:

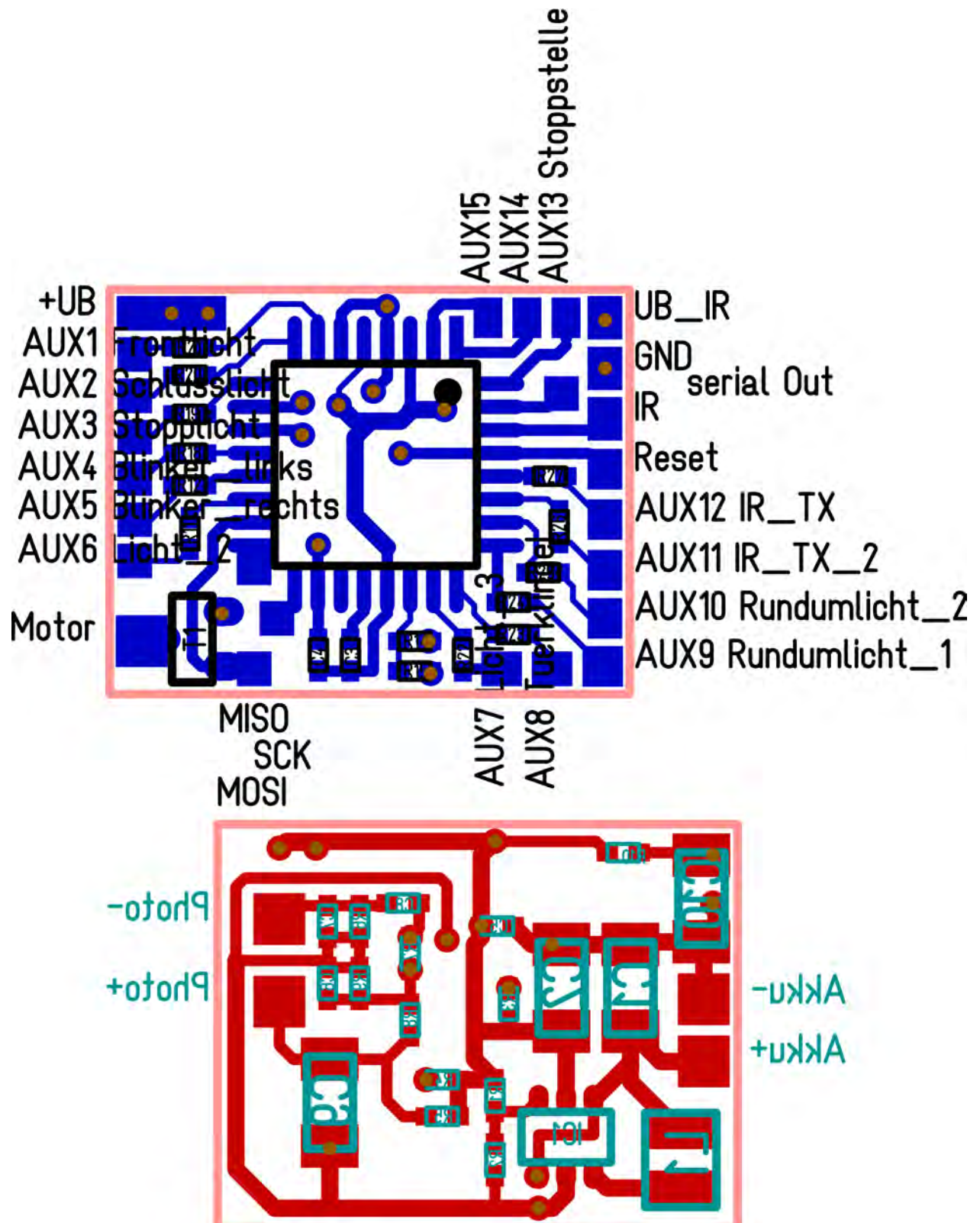
21	D1, D2 SMD IR Dioden	2	ELIR17-21C	0805
22	T2, T3 SMD Fototransistoren	2	KP2012P3C	0805

В этом случае установить R27 сопротивлением 100 Ом и R26 сопротивлением 680 Ом. Это увеличивает ток через ИК-диоды, что компенсирует несколько потерю диапазона.

