



Obi Wan & Yoda Company Ltd.



ИЗГОТОВЛЕНИЕ СВЕТОВОГО МЕЧА LED-Saber™

© 2008 Оби Ван и Йода. Опубликовано на сайте "ObiWanYoda.narod.ru" 17.11.2008.
При использовании материалов из данной статьи просим делать ссылки на наш сайт.



Фото.1,2 Кадры из видео со световыми мечами, снятого в затемнённой комнате.

Корускант 2008 г.

Содержание.

<u>1. Начало.</u>	3
<u>2. Основные идеи разработки и функции светового меча.</u>	4
<u>3. Механика светового меча.</u>	6
<u>4. Электронные схемы светового меча.</u>	13
<u>4.1 Блок питания гирлянд светодиодов.</u>	13
<u>4.2 Блок автоматики (включения и выключения светового меча).</u>	15
<u>4.3 Звуковые схемы – генерация шума и гудения, усилитель звука.</u>	17
<u>4.4 Монтаж электронных схем.</u>	20
<u>5. Сборка светового меча.</u>	24
<u>5.1 Технология изготовления цилиндра – намотки на втулку – основание лезвия.</u>	24
<u>5.2 Технология изготовления контейнера для аккумуляторов.</u>	24
<u>5.3 Порядок сборки светового меча.</u>	26
<u>5.4 Монтаж светодиодных гирлянд на лезвии меча.</u>	32
<u>5.5 Обмотка лезвия меча защитным слоем из пенополиэтилена.</u>	34
<u>5.6 Рекомендации, касающиеся склеивания деталей светового меча.</u>	35
<u>5.7 Некоторые советы.</u>	35
<u>6. Соблюдение мер безопасности при изготовлении светового меча.</u>	36
<u>7. Окончательный вид световых мечей.</u>	37
<u>8. Правила обращения со световыми мечами.</u>	39
<u>9. Благодарности.</u>	41
<u>10. Ссылки на сайты и литературу.</u>	41



Фото.3 Кадр из видео со световыми мечами, снятого в затемнённой комнате. По сценарию, в конце фильма “ситх” допустит ошибку, будет обезоружен и арестован. Светлая сторона СИЛЫ восторжествует !

1. Начало.

В этой статье будет рассказано, как сделать световой меч своими силами.

Приведены необходимые электронные схемы, фотографии деталей и электронных блоков.

Изготовление меча по изложенному ниже описанию довольно трудоёмко.

Если Вы не мастер – джедай, и не имеете в качестве наставника мастера – джедая, то Вам будет трудно.

Для изготовления светового меча нужно хорошее умение паять электронные схемы и определённые слесарные навыки.

Если Вы не имеете этих навыков и не желаете их приобретать в процессе работы, то Вам лучше не браться за эту работу.

Если Вы всё же решили сделать самостоятельно световой меч, то доведите дело до конца.

Желаем Вам успехов. Да пребудет с Вами СИЛА !



Фото.4 Два меча (выключенные) при солнечном свете.

2. Основные идеи разработки и функции светового меча.

Мы хотели сделать световые мечи, которые были бы очень похожи на световые мечи, показанные в фильмах “Звёздные войны”. Для этого лезвие световых мечей, конечно, должно ярко сиять, причём одинаково на всём своём протяжении. Свечение лезвия наших мечей создаётся гирляндами светодиодов. Также мечи должны издавать звуки, подобные тем, что мы слышим в фильмах, и которые можно ожидать от “раскалённого плазменного шнура”. Наши мечи могут издавать шипение и/или гудение. Для озвучивания используются миниатюрные динамики, встроенные в гарду меча.

Известны серийно выпускаемые световые мечи [1],[2]. Они сделаны на основе полупрозрачных трубок из поликарбоната. Внутри этих трубок помещён один мощный светодиод (в основание лезвия) или несколько десятков светодиодов меньшей мощности.

Основными недостатками серийно выпускаемых световых мечей является недостаточно высокая яркость свечения лезвия, хрупкость и тяжесть лезвия. Эти мечи не предназначены для “сайберфайтинга”.

Для “сайберфайтинга” обычно используют “тренировочные” мечи в виде трубок из дюралюминия, обмотанных мягким материалом. Для придания “света” и “цвета” этим мечам тренировочные мечи обматываются отражающим “голографическим” покрытием или цветным скотчем.

Согласно нашему замыслу, наши мечи должны быть пригодны для “сайберфайтинга”. То есть, должны быть достаточно крепкими, чтобы допускать удары (конечно, не слишком сильные) лезвиями друг о друга. Конечно, наши мечи предназначены больше для показательных выступлений, чем для тренировок. Ведь подвергая мечи многочисленным и сильным ударам, мы рискуем в конечном итоге их всё-таки сломать. Проводить тренировочные поединки лучше “тренировочными” мечами в виде обмотанных трубок из дюралюминия.

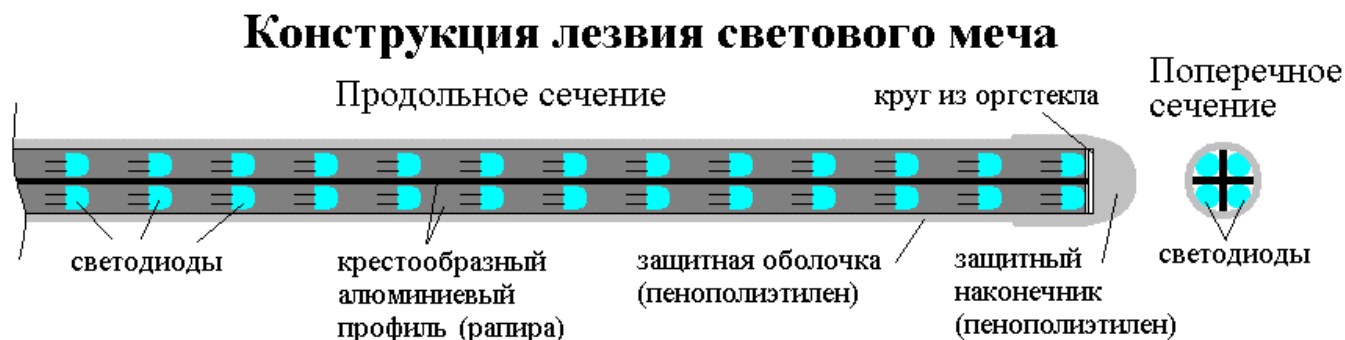


Рис.5 Схема конструкции лезвия светового меча.

Схема строения лезвия нашего светового меча показана на **рис.5**. Механической основой лезвия нашего светового меча является рапира из дюралюминия (крест в поперечном сечении). В четыре угловые ниши этой рапиры приклеиваются гирлянды из светодиодов. Светодиоды располагаются в 4 ряда (вдоль каждого из 4-х углов крестообразной рапиры). Таким образом, светодиоды почти не выступают за контуры квадрата, описывающего крестообразный дюралюминиевый профиль (в поперечном сечении). Это служит их надёжной защитой от ударов. На конце крестообразное дюралюминиевое лезвие закрывается защитным кружком из оргстекла. Это делается для безопасности. Защитный кружок изготовлен из прозрачного материала, чтобы выводить свет светодиодов в мягкий наконечник из пенополиэтилена. Таким образом,

лезвие освещается светодиодами одинаково на всём протяжении, включая “остриё” лезвия.

Лезвие меча должно быть как можно более лёгким. Ведь мечи используются для “сайберфайтинга”, и должны имитировать невесомое “лезвие” светового меча из фильмов. Крестообразная рапира из дюралюминия в качестве механической основы как нельзя лучше служит этой цели. Описанная конструкция лезвия достаточно прочна и в то же время легка.

Снаружи лезвие плотно обёртывается 2-3-мя слоями пенополиэтилена, и затем обматывается прозрачным скотчем. Пенополиэтилен служит для придания мягкости, для смягчения ударов, для защиты светодиодов от ударов. На конце лезвия меча делается достаточно большой и мягкий наконечник из того же полупрозрачного пенополиэтилена (см. [фото.4](#), [рис.5](#)). Это чтобы было безопасно.

Так как пенополиэтилен полупрозрачен, он хорошо рассеивает свет светодиодов. Благодаря этому свечение лезвия становится гораздо более равномерным вдоль своей длины. Также пенополиэтилен очень лёгок и не утяжеляет лезвие. Это тоже очень важно. Конечно, при свечении видны отдельные светодиоды сквозь полупрозрачную оболочку, но это не бросается в глаза и практически не заметно с большого расстояния (см. [фото.1,2,3](#)).

Крестообразный дюралюминиевый каркас лезвия (рапира) перед установкой светодиодов оклеивается блестящей фольгой, чтобы он хорошо отражал свет. Это необходимо для того, чтобы свет не терялся напрасно на рапире, которая, хотя и имеет металлический блеск, всё же далеко не так хорошо отражает свет, как фольга. При малых потерях света на отражении от рапиры 4 ряда светодиодов обеспечивают большую яркость, почти такую же, как если бы все 4 ряда светодиодов находились в одной полупрозрачной оболочке (без рапиры в середине).

В эфесе (ручке) меча размещаются электронные схемы и аккумуляторы. Гарда (защитный кружок) на переднем конце эфеса у основания лезвия служит не столько для защиты рук, сколько для размещения динамиков, кнопок и других элементов управления. На самом деле гарды у световых мечей быть не должно, как мы знаем из фильмов. Но с практической точки зрения она полезна для защиты рук. Ведь наши мечи предназначены для “сайберфайтинга”. Кроме того, наличие гарды позволяет разместить в ней динамики, кнопки и другие важные детали меча. Это делает всю конструкцию меча простой, сильно облегчает сборку, делает пригодной для разборки и, при необходимости, ремонта.

Яркость лезвия определяется тем, сколько можно поставить светодиодов. А это зависит от числа и ёмкости аккумуляторов. Набор аккумуляторов не должен быть большим по размеру и должен помещаться в эфесе (ручке) меча. Это ограничивает число и ёмкость аккумуляторов. Реально разместить 4-6 Ni-MH аккумуляторов типа AA 1.2 В “GP2700”. Эти аккумуляторы обеспечат свечение примерно около 100-150 сверхярких светодиодов диаметром 5 мм в течение примерно 30 минут.

Конечно, мощность нашего меча не настолько велика, чтобы он ярко сиял днём на солнечном свете. Он хорошо смотрится в сумерках и особенно хорошо и эффектно в темноте. В темноте два меча хорошо освещают бойцов, пол (землю) и окружающие предметы в радиусе нескольких метров. При ярком солнечном освещении наш меч смотрится не так эффектно. Но всё же его свечение хорошо заметно и в этих условиях.

Сделать световой меч настолько ярким, чтобы он сиял как в фильмах среди ясного дня, на солнечном свете, по-видимому, нереально при имеющихся на сегодняшний день и доступных аккумуляторах. В принципе, такую яркость можно обеспечить, поставив ещё большее число светодиодов, чем это сделано в наших мечах. Но аккумуляторы тогда будут слишком быстро разряжаться.

Нами были изготовлены два меча – красный и синий ([фото.4](#)). Они различаются по числу светодиодов и несколько отличаются по электронным схемам. В синем мече

установлено **96** синих светодиодов, которые образуют 8 гирлянд (по две на одну сторону рапиры). В красном мече установлено **76** красных светодиодов, которые образуют 4 гирлянды (по одной на сторону рапиры). Каждая пара гирлянд питается одной схемой (блоком питания) светодиодов. Поэтому таких схем 4 в синем мече и 2 в красном. Синий меч потребляет в два раза больше энергии, чем красный, его аккумуляторы разряжаются в два раза быстрее. На вид мечи примерно одинаковы по интенсивности свечения. Красный меч издаёт только шипящий звук. Синий меч издаёт шипение, но по желанию может быть переключён в другой режим. В этом другом режиме меч шипит, но если меч сотрясать (или ударять о другой меч), то начинается гудение, которое продолжается определённое время, затем прекращается. В остальном мечи одинаковы.

Красный меч можно было бы без особого труда сделать в два раза более ярким, удвоив число светодиодов. Тогда он имел бы в своём составе 152 светодиода, 8 гирлянд и потреблял бы при этом столько же мощности, что и синий меч. Но тогда бы красный меч выглядел в два раза ярче, чем синий меч. Этого мы не могли допустить, чтобы не дать преимущества “ситхам”.

Таблица 1. Основные характеристики световых мечей.

	Синий меч	Красный меч
Длина лезвия	790 мм	790 мм
Длина ручки (эфеса) с гардой	327 мм	321 мм
Диаметр ручки (эфеса)	34.5 мм	34.5 мм
Диаметр гарды	92 мм	92 мм
Число светодиодов	96	76
Потребляемая светодиодами мощность	9.6 Вт	4.8 Вт
Число аккумуляторов Ni-MH AA 2700	6	6
Время работы	~ 30 мин	~ 1 час

3. Механика светового меча.

Схема конструкции эфеса светового меча и схема крепления лезвия и гарды показаны на **рис.6,7**. Фотографии отдельных деталей приведены на **фото.8,9,10,11,12**.

Корпус ручки (эфеса) светового меча изготовлен из дюралюминиевой трубки. Внешний диаметр трубки – $\varnothing$ 34.5 мм, внутренний - $\varnothing$ 30.5 мм. Дюралюминиевая трубка для корпуса эфеса покупалась на строительном рынке. (Продаются трубки длиной 2 м.)

Конструкция лезвия светового меча обсуждалась выше. Лезвие изготовлено из двух “Т”- образных дюралюминиевых профилей, приложенных друг к другу верхней планкой буквы “Т” и склеенных эпоксидным клеем. Фотография среза этих двух дюралюминиевых профилей, сложенных так, как в лезвии, показана на **рис.7**. Эти профили продаются на строительных рынках (по длине 2 м). Они предназначены для декоративной отделки (например, мебели). Из этих двух профилей получается крестообразная рапира – основа лезвия светового меча. Склеивать профили необходимо тонким слоем эпоксидного клея. Для этого необходим жидкий (без наполнителей) эпоксидный клей (типа “ЭДП”) с большим (около 30 мин. – 1-2 часа) временем затвердевания. Использование клея, затвердевающего быстрее, не позволит сделать качественную склейку. Необходимо время, чтобы равномерно промазать обе склеиваемые стороны, и зафиксировать в правильном положении (связать друг с другом). Габаритные размеры сечения двух сложенных “Т”- образных профилей - 18×13 мм.

Дополнительно “Т” - образные половинки лезвия скрепляются у заднего конца штифтом “16” (см. ниже), а у переднего конца двумя винтами М2.5. Эти винты служат

главным образом для того, чтобы крепить 4 небольших медных облуженных уголка, к которым припаиваются выводы “Земля” или “—” гирлянд светодиодов. Эти винты, закрученные с шайбами Гровера, стягивают половинки лезвия и по 2 уголка каждый. Помимо обеспечения надёжного электрического контакта уголков к лезвию, эти винты, стягивающие половинки лезвия спереди придают лезвию дополнительную прочность. Даже если клеевой шов между половинками лезвия растрескается от интенсивных ударов, соединение половинок лезвия штифтом и винтами на обоих концах не даст лезвию развалиться.

Длина выступающей из эфеса части лезвия составляла в наших мечах около 80 см. Большую длину лезвия (более 80 см) делать не рекомендуется. Момент инерции лезвия зависит как куб длины лезвия. Поэтому дальнейшее увеличение длины приведёт к такому увеличению момента инерции, что меч будет трудно быстро вращать. Также в этом случае сильно возрастут нагрузки на лезвие у основания, где лезвие крепится к ручке. Мы приняли все меры к тому, чтобы лезвие было как можно легче. Корпус сделан из дюралюминиевой крестообразной рапиры. Такая форма придаёт конструкции лезвия большую прочность при малом весе. Также защитная обмотка сверху лезвия делается из вспененного полиэтилена, который очень лёгок, и не утяжеляет лезвие. Но при получившейся массе лезвия на единицу длины делать длину лезвия более 80 см не рекомендуется.

Лезвие “3” крепится во втулке “2”, а втулка “2” в свою очередь крепится к трубке “1” - корпусу эфеса. Втулка “2” представляет собой дюралюминиевую трубку с внешним диаметром – $\varnothing$ 22 мм и внутренним - $\varnothing$ 18.5 мм. Дюралюминиевая трубка для втулки “2” покупалась на строительном рынке. (Продаются трубки длиной 2 м.)

Крепление лезвия “3” во втулке “2” осуществляется заливкой всего свободного пространства внутри втулки “2” эпоксидным клеем. Дополнительно лезвие крепится ко втулке “2” стальным штифтом “16”. Для крепления штифтом “16” на “Т” - образных профилях лезвия делаются вырезы (срезается ножка буквы “Т”) на некотором протяжении у заднего конца лезвия.

Совет. Эти вырезы в профилях лучше делать до их склеивания. Если склеивание уже проведено, то эту механическую обработку ножовкой и напильником надо делать очень аккуратно, чтобы клеевой шов не растрескался.

Сложенные вместе верхние планки букв “Т” профилей просверливаются, и туда вставляется штифт “16”. На штифте “16” нарезана резьба М3, штифт крепится гайками к лезвию “3” и также гайками к втулке “2”. Под все эти гайки подкладываются шайбы Гровера (на схеме не показаны). Крепление лезвия штифтом ко втулке “2” дополнительно повышает прочность и надёжность конструкции. Даже если эпоксидный клей, наполняющий втулку “2”, растрескается, лезвие не выскочит из ручки, так как этому будет препятствовать штифт “16”. К тому же, закрепление лезвия штифтом облегчает сборку.

