

Министерство образования и науки Хабаровского края
Управление образования администрации города Комсомольска-на-Амуре
Муниципальное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа № 14

ИНТЕРАКТИВНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ ТИР
творческий проект по технологии

Выполнил:
Милованов Александр Александрович,
учащийся 11Б класса МОУ СОШ №14

Проверил:
Черёмухин Пётр Сергеевич,
заместитель директора по ВР,
учитель технологии МОУ СОШ №14

Комсомольск-на-Амуре
2017

1. Актуальность, обоснование проблемы, формулировка темы проекта

1.1. Актуальность для школы. Социальная значимость.

Я обучаюсь в школе, в которой профильное направление подготовки – юридическое. Между администрацией школы и УМВД города заключен договор о сотрудничестве в области подготовки выпускников профильных юридических классов (Рисунок 1). Специфика обучения в таком классе – углубленное изучение правовых дисциплин, строевая и огневая подготовка.

Учащиеся профильного класса регулярно выезжают в тир для обучения стрельбе из пневматического оружия. Для школы очень актуален вопрос приобретения собственного тира, однако, для устройства пневматического тира в школе отсутствуют помещения, отвечающие требованиям техники безопасности при размещении в них пневматического тира. Альтернатива пневматическому тиру – лазерный. Появление в школе лазерного тира поможет решить ряд важных задач, кроме повышения подготовки учащихся профильных классов МВД.



Рисунок 1. Учащиеся профильного юридического класса с Главой города Комсомольска-на-Амуре на мероприятии «Дети войны»

- Задачи, которые позволят решить школьный лазерный тир:***
- 1) Огневая подготовка учащихся профильных юридических классов;
 - 2) Подготовка учащихся к сдаче норм ГТО по стрельбе;
 - 3) Предпрофильная подготовка учащихся 5-9 классов;
 - 4) Пропедевтическая огневая подготовка учащихся 1-4 классов;
 - 5) Эффективная организация патриотического кружка «Юный патриот»;
 - 6) Использование тира воспитанниками групп продленного дня;
 - 7) Использование тира при проведении смен лагеря с дневным пребыванием детей, «Дней здоровья» и других мероприятий;
 - 8) Демонстрация тира воспитанникам детского сада №15 в рамках сетевого взаимодействия со школой.

Проблема появления лазерного тира в школе – высокая цена на подобные устройства (от 67000р. без учета стоимости лазерного оружия)¹.

Кроме этого, в нашей школе на сегодняшний день реализуется краевой грант по обучению младших школьников робототехнике. Думаю, что если я смогу разработать и изготовить интерактивный лазерный тир – он станет для детей не только интерактивной игрушкой и инструментом обучения стрельбе,

¹<http://www.strelok-tir.ru/school-shooting> - интернет-магазин школьных тиров

но и демонстрацией того, что можно создать самим, изучая технологию и робототехнику!

1.2. Актуальность для меня

Я увлекаюсь техническим творчеством с 5 класса. Создавал много проектов из древесины и металла, и в последние 2 года стал увлекаться электроникой, мехатроникой и прототипированием. Изучив литературу, позанимавшись с научным руководителем робототехникой, год назад я создал свой первый интерактивный проект на базе контроллера ArduinoUNO, который в прошлом году успешно представил на заключительном этапе Всероссийской олимпиады школьников по технологии (Рисунок 2).

После этого мой интерес к микроконтроллерам стал только расти. Освоив программирование и пайку, я продолжил самообразование. Встречался с преподавателями технического университета с кафедры промышленной электроники, много читал, практиковался и подошел к выводу, что смогу попробовать создать по-настоящему сложный **интерактивный инновационный** проект по радиоэлектронике, управляемый программным алгоритмом при помощи микроконтроллера.

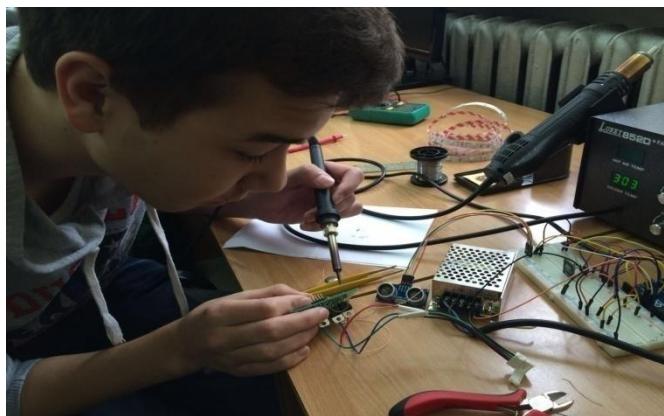


Рисунок 2. Работа над первым проектом по радиоэлектронике, 2015 год

ку, я продолжил самообразование. Встречался с преподавателями технического университета с кафедры промышленной электроники, много читал, практиковался и подошел к выводу, что смогу попробовать создать по-настоящему сложный **интерактивный инновационный** проект по радиоэлектронике, управляемый программным алгоритмом при помощи микроконтроллера.