Ниже приведён рисунок по монтажу компонентов на модели автомобиля:



## 8|Вид платы для работы в программах редакторах печатных плат



## 8|Программирование

### 8.1 | Ввод в эксплуатацию

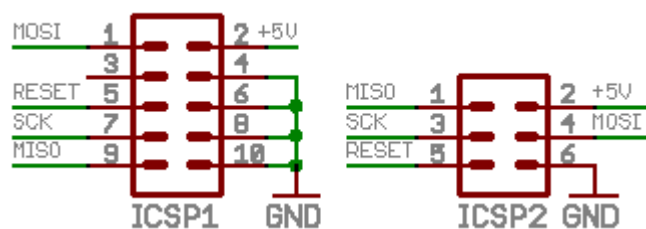
Если есть регулируемый источник питания, очень хорошо делается проверка аппаратной части декодера. Если нет, то могут быть использованы две батареи по 1,5В. Для защиты от неправильного включения, один резистор сопротивлением около 10 Ом должен быть вставлен последовательно с положительным проводом питания. Необходимо установить в БП напряжение 3В и ограничить ток около 200 мА. Теперь подключить декодер к 3В. Если всё правильно установлено, должно присутствовать на контакте + U В 4.3V. Если нет, то должны быть проверены компоненты C1 L1, IC1, R1, R2 и C2 или контакт + U В на наличие коротких замыканий. Если напряжение в порядке, можно делать начальное программирование.

### 8.2 | Программирование bootloader

Программное обеспечение декодера базируется на следующей концепции. В микроконтроллер AVR устанавливается сначала загрузчик Bootloader(AVRRootloader.hex). Это небольшая программа, которая позволяет потом загружать программное обеспечение легко и просто для нашего декодера через 2-проводное соединение(корпус + сигнал) через разъём зарядки K2 автомобиля. Тогда в любое время можно будет в декодер загружать новое программное обеспечение без специальных AVR-программаторов. Фактически программное обеспечение декодера состоит из двух частей: собственно программы и значения CV. Программа(m168\_car.hex)одинакова для всех версий декодеров с одним типом микроконтроллера. Файл соответствия переменным(m8\_car.eep) содержит CV декодера. Они хранятся в памяти EEPROM микроконтроллера и, таким образом, изменяются в процессе работы. Поэтому для каждого декодера CV индивидуальны. Таким образом, есть три различных файла для декодера:

AVRRootloader.hex	Bootloader
m168_car.hex	прошивка декодера
m168_car.eep	значения CV декодера

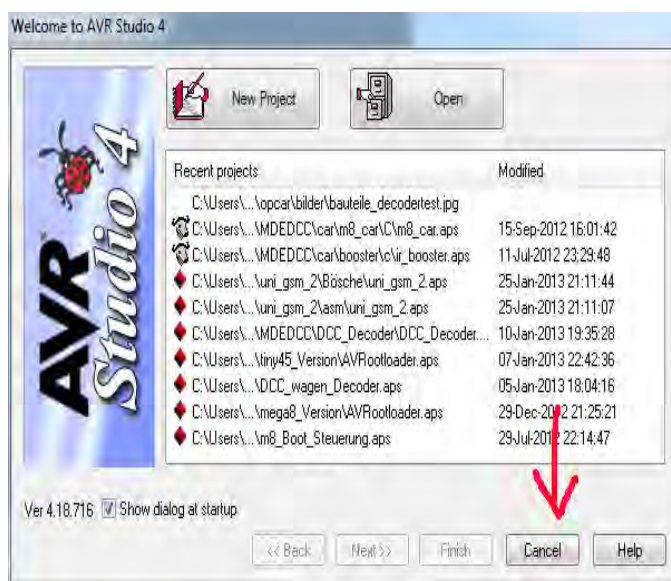
В AVR, по крайней мере файл Bootloader, должен быть прошит AVR программатором. Далее с помощью **AVR Studio** от Atmel и **USBPROG** (совместимый с оригинальным программатором **AVR MKII**) прошить Bootloader в AVR. Используется кабель **ISP** (In System Programmer Cable) со следующими выводами (ссылка: [http://www.mikrocontroller.net/articles/AVR\\_In\\_System\\_Programmer](http://www.mikrocontroller.net/articles/AVR_In_System_Programmer))