К обоим сторонам выступа - пластины лезвия (образованной двумя крышками букв “Т” профилей), через которое проходит штифт “16”, прикладываются уголки “15”, точнее, медные пластины, которые при сборке сгибаются и превращаются в уголки. Затем вся эта конструкция стягивается гайками. Уголки “15” согнуты из медных пластинок, которые для сохранения лучшего контакта облужены припоем. Поверхность лезвия, к которой прикладываются пластины - уголки “15” тщательно выровнена и зачищена напильником. Это делается для обеспечения надёжного электрического контакта. Уголки “15” служат для подведения контакта “Земля” к корпусу лезвия и оттуда к гирляндам светодиодов, а также для механического крепления сборки из электрических плат к лезвию. Медные пластины, из которых гнутся уголки, имеют толщину около 1 мм. (Такую медную пластину можно купить на Митинском радиорынке.)

Необходимо заметить, что поверхность “Т” - образных дюралюминиевых профилей, из которых изготовлено лезвие, имеет непроводящее покрытие (хотя на вид

кажется, что это алюминиевая поверхность). Поэтому необходимо тщательно зачистить эту поверхность напильником в месте контакта половинок лезвия с уголками “15”.

Так как рапира лезвия неплотно входит во втулку “2”, перед заливкой эпоксидным клеем между лезвием и втулкой вставляются прокладки из текстолита “21” и тонкого плотного картона “22” ([рис.7](#)). Также вставляются полихлорвиниловые трубки “23”, через которые при сборке будут протягиваться провода к гарде и светодиодам. После закрепления лезвия “3” штифтом “16” и вставкой прокладок “21”, “22” и ПВХ трубок “23” всё оставшееся пространство внутри втулки “2” заливается эпоксидным клеем. Для этого следует использовать жидкий эпоксидный клей (без наполнителей) типа “ЭДП” с большим временем затвердевания (30 мин). Клей должен быть жидким, чтобы залить все щели между деталями. Если клей будет густой или быстро загустеет, он не сможет затечь и заполнить всю область внутри втулки “2”.

Втулка “2” крепится к трубке “1” – корпусу эфеса следующим образом. Так как внешний диаметр втулки меньше внутреннего диаметра трубки “1”, на втулку “2” делается намотка из бумаги с эпоксидным клеем “14”. Эпоксидный клей должен при этой намотке полностью пропитать бумагу, и не должно быть излишка клея между слоями бумаги. Такая намотка после затвердевания клея представляет очень прочную и твёрдую композитную конструкцию. Втулка “2” с намоткой “14” крепится 8-ю винтами М3 к трубке “1” – корпусу эфеса ([рис.7](#)). Четыре винта располагаются спереди, в 8 мм от переднего края намотки “14”, четыре у заднего края намотки. Намотка “14” делается не по всей длине втулки “2” – спереди оставляется место, чтобы вставлять конец втулки “2” в гарду ([рис.6](#)), сзади должно быть оставлено место для крепления штифта “14”. Втулка “2” с намоткой “14” показана на [фото.8](#). На [рис.7](#) показано сечение конструкции светового меча в поперечной плоскости, проходящей через передние 4 винта “17”, крепящих втулку с лезвием к ручке (эфесу). Эти же 4 винта “17” крепят уголки “20” к трубке – корпусу “1”. Эти уголки служат для крепления гарды “4”. (Уголки “20” немного подпиливались напильником в середине стороны, обращённой к эфесу, для придания “цилиндрической” формы, чтобы уголки плотно были прижаты к трубке “1” эфеса.) Винты “17” имеют плоский срез и выпуклую шляпку. Другие 4 винта, крепящие втулку “2” у задней стороны, имеют потайные шляпки, так чтобы они не выступали из эфеса.

Винты “17” и 4 винта у заднего конца втулки “2” вворачиваются в гайки М3 “18” ([рис.7](#)). Гайки “18” в процессе сборки приклеиваются к втулке “2” эпоксидным клеем “19”. Для этого необходимо использовать быстро затвердевающий (5-10 мин) эпоксидный клей с наполнителем. Процесс приклеивания гаек протекает следующим путём. В гайки вворачиваются вспомогательные винты таким образом, чтобы они немного (на 0.5-1 мм) выступали из гаек. Для этого длина выступающей внутрь втулки “2” части винтов подбирается гайками, завёрнутыми с внешней стороны втулки, как показано на [фото.8](#). (Перед намазыванием эпоксидным клеем выступающие концы вспомогательных винтов можно покрыть лаком или неппрочным клеем, чтобы они не приклеились эпоксидным клеем.) Привёрнутые вспомогательными винтами гайки обмазываются со всех сторон и сверху эпоксидным клеем. После затвердевания эпоксидного клея вспомогательные винты выворачиваются. Гайки должны быть наглухо закрыты с внутренней стороны втулки “2” эпоксидным клеем “19”, чтобы при последующей заливке жидким эпоксидным клеем внутренней части втулки туда в гайки не затёк клей. В таком виде конструкция готова для дальнейшей сборки.

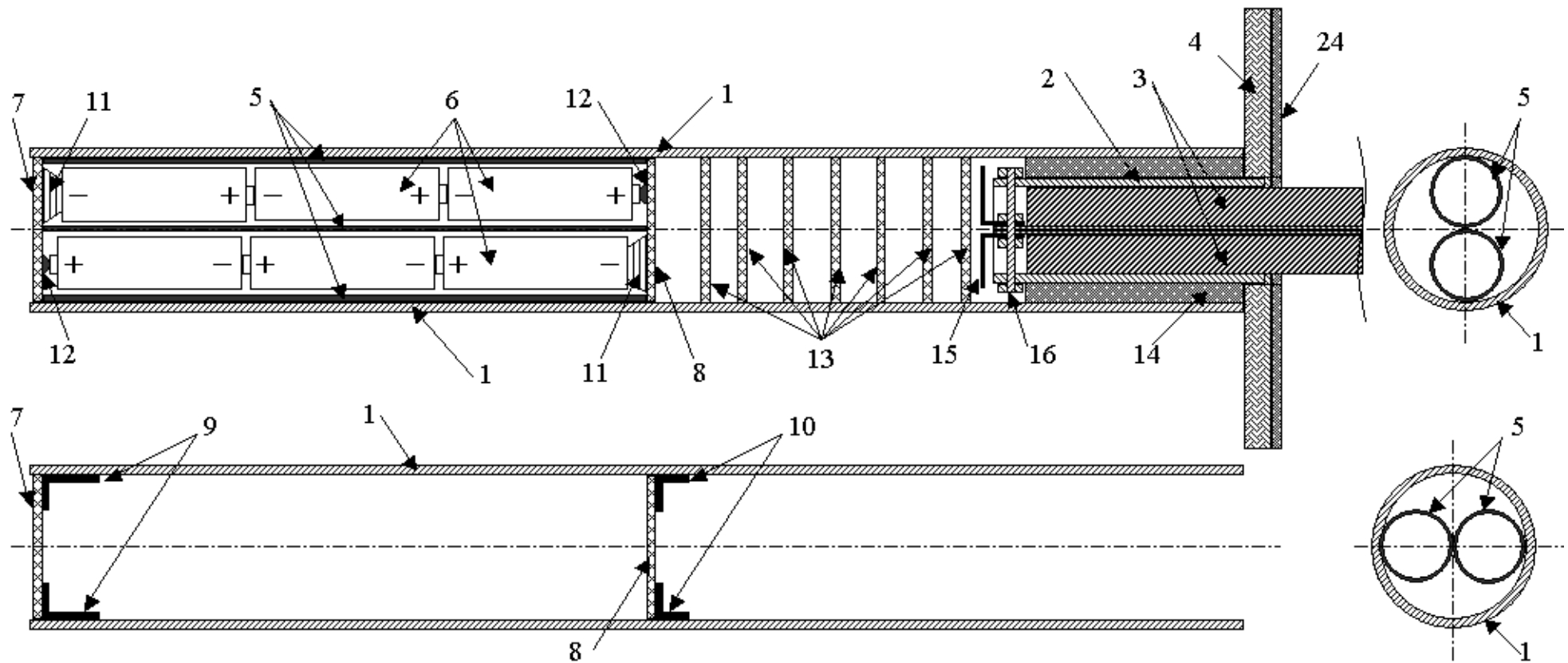


Рис.6 Схема конструкции эфеса светового меча и крепления лезвия.

Обозначения на **рис.6**: 1 – дюралюминиевая трубка – корпус ручки (эфеса), 2 – цилиндрическая дюралюминиевые втулка для крепления лезвия – рапиры, 3 – лезвие – рапира, собранная из двух “Т” - образных дюралюминиевых профилей, 4 – гарда, 5 – контейнер для аккумуляторов, склеенный из двух трубок, 6 – аккумуляторы, 7 – задняя стенка (крышка) отсека аккумуляторов, 8 – передняя стенка отсека аккумуляторов, 9 – дюралюминиевые уголки для крепления задней стенки (крышки) отсека аккумуляторов, 10 – дюралюминиевые уголки для крепления передней стенки отсека аккумуляторов, 11 – контактные пружины аккумуляторного отсека (контакт с “–” аккумулятора), 12 – контакты с “+” аккумулятора, 13 – платы электронных схем, 14 – цилиндр – намотка из бумаги с эпоксидным клеем для крепления втулки “2” в трубке корпусе эфеса “1”, 15 – уголки для крепления сборки из электронных схем к лезвию, 16 – штифт для крепления лезвия к втулке “2”, 24 – защитный слой стеклотекстолита для гарды.

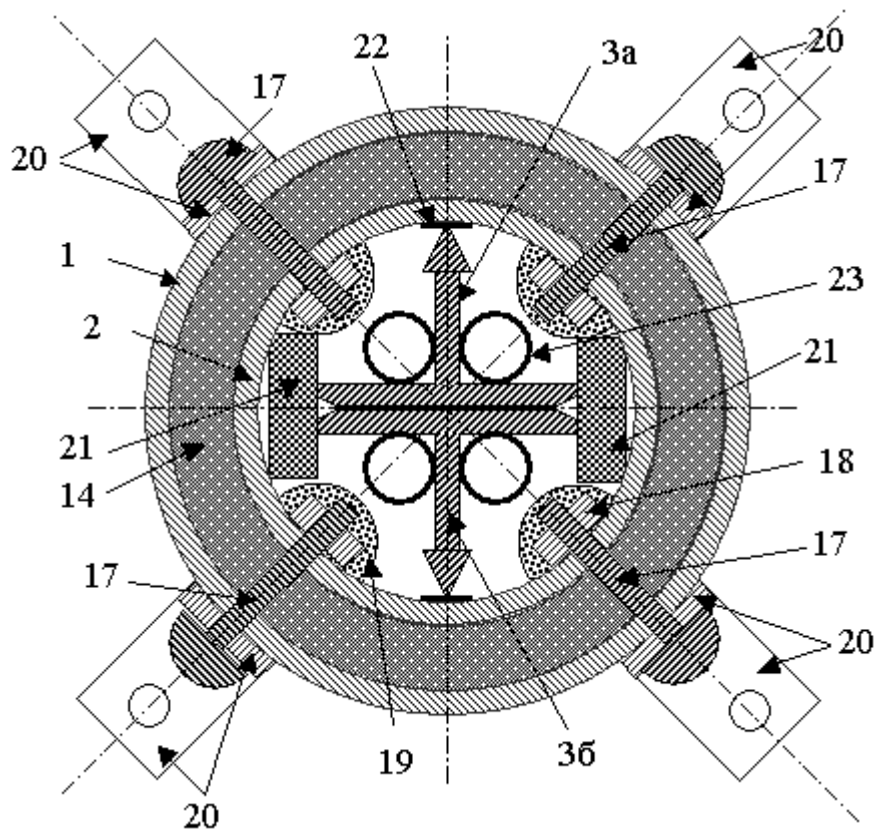


Рис.7 Схема крепления лезвия и гарды светового меча к трубке - корпусу эфеса. Справа показана фотография среза двух "Т" - образных дюралюминиевых профилей, образующих лезвие – рапиру. Высота "Т" – образного профиля – 9 мм, ширина – 13 мм.

Обозначения на **рис.7**: 1 – дюралюминиевая трубка – корпус ручки (эфеса), 2 – цилиндрическая дюралюминиевые втулка для крепления лезвия – рапиры, 3 – лезвие – рапира, собранная из двух "Т" - образных дюралюминиевых профилей ("3а", "3б"), 14 – цилиндр – намотка из бумаги с эпоксидным клеем для крепления втулки "2" в трубке корпусе эфеса "1", 17 – винты для крепления втулки "2" к трубке "1" - корпусу эфеса, 18 – гайки, в которые вворачиваются винты "17", 19 – эпоксидный клей, которым крепятся гайки к втулке "2", 20 – дюралюминиевые уголки для крепления гарды "4", 21 – вставки из текстолита для фиксации лезвия "3" во втулке "2", 22 – прокладки для фиксации лезвия "3" во втулке "2", 23 – трубки из ПВХ для прокладки проводников от электронных плат к гарде и светодиодам.



Фото.8 Втулка “2” с намоткой “14” после приклеивания гаек “18”.



Фото.9 Контейнер для аккумуляторов “5”. Трубки изготовлены путём намотки бумаги, пропитанной эпоксидной смолой.

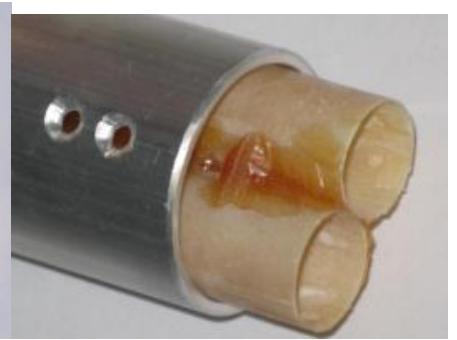


Фото.10 Контейнер для аккумуляторов “5”, вставляемый в трубку “1” - корпус эфеса.

Платы электронных схем “13” ([рис.6](#)) выполнены из 1-стороннего и 2-стороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1.5 мм. Все платы имеют форму кругов диаметром 30 мм. Подробнее см. ниже. Они соединены друг с другом четырьмя толстыми медными проволоками (на [рис.6](#) не показаны), проходящими вдоль оси эфеса и припаянными на краях плат. Для укладки этих проволок в платах сделаны прорезы. Число электронных плат – 7 для синего меча (2 платы - звук, 4 платы – блоки питания светодиодных гирлянд, 1 плата – автоматика) и 6 для красного меча (3 платы - звук, 2 платы – блоки питания светодиодных гирлянд, 1 плата – автоматика). (Из-за разницы в числе электронных плат и неодинакового монтажа звуковой схемы различается полная длина эфеса для синего и красного мечей.) К этой сборной конструкции электронных плат припаивается кружок – передняя стенка аккумуляторного отсека “8”. С передней стороны 4 медные проволоки изгибаются и припаиваются к медным облуженным уголкам “15”. После такой сборки электронные платы вместе с передней стороной аккумуляторного отсека прикреплены к лезвию и втулке “2” и образуют с ними общую конструкцию. К плате “8” – передней стенке аккумуляторного отсека прикручены винтами (М3) два дюралюминиевых уголка “10”. Этими уголками “10” передняя стенка аккумуляторного отсека “8” крепится к трубке “1” - корпусу эфеса. Уголки “10” крепятся к трубке “1” - корпусу эфеса короткими винтами (М3) с потайными шляпками (на [рис.6](#) эти винты не показаны). Для привёртывания этих винтов в уголках “10” выполнена резьба.

Основой аккумуляторного отсека является контейнер для аккумуляторов, состоящий из двух склеенных между собой эпоксидным клеем трубок “5” ([рис.6](#)). Фотография контейнера для аккумуляторов показана на [фото.9,10](#). Контейнер в виде двух трубок “5” намазывается по сторонам эпоксидным клеем и вставляется в трубку “1” – корпус эфеса. Положение контейнера берётся таким, чтобы контакты (пружинящий “11” и сплошной “12”) на передней стенке “8” аккумуляторного отсека находились точно по центру трубок.

Спереди аккумуляторного отсека находится передняя стенка аккумуляторного отсека “8”. На обращённой к аккумуляторам стороне стенки “8” припаяны контакты к “+” и “-” аккумуляторов – сплошной и пружинящий контакт соответственно. Отсюда идут проводники питания к электронной схеме. Сзади контейнер закрывается крышкой “7” в виде кружка из стеклотекстолита ([фото.11](#)). Задняя крышка - кружок “7” прикручивается винтами к дюралюминиевым уголкам “9” (см. [фото.11](#)). Для этого в уголках “9” сделана резьба. Уголки “9” привёрнуты парой винтов (М3) к трубке “1” – корпусу эфеса ([фото.11](#)). Эти винты имеют потайные шляпки, чтобы винты не выступали из корпуса эфеса. Для привёртывания этих винтов в уголках “9” выполнена резьба. На обращённой к аккумуляторам стороне задней крышки также припаяны контакты к “+” и “-”

аккумуляторов – сплошной и пружинящий контакт соответственно. Они соединены между собой (**фото.11**), чтобы обеспечить последовательное соединение всех шести аккумуляторов (**рис.6**).