Задача: Разработать,
изготовить и
запrogramмировать
интерактивный тир для
учащихся школы и
воспитанников детского сада.

2 и 3. «Сбор информации по теме проекта» и «Анализ прототипов»

Итак, начать работу над проектом хотелось бы с определения понятия тира и видов классических и современных тиров.

Тир (фр. *tir* от глагола *tirer* — «тянуть, натягивать (лук), отсюда — стрелять») — место, специально приспособленное для целевой и учебной стрельбы из персонального стрелкового оружия; обычно помещение, в котором есть стрелковые позиции и учебные мишени².

Наиболее распространённые варианты тиров — для целевой стрельбы из пневматического оружия и для огнестрельного оружия. Тиры для огнестрельного оружия отличаются наличием рикошетного канала и пулеприёмника за линией мишней. Чаще всего для этих целей используются деревянные чурбаны длиной не менее 0,5 метра, уложенные в плотный штабель. Тиры для стрельбы из прокатного пневматического оружия часто встречаются в парках и зонах отдыха. Наиболее часто в таких тирах встречается однозарядная учебная пневматическая винтовка ИЖ-38.



Рисунок 3. Тир для стрельбы из огнестрельного оружия

Тиры для огнестрельного оружия в основном приспосабливаются для стрельбы из малокалиберных (5,6 мм) винтовок и пистолетов. Принадлежат в основном ДОСААФ. Для проведения стрельб из автоматического, крупнокалиберного или опытного огнестрельного оружия используются стрельбища — удалённые от населённых пунктов (рисунок 3).

В настоящее время существуют тиры пневматические с сенсорным экраном, интерактивные мультимедийные лазерные тиры. Место попадания шарика (пневматический интерактивный тир) или светового пятна от лазерного оружия (лазерный тир) фиксируется видеокамерой и обрабатывается включенным в систему компьютером который может представлять часть единой целой системы в одном корпусе: проектор, камера и компьютер, либо ноутбук, подключенный кабелем. Рассмотренные системы являются наиболее безопасными из-за отсутствия пуль и используются как для подготовки силовых структур, так и в индустрии развлечений².

Лазерные тиры являются наиболее гибкими и активными системами. С помощью специальных устройств они могут быть приспособлены для беспу-



Рисунок 4. Лазерный тир, адаптированный к беспулевой стрельбе из огнестрельного оружия

²Материал электронной энциклопедии <http://ru.wikipedia.org>

левой стрельбы из боевого огнестрельного оружия (известна, например, российская система, использующая пьезоэлектрические светоизлучающие вставки в ствол пистолета Макарова) (рисунок 4).



Рисунок 5 Игровой лазерный тир Q-Zar

в пейнтбол или страйкбол (рисунок 5).

В индустрии развлечений встречаются командные игровые варианты лазерных тиров (Q-Zar, лазер таг). Они выполнены в виде затемненного лабиринта, по которому перемещаются игроки, одетые во флуоресцентные жилеты и вооруженные оружием, излучающим ультрафиолетовый свет. Командные игры и соревнования, устраиваемые в таких тирах, напоминают игру

Таблица 1. Анализ существующих интерактивных тиров

Наименование, стоимость, описание, положительные и отрицательные стороны	Фото
<p>Мультимедийный страйкбольный тир (стрельба пластиковыми пулями) стоимость 383 000 р³.</p> <p><u>Положительные стороны</u>: высокая точность, большая игровая площадь, физическая стрельба интегрирована с электронной идентификацией.</p> <p><u>Отрицательные стороны</u>: высокая стоимость, тир травмоопасен за счет использования физической стрельбы, требует отдельного помещения.</p>	
<p>Лазерный тир «Стрелковый тренажер»(стрельба лазерным лучом) стоимость 185 000р³.</p> <p><u>Положительные стороны</u>: высокая точность, мобильность, безопасность.</p> <p><u>Отрицательные стороны</u>: высокая стоимость.</p>	

³ Интернет-магазин оборудования для лазерных тиров http://www.teh-consul.ru/multimediyiniy_tir.htm