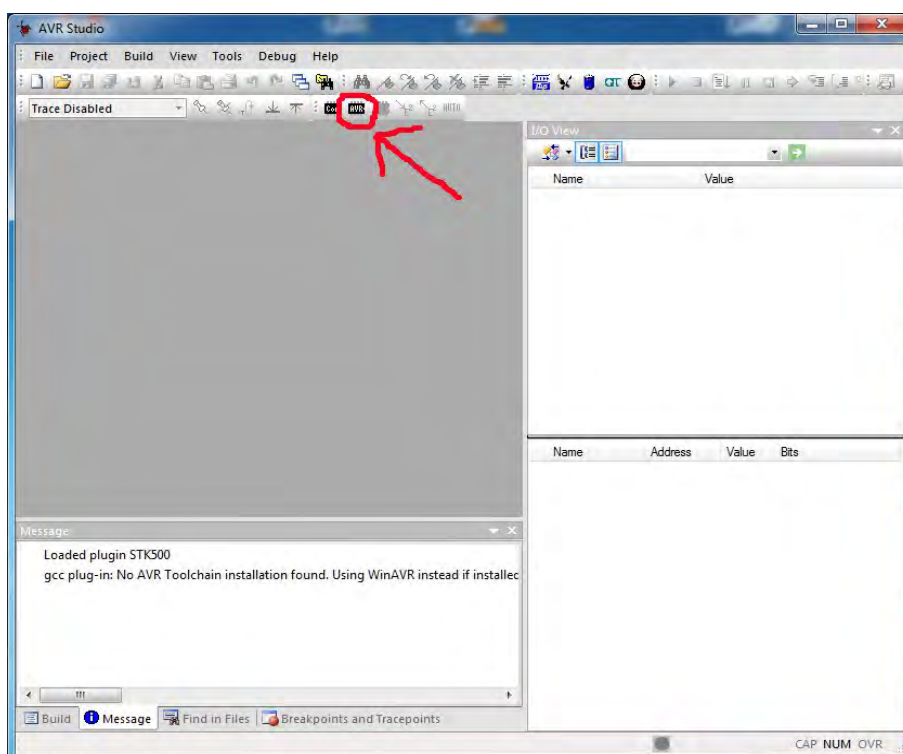
Он должен иметь следующие шесть выводов для соединения с декодером (см. схему подключения декодера):

ISP / MOSI	→	Decoder / MOSI
ISP / MISO	→	Decoder / MISO
ISP / SCK	→	Decoder / SCK
ISP / RESET	→	Decoder / RESET
ISP / GND	→	Decoder / GND TSOP
ISP / +5V	→	Decoder / +UB TSOP

Запустить atmel **AVR Studio**(здесь версия 4 ).На экране "Welcome" ни один проект не должен быть открыт, просто отменить с помощью кнопки "Cancel"