Дюралюминиевые уголки “9”, “10” немного подпиливались напильником для придания “цилиндрической” формы той стороны уголка, которая обращена к трубке “1” эфеса, чтобы уголки плотно были прижаты к трубке “1” эфеса по всей их площади.

Трубки аккумуляторного контейнера изготавливаются путём намотки бумаги, пропитанной эпоксидным клеем. Подробно технология изготовления трубок аккумуляторного отсека описана ниже, в **разделе, посвящённом сборке светового меча**. Эпоксидный клей должен при этой намотке полностью пропитать бумагу, и не должно быть излишка клея между слоями бумаги. Такая намотка после затвердевания клея представляет очень прочную и твёрдую композитную конструкцию. Для изготовления трубок необходимо использовать жидкий эпоксидный клей без наполнителей (типа “ЭДП”) с большим временем затвердевания (30 мин – 1-2 часа). Именно такой клей успеет полностью пропитать бумагу и даст возможность сделать плотную (без излишков клея) и аккуратную намотку. Число слоёв бумаги в намотке для трубки – 3-4. При склеивании между собой трубки в месте склейки намазываются толстым слоем эпоксидного клея, который придаёт конструкции ещё большую прочность (**фото.9**). Аккумуляторы должны с лёгкостью входить в трубки аккумуляторного отсека.

Пружины для пружинящих электрических контактов с аккумуляторами лучше всего брать из серийно изготавливаемых пластиковых батарейных отсеков для батарей и аккумуляторов. Лучше всего подойдёт батарейный отсек для 6 батарей типа АА (тип **ВН363 (6×АА)**). Из одного такого корпуса можно достать 5 пар контактов (пружинящий и обычный контакт), соединённых между собой. Для одного меча используются 2 таких контакта. Батарейные отсеки покупались в магазине (<http://www.smd.ru/>). Сплошные (не пружинящие) контакты в нашей конструкции сделаны путём напайки припоя на фольгированную поверхность стеклотекстолита. Пружинные контакты на обеих сторонах аккумуляторного отсека должны достаточно плотно прижимать аккумуляторы друг к другу вдоль направления оси, чтобы был надёжный контакт.

Для замены или зарядки аккумуляторов откручиваются два винта, крепящие заднюю стенку – крышку аккумуляторного отсека. Аккумуляторы вынимаются и заряжаются в стандартных зарядных устройствах.



Фото.11 Задний конец эфеса с отсоединённой и присоединённой крышкой “7” аккумуляторного отсека и аккумуляторы (2 из 6-ти).

Гарда светового меча состоит из двух кружков – фанерного “4” (**рис.6**), служащего для размещения динамиков, кнопок и других частей, необходимых для функционирования электронной схемы, и защитного кружка из стеклотекстолита “24”. В защитном кружке из стеклотекстолита просверлены отверстия для вывода звука от динамиков. Толщина фанерного кружка – 7 мм, кружка из стеклотекстолита – 2 мм. Диаметр гарды – 92 мм.

Фотография деталей и заготовок для изготовления гарды показана на **фото.12**. В гарде размещаются: 2 динамика, две кнопки включения и выключения светового меча,

малогабаритный тумблер - переключатель режимов и светодиод индикации разряда аккумуляторов. В гарде размещается также сенсор – замыкатель, сделанный в виде груза на пружине, для замыкания контакта при сотрясении меча (для нашего синего меча). Сенсор – замыкатель используется в схеме генерации звука для включения гудения (если включен этот режим). Эта возможность звуковой схемы была реализована только в синем мече.

Динамики выбирались плоской конструкции типа **“MRI 32N-B” 8Ω 1.0W**. Динамики должны размещаться в фанерном кружке толщиной 7 мм. Два таких динамика соединялись последовательно. Динамики покупались на Митинском рынке радиоэлектронных деталей.

Для включения и выключения светового меча используются тактовые кнопки типа **“TS-A2PS-130”** (h=5 мм), работающие на замыкание. Кнопки показаны на [фото.12](#) внизу слева. Они достаточно надёжны и малогабаритны. Но, как показал опыт обращения с мечом, маленькие кнопки неудобны тем, что их трудно найти и нащупать, особенно в темноте. Поэтому в дальнейших конструкциях мы сделаем несколько пар таких кнопок на двух или четырёх сторонах гарды. Или можно взять кнопки большего размера.

Переключатель режимов сделан в виде малогабаритного тумблера (вверху на [фото.12](#)). В синем мече он включает и выключает режим, в котором возможно гудение (соединяет или разрывает цепь замыкателя - сенсора сотрясений). С выключенным режимом гудения синий меч издаёт только шипение. При включённом режиме, если происходит сильное сотрясение меча, и замыкается сенсор – замыкатель, начинается гудение, которое продолжается некоторое время (1 сек), после чего, если больше не было сильных сотрясений меча, гудение автоматически прекращается. В красном мече также стоит такой же тумблер, но он используется для другой цели – уменьшает силу звука (шипения) меча, подключая дополнительное сопротивление в цепь динамиков.

В гарде резцом делаются прорезы круглой формы и фигурного профиля в поперечном сечении, так чтобы там помещались динамики. Сзади гарды динамики выступать не должны. Спереди гарды делаются также вырезы для тактовых кнопок включения и выключения меча, вырезы для размещения проводов. Прodelываются отверстия для вставки светодиода и выводов кнопок и тумблера. Делается также вырез для размещения контейнера для сенсора – замыкателя (этот вырез ещё не был сделан в заготовках, показанных на [фото.12](#)).

Фанерный круг “4” крепится к дюралюминиевым уголкам “20” винтами М3, а уголки “20” прикреплены к трубке – эфесу ([рис.7](#)). Защитный кружок из стеклотекстолита “24” крепится 8-ю винтами М2.5 к фанерному кружку “4”.



Фото.12 Детали и заготовки для изготовления гарды.

Опишем конструкцию сенсора – замыкателя. Он выполнен в виде пружины, один конец которой закреплён (припаян к пластине из фольгированного стеклотекстолита), а на втором напаян грузик (из припоя), и этот конец свободно болтается. Вокруг пружины сделан проводящий контейнер – свёрнут из облуженной медной фольги. Пружина с грузиком, припаянная к стеклотекстолиту, две заготовки из облуженной медной фольги для половинок контейнера замыкателя показаны на [фото.12](#) снизу и крупным планом справа. При сильном сотрясении меча грузик на свободном конце пружины начинает колебаться и ударять в проводящую стенку, замыкая контакт.

На конце дюралюминиевая рапира лезвия закрыта кружком из оргстекла ([рис.5](#), [фото.13](#)). Кружок из оргстекла имеет крестообразный пропил сзади, куда вставляется рапира. Кружок из оргстекла приклеивается к рапире лезвия эпоксидным клеем. Крестообразный пропил в кружке из оргстекла, а также шероховатая поверхность этого пропила (после обработки напильником) необходимы для надёжного склеивания. Твёрдый защитный кружок на конце лезвия делается по соображениям безопасности. Защитный кружок изготовлен из прозрачного материала - оргстекла, чтобы выводить свет светодиодов в мягкий наконечник лезвия, свёрнутый из пенополиэтилена (см. выше).



Фото.13 Вид конца лезвия с кружком из оргстекла, приклеенным к дюралюминиевой рапире для красного (слева) и синего (справа) меча. (Показан вид без оболочки и наконечника из пенополиэтилена.)

4. Электронные схемы светового меча.

4.1 Блок питания гирлянд светодиодов.

Питание гирлянд светодиодов осуществляется стабилизированным напряжением, что обеспечивает одинаковую яркость свечения светового меча независимо от напряжения на аккумуляторах, пока аккумуляторы полностью не разрядятся. Блок питания со стабилизированным напряжением сделан на основе микросхемы “МС34063АР1G”, принцип работы которой основан на широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Принципиальная схема блока питания светодиодов приведена на [рис.14](#). Фотография платы приведена в [разделе 4.4](#) ([фото.19](#)). Выдаваемое напряжение составляет около 39 В. Регулировать выходное напряжение можно меняя соотношение сопротивлений в делителе R_2 , R_3 .

Напряжение 39 В позволяет питать гирлянду из соединённых последовательно светодиодов:

- 19 красных сверхярких светодиодов типа “TLCR5800”,
- 12 синих сверхярких светодиодов типа “BL-BB74V4V”.

При указанном числе и типах светодиодов в гирлянде и напряжении 39 В ток через гирлянду составит около 30 мА. Это соответствует номинальному значению тока или

несколько меньше для светодиодов указанных типов (30-50 мА). Мы не рекомендуем повышать ток более 30 мА. При большем токе светодиоды начинают греться, и их работа становится неустойчивой. При фиксированном напряжении ток через гирлянду становится нестабильным – увеличивается со временем и может превысить рекомендуемое номинальное значение 50 мА. Большее значение тока не допускается, если предполагается длительная работа светодиодов. (Максимальный ток для этих светодиодов составляет 100 мА, но он допускается только в течение короткого времени.) При большем токе уменьшается рабочий ресурс светодиодов. Поэтому мы выбрали число последовательно соединённых светодиодов в гирлянде исходя из значения тока 30 мА через гирлянду.

Один блок питания способен питать две указанные гирлянды светодиодов, соединённые параллельно. Таким образом, максимальный выходной ток, на которое рассчитана схема, показанная на [рис.14](#), составляет около 60 мА. При больших значениях тока микросхема начинает сильно греться. Поэтому нагружать блок питания больше, чем указанное значение выходного тока 60 мА, не следует. Это обстоятельство также повлияло на наш выбор числа светодиодов в гирлянде. Число светодиодов бралось таким, чтобы ток через две гирлянды не превышал 60 мА.

Наш красный меч содержит 4 гирлянды по 19 светодиодов каждая. Для питания светодиодов используются 2 блока питания, каждый из которых питает 2 гирлянды.

Наш синий меч содержит 8 гирлянд по 12 светодиодов каждая. В каждом из 4-х углов лезвия - рапиры установлены по 2 гирлянды. Для питания светодиодов используются 4 блока питания, каждый из которых питает 2 гирлянды.

В нашей схеме и конструкции световых мечей число светодиодов нельзя делать меньше указанного числа. При выходе из строя светодиода в гирлянде его следует заменить на светодиод того же типа. Допускается заменить другим светодиодом с аналогичными характеристиками по току.

Светодиоды заказывались в интернет - магазине при “ЧИП-ДИП”-е (<http://www.chipdip.ru/>). Но мы рекомендуем покупать светодиоды на Митинском радиорынке, где аналогичные светодиоды можно купить дешевле.

Можно использовать светодиоды других типов. Выбор светодиодов диктуется следующими соображениями. Они должны быть сверхяркими. Диаметр лучше брать 5 мм. Яркость свечения должна быть несколько Кд при небольшом угле диаграммы свечения (8-12°). Излучение в узком конусе приветствуется. В этом случае свет хорошо рассеивается в защитном покрытии из пенополиэтилена. Но можно брать и диоды с широким углом свечения (в этом случае яркость будет соответственно меньше). Главное, чтобы прямой номинальный ток светодиода составлял около 30-50 мА. Далее надо собрать гирлянду из одинаковых светодиодов с некоторым запасом по числу (исходя из напряжения на выходе схемы 39 В и номинального напряжения на светодиоде). Затем надо измеряя ток в гирлянде подобрать число светодиодов и выходное напряжение схемы так, чтобы ток не превышал номинального значения для светодиодов, или, лучше, если был бы несколько ниже этого уровня. При этом можно включить две гирлянды параллельно, но так чтобы ток на выходе одной схемы не превышал 60 мА.

Схема на [рис.14](#) отладки не требует. Диоды Шоттки можно брать любые (“SR 160”, “MBR1100”) с напряжением не ниже 60 В и током не ниже 1 А. Конденсаторы С₁-С₆ использовались типа “Y5V”. Конденсатор С₇, задающий рабочую частоту, брался типа “NPO”. Индуктивность L₁ собиралась из двух последовательно соединённых ЧИП - индуктивностей “SDR0805” 22 мкГн (см. фотографию ниже). Мы настоятельно рекомендуем использовать именно эти индуктивности. Важны свойства ферритового сердечника, в частности частотные свойства, потери и поле насыщения. Играет роль также толщина проволоки намотки. Индуктивности другого типа могут не быть рассчитаны на протекающий через индуктивность ток, и может быть насыщение в

сердечнике. Допускается брать одну индуктивность аналогичного типа номиналом около 40 мкГн (30-60 мкГн) с сердечником из того же феррита, но с большим размером. (Объём сердечника должен быть примерно таким, как в двух использованных нами индуктивностях.) В противном случае мы не гарантируем работоспособность схемы. ЧИП-индуктивности покупались в магазине (<http://www.smd.ru/>). Резисторы R_2 , R_3 должны тщательно подбираться таким образом, чтобы отношение этих сопротивлений было таким, как указано на схеме, и одинаковым для всех блоков питания светового меча. В противном случае из-за разброса номиналов сопротивлений выходное напряжение блоков питания будет немного различаться. Или надо покупать резисторы R_2 , R_3 с повышенной точностью номиналов (1%-ные).

Мы выражаем глубокую признательность специалисту по электронике и схемотехнике А.Н.Б. за то, что он предложил нам приведённую на **рис.14** схему. Также мы благодарим его за многочисленные советы и консультации. (Он, однако, пожелал остаться инкогнито, поэтому мы приводим инициалы и первую букву фамилии.)

Таблица 2. Характеристики использованных сверхярких светодиодов.

Цвет	Длина волны (нм)	Диаметр (мм)	Название	Номинальный ток (мА)	Максимальный ток* (мА)	Яркость свечения (Кд)	Угол засветки (град.)	Макс. прямое напряжение (В)
Красный	618	5	TLCR5800	50	100	20	8	2.7
Синий	470	5	BL-BB74V4V	30	150	5.4	12	3.5-4

*) Примечание: допускается при короткой длительности тока.

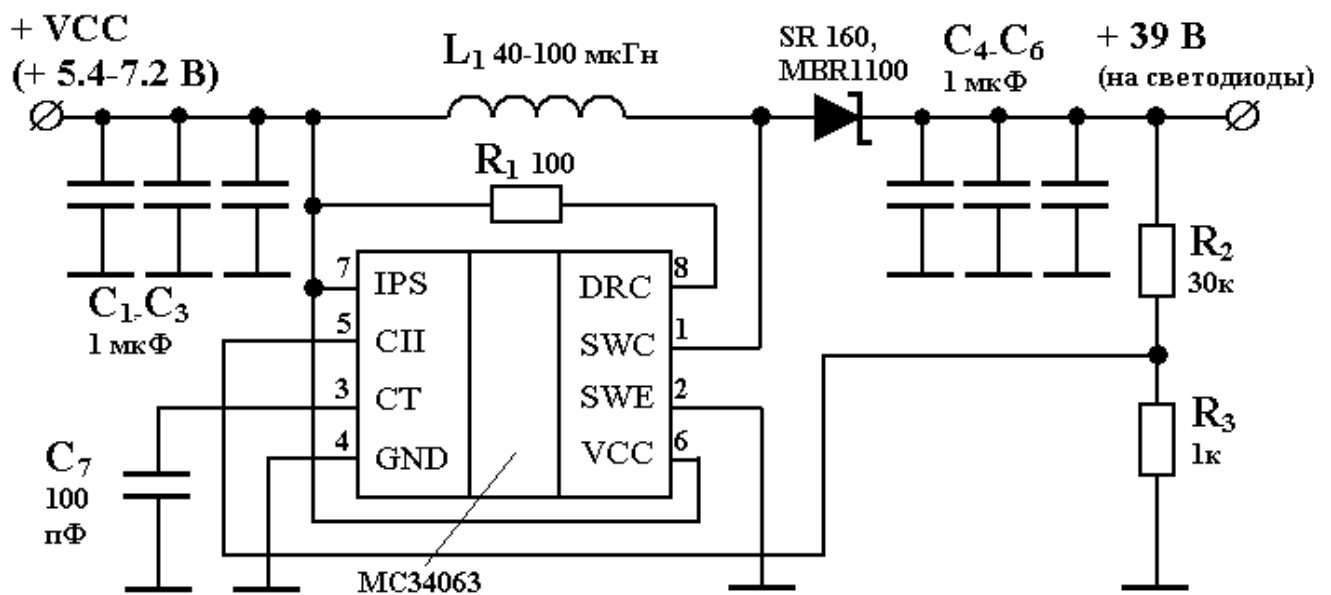


Рис.14 Принципиальная схема блока питания для гирлянды светодиодов.

4.2 Блок автоматики (включения и выключения светового меча).

Данная схема служит для включения и выключения светового меча и для индикации разряда аккумуляторов.

Включать и выключать меч тумблером или кнопкой с фиксируемым нажатием не только неудобно, но и ненадёжно. Тумблеры и кнопки, которыми можно включать

световой меч, должны быть рассчитаны на большой ток, так как меч потребляет большой ток (не менее 1 А для красного меча, не менее 2А для синего). Такие тумблеры и кнопки имеют довольно большие размеры, их трудно разместить в гарде, и они, как правило, достаточно туго переключаются или нажимаются. Кроме того, контакты подобного рода ненадёжны в работе, контакты переключателя обгорают в процессе эксплуатации.