<p>Лазерный тир «Лазер таг»(датчики на теле, подвижная игра, подобная пейнтболу) 232 000 – 1 игрок⁴</p> <p><u>Положительные стороны</u>: возможность стрельбы по подвижным мишеням, мобильность, безопасность.</p> <p><u>Отрицательные стороны</u>: высокая стоимость, потребность в специальном затемненном помещении, низкая образовательная составляющая.</p>	
<p>Стрелковый тренажер СКАТТ МХ-02</p> <p>Позволяет стрелять по мишеням, используя датчики, специальный преобразователь и макет АК или ПМ (не входят в базовую комплектацию) стоимость без оружия 69700 р. (+ 20000 р. – модель АК)⁵</p> <p><u>Положительные стороны</u>: мобильность, безопасность.</p> <p><u>Отрицательные стороны</u>: высокая стоимость, модульность (много отдельных компонентов), низкая интерактивность (нет подсчета попаданий, связи между устройствами), одна мишень (маленькая игровая площадь).</p>	
<p>Игрушка электронная «Часы лазерный пистолет с мишенью»При попадании в центр мишени лазером мишень падает. Стоимость 2800 р.⁶</p> <p><u>Положительные стороны</u>: Низкая стоимость, зрелищность (за счет подвижных элементов), высокая энергоэффективность.</p> <p><u>Отрицательные стороны</u>: полное отсутствие интерактивности, примитивное устройство, одна мишень, очень низкое качество (по отзывам покупателей на сайте), не сертифицирована, не подходит для образовательного процесса из-за низкой функциональности и отсутствия точности.</p>	

⁴Интернет-магазин оборудования для игровых тиротов <http://alex-rubin.pro/pages/Lazertag.html>

⁵Интернет-магазин оборудования для лазерных тиротов http://www.teh-consul.ru/multimediyniy_tir.htm

⁶Интернет-магазин бытовой электроники <http://quelovendan.com/despertador-laser-diana-target-alarm-clock.html>

Таким образом, проведя исследование, можно сделать вывод, что лазерные тирсы стоят очень дорого, часто имеют низкую мобильность, а устройства («игрушки»), которые доступны по цене, абсолютно не интерактивны, не функциональны и очень низкого качества (по отзывам покупателей на сайте).

Наиболее подходящая модель №2 лазерный тир «Стрелковый тренажер» мобильна, точна, интерактивна, безопасна, но имеет очень высокую стоимость. Положительные качества данной модели и лягут в основу моей дизайн-спецификации.



Рисунок 6. Требования к модели

Теперь рассмотрим каждое из требований отдельно:

1. Интерактивность — это принцип организации системы, при котором цель достигается информационным обменом элементов этой системы⁷

То есть мое изделие должно иметь связь и обмен информацией между устройствами. Такой обмен позволит ограничить количество допустимых попыток во время одного игрового периода и произвести подсчет очков по результатам игры, выводя его на экран (дисплей).

2. Безопасность в моем случае должна исключить элементы физической стрельбы, повышая эргономичность - соответствие требованиям эргономики, предназначенная для наиболее удобной и безопасной работы. Надежность обеспечивается использованием качественных комплектующих, конструктивными и технологическими особенностями изделия.

3. Мобильность должна достигаться в связи с отсутствием в школе специально отведенного помещения для тира. Тир должен занимать мало места, легко транспортироваться, иметь стандартные разъемы подключения к электропитанию и минимальное количество модулей. Говоря о мобильности, стоит отметить, что один из факторов совмещения мобильности и интерактивности – беспроводная связь между устройствами и компонентами.

⁷Материал электронной энциклопедии <http://ru.wikipedia.org>

4. Доступность по цене. На мой взгляд, максимальная стоимость школьного тира – 40 000 рублей. Стоимость эта сопоставима со стоимостью компьютера со средними характеристиками, который, так же как и интерактивный тир, является сложным техническим устройством. Но я буду стремиться **максимально снизить** эту стоимость.

5. Эстетичность является проявлением полезности и характеризует способность объекта удовлетворять субъективные потребности потребителя, т.е. является характеристикой духовных благ. Иными словами – красивый внешний вид.

6. Экологичность и энергоэффективность. Ни на этапе производства, ни на этапе эксплуатации изделие не должно наносить вред природе и человеку. Энергоэффективность должна обеспечиваться минимальным потреблением электрической энергии.

7. Высокая точность при стрельбе – критерий, который позволяет использовать тир в образовательном процессе, а не только для игр.

8. Количество мишеней должно быть достаточным для нескольких (до 2) попыток пробной стрельбы и трех попыток зачетных. То есть не менее 5.