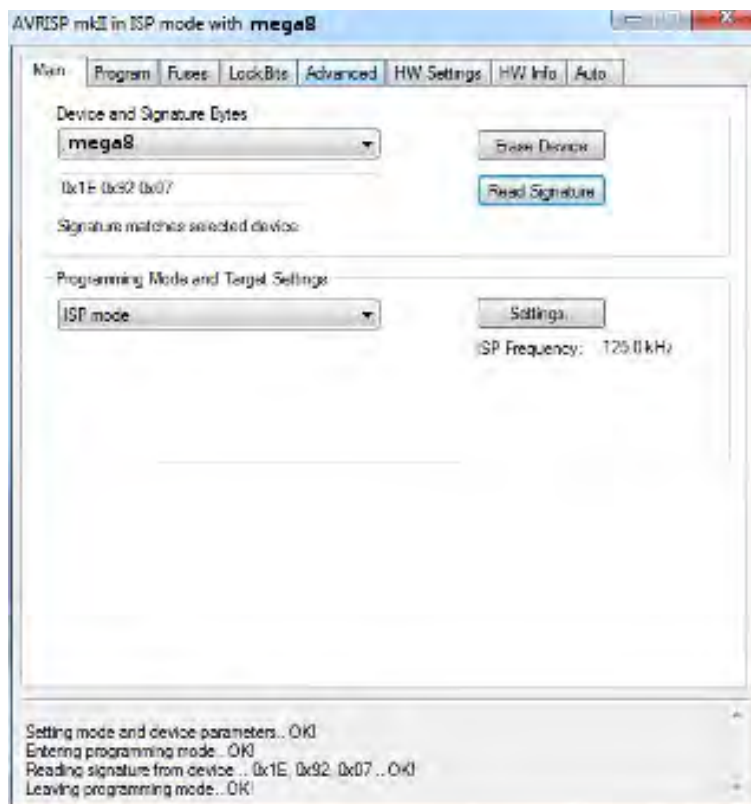


Откроется пустое окно **AVR Studio** ,открыть диалоговое окно программирование.





Выбрать вкладку „*Main*“.

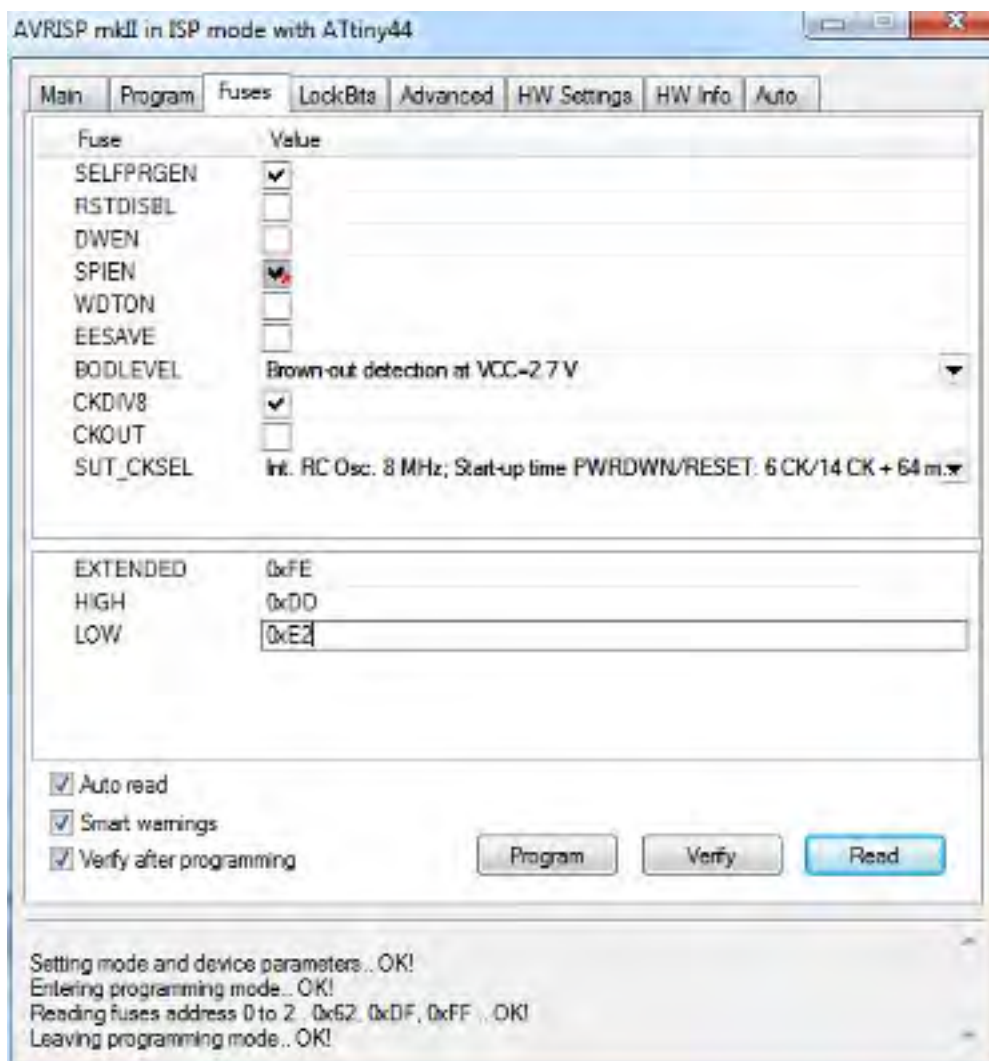


Во-первых, в „*Device and Signature Bytes*“ выбрать установленный тип AVR (если mega168 установлен, выберите его).