Поэтому мы включаем и выключаем меч ключами на полевых транзисторах. Управление полевыми транзисторами в нашей конструкции осуществляется двумя сенсорными (лёгкими для нажатия) малогабаритными кнопками. Одна служит для включения меча, другая для выключения. Каждая из этих кнопок во время нажатия только обеспечивает кратковременный контакт, что и переключает состояние полевых транзисторов. Токи через эти кнопки текут ничтожно малые. В нажатом состоянии эти кнопки не фиксируются. Нами используются тактовые кнопки типа **“TS-A2PS-130”** высотой $h=5$ мм. Управление световым мечом получилось очень эффективным. Джедай (или ситх) незаметно лёгким прикосновением нажимает на кнопку, и меч внезапно для зрителя активируется или деактивируется.

Схема платы автоматики приведена на [рис.15](#). Схема разработана специалистом по электронике А.Н.Б., которому мы выражаем большую благодарность. Фотография платы приведена в [разделе 4.4 \(фото.21\)](#). Кнопки Кн.1, Кн.2 и светодиод D_2 размещены в гарде. До них от схемы автоматики проложены провода. Микросхема - сборка из двух полевых транзисторов **“IRF7341”** обозначена T_1 . В наших мечах использовались транзисторы **“КТ3102ЕМ”**.

В данной схеме требуется подбор сопротивлений R_4 , R_5 , от которых зависит уровень напряжения для зажигания светодиода D_2 , сигнализирующего о разряде аккумуляторов. Минимальное напряжение на используемом типе аккумулятора АА, Ni-MH, GP 2500-2700 составляет 0.9 В. Ниже этого порога разряжать аккумулятор не следует. Тем более не стоит его хранить разряженным ниже этого уровня напряжения. При этом аккумулятор быстро выходит из строя. Поэтому, если бы на аккумуляторы не подключалась нагрузка в виде светового меча, порог срабатывания составлял бы 5.4 В. При нагрузке на аккумуляторах напряжение заметно падает. Поэтому порог зажигания светодиода следует настроить на уровень напряжения около 4.5-5 В (4.5 для синего меча, 5 для красного). Схема контроля напряжения работает следующим образом. При большом уровне входного напряжения напряжение на делителе R_4 , R_5 сравнивается с падением напряжения на диоде D_1 (около 0.5 В) и на открытом переходе база-эмиттер транзистора T_2 (около 0.5 В). Если напряжение велико, разность напряжения на базе и эмиттере транзистора T_2 положительно, транзистор T_2 открыт, а транзистор T_3 закрыт. При падении напряжения на делителе R_4 , R_5 ниже примерно 0.5 В транзистор T_2 закрывается, что приводит к открытию транзистора T_3 и свечению светодиода.

При наладке схемы и подборе сопротивлений R_4 , R_5 надо будет менять входное напряжение. При этом надо учитывать следующую особенность данной схемы. Напряжение зажигания светодиода (при уменьшении входного напряжения) меньше, чем напряжение погасания светодиода (при увеличении входного напряжения). Это связано с тем, что при открытом транзисторе T_2 к току через сопротивление R_5 добавляется ещё ток базы транзистора T_2 , а при закрытом транзисторе T_2 напряжение на базе определяется только делителем R_4 , R_5 . Поэтому при наладке надо брать те номиналы сопротивлений, при которых светодиод зажигается при постепенном уменьшении напряжения.

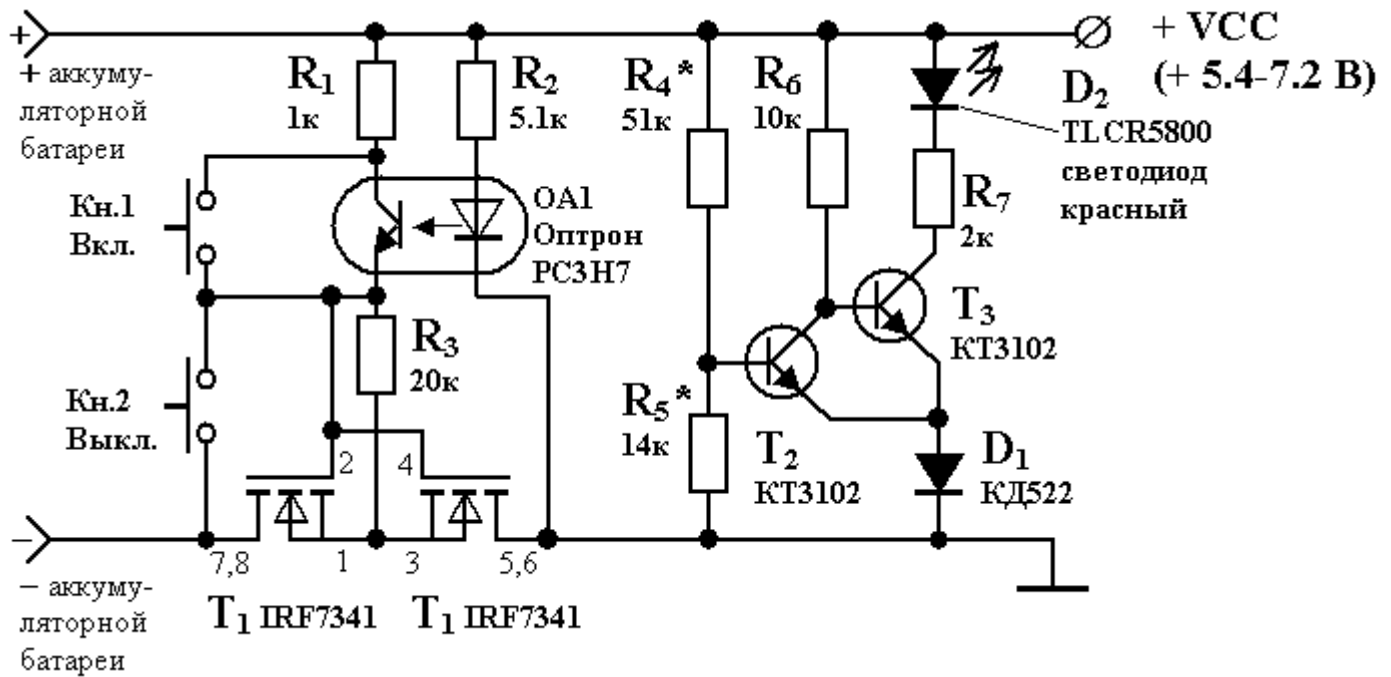


Рис.15 Принципиальная схема блока включения и выключения светового меча (блок автоматики).

4.3 Звуковые схемы – генерация шума и гудения, усилитель звука.

Наши мечи издают звук – шипение, а синий меч ещё и гудение при включении соответствующего режима и замыкания сенсора сотрясений. Для генерации шипения и гудения и для усиления звукового сигнала служат рассматриваемые в этом разделе схемы звука.

На [рис.16](#) приведена принципиальная схема генерации шума (шипения) и усилитель звука. Сигнал от генератора гудения (для синего меча) подводится к указанному месту в схеме (база транзистора T_3). Принципиальная схема генератора гудения показана на [рис.17](#).

Схема усилителя звука взята нами из книги [3]. (Первоначально это была схема усилителя звука для миниатюрного любительского радиоприёмника с питанием от батареи 3 В). По сравнению со схемой, приведённой в книге, мы добавили вначале ещё один каскад усиления, так как усиления не хватало для воспроизведения шипения (шума). Также вместо использованных в оригинальной схеме транзисторов типа МП41, МП38 мы взяли более новые транзисторы “КТ3107” и “КТ3102” соответственно. Некоторые сопротивления в схеме также были скорректированы для установки режимов этих других транзисторов. Эти транзисторы имеют лучшие характеристики и меньше по размерам. Мы использовали транзисторы “КТ3107Е” и “КТ3102ЕМ”. (Ещё лучше было бы брать транзисторы “КТ3107” с буквами “К”, “Л”. Они имеют больший коэффициент усиления. В серии транзисторов “КТ3102” наибольший коэффициент усиления имеют транзисторы с буквами “Г”, “Е”.) Наладка усилителя звука сводится к тому, чтобы подобрать сопротивление R_{10} таким образом, чтобы напряжение в средней точке между конденсаторами C_7 и C_8 было равно половине напряжения питания. Желательно также подобрать номиналы сопротивлений R_3 , R_6 , так чтобы напряжение на коллекторах транзисторов T_1 , T_2 было равно половине напряжения питания.

Схема усилителя звука для синего меча (за исключением первого каскада усиления на транзисторе T_1) занимает одну плату диаметром 30 мм. Она показана на фотографии в [разделе 4.4](#) (правая плата на [фото.20](#)). Для красного меча схема

усилителя звука собиралась по оригинальной схеме с транзисторами МП41, МП38. Поэтому она занимает две платы диаметром 30 мм.

Схема генерации шума представлена стабилитроном D_1 , включённым через сопротивление R_1 . Выбор подходящего стабилитрона является очень важным вопросом, на котором следует подробно остановиться. Генерировать шум может далеко не всякий стабилитрон. Поэтому приходится выбирать из большого числа стабилитронов годный для генерации диод. (При этом также стоит подобрать сопротивление R_1 , чтобы была достаточно большая амплитуда шума.) Большинство стабилитронов при указанном подключении не обладают свойством генерации шума. Некоторые этим свойством обладают, но амплитуда сигнала очень низка, так что они в итоге также непригодны. При подборе стабилитронов нет смысла покупать в магазине большое количество одинаковых стабилитронов из одной партии. Все они могут быть непригодными для наших целей. Надо брать разные типы и из разных источников. Нам удалось выбрать два подходящих стабилитрона из числа бывших в употреблении, выпаянных из старых плат. Для красного меча взят стабилитрон **“Д808”**, для синего - **“Д814Г”**. Шумы, генерируемые этими стабилитронами, немного отличаются друг от друга. Для стабилитрона **“Д814Г”** шум слегка свистящий и более равномерный. Его мы выбрали для синего “джедайского” меча. Для красного “ситского” меча мы взяли стабилитрон **“Д808”** с более “надтреснутым” звучанием. Мы не знаем, является ли эти особенности шума присущими типу стабилитрона, или это индивидуальные свойства каждого образца, не зависящие от типа. Подбор подходящих стабилитронов следует проводить следующим образом. Собрав схему усилителя звука и подключив динамики, надо подключать к входу схемы стабилитроны и выбирать те, которые дают шум требуемой интенсивности. В наших схемах амплитуда выходного напряжения шума (на динамиках) близко к максимальному напряжению (чтобы не было ограничения), на которое рассчитана данная схема конечных каскадов усилителя.

Для синего меча схема генератора шума (шипения) вместе с первым каскадом усиления на транзисторе T_1 собрана вместе с генератором гудения на отдельной плате диаметром 30 мм. Фотография этой платы приведена в [разделе 4.4](#) (левая плата на [фото.20](#)). Для красного меча схема генератора шума также собрана на отдельной плате.

Схему генерации гудения мы взяли из книги [\[4\]](#) заменив тип транзистора и внося некоторые изменения. Она приведена на [рис.17](#). Частота гудения определяется значением емкостей C_1 - C_4 и сопротивлений R_1 - R_4 . При одинаковых значениях C_1 - C_4 ($= C$) и R_1 - R_4 ($= R$) частота примерно равна $f \approx 133/(RC)$, где частота выражена f в Гц, R в кОм, C в мкФ. Транзистор T_1 следует подбирать с большим коэффициентом усиления. (В нашей схеме использовался транзистор **“КТ3107Е”**). Выход схемы подключается к указанному месту на схеме ([рис.16](#)) усилителя звука (к базе транзистора T_3). В схеме использовались конденсаторы типа **“Y5V”**.

Подбор сопротивления R_5 требует особого внимания. В данной схеме оно должно находиться в узком интервале значений, при выходе за пределы которых схема перестаёт генерировать звук. Кроме того, значение сопротивления R_5 зависит от напряжения питания. Это является большим недостатком схемы. Кроме всего прочего, от напряжения и значения сопротивления R_5 немного зависит частота звука. Во время работы светового меча аккумуляторы разряжаются, напряжение понижается, и схема может перестать генерировать звук. Поэтому для стабилизации входного напряжения использована микросхема **“78L05”**. К сожалению, эта микросхема далеко не идеальна, и проводит стабилизацию выходного напряжения 5 В только если входное напряжение превышает 5.5-6 В. Это надо учитывать при подборе сопротивления R_5 . Сопротивление R_5 должно быть таким, чтобы предлагаемая схема обеспечивала генерацию при всём диапазоне изменения входного напряжения с учётом разрядки аккумулятора. Мы не успели достаточно точно подобрать это сопротивление, поэтому наш синий меч гудит, только когда немного разрядятся аккумуляторы (не при полном заряде).

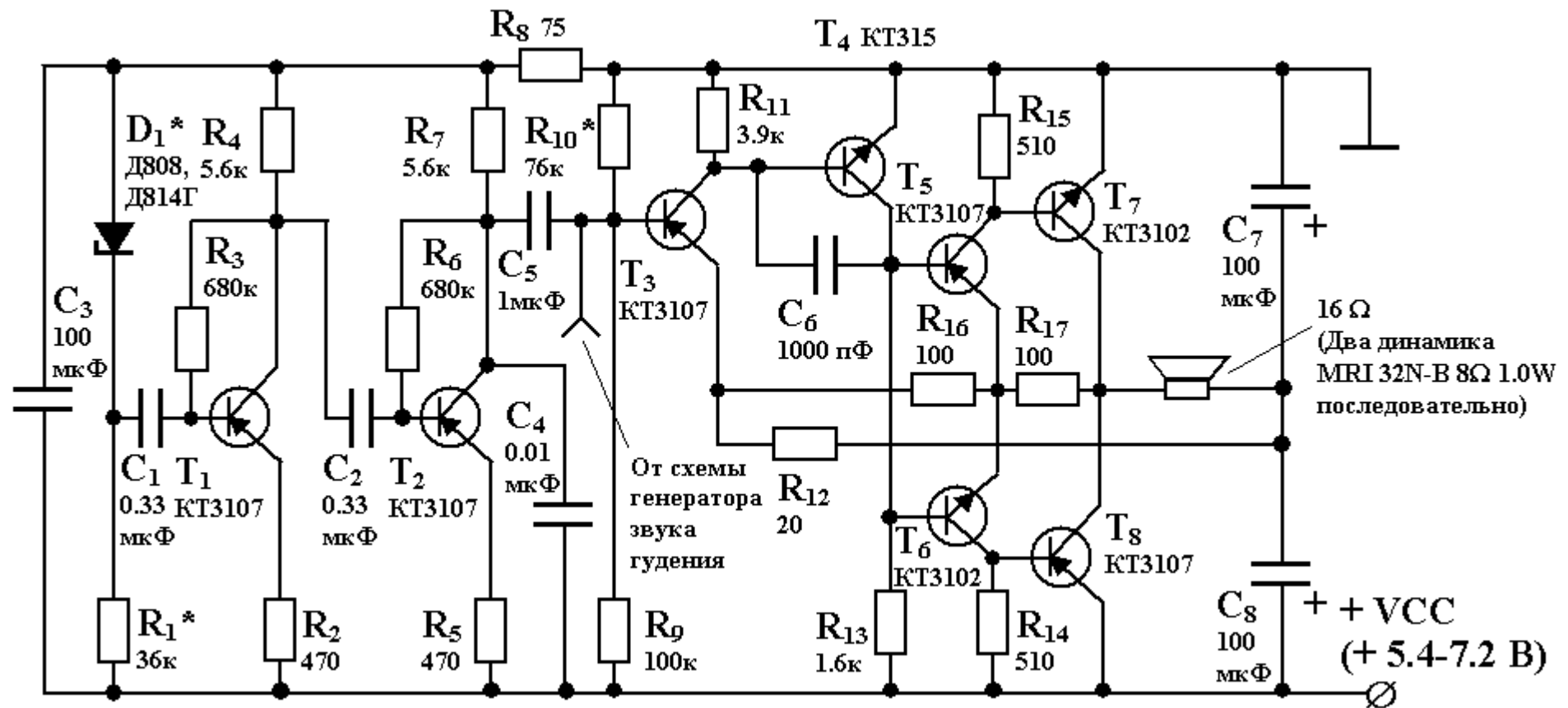


Рис.16 Принципиальная схема генератора шума и усилителя звука для светового меча.

Гудение возникает при замыкании контакта Кн.1 – замыкателя сенсора сотрясений меча (см. [раздел 3 – “Механика светового меча”](#)). Сенсор – замыкатель Кн.1 вклеен в гарду. От схемы до замыкателя Кн.1 проложены провода. Включение и выключение схемы гудения осуществляется полевым транзистором T_2 . При замыкании сенсора сотрясений конденсатор C_7 разряжается на землю, и транзистор T_2 открывается, подавая напряжение на схему. Затем, если сенсор – замыкатель больше не срабатывает, конденсатор C_7 заряжается через сопротивление R_9 . В течение всего времени, пока конденсатор C_7 не зарядится, продолжается гудение. Если сенсор – замыкатель не срабатывает, через время, определяемое произведением $R_9 \cdot C_7$, меч перестаёт гудеть. Для нашего меча это время – около 2 секунд. Если в течение этого времени сенсор – замыкатель повторно замыкается, отсчёт времени до прекращения гудения начинается сначала.