9. Зрелищность. Важный фактор, который позволит обеспечить повышенный интерес к изделию. Наличие подвижных элементов, дисплеев, алгоритма подсчета баллов. Зрелищность тесно связана с интерактивностью.

Как уже отмечалось ранее, **наиболее подходящая модель №2 лазерный тир «Стрелковый тренажер»** мобильна, точна, интерактивна, безопасна, но имеет очень высокую стоимость. При более глубоком анализе данной модели я узнал что она (как и многие другие) недостаточно энергоэффективна, так как ее работа обеспечивается проектором и компьютером и недостаточно зрелищна. Модель №5, несмотря на самое большое количество недостатков, имеет подвижную мишень, которая обеспечивает зрелищность, а отсутствие проектора и компьютера обеспечивает высокую энергоэффективность.

Два прототипа, являясь полной противоположностью, взаимодополняют друг друга. А **так как модели, соответствующей моим требованиям, на рынке нет – моя задача спроектировать и собрать опытный образец тира, взяв за основу модель №2 (интерактивность, безопасность, мобильность, эстетичность, точность), и дополнив показателями модели №5 (зрелищность и энергоэффективность)**. А главное, мой тир должен получиться **недорогим и экологичным, иметь несколько мишеней и систему подсчета набранных баллов, выводимую на экран**.



Рисунок 7. Наиболее подходящий прототип модели №2



Рисунок 8. Модель №5 с подвижным элементом

4. Анализ возможных идей. Выбор оптимальных идей

Начать анализ идей я решил с изучения блогов людей, которые уже собирали нечто подобное, изучив сайты «Амперка» и «Схем нет» я отправился на портал образовательной галактики Intel, где и нашел блог Дениса Геннадьевича Копосова, автора учебников по робототехнике, о том, как он с учениками пробовал реализовать подобную идею⁸.

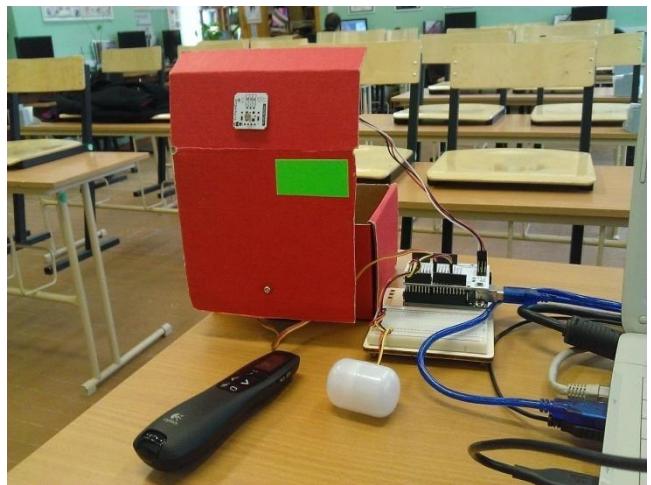


Рисунок 9. Прототип тира с одной мишенью
Д.Г. Копосова на платформе ArduinoUno⁸

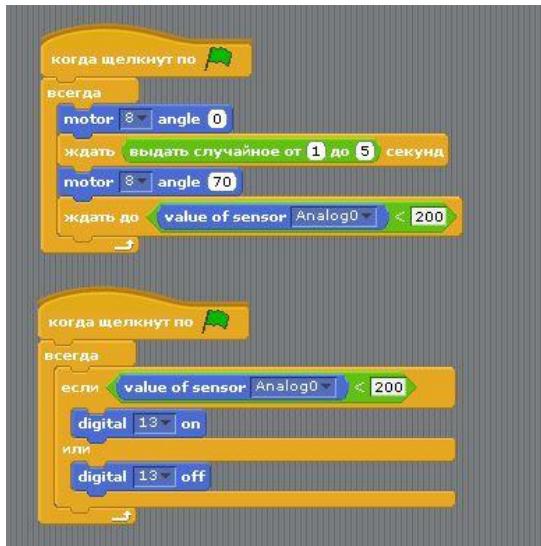


Рисунок 10. Программный алгоритм(Scratch) тира с одной мишенью
Д.Г. Копосова на платформе ArduinoUno⁸

точности и количества мишеней. Реализовать все эти компоненты мне и нужно.

Начать усовершенствование я решил с создания оружия для лазерной стрельбы. За основу взяв самый недорогой игрушечный пистолет, нужно определить, как он будет работать и какие функции выполнять.