В „*Settings*“ установить частоту 125 kHz. Затем нажать кнопку „*Read Signature*“. Теперь можно прочесть действительную Signature от AVR, но может в этот момент возникнуть сообщение об ошибке. Если это так, убедиться, что:

- Драйвер для AVR программатора установлен?
- **ISP** кабель все шесть проводов подключены правильно?
- 3-4V питание есть на плате декодера?
- На выводе платы +UB TSOP должно быть около 4,3V

Если Signature успешно считана, перейти в закладку „**Fuses**“ .(Внимание следующее окно не показывает именно CarDecoder на mega168 !)



Внести сейчас для Fuse следующие значения:

mega168 Bootloader Version:

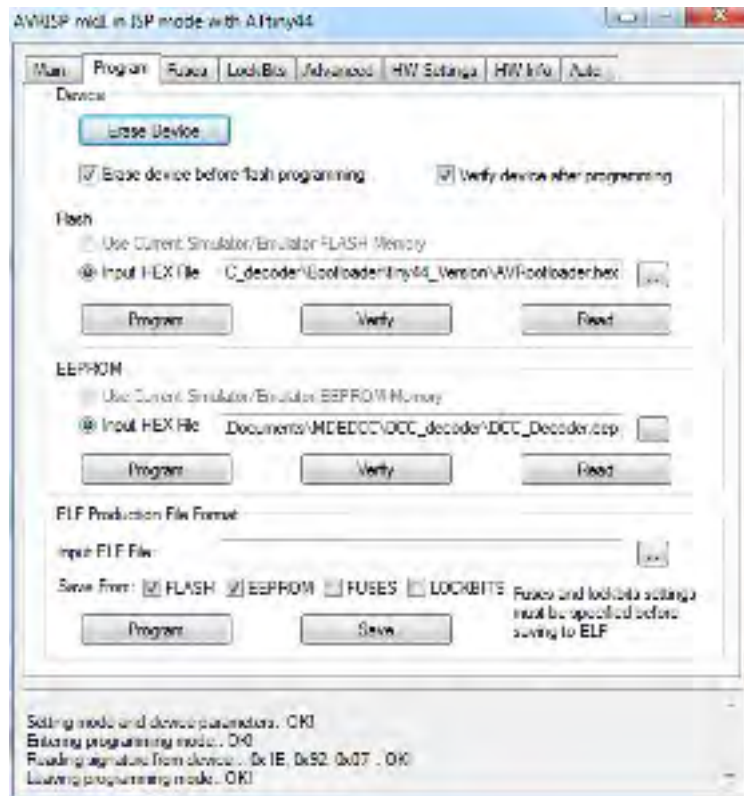
HIGH: 0xDC

LOW: 0x84

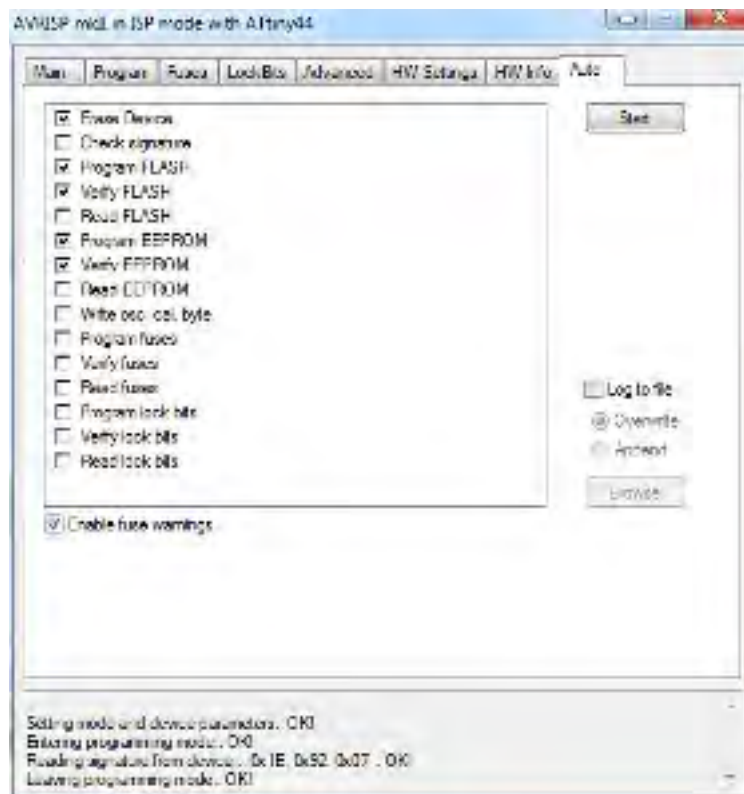
И сохранить это, нажав кнопку „**Program**“ .