Режим гудения в синем мече можно отключать. Для этого используется малогабаритный тумблер, установленный в гарде (тумблер переключения режимов). В синем мече этот тумблер просто соединяет или разрывает цепь сенсора – замыкателя (Кн.1).

Схема генерации гудения (для синего меча) собрана вместе с генератором шума на отдельной плате, фотография которой приведена в [разделе 4.4](#) (левая плата на [фото.20](#)).

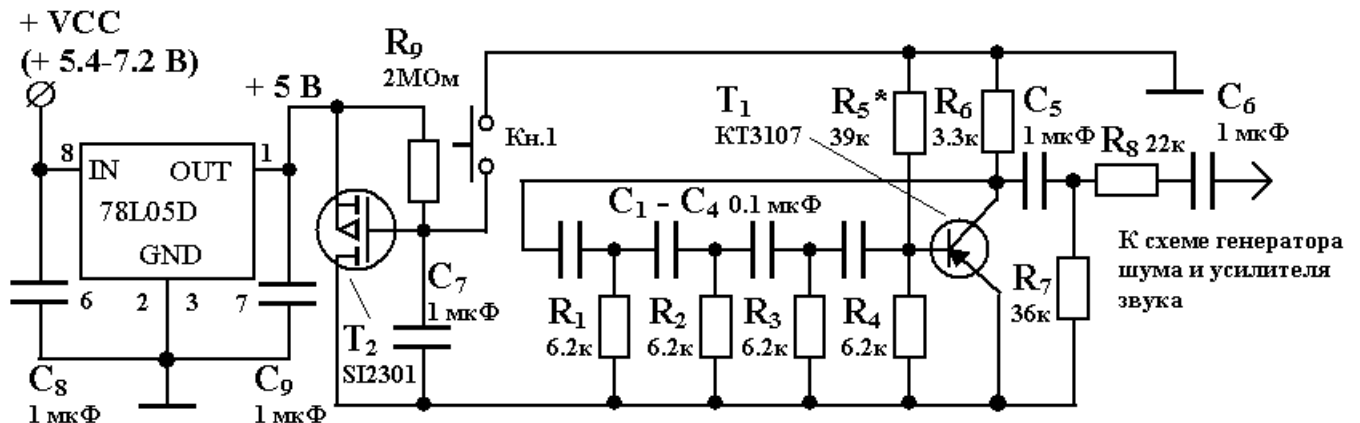


Рис.17 Принципиальная схема звукового генератора гудения светового меча.

4.4 Монтаж электронных схем.

Монтаж электронных схем осуществляется на платах из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1.5 мм диаметром 30 мм. Платы электронных схем синего меча показаны на фотографиях [фото.18,19,20,21](#). Монтаж осуществляется двумя способами. В обоих случаях проводящие дорожки и участки плат выполнялись путём вырезания прорезей резцом в фольге фольгированного стеклотекстолита. (Резец был изготовлен с помощью электрического точильного инструмента из обломка полотна ножовки по металлу.) Для плат блоков питания светодиодов и платы управления монтаж электронных компонент проводился с той же стороны, на которой были вырезаны проводящие пути. Использовался двусторонний фольгированный стеклотекстолит. На обратной стороне оставалось сплошное металлизированное покрытие. Для звуковых схем использовался односторонний фольгированный стеклотекстолит. Установка компонент проводилась с нефольгированной стороны. Просверливались отверстия, куда вставлялись выводы радиодеталей. С фольгированной стороны выводы обрезались, загибались и припаивались к проводникам из фольги. На краях плат, где это было возможно, оставлялись проводящие фольгированные участки контакта “Земля”, к которому подключается “–” напряжения питания. К этим контактам “Земля”

припаивались толстые медные проволоки, служащие для крепления плат (см. ниже). Корпуса крупных деталей (индуктивность L_1 в схеме питания светодиодов, крупные электролитические конденсаторы) приклеивались к платам. Для этого подойдёт клей “Момент” (желтоватого или коричневого цвета типа “универсальный, надёжный контактный клей водостойкий”). Обмазывать со всех сторон толстым слоем клея индуктивности нежелательно, так как это может ухудшить теплоотвод. При монтаже надо учитывать, что микросхема “**MC34063AP1G**” в схеме питания светодиодов заметно греется при работе. Поэтому вокруг неё должно быть достаточно свободного места. Сердечники катушек индуктивности в этой схеме также греются.

Монтаж электронных компонент проводился припоем “**ПОС-60**”. В качестве флюса использовалась канифоль. Не рекомендуется использовать для паяния кислотные и химически агрессивные (для пайки алюминия, стали) флюсы. Если Вы их всё-таки используете, платы после монтажа необходимо тщательно промыть спиртом. Эти флюсы, если останутся на монтаже, приведут к разъеданию проводников, к образованию проводящих плёнок на изолирующей поверхности между проводниками. Кроме того, в некоторых местах наших схем, в частности, в цепях, управляющих полевыми транзисторами, установлены большие сопротивления. Например в схеме включения генератора гудения ([рис.17](#)) в цепи зарядки конденсатора C_7 стоит сопротивление 2 МОм. Поэтому в подобных местах схем важна очень хорошая изоляция проводников. При использовании кислотных и агрессивных флюсов сопротивление между печатными проводниками может быть сравнимо с номиналами сопротивлений, установленных в схемах, из-за оставшихся после пайки плёнок флюса. Это приведёт к неработоспособности собранной платы.

После окончания пайки и наладки монтаж (печатные проводники) следует протереть спиртом и покрыть лаком (лак для электронных схем). Мы вместо лака использовали клей “суперцемент” (жидкий клей с ацетоном). Можно также использовать силиконовый герметик.

Платы блока питания светодиодов, собранные по схеме на [рис.14](#), показаны на [фото.19](#). Каждая такая плата и питает две гирлянды светодиодов. В синем мече имеется 4 такие платы, в красном – 2. Звуковые платы синего меча показаны на [фото.20](#), слева плата схем генерации шума и генерации гудения, справа плата усилителя звука. На [фото.21](#) показана плата управления – автоматики (включения и выключения меча, контроля разрядки аккумуляторов).

На краях плат на 4-х сторонах через 90° сверлились отверстия, которые затем путём пропила части платы превращались в выемки на краях плат. Туда вставлялись 4 толстые медные проволоки, которыми вся конструкция из электронных плат скреплялась в одну целую конструкцию. Проволоки припаивались к фольгированной поверхности плат (к контакту “Земля” на краях плат). Эта собранная конструкция из электронных плат показана на [фото.22](#) со всех 4-х сторон. Показана сборка электронных плат для синего меча. Расположение плат было следующим (снизу вверх на фотографиях, от лезвия к концу ручки в мече): плата автоматики, 4 платы блоков питания светодиодов, 2 платы звука (схема усилителя и схема генерации). Последней платой в сборке была передняя стенка аккумуляторного отсека, к которой припаян пружинящий контакт (“–” аккумулятора) и обычный контакт (напайка из припоя) (“+” аккумулятора). К этой плате - передней стенке аккумуляторного отсека прикручены два уголка “10” на [рис.6](#), которыми эта плата, а вместе с ней и вся сборка плат крепятся к ручке – эфесу меча.

На [фото.22](#) видны отходящие вниз от сборки из электронных плат 4 толстые медные проволоки, которые соединяют вместе все платы. Эти отходящие концы обрезаются и изгибаются, а затем припаиваются к уголкам “15”, согнутым из облуженных медных пластин. Этим обеспечивается надёжный электрический контакт “Земля” к лезвию меча.

Провода, идущие от аккумуляторов к платам, и провода от плат к элементам, укрепленным в гарде, проходят сквозь отверстия, сделанные в платах специально для этих проводов. Провода, идущие от плат к гарде и провода питания от аккумуляторов к платам брались типа **“МГТФ”**. Это медные провода с фторопластовой полупрозрачной изоляцией. Подойдут также провода типа **“МСЭ”** с фторопластовой изоляцией. Желательно использовать провода с фторопластовой изоляцией, так как она не повреждается во время паяния провода. Использовались “толстые” и “тонкие” провода МГТФ. “Тонкие” провода имеют диаметр (вместе и изоляцией) около 0.6 мм, “толстые” около 1 мм. “Тонкие” провода использовались для прокладки от плат к динамикам, кнопкам включения и выключения меча, к сенсору сотрясений, к светодиоду – индикатору разряда аккумуляторов. “Толстые” провода шли от блоков питания светодиодов к светодиодным гирляндам. Светодиоды в гирляндах также соединялись друг с другом “толстыми” проводами МГТФ. Для питания от аккумуляторов к плате автоматики прокладывались по два “толстых” провода для каждого из проводников “+” и “-”.



Фото.18 Платы электронных блоков синего светового меча (во время наладки).

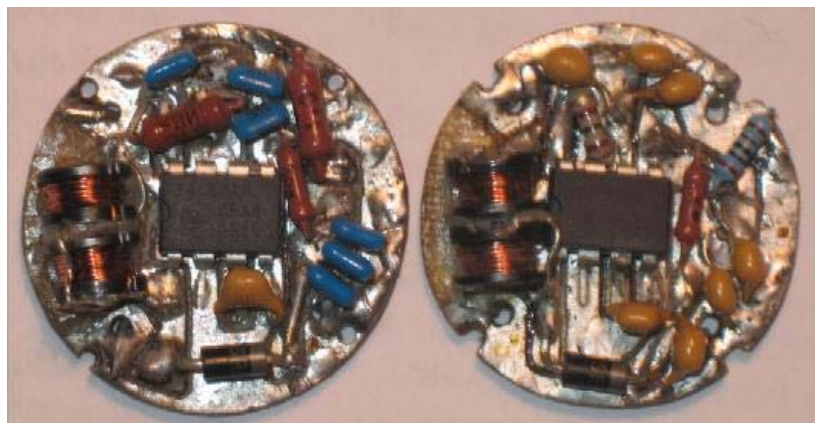


Фото.19 Платы блоков питания гирлянд светодиодов.



Фото.20 Платы схемы генерации и усиления звука для синего меча.

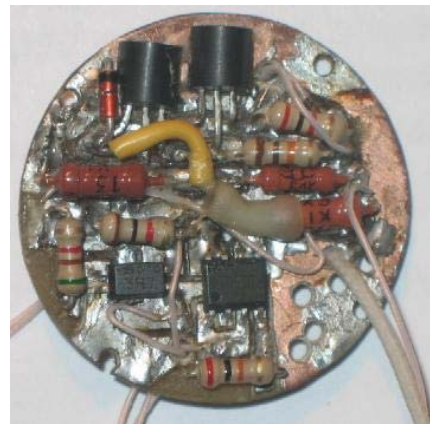


Фото.21 Плата схемы управления (автоматики).

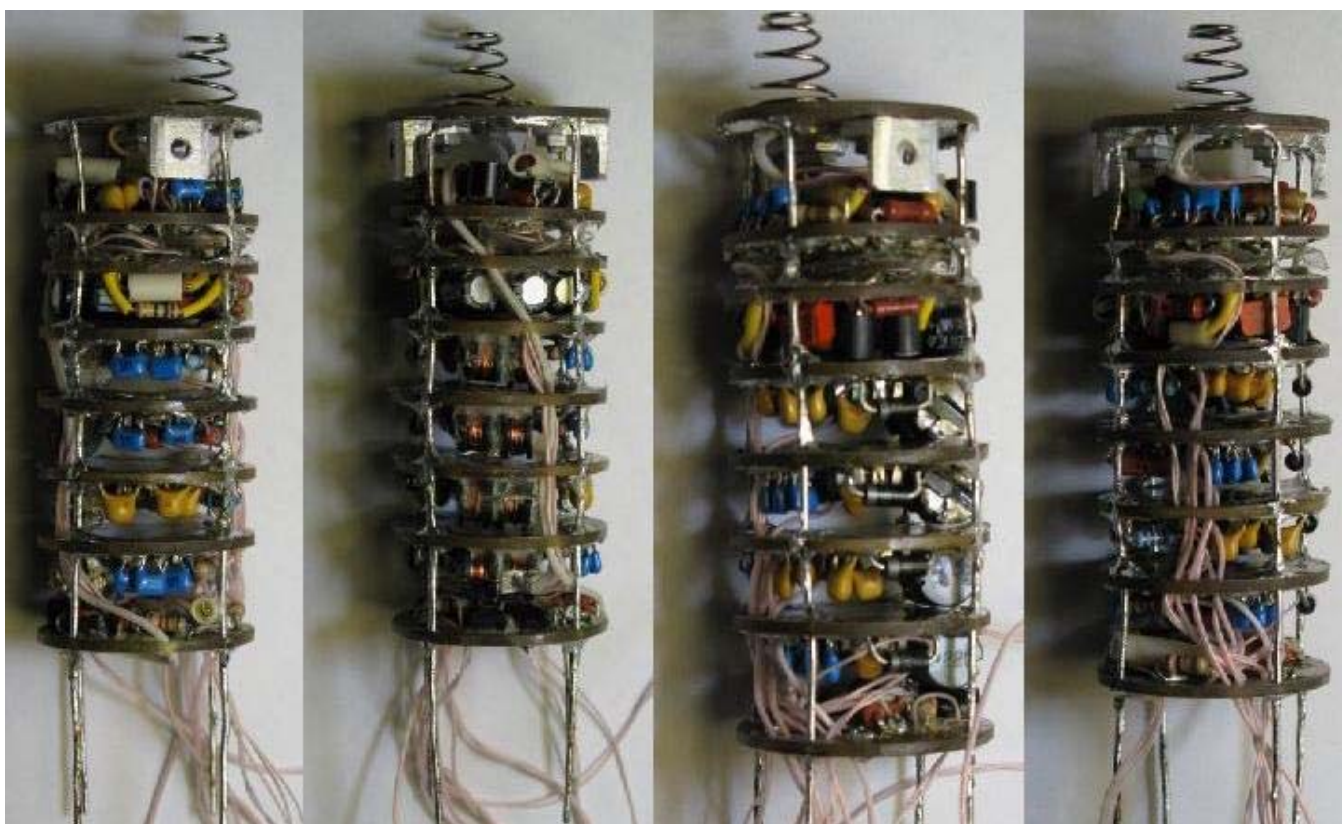


Фото.22 Сборка из плат электронных схем для синего меча (снятая с 4-х сторон).

5. Сборка светового меча.

В данном разделе описаны некоторые важные технологические подробности сборки меча, изготовления и монтажа его деталей и частей компонентов. Приведён порядок сборки светового меча.

5.1 Технология изготовления цилиндра – намотки на втулку – основание лезвия.

Изготовление цилиндра - намотки “14” на втулку “2” ([рис.6](#)) проводится путём намотки бумаги, пропитанной эпоксидным клеем. Склейка проводится следующим образом. Берётся качественная прочная и тонкая бумага (для принтеров). Из неё вырезаются куски нужной ширины, которые склеиваются обычным (быстро затвердевающим) клеем в длинную полосу. Путём наматывания этой полосы на втулку определяется требуемая длина полосы бумаги, так чтобы после намотки была нужная толщина. При необходимости бумажная полоса наращивается. Затем полоса бумаги постепенно намазывается эпоксидным клеем и тут же намазанный участок плотно наматывается на втулку. Эпоксидный клей необходим жидкий (без наполнителей) типа “ЭДП” с большим (около 30 мин. – 1-2 часа) временем затвердевания. Только такой клей полностью пропитает бумагу и не успеет затвердеть до полной намотки бумаги. Намазывать на бумагу клей надо толстым слоем, чтобы избыток клея впитался в бумагу. Наматывая бумагу надо надавливать на намотку и надавливая совершать движения пальцами по окружности намотки в сторону направления намотки, чтобы бумага плотнее скручивалась. Уплотняя такими движениями намотку надо также контролировать правильность намотки вдоль оси втулки, чтобы бумага ложилась в виде правильного цилиндра, и чтобы отдельные слои бумаги не выступали вперёд или назад вдоль оси втулки. При указанных действиях эпоксидный клей должен впитаться в бумагу, а излишки должны выдавливаться на торцах намотки. (Эти излишки клея используются для намазывания следующей части бумажной полосы.) Проводя намотку бумаги надо контролировать толщину намотки, чтобы получившийся цилиндр из бумаги с эпоксидной смолой плотно вставлялся в трубку эфеса “1”. После намотки слоя требуемой толщины сверху намотка плотно обворачивается полиэтиленовой плёнкой (чтобы сверху ничего не приклеилось) и туго и на протяжении всей длины обматывается резинкой или верёвкой. После затвердевания эпоксидного клея такая намотка представляет очень прочную и твёрдую композитную конструкцию. Цилиндр - намотка при необходимости немного обтачивается напильником, чтобы он плотно по всей длине без зазоров входил в трубку эфеса. Втулка “2” с цилиндром - намоткой “14” показана на [фото.8](#).

5.2 Технология изготовления контейнера для аккумуляторов.

Аккумуляторный отсек включает контейнер для аккумуляторов, состоящий из двух склеенных между собой эпоксидным клеем трубок “5” ([рис.6](#)). Фотография контейнера для аккумуляторов показана на [фото.9,10](#).