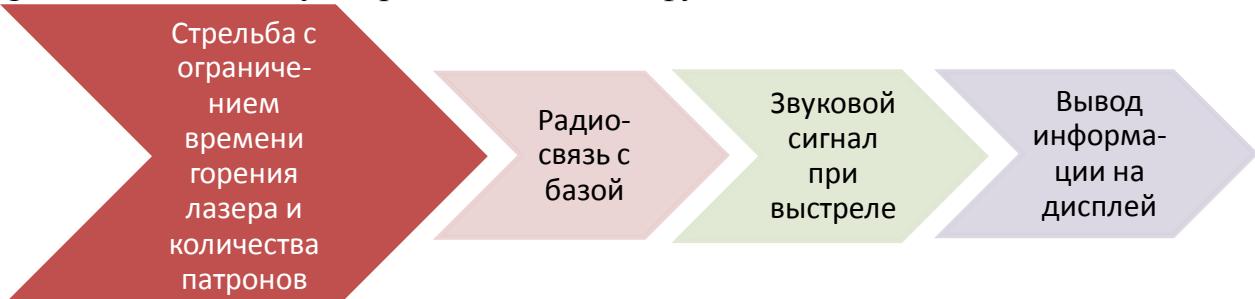
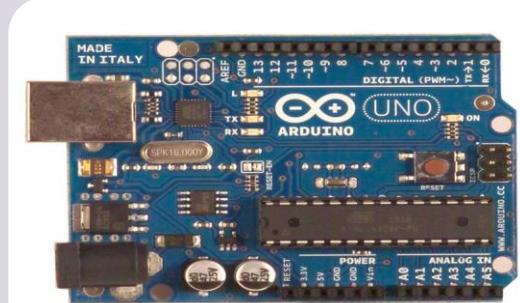
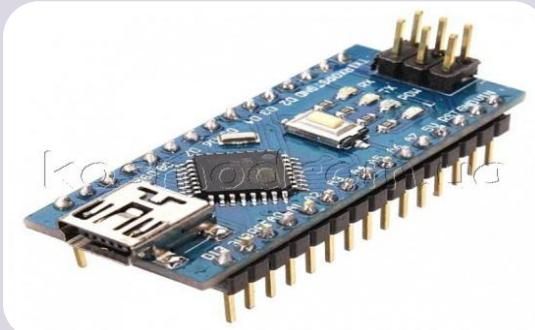


Рисунок 11. Функции интерактивного мобильного лазерного пистолета

⁸ Блог Д.Г. Копосова на портале IntelEdugalaxy <https://edugalaxy.intel.ru/>

Теперь предстоит выбрать устройство управления пистолетом.



Arduino Nano (180 рублей)

Микроконтроллер: ATmega328

Рабочее напряжение: 5 В

Входное напряжение
(рекомендуемое): 7-12 В

Цифровые Входы/Выходы: 14

Аналоговые входы: 8

Постоянный ток через
вход/выход: 40 мА

Флеш-память: 32 Кб (ATmega328)
при этом 2 Кб используются для
загрузчика

ОЗУ: 2 Кб (ATmega328)

Тактовая частота: 16 МГц

Размеры: 1.85 см x 4.2 см

Arduino Uno (416 рублей)

Микроконтроллер: ATmega328

Рабочее напряжение: 5 В

Входное напряжение
(рекомендуемое): 7-12 В

Цифровые Входы/Выходы: 14

Аналоговые входы: 6

Постоянный ток через
вход/выход: 40 мА

Флеш-память : 32 Кб (ATmega328)
из которых 0.5 Кб используются
для загрузчика

ОЗУ : 2 Кб (ATmega328)

Тактовая частота: 16 МГц

Размеры: 6.9 см x 5.3 см

Рисунок 12 выбор устройства управления пистолетом

Итак, при выборе устройства управления пистолетом необходимо учитывать три критерия: размер (т.к. размер самого пистолета ограничен), технические характеристики и достаточное количество портов (чтобы подключить все необходимые устройства), низкое энергопотребление, (т.к. пистолет будет питаться от аккумулятора или батареек).

По первому критерию (размер) выбор определенно пал на первый контроллер, по второму и третьему критерию устройства почти не отличаются ничем, кроме количества аналоговых входов, которых на первом устройстве даже больше. А значит, более подходящим контроллером является **Arduino-Nano**.

Чтобы реализовать первую задачу «Стрельба с ограничением времени» необходимо лимитировать время подачи напряжения на лазерную указку при

помощи программы. Для решения остальных задач мне потребуется радиомодуль, LCD-дисплей и радиомодуль (Рисунок 14).