После этого вернуться на вкладку „**Main**“ и изменить ISP частоту на 1 MHz. Это необходимо, поскольку происходит изменение Fuses внутренней тактовой частоты сигнала от 1 МГц до 8 МГц. Для контроля снова нажать кнопку **Device and Signature Bytes**. Не должно появиться сообщение об ошибке.

Теперь перейти во вкладку „**Program**“ и в „**Flash**“ выбрать на жёстком диске расположение подходящего AVRooloader.hex (для mega168). В „**EEPROM**“ и „**ELF**“ ничего не должно быть изменено.



Наконец, переключиться во вкладку „Auto“, должны быть установлены галочки напротив „Erase Device“, „Program FLASH“ и „Verify FLASH“, остальные не нужно активировать. Затем нажать кнопку „Start“ и произойдет запись Bootloader в AVR.

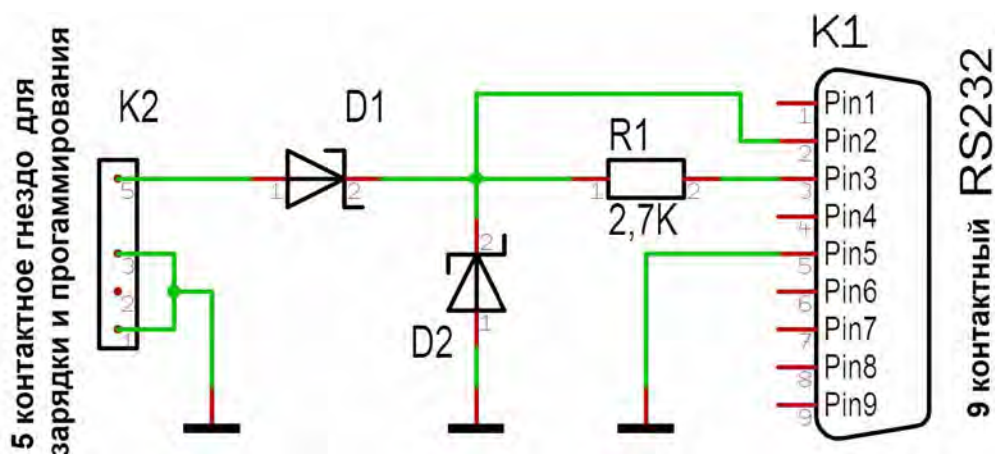


Первая часть программирования декодера готова. Теперь можно отключить ISP кабель от декодера на плате.



### 8.3 | Обновление программного обеспечения

Итак, Bootloader загружен в микроконтроллер для изменения программного обеспечения декодера. Далее необходим 2-жильный кабель, любые два диода Шоттки и резистор сопротивлением 2,7кОм. На вилке к гнезду K2 удаляется вывод 4 (откусить). Выводы 1-3 предназначены здесь для Fallera оригинального гнезда зарядного устройства, контакта 4 нет и 5 контакт для программирования. Разъём ещё надо закрепить на транспортное средство. Отсутствующий контакт 4 вилки-также защита от неправильного включения при программировании. Также здесь можно применить адаптер USB-последовательный порт. Соответствующее программное обеспечение - **AVRootloader.exe** (программы для декодера). Для ввода в эксплуатацию декодера нужны мультиметр и ИК-бустер.