Трубки для контейнера аккумуляторов изготавливаются путём намотки бумаги, пропитанной эпоксидным клеем. Намотку этих трубок мы производили, используя сами аккумуляторы (3 штуки, составленные в ряд). Это не является хорошим решением, так как аккумуляторы после всего оказались вымазанными эпоксидной смолой, и эту смолу пришлось с них счищать. Лучше проводить намотку на какую-нибудь длинную трубку подходящего диаметра. Но у нас не было времени искать такую трубку.

Склейка трубки для отсека проводится следующим образом. Берётся качественная прочная и тонкая бумага (для принтеров). Из неё вырезаются куски нужной ширины (по длине трёх аккумуляторов). Длина полосы берётся такой, чтобы получилась намотка на аккумуляторы не менее чем из 5 слоёв бумаги. При использованной нами трубке эфеса

(внутренний диаметр указан выше) в ней слишком мало места, чтобы делать толстой стенку трубок аккумуляторного отсека. Поэтому мы брали для намотки ровно 5 слоёв бумаги. Первый слой наматывается на 3 составленных в ряд аккумуляторов. Далее на втором обороте бумажной ленты бумага наклеивается на первый слой любым не очень прочным быстро затвердевающим клеем. Мы использовали для этого нитроцеллюлозный канцелярский клей. Важно, чтобы он после затвердевания заполнил собой поры в 1-м и 2-м слое бумаги, и чтобы через эти слои не прошла намазываемая на последующие слои бумаги эпоксидная смола. Намотка этих первых двух слоёв делается плотно, но так, чтобы аккумуляторы моно было впоследствии вытащить. После высыхания намотки из первых двух слоёв проводится намотка оставшихся слоёв, но уже с намазыванием бумажной ленты эпоксидным клеем. Полоса бумаги постепенно намазывается эпоксидным клеем и тут же намазанный участок плотно наматывается на аккумуляторы. Эпоксидный клей необходим жидкий (без наполнителей) типа “ЭДП” с большим (около 30 мин. – 1-2 часа) временем затвердевания. Только такой клей полностью пропитает бумагу и не успеет затвердеть до полной намотки бумаги. Клей должен полностью пропитать бумагу, а избыток клея надо выдавить, чтобы намотка была плотной. Наматывая бумагу надо надавливать на намотку и надавливая совершать движения пальцами по окружности намотки в сторону направления намотки, чтобы бумага плотнее скручивалась. Уплотняя такими движениями намотку надо также контролировать правильность намотки вдоль оси цилиндра. После окончания намотки получившаяся трубка вместе с аккумуляторами обворачивается полиэтиленовой плёнкой (чтобы сверху ничего не приклеилось) и затем туго и на протяжении всей длины обматывается резинкой или верёвкой. В таком виде она оставляется до полного затвердевания. После затвердевания эпоксидного клея получается достаточно прочная и твёрдая трубка. Аккумуляторы вынимаются. Далее первые изнутри два слоя бумаги, которые были пропитаны непрочным нитроцеллюлозным клеем, полностью счищаются надфилем по всей длине трубки. После этого аккумуляторы свободно без усилия можно перемещать по всей длине получившегося контейнера.

После склейки двух трубок они склеиваются вместе эпоксидным клеем. Перед склеиванием трубок надо проверить, войдёт ли получающаяся конструкция в трубку эфеса “1”. При указанном внутреннем диаметре трубки эфеса сложенные вместе трубки контейнера не входят в неё. Чтобы они входили, трубки немного стачиваются напильником с одной стороны и эта сторона выравнивается напильником. Трубки складываются вместе сточенными сторонами. В таком виде они входят в эфес. Затем складываемые стороны трубок намазываются тонким слоем жидкого эпоксидного клея, трубки складываются вместе и туго обматываются верёвками на обоих концах. Затем стыки трубок по всей длине густо намазываются эпоксидным клеем, желательно уже немного загустевшим, чтобы излишки клея не стекали, а оставались на стыках трубок и впоследствии скрепляли трубки. Склеенные таким образом вместе трубки контейнера аккумуляторов показаны на [фото.9](#).

Далее контейнер в виде двух трубок “5” намазывается по сторонам эпоксидным клеем и вставляется в трубку “1” – корпус эфеса. Положение контейнера берётся таким, чтобы контакты (пружинящий “11” и сплошной “12”) на передней стенке “8” аккумуляторного отсека находились точно по центру трубок. Перед вклейкой контейнера приходится выравнивать и немного стачивать края трубок, касающиеся внутренней поверхности трубки эфеса.

5.3 Порядок сборки светового меча.

После изготовления электронных плат и отдельных узлов и заготовок для светового меча производится сборка в следующем порядке.

- Изготовление трубки эфеса "1". Изготовление втулки "2".
- Изготовление цилиндрической намотки "14" на втулку ([рис.6](#)), как описано в [разделе 5.1](#).
- Приклеивание 8-ми гаек М3 "18" эпоксидным клеем "19" ([рис.7](#)) к внутренней стороне втулки "2", как описано в [разделе 3](#).
- Изготовление контейнера для аккумуляторов из двух трубок, как описано в [разделе 5.2](#). Вклеивание контейнера в трубку эфеса.
- Изготовление деталей (уголков) для крепления передней и задней стенок аккумуляторного отсека и гарды.
- Пропилка вырезов на концах "Т" - образных профилей – половинках лезвия для установки штифта "16" и электрических контактов к лезвию – пластин (уголков) "15" ([рис.6](#)).
- Склеивание эпоксидной смолой лезвия из двух "Т" - образных половинок - профилей.
- Изготовление и приклеивание на переднем конце рапиры - лезвия кружка из оргстекла ([фото.13](#)).
- Фиксация лезвия в втулке "2" штифтом "16" ([рис.6](#)) (вместе с медными пластинами, которые потом сгибаются в уголки "15").
- Укладывание прокладок лезвия "21", "22" ([рис.7](#)). Вставка 4-х трубок ПВХ "23" для последующей прокладки проводов, идущих к светодиодам и гарде ([рис.7](#)). Чтобы в трубки "23" не затёк эпоксидный клей концы трубок затыкаются бумажными затычками.
- Заливка всего свободного внутреннего пространства втулки "2" эпоксидным клеем. Начинать заливку надо пока клей жидкий, чтобы он целиком залил все щели. Лезвие направляется вниз и под углом, чтобы эпоксидная смола не вытекала слишком быстро снизу. Отверстия на нижней стороне можно прикрыть, чтобы смола не вытекала быстро, либо снимать вытекающий снизу клей и намазывать сверху, пока он не загустеет. После затвердевания, вытекшие излишки смолы счистить.
- Изгибание медных облуженных пластин, прикрученных штифтом и гайками (с шайбами Гровера) к лезвию, так чтобы из них получились уголки "15".
- Припаивание к этим уголкам толстых медных проволок, соединяющих между собой электронные платы.
- Протягивание проводов через 4 трубки ПВХ "23".

После описанных шагов сборки световой меч выглядит так, как показано на [фото.23](#). Рабочий момент после заливки эпоксидной смолы внутрь втулки "2" показан на [фото.24](#).



Фото.23 Световой меч во время сборки (перед установкой втулки “2” с лезвием, намоткой “14” и электронными патами в рукоятку).



Фото.24 Рабочий момент. Стол (он же обеденный) после заливки эпоксидной смолы внутрь втулок “2” [рис.6](#) и склеивания эпоксидной смолой вместе друг с другом трубок контейнера аккумуляторов. На переднем плане два лезвия – рапиры, приклеивающиеся к втулкам “2”.

Далее последовательность сборки следующая.

- Втулка “2” вместе с лезвием и присоединённой сборкой из электронных плат вставляется в трубку эфеса “1”.

- Закручиваются короткие винты (с потайными шляпками) в два уголка “10” ([рис.6](#)). Для этого в уголках “10” нарезана резьба М3. Этим самым плата “8” – передняя стенка аккумуляторного отсека крепится к трубке эфеса “1”. Вместе с этой платой крепится вся сборка из электронных плат. Толстые медные проволоки, которые скрепляют вместе все электронные платы, можно слегка гнуть. Поэтому всю собранную конструкцию плат можно слегка деформировать, вращая последнюю плату “8” (переднюю стенку аккумуляторного отсека), к которой крепятся уголки “15” и электрические контакты, вдоль оси эфеса. Этой небольшой деформацией можно компенсировать неточность разметки отверстий в трубке эфеса и начального положения отверстий в уголках “10” по направлению касательной к окружности. Обычно точности разметки порядка 0.5 мм оказывается достаточно. Вдоль оси эфеса необходимо более точно подогнать расположение отверстий. При необходимости это делается повторным изгибанием и припаиванием толстых медных проволок к плате “8” – передней стенке аккумуляторного отсека.

- Закручиваются 4 задних винта (с потайными шляпками), которые крепят втулку “2” в трубке эфеса “1” ([рис.6](#)).

- Фанерный кружок “4” – основа гарды ([фото.12](#)) крепится к 4-м дюралюминиевым уголкам “20” ([рис.7](#)). Уголки “20” с втулкой “2”, цилиндром - намоткой “14” и трубкой эфеса “1” соединяются все вместе винтами “17” ([рис.7](#)). Винты вворачиваются в гайки “18”, которые ранее были приклеены эпоксидным клеем “19” ([рис.7](#)).

После описанных шагов сборки световой меч выглядит так, как показано на [фото.25](#).



Фото.25 Момент сборки светового меча. Примерка частей гарды на собранный эфес с лезвием (внутри эфеса - электронные схемы).

Затем последовательность сборки следующая.

- В фанерный кружок “4” гарды эпоксидным клеем вклеиваются тактовые кнопки включения и выключения светового меча, светодиод индикации разряда аккумуляторов, тумблер переключения режимов, маленький цилиндрический контейнер из фольги с пружинным замыкателем - сенсором сотрясений. Все эти детали показаны на [фото.12](#). Для всех этих деталей, а также для проводов, идущих к ним, в фанерном кружке “4” проделаны вырезы резцом.

- Вставка в гарду динамиков. Для вставки динамиков в фанерном кружке “4” предварительно делаются фигурные вырезы (резцом), повторяющие контуры динамиков (см. [фото.12](#)). К динамикам припаиваются провода. Динамики обмазываются сзади по краям и в центре (на месте магнитного сердечника) силиконовым герметиком. Вырезы в фанерном кружке также смазываются герметиком. Затем динамики вставляются тыльной стороной в вырезы и оставляются в неподвижности до полимеризации

герметика. Силиконовый герметик покупался в магазине авто-запчастей. Использовался прозрачный силиконовый герметик фирмы “ABRO” (герметик прокладок).

- Припаивание проводов к кнопкам и другим элементам управления и контроля, расположенным в фанерном кружке “4” гарды.

- Провода, идущие к элементам на гарде, укладываются в вырезанные для них прорези, все эти прорези замазываются прозрачным силиконовым герметиком, накрывается плоской пластиной до застывания герметика. Этим самым монтажные провода фиксируются в гарде.

- Для синего меча (в котором 8 гирлянд светодиодов, по 2 гирлянды на каждый из 4-х углов рапиры) перед приклеиванием фольги вдоль рёбер двугранных углов рапиры лезвия прокладываются 4 провода, идущие от основания лезвия к середине. (“Толстые” провода типа МГТФ.) Эти провода служат для подведения питания (+39 В) каждой паре гирлянд светодиодов. Фольга затем наклеивается сверху на эти провода.

- Наклеивание фольги на лезвие. Поверхность “Т” – образных профилей (фотография на [рис.7](#)), из которых изготовлено лезвие, светлая, похожая на алюминиевую поверхность, но всё же недостаточно блестящая. Поэтому наклеивалась блестящая фольга. Фольга бралась от шоколадных конфет. Эта фольга имеет одну сторону блестящую, которая обращена наружу, и матовую, которой фольга приклеивалась к лезвию. Приклеивание осуществлялось клеем “Момент”. Для этих целей лучше брать непрозрачный желтоватый или коричневатый клей “Момент”, на котором написано “универсальный, надёжный контактный клей водостойкий”. Прозрачный клей “Момент” не подходит для этих целей, прочность склеивания гораздо хуже. Для приклеивания предварительно фольга нарезалась на куски подходящей ширины, так чтобы полоска фольги покрывала один внутренний угол 90° рапиры лезвия. Смазывать полоску фольги или лезвие надо толстым слоем клея “Момент” (а не тонким, как написано в инструкции для клея). Иначе склеивание не будет надёжным. Перед намазыванием клея склеиваемые поверхности лезвия и фольги протираются бензином. (Бензин перед намазыванием клея должен испариться.)

Далее проводится монтаж гирлянд светодиодов, который подробно описан в [разделе 5.4](#).

- Привинчивание медных уголков для припаивания контакта “Земля” к гирляндам светодиодов у острия лезвия. Подробнее см. [раздел 5.4](#).

- Спиливание бортиков на корпусах светодиодов. Припаивание проводников между выводами соседних светодиодов в гирляндах. Подробнее см. [раздел 5.4](#).

- Приклеивание гирлянд светодиодов к лезвию - рапире. Подробнее см. [раздел 5.4](#). Приклеивание осуществляется прозрачным силиконовым герметиком. Этот герметик покупался в магазине авто-запчастей. Рекомендуемая марка герметика – прозрачный силиконовый герметик фирмы “ABRO” или ему аналогичный.

- Припаивание проводов, идущих от электронных плат (блоков питания) к гирляндам светодиодов. Изоляция мест спаек этих проводов термоусадочными трубками.

После описанных шагов сборки световой меч уже можно включать. Мечи на этой стадии сборки (во включённом и выключенном состоянии) показаны на [фото.26, 27](#).

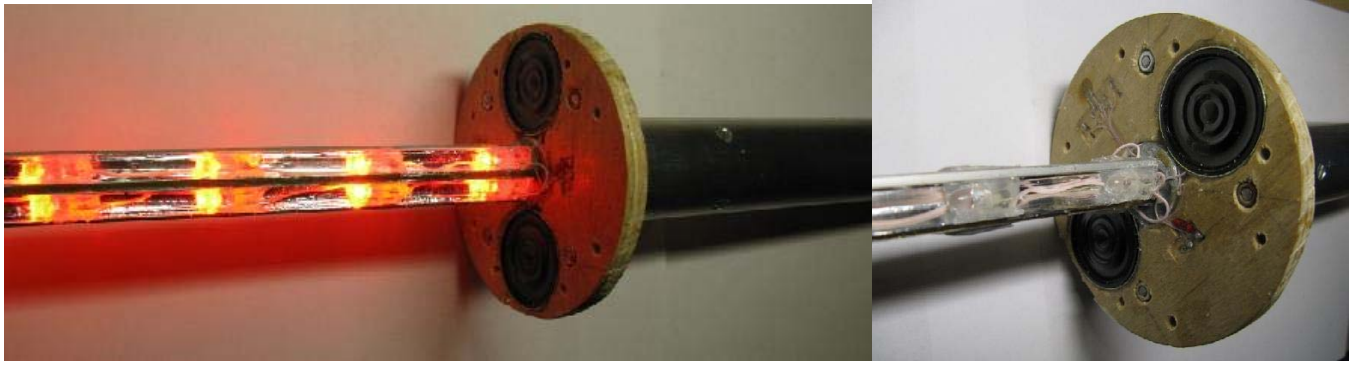


Фото.26 Включённый и выключенный красный световой меч при ярком освещении настольной лампой. На лезвии меча нет защитного покрытия из пенополиэтилена. На гарде не установлен защитный кружок из стеклотекстолита. Жёлтый цвет светящихся светодиодов на фотографии – из-за засветки и насыщения ПЗС матрицы фотокамеры. В действительности цвет красный.

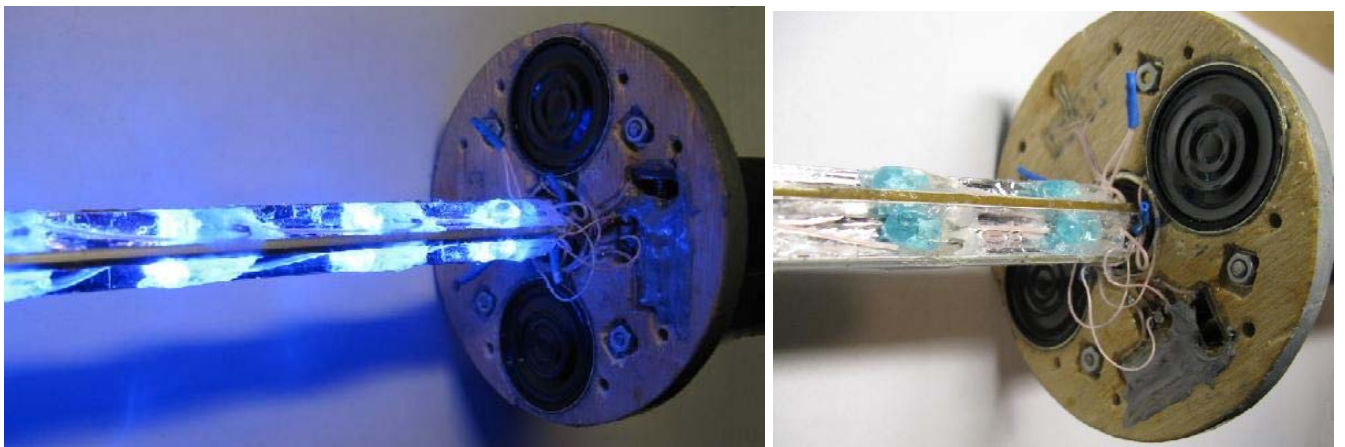


Фото.27 Включённый и выключенный синий световой меч при ярком освещении настольной лампой. На лезвии меча нет защитного покрытия из пенополиэтилена. На гарде не установлен защитный кружок из стеклотекстолита. На переднем краю гарды, обращённом к зрителю, виден вклеенный эпоксидным клеем в гарду замыкатель - сенсор сотрясений, использующийся для включения гудения светового меча. Белый цвет светящихся светодиодов на фотографии – из-за засветки и насыщения ПЗС матрицы фотокамеры. В действительности цвет ярко-синий, можно даже сказать голубой.