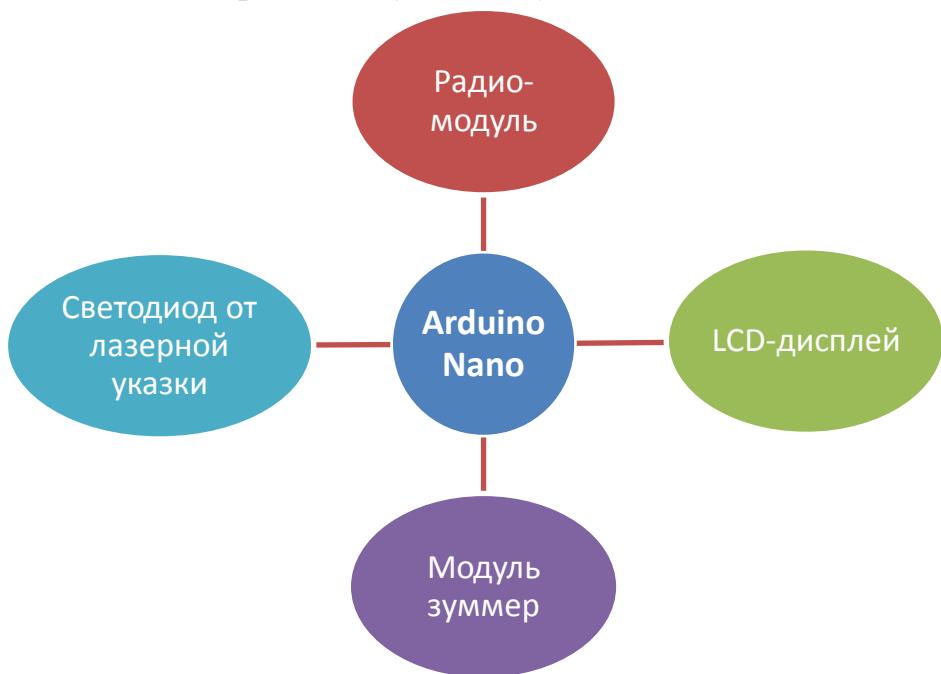


Рисунок 14. Основные элементы электронной составляющей пистолета

Для экономии питания батареи необходимо установить выключатель. Также, мне понадобятся 2 тактильных кнопки: одна для стрельбы (спусковой курок), а вторая — для сброса очков и начала нового раунда.

Для проверки работоспособности моих компонентов я провел эксперимент, подключив все устройства через макетную плату и проверив их работоспособность.