На автомобиле гнездо K2 выглядит следующим образом:



На втором этапе, с помощью Bootloader и 2 жильного кабеля прошивка (m168\_car.hex) и значения CV (m168\_car.eep) записываются в AVR микроконтроллер. Для передачи управляющих команд используется RS-232 последовательный интерфейс. Для передачи данных по RS-232 очень важно, чтобы передатчик и приёмник работали на одинаковой частоте. Возможно лишь минимальное отклонение частоты передачи, чтобы не нарушить передачу. Поскольку из-за нехватки места, используется внутренний стабилизатор частоты AVR, он не очень точен и зависит от рабочего напряжения, то любой AVR микроконтроллер должен регулироваться индивидуально. Прошивка это делает автоматически. Также для передачи модулированного ИК-сигнала используется ИК -бустер. Бустер работает со стабильным внешним кварцевым резонатором, таким образом декодер может принимать сигнал и от других бустеров. Важно только, что происходит автоматическая установка прошивки на декодер. По этой причине необходимо, чтобы при установке прошивки работал ИК -бустер (никакой DCC сигнал на него не должен подаваться) и должен быть подключен приёмник сигнала TSOP7000. Декодер показывает это состояние, включив обе мигалки. Они мигают примерно через одну секунду подряд. После этого декодер синхронизирован и готов к использованию.

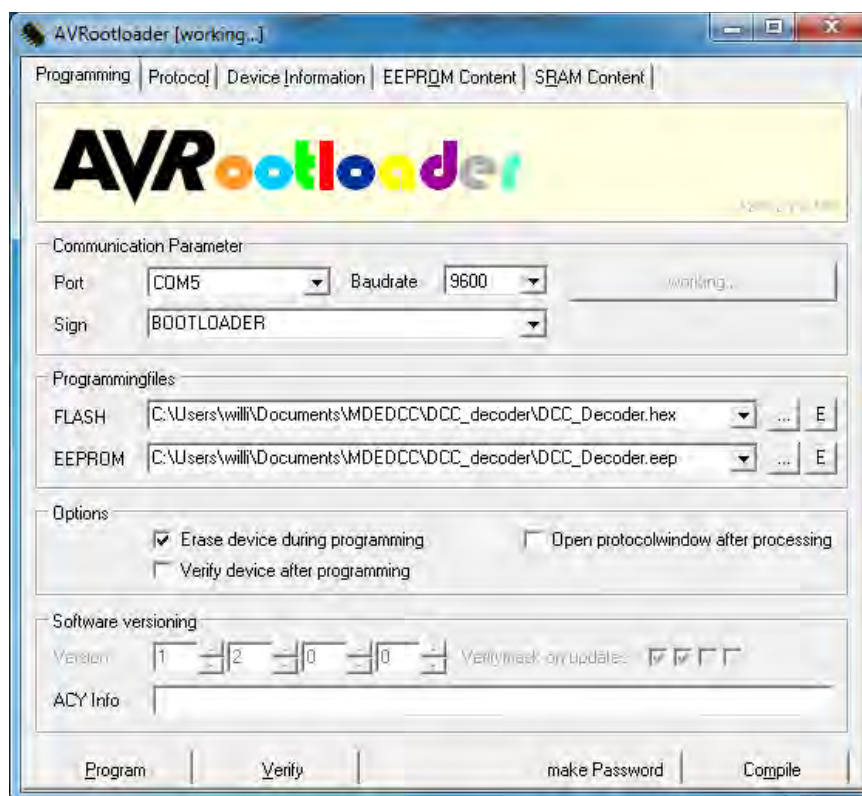
На декодер снова подать напряжение  $U=3-4V$  и подключить к компьютеру.

Теперь открыть папку: /AVRooloader / Windows /AVRooloader.exe и запустить это приложение. Выбрать **Port**(COM3) и скорость передачи **baud rate**(9600).



В Programmingfiles выбрать файлы программного обеспечения декодера (open\_car.hex) и значения CV (open\_car.eep).

Нажать кнопку „**Connect to device**“. Появится окно:



Нажать на кнопку „**Program**“ и ждать окончания программирования. Появится окно:



Теперь декодер полностью запрограммирован.Прежде чем отключить соединение с декодером(кнопка „**Disconnected device**“),проверить,включен ли ИК бустер.Если да,тогда нажать „Disconnected device“.У декодера должны мигать светодиоды с интервалом одна секунда.Декодер готов к эксплуатации.

Дальнейшее обновление программного обеспечения декодера протекает точно также,как здесь описывалось.Его можно без проблем изменить.Для этого необходимо в CV55 выставить 1, далее декодер должен быть перезагружен.