Затем последовательность сборки следующая.

- На гарду спереди накладывается защитный кружок “24” из стеклотекстолита (**фото.12, 25**). Он закрывает в частности динамики. Для вывода звука от динамиков в защитном кружке просверлены отверстия. Защитный кружок “24” прикручивается к фанерному кружку “4” гарды 8-ю винтами М2.5. Эти винты хорошо видны на **фото.28**. Эти винты имеют потайные шляпки, которые практически не выступают из поверхности защитного кружка. Поэтому о поверхность гарды нельзя ничем зацепиться или пораниться.

- Защитный кружок “24” гарды спереди, фанерный кружок “4” гарды сзади и по бокам покрываются краской – “серебрянкой” под цвет алюминия. Краска получена подмешиванием алюминиевой пудры в лак. Краской покрывается также задняя крышка аккумуляторного отсека “7” (**рис.6**) (см. **фото.11**).

Синий меч на этой стадии сборки показан на **фото.28, 29**.

- Далее проводится обмотка лезвия меча защитным слоем из пенополиэтилена. Сверху лезвие обматывается прозрачным скотчем. Изготавливается защитный наконечник лезвия из пенополиэтилена. Эти процессы сборки подробно описаны в [разделе 5.5](#).

После этого световой меч приобретает окончательный вид. Фотографии полностью собранных световых мечей приведены в [разделе 7](#).



Фото.28 Момент сборки синего светового меча. Меч перед обмоткой лезвия защитным слоем из пенополиэтилена.



Фото.29 Вид синего светового меча – гарда крупным планом сзади.

5.4 Монтаж светодиодных гирлянд на лезвии меча.

Светодиоды соединялись между собой проводниками в гирлянды и приклеивались к лезвию-рапиры прозрачным силиконовым герметиком. Схемы гирлянд показаны на [рис.30](#). Для синего меча в каждый двугранный угол лезвия - рапиры устанавливается две гирлянды, соединённые параллельно, каждая из 12-ти синих светодиодов, соединённых последовательно. Один блок питания светодиодов питает две соединённые таким образом гирлянды. Всего в синем мече 4 пар гирлянд и 4 блока питания светодиодов. Для красного меча в каждый двугранный угол лезвия - рапиры устанавливается одна гирлянда из 19-ти красных светодиодов, соединённых последовательно. Один блок питания светодиодов питает две такие гирлянды. Всего в красном мече 4 гирлянды и 2 блока питания светодиодов.

В синем мече провод от вывода “+39 В” блока питания светодиодов прокладывается (под фольгой) до середины лезвия и припаивается к выводам “+” светодиодов обеих гирлянд. Для этого использовался провод МГТФ (с фторопластовой изоляцией) диаметром по изоляции около 1 мм. Провод прокладывался вдоль ребра двугранного угла ложбины рапиры, и сверху клеем “Момент” приклеивалась фольга.

Контакт “-” светодиодов гирлянд припаивался к “Земле”. Контакт “Земля” обеспечивался спереди лезвия припаиванием контактов гирлянд к медным уголкам, прикрученным в свою очередь винтами к дюралюминиевому корпусу лезвия. Как было указано выше (см. [раздел 3](#)), у переднего конца половинки лезвия соединяются двумя винтами М2.5. Эти винты служат главным образом для того, чтобы крепить 4 небольших медных облуженных уголка, к которым припаиваются выводы “-” гирлянд светодиодов. Эти винты, закрученные с шайбами Гровера, стягивают половинки лезвия и по 2 уголка каждый. (Помимо обеспечения надёжного электрического контакта уголков к лезвию, это соединение придаёт лезвию дополнительную прочность.) Уголки для этих контактов должны быть облужены, а места на лезвии – рапиры должны быть тщательно зачищены до дюралюминия. (Напомним, что поверхности “Т” – образных уголков, из которых склеена рапира, покрыты непроводящим покрытием под цвет алюминия.) Для обеспечения контакта “Земля” гирляндам синего меча у основания лезвия служат 4 провода, пропущенные сквозь ПВХ трубки “23”, идущие сквозь втулку “2” ([рис.7](#)).

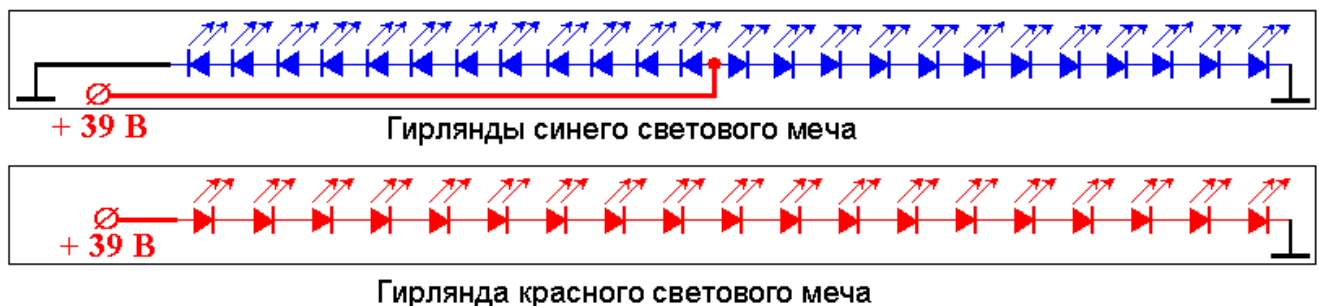


Рис.30 Схемы гирлянд светодиодов световых мечей (для одного двугранного угла лезвия – рапиры).

Подготовка светодиодов перед монтажом включает следующее. Выводы светодиодов обкусывались до длины около 4-5 мм и облуживались. На корпусах светодиодов спиливались бортики, чтобы поверхность была цилиндрической. Спиливание бортиков является необходимой процедурой, поскольку места в ложбинах рапиры недостаточно для размещения корпусов светодиодов, если на них будут выступы. Ведь ещё кроме светодиодов в этих ложбинах должны проходить провода, питающие светодиоды. Эти провода лучше размещать в самом углу ложбины. Один провод принадлежит прокладываемой гирлянде. Для синего меча на половине лезвия приходится прокладывать ещё один провод, который подаёт “+” питания на гирлянды

светодиодов (см. [рис.30](#)). Поэтому для экономии места бортики на корпусах светодиодов необходимо спиливать. Спиливание проводилось надфилем. Эта процедура довольно трудоёмка.

Для соединения светодиодов использовался провод МГТФ (с фторопластовой изоляцией) диаметром по изоляции около 1 мм. Нарезались кусочки одинаковой длины, которые зачищались на концах и облуживались. Затем концы этих проводов припаивались к светодиодам. Так как проводники светодиодов были короткими, принимались меры предосторожности при пайке, чтобы не испортить от высокой температуры светодиоды. Предварительно все контакты были облужены. Пайка проводилась кратковременно. Во время пайки проводник светодиода сжимался тонким пинцетом (у самого корпуса светодиода) для осуществления теплоотвода.

Затем получившаяся гирлянда светодиодов приклеивалась в ложбину лезвия – рапиры. Перед приклеиванием светодиодов на рапиру приклеивалась блестящая фольга от шоколадных конфет, как было описано выше. Светодиоды клеились на фольгу. Перед приклеиванием поверхность фольги и корпуса светодиодов обтирались бензином для обезжиривания поверхности, чтобы обеспечить лучшую прочность при приклеивании. (Бензин перед намазыванием герметика должен испариться.) Для приклеивания светодиодов использовался прозрачный силиконовый герметик фирмы “ABRO” (герметик прокладок). Он покупался в магазине авто-запчастей. Герметиком обмазывались корпуса светодиодов по бокам и сзади. Спереди, на линзу светодиода, не следует наносить герметик, и надо избегать попадания герметика. Пусть линза направляет поток света вперёд, вдоль лезвия. Сзади герметик должен полностью закрыть выводы светодиода, так чтобы после застывания герметика контакты были полностью изолированы герметиком. На контакты светодиодов и на места пайки проводов мы не надевали никаких изолирующих термоусадочных трубок, поэтому изоляция герметиком является здесь единственной изоляцией. Провод, соединяющий светодиоды, прокладывался между светодиодом и углом ложбины рапиры.

Процесс приклеивания выглядел таким образом. Как правило приклеивались сразу 4 гирлянды сразу во всех 4-х ложбинах лезвия. Светодиоды каждой из 4-х гирлянд располагались вдоль лезвия друг напротив друга. Четыре очередных приклеиваемых светодиодов (на 4-х гирляндах) поочередно намазывались герметиком, смазывались также участки лезвия. Затем 4 светодиода поочередно вкладывались на свои места в ложбины лезвия – рапиры. Затем при необходимости подмазывался герметик или удалялся лишний герметик. Затем положение светодиодов ещё раз проверялось, чтобы электрические контакты светодиодов с припаянными проводами были далеко от поверхности фольги. **ВНИМАНИЕ.** Здесь надо соблюдать особую осторожность, чтобы не допустить короткого замыкания контактов светодиодов на фольгу ! После этого положение 4-х приклеиваемых светодиодов крепко фиксируется скотчем до полного застывания герметика. Для этого участок лезвия, где были приложены приклеиваемые светодиоды, обматывается несколько раз вокруг лезвия заранее заготовленным и отрезанным куском скотча. Далее процедура повторяется для следующих 4-х светодиодов, и так пока все 4 гирлянды не будут приклеены. После этого необходимо дождаться застывания герметика. После застывания герметика скотч снимается и ещё раз проверяется, чтобы не было где-нибудь контакта выводов светодиодов с фольгой. Если где-то какой-то светодиод приклеился криво, так что выводы светодиода слишком близко подходят к фольге, лучше этот светодиод оторвать, очистить от герметика (наклеить также новый кусочек фольги в этом месте на лезвие, так как фольга при отрывании светодиода также порвётся), и провести приклеивание повторно, более качественно. Чтобы при этом быть уверенным, что при включении меча не будет короткого замыкания выводов светодиодов на фольгу.

Вид лезвия-рапиры с приклеенными светодиодами показан на [фото.31](#).

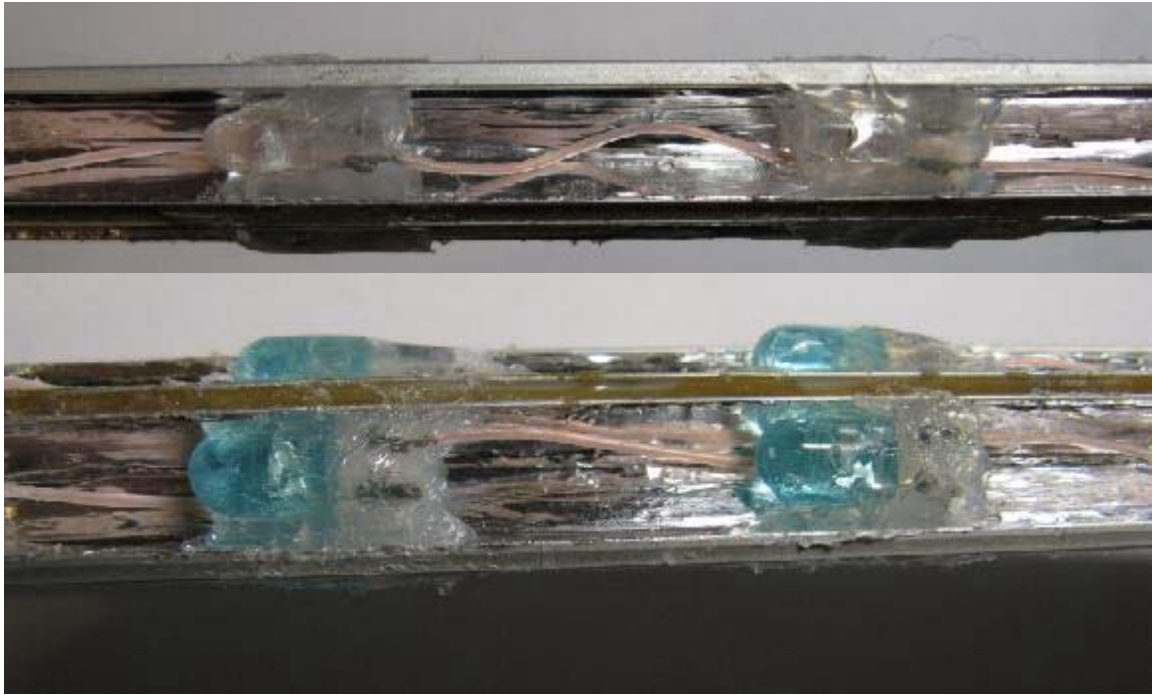


Фото.31 Светодиоды, приклеенные прозрачным силиконовым герметиком к лезвию красного и синего световых мечей.

5.5 Обмотка лезвия меча защитным слоем из пенополиэтилена.

Когда меч уже практически собран, проводится обмотка лезвия слоями пенополиэтилена, а затем прозрачным скотчем. Пенополиэтилен служит для придания мягкости, для смягчения ударов, для защиты светодиодов от ударов. Так как пенополиэтилен полупрозрачен, он хорошо рассеивает свет светодиодов. Благодаря этому свечение лезвия становится гораздо более равномерным вдоль своей длины. Во включенном мече видны отдельные светодиоды сквозь полупрозрачную оболочку, но это не бросается в глаза и практически не заметно с большого расстояния. Также пенополиэтилен очень лёгок и не утяжеляет лезвие.

Обмотка проводилась плотно 2-3-мя слоями пенополиэтилена. Наиболее удобный способ намотки заключается в следующем. Из пенополиэтилена вырезаются длинные узкие полоски шириной около 5 см. Затем они плотно наматываются на лезвие под углом примерно 45° к оси лезвия, и сразу после намотки сверху проводится намотка прозрачного скотча. Так наматываются 2-3 слоя пенополиэтилена. Для синего меча мы проводили намотку по-другому. Бралась широкие куски пенополиэтилена, длиной около 15 см вдоль лезвия, и растянутой шириной, так чтобы получилось 2-3 слоя обмотки. Этими кусками делалась обмотка вокруг лезвия. Затем фиксация намотки проводилась скотчем. Однако, первый способ намотки более удобен и позволяет получить более плотную обмотку.

При намотке использовался цветной полиэтилен, чтобы мечи можно было легко различать в выключенном состоянии (см. [фото.4](#), а также фотографии в [разделе 7](#)). Мы не смогли найти в продаже цветной пенополиэтилен красного цвета (были белый, голубой, синий, зелёный, фиолетовый). Мы использовали имеющийся небольшой кусок красного пенополиэтилена только для последней внешней обмотки красного меча. Первые 2 слоя были намотаны белым пенополиэтиленом.

На конце лезвия меча делается достаточно большой и мягкий наконечник из того же полупрозрачного пенополиэтилена (см. [фото.4](#), [32](#), [34](#)). Наконечник сворачивается из 2-3 слоёв пенополиэтилена и крепко приматывается на конце лезвия несколькими

слоями скотча. Это делается для безопасности. Дополнительно для безопасности на торец лезвия – рапиры был приклеен защитный кружок из оргстекла. Сверху этого кружка и накладывается наконечник из пенополиэтилена. Кружок из оргстекла необходим для того, чтобы дюралюминиевая рапира не смогла проткнуть при сильном ударе внешний мягкий наконечник из пенополиэтилена.

5.6 Рекомендации, касающиеся склеивания деталей светового меча.

Перед склеиванием деталей меча из дюралюминия эпоксидным клеем следует зачищать поверхность дюралюминия напильником или надфилем, чтобы поверхность была шероховатой, после чего мыть поверхности с мылом, высушивать, затем протирать бензином или спиртом. Протирка бензином гораздо лучше, так как в бензине хорошо растворяются жиры и масло, которые могут быть на дюралюминиевых заготовках. Так обрабатывать надо поверхности “Т” – образных уголков при склеивании лезвия – рапиры, зачищать поверхность втулки “2” перед заливкой эпоксидным клеем, внутреннюю поверхность трубки “1” эфеса перед вклеиванием контейнера для аккумуляторов. Аналогично надо зачищать и протирать бензином или спиртом поверхности склеиваемых эпоксидным клеем деталей, склеенных из бумаги и эпоксидного клея.

Перед наклеиванием фольги на лезвие – рапиру клеем “Момент” фольга и рапира протираются бензином. Перед наклеиванием гирлянд светодиодов на фольгу лезвия фольга и корпуса светодиодов протираются бензином.

Перед намазыванием клея бензин или спирт, используемые для протирки, должны испариться.