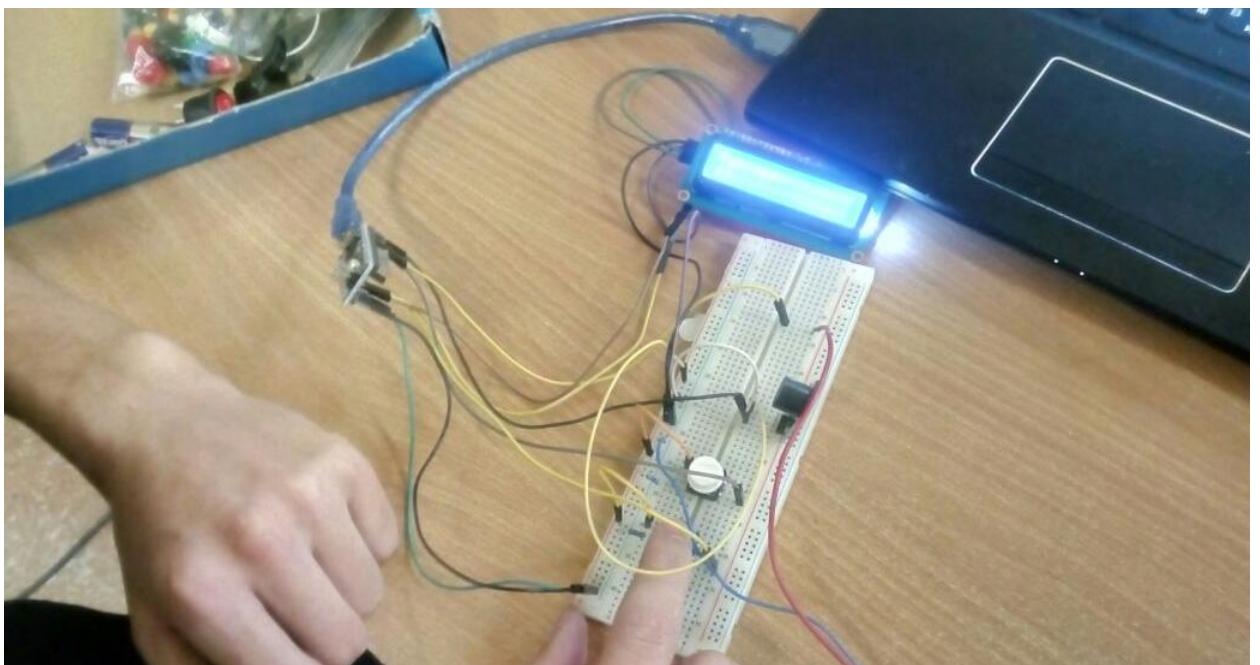


Рисунок 15. Тестовая сборка компонентов электронной части пистолета на макетной плате

Обеспечение автономности пистолета должно достигаться питанием от аккумулятора или батареек. Относительно недорогой аккумулятор GP 20R8H

Ni-MH 200mAh тип «крона» стоит 405 рублей⁹ и к нему нужно зарядное устройство, которое стоит столько же, а батарейка «крона» стоит 52р. Я решил, что тип «Крона» позволит мне добиться **универсальности** моего устройства. Чтобы его стоимость не поднялась значительно, я буду использовать обычную батарейку, **а постоянный пользователь может сам купить аккумулятор и зарядное устройство, если будет активно использовать тир.**

Итак, переходим к самому главному – проектирование базового модуля тира. Первый вопрос, который нужно решить – модульность и внешний вид.

У меня возникло три идеи на этот счет (Рисунок 16).



Рисунок 16. Варианты модульности и внешнего вида базового модуля

Вариант 2 «Тир с отдельными мишенями» является самым ненадежным из представленных моделей из-за того, что отдельные элементы скреплены проводами, но не имеют единого основания. Такой тир не отвечает условиям мобильности, так как его сложнее переносить. Мишени не всегда будут находиться на одной линии. Значит, эта идея наименее подходящая.

Идеи №1 и 3 зрелищны, мобильны и эстетичны, но «Тир для биатлона» требует наибольших материальных затрат и занимает больше места. А значит, **мой выбор – модель №3 «Тир со скрепленными мишенями».**

Чтобы подтвердить свой выбор лучшей идеи я отправился к преподавателю-организатору ОБЖ, которому предстоит работать с этим тиром, и к директору школы. На мой вопрос, какая из идей лучше, респонденты выбрали модель №3 «Тир со скрепленными мишенями», подтвердив мой выбор.

Но есть одна проблема: интерактивность моего устройства требует использования в нем управляющих элементов, к которым будет подходить

⁹Интернет-магазин <http://www.evrostd.ru/>

большое количество проводов, а значит, мне нужен блок управления, на котором можно разместить и LCDдисплей.