5.7 Некоторые советы.

В этом разделе мы дадим некоторые советы, которые помогут избежать ошибок при сборке схем и конструкции светового меча.

1. Мы категорически не советуем при монтаже радиодеталей и при других пайках использовать агрессивные и кислотные флюсы. Лучше всего использовать канифоль или раствор канифоли в спирте. Эти флюсы, если останутся на платах, приведут к разъеданию проводников, к образованию проводящих плёнок на изолирующей поверхности между проводниками. В некоторых местах наши схемы очень чувствительны и не допускают возникновения даже небольших токов (подключения даже значительных дополнительных сопротивлений) между проводниками схем. Так, например, мы спаяли контейнер для замыкателя – сенсора сотрясений из фольги (см. [фото.12](#)) и припаяли его и пружину к пластинке из стеклотекстолита, используя агрессивный флюс (рекомендованный для пайки алюминия, стали). Это привело к тому, что собранный сенсор - замыкатель обладал в разомкнутом состоянии, хотя большим, но всё же недостаточно большим сопротивлением из-за остатков флюса. По схеме он должен иметь сопротивление намного превышающее 2 МОм. В результате, схема включения гудения синего светового меча не работала. Поскольку сенсор – замыкатель уже был полностью собран и накрепко вклеен эпоксидным клеем в фанерный кружок гарды, исправить положение было сложно. Пришлось резцом разрезать корпус сенсора – замыкателя и отрезать этим путём корпус от контакта на стеклотекстолитовой пластинке у основания сенсора. Далее места, где проводилась пайка, были протёрты спиртом. После этого сенсор стал иметь достаточно высокое сопротивление в разомкнутом состоянии, и схема заработала. Сенсор – замыкатель после этих исправлений можно видеть на [фото.27](#) (вклеен в гарду).

2. В нашей конструкции аккумуляторы соединены электрически друг с другом по 3 штуки в ряд. При этом всего на все 6 аккумуляторов получается 8 электрических

контактов, которые обеспечиваются механически, прикладыванием и прижиманием проводников и контактных поверхностей друг к другу. Так как ток через аккумуляторы течёт значительный, качество этих контактов имеет большое значение. Во-первых, пружинящие контакты “–”, которых в нашей конструкции два, должны быть сжаты, чтобы создавать ощутимое усилие, которое должно прижимать аккумуляторы друг к другу в каждой трубке, обеспечивая между ними качественный контакт. Во-вторых, контактные поверхности аккумуляторов должны быть протёрты бензином или спиртом. Если эти условия не будут выполнены, во время тряски меча контакты будут нарушаться, что может нарушить работу меча. На контактах между аккумуляторами происходит дополнительное падение напряжения. Если Вы захотите собрать свой световой меч по – другому, например, устанавливая аккумуляторы в стандартные изготовленные заводским способом батарейные отсеки, надо иметь в виду следующее. Число контактов в этих батарейных отсеках может оказаться большим. Например, в стандартном батарейном отсеке для 6 аккумуляторов будет 12 контактов. Увеличение числа контактов приведёт к тому, что на схему во время работы будет подаваться немного меньшее напряжение из-за падения напряжения на контактах.

6. Соблюдение мер безопасности при изготовлении светового меча.

При работе с паяльником от напряжения 110-220 В необходимо соблюдать меры безопасности для электроприборов. Корпус паяльника должен быть заземлён. Под ногами должен находиться резиновый коврик. Желательно использовать паяльники, питающиеся от напряжения 36 В.

Схема питания светодиодов имеет высокое выходное напряжение – до 40 В. Поэтому работать со включённой схемой надо с осторожностью. Под ногами должен находиться резиновый коврик. Запрещается прикасаться к выводам этой схемы во включённом состоянии.

При работе с аккумуляторами необходимо соблюдать инструкцию по безопасному обращению с ними. Нельзя допускать короткого замыкания аккумуляторов. Запрещается разбирать аккумуляторы, наносить повреждения корпусу аккумулятора.

Компоненты эпоксидного клея (эпоксидная смола и отвердитель) являются токсичными. От них страдает в первую очередь печень. Поэтому необходимо тщательно соблюдать инструкцию по безопасному обращению, прилагаемую к клею. Разводить клей необходимо небольшими порциями, чтобы не было резкого ускорения реакции затвердевания, сопровождающегося вскипанием эпоксидной смолы и интенсивным испарением. Запрещается вдыхать пары компонентов эпоксидного клея. Работать следует в хорошо проветриваемом помещении. Работать с клеем желательно в резиновых перчатках. После работы тщательно мыть руки и убирать рабочее место, чтобы исключить попадание незатвердевших компонент эпоксидного клея в организм и продукты питания. Обработывая затвердевшую эпоксидную смолу (или композит – бумагу с эпоксидной смолой) надо соблюдать осторожность, чтобы не вдыхать образующуюся при этом пыль.

Испарения свинца при паянии оловянно-свинцовым припоем (ПОС-60) и попадание свинца в организм опасны для здоровья. При накоплении свинца в организме возможны негативные последствия для мозга, возможны наследственные дефекты. Работать следует под вытяжкой или в хорошо проветриваемом помещении. После работы тщательно вымыть руки и рабочее место сначала уксусом, затем водой с мылом.

Не рекомендуется использовать для паяния кислотные и химически агрессивные флюсы (для пайки алюминия, стали). Если Вы их всё же используете, надо соблюдать осторожность, не вдыхать пары этих флюсов и избегать попадания флюса в глаза. При

попадании кислотного флюса в глаза следует промыть глаза водой, а ещё лучше слабым раствором соды.

При вырезании плат из стеклотекстолита и защитного кружка для гарды и сверлении стеклотекстолита надо быть очень осторожным, чтобы стеклянная пыль, образующаяся при пилении стеклотекстолита ножовкой или напильником, не попадала в дыхательные пути, в глаза и на кожу. Попадание в лёгкие мелкой стеклянной пыли грозит тяжёлым заболеванием - силикозом лёгких. Попадание стеклянной пыли на нежные участки кожи может привести к долго не заживающему поражению кожи. Проводить работы следует в проветриваемом помещении. Можно работать под вытяжкой в виде пылесоса. Лучше всего стеклотекстолит при обработке (пилении, точении напильником и сверлении) смачивать водой. На руки желательно надевать резиновые перчатки. После работы необходимо тщательно проводить уборку рабочего места.

7. Окончательный вид световых мечей.

В данном разделе показано, как выглядят собранные световые мечи, как расположены их органы управления.

Вид собранных световых мечей (выключенных) при солнечном освещении показан на [фото.32,33,34](#). Дюралюминиевые лезвия – рапиры обмотаны пенополиэтиленом для защиты светодиодов и для смягчения ударов. Сверху лезвия обмотаны прозрачным скотчем, поэтому поверхность лезвия на свету выглядит блестящей. На концах лезвий – рапир имеются мягкие защитные наконечники из пенополиэтилена, сделанные для безопасности ([фото.32, 34](#)). Под этими наконечниками имеются ещё кружки из оргстекла, наклеенные эпоксидным клеем на торец рапиры. Они служат также для защиты, чтобы дюралюминиевая рапира не проткнула наконечник из пенополиэтилена и не могла никого поранить. Благодаря обмотке из цветного пенополиэтилена можно легко различать синий и красный мечи на свету в выключенном состоянии.

Рукоятка (эфес) сделан из дюралюминиевой трубки. Большинство винтов, завёрнутых в рукоятку (эфес) меча имеют потайные шляпки. (Только 4 винта спереди эфеса, крепящие также уголки “20”, прикреплённые к гарде, имеют не потайные, а скруглённые шляпки.) Уголки “20”, крепящие гарду, имеют скруглённые и обтёсанные углы и края. Таким образом, в целом поверхность эфеса достаточно гладкая, и о неё нельзя поранить руки. Это особенно удобно если выполнять различные приёмы борьбы со световым мечом.

Аккумуляторы (6 штук Ni-MH типа GP 2700) вставляются сзади в эфес. Крышка, закрывающая аккумуляторный отсек на торце эфеса, прикручивается двумя винтами. Аккумуляторы этого типа являются очень распространёнными (используются в фотокамерах). Поэтому их легко купить, и для них легко найти зарядное устройство.

Наши мечи имеют небольшие гарды. Хотя в “классических” световых мечах, как было задумано Дж. Лукасом, нет гарды, небольшая гарда очень удобна для размещения динамиков и органов управления мечом. Кроме того, она защищает руки. Для вывода звука используются два динамика, размещённых в гарде. Для них в защитном покрытии гарды просверлены отверстия ([фото.33](#)). Максимум звука получается в направлении лезвия. Гарда покрашена под цвет алюминия.

Для включения и выключения меча используются две кнопки. Они расположены на тыльной стороне гарды, обращённой к эфесу. Одна кнопка используется для включения, вторая для выключения меча. Кнопки сенсорного типа (чувствительны к лёгкому нажатию) и работают только на замыкание. Их не надо фиксировать в нажатом состоянии. Управление мечом получилось эффектным. Джедай (или ситх) незаметно лёгким прикосновением нажимает на кнопку, и меч внезапно для зрителя активируется или деактивируется. Расположение кнопок показано на [фото.29](#). Невдалеке от кнопок

расположен светодиод, сигнализирующий о том, что аккумуляторы меча разряжены. На противоположной стороне гарды с тыльной стороны имеется небольшой тумблер переключения режимов. В синем мече он включает и выключает режим, в котором возможно гудение светового меча. В красном мече такой тумблер уменьшает силу звука (шипения) меча.

В темноте или сумерках световой меч выглядит примерно так, как на **фото.35,1,2,3**. Но обычная фотокамера не в силах передать в точности изображение светового меча, из-за его высокой яркости и из-за темноты фона. Но зато на фотографии или видео в тёмных условиях световой меч получается в точности как в фильмах “Звёздные войны”. А именно, лезвие выглядит белым, а вокруг лезвия - цветной ореол, всё в точности, как в фильмах. Но на самом деле лезвие красное или ярко-синее, и никакого ореола нет. Это всё эффекты, связанные с насыщением ПЗС матрицы камеры и засветкой соседних пикселей ПЗС матрицы из-за рассеяния яркого света от меча.



Фото.32 Внешний вид световых мечей (выключенных) при солнечном свете.



Фото.33 Вид собранных (выключенных) световых мечей – гарда крупным планом спереди.



Фото.34 Наконечники (“острия”) световых мечей.



Фото.35 Это наши мечи.

8. Правила обращения со световыми мечами.

1. Во время выполнения и отработки приёмов борьбы со световыми мечами категорически запрещается делать уколы остриём меча в корпус соперника, и особенно, в лицо соперника. Хотя на конце лезвия светового меча имеется защитный кружок из оргстекла и мягкий защитный наконечник из пенополиэтилена, колющие удары могут привести к травме. Особенно опасны удары остриём светового меча в глаза.

2. Внутри светового меча (в частности, под обмоткой из пенополиэтилена) имеется высокое напряжение 40 В, питающее светодиоды.

Поэтому запрещается:

- использовать меч, если нарушена целостность защитной оболочки из пенополиэтилена и нарушена изоляция проводов светодиодов;
- использовать меч, если светодиоды оторваны от лезвия и болтаются на проводах;
- использовать световой меч при дожде и мокром снеге;

- использовать световой меч, попавший в воду или под дождь;
- разбирать меч и включать в разобранном состоянии.

3. При погасании какой-либо из гирлянд светового меча во время работы (или если она не горит при включении меча) необходимо немедленно выключить меч и более его не включать, срочно вынуть аккумуляторы, после чего отдать меч в ремонт. При иной неисправности меча меч не использовать, вынуть аккумуляторы, и отдать меч в ремонт.

4. Ремонт меча проводится исключительно изготовителем. Самостоятельный ремонт запрещается.

5. При намокании лезвия светового меча (при попадании светового меча под дождь) следует немедленно выключить световой меч и высушить. Во время просушивания следует вытаскивать аккумуляторы и держать открытым аккумуляторный отсек. При сильном намокании светового меча или попадании в воду необходимо немедленно выключить меч, и немедленно вынуть аккумуляторы. Аккумуляторы поставить на зарядку. Из светового меча вытрясти остатки воды и затем сушить не менее одной недели с открытой задней крышкой аккумуляторного отсека.

6. Во время перевозки или длительного хранения светового меча следует вынуть аккумуляторы из меча и перевозить (или хранить) аккумуляторы отдельно от меча. При хранении и перевозке следует позаботиться о том, чтобы какие-либо металлические предметы не замкнули выводы аккумуляторов. Перед длительным хранением аккумуляторы следует зарядить.

7. При обращении с аккумуляторами, в частности, при зарядке аккумуляторов необходимо выполнять следующие правила.

- При обращении с аккумуляторами запрещается их ударять, разбирать или другим способом наносить повреждения целостности корпуса. Разрушение аккумуляторов может сопровождаться взрывом и может быть опасно для здоровья. Запрещается замыкать концы аккумуляторов проводниками.

- Вставлять аккумуляторы в меч надо аккуратно, соблюдая полярность, указанную (изображённую) на поверхности эфеса для каждой половины аккумуляторного отсека. В разных половинах аккумуляторного отсека полярность (расположение) аккумуляторов разная. Но в пределах каждой половины аккумуляторы вставляются одинаково. При несоблюдении правильной полярности подключения аккумуляторов меч работать не будет (или будет работать неправильно, а аккумуляторы будут повреждаться). Минус “-” аккумулятора должен касаться пружинящего контакта. Один такой контакт имеется внутри одного из аккумуляторных отсеков, второй пружинящий контакт есть на крышке аккумуляторного отсека. При закрытии аккумуляторного отсека крышкой надо соблюдать осторожность, чтобы не замкнуть выводы аккумуляторов (пружинящий контакт на крышке) на корпус эфеса.

- Не оставлять аккумуляторы в разряженном состоянии. После разрядки во время работы меча аккумуляторы необходимо скорее поставить на зарядку.

- Использовать в световом мече только одинаковые аккумуляторы, как по ёмкости, так и по типу (одной фирмы – изготовителя).

- Вставлять в меч только одинаково заряженные аккумуляторы. Чтобы соблюдать это требование рекомендуется всегда до конца заряжать все 6 аккумуляторов, и только после этого вставлять в меч.

- При зарядке соблюдать требования, изложенные в руководстве зарядного устройства. В частности, если в зарядном устройстве аккумуляторы во время зарядки соединяются последовательно, необходимо заряжать только однотипные аккумуляторы и только при одинаковой степени их разрядки.

Несоблюдения этих правил приведёт к сокращению срока службы аккумуляторов и к преждевременному выходу из строя.

8. Вставлять аккумуляторы в меч следует осторожно, не вталкивая их с силой и не бросая внутрь трубок контейнера с силой. Аккумуляторы должны входить в контейнер

под собственной тяжестью, но располагать эфес надо не вертикально, а под небольшим углом к горизонтали, чтобы аккумуляторы заходили в контейнер с небольшой скоростью, не допуская ударов. Иначе может повредиться передняя стенка аккумуляторного отсека. Аккумуляторы должны с лёгкостью входить и выходить из аккумуляторного отсека. Если этого не происходит, то что-то не так вставлено, или меч сломан. Нельзя использовать силу при вставке аккумуляторов. Иначе можно сломать меч.

9. Закручивать винты, крепящие заднюю крышку аккумуляторного отсека, следует бережно, чтобы не повредить резьбу. Резьба МЗ нарезана в дюралюминиевых уголках, поэтому её легко испортить. Винты при закручивании надо устанавливать прямо. Они должны закручиваться легко, без усилия. Если винт идёт криво и туго, то он наверняка испортит резьбу. Его нельзя так закручивать. Нельзя использовать меч, в котором испорчена резьба и задняя крышка держится только на одном винте. Она должна крепиться двумя винтами.

10. Не рекомендуется ударять лезвием меча по твёрдым предметам, особенно имеющим острые края. Лезвия мечей рассчитаны на то, чтобы ударять меч о другой такой же меч. Не следует также подвергать мечи сильным ударам, ронять или бросать без крайней необходимости. Это может привести к поломке мечей.

11. Право на владение световым мечом выдаётся джедаю или падавану. Если джедай или падаван бросает путь джедая и покидает Орден, он должен вернуть световой меч Ордену. Световой меч выдаётся только после проведения инструктажа по безопасному обращению с мечом. При нарушении правил обращения со световым мечом владелец временно лишается прав на пользование мечом.

9. Благодарности.

Мы выражаем глубокую благодарность специалисту по электронике и схемотехнике А.Н.Б. за то, что он разработал и предложил нам схемы питания светодиодов и автоматики. Также мы благодарим его за многочисленные советы и консультации. (Он, однако, пожелал остаться инкогнито, поэтому мы приводим инициалы и первую букву фамилии.)

10. Ссылки на сайты и литературу.

1. <http://www.parksabers.com/>
2. <http://www.deathstar.ru/>
3. Е.Б. Гумеля, “Любительские транзисторные приёмники”, серия Массовая радио-библиотека, М.: Энергия, 1980, 80 стр.
4. “Справочная книга радиолюбителя – конструктора”, А.А. Бокуняев, Н.М. Борисов, Р.Г. Варламов, серия Массовая радио-библиотека, М.: Радио и связь, 1990, 624 стр.