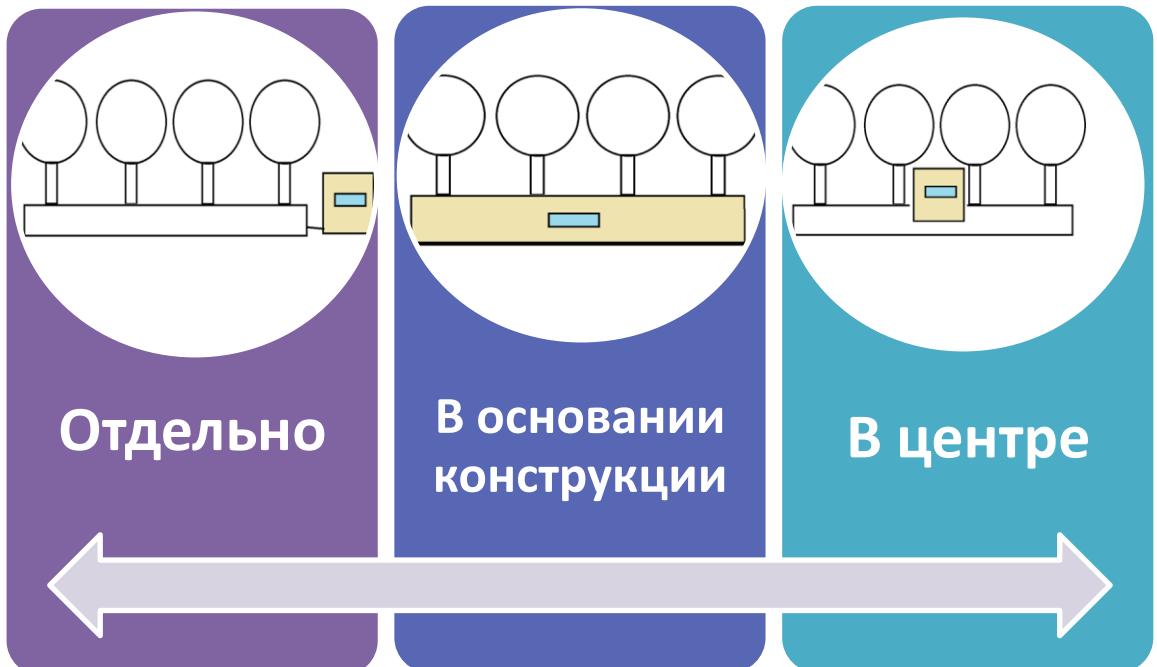


Рисунок 17. Варианты размещения блока управления базовым модулем

Вариант №1 «Отдельно» мне не подходит по схожим причинам, что и отдельное размещение мишеней (ненадежно, неэстетично, т.к.толстая связка проводов будет проходить между блоком и основной частью). Вариант №2 надежный, но очень громоздкий и материалозатратный. Вариант №3 подходит, но нужно подумать, где разместить пятую мишень: на блоке управления, или с небольшим смещением.

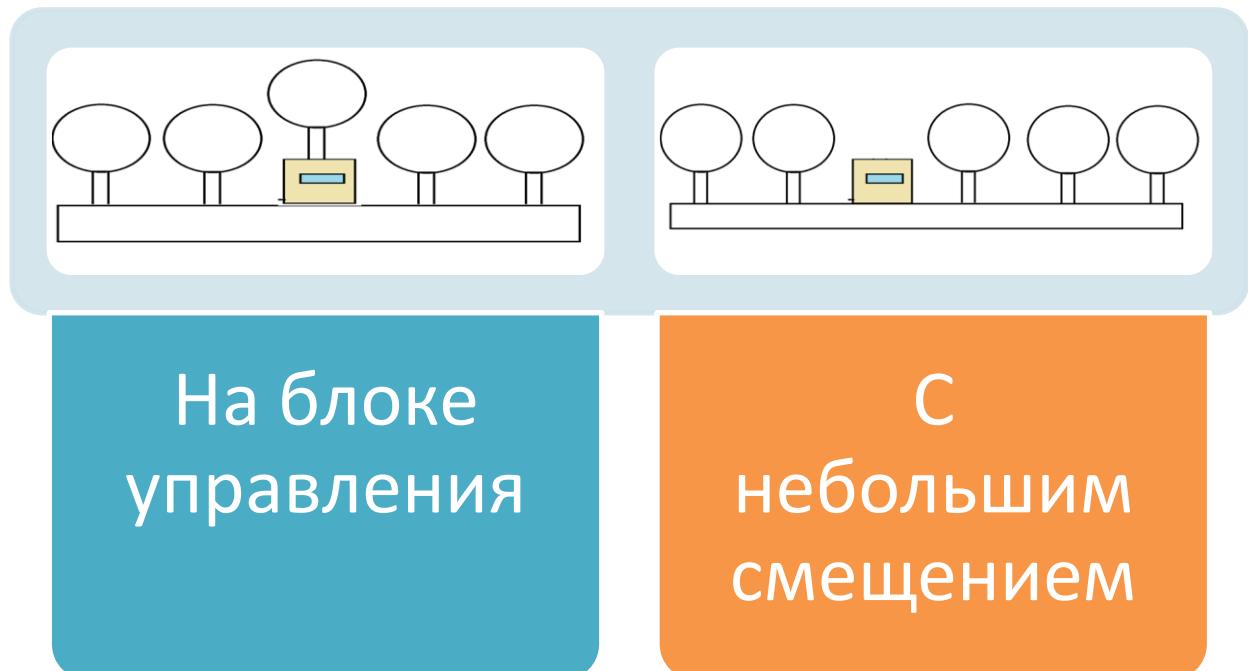


Рисунок 18. Варианты размещения мишеней на базовом модуле

Разобраться в этом мне помог схематичный набросок (Рисунок 18). Более гармонично смотрится первый вариант, размещение мишеней на блоке управ-

ления. Второй вариант смотрится с дисбалансом из-за асимметрии и значительно удлиняет конструкцию, делая ее громоздкой.

Оптимальный размер основного модуля тира должен быть немногим меньше длины ученической парты для надежного размещения на ней.

Теперь приступим к разработке электронной составляющей основного блока.

Для обеспечения его работы мне нужны следующие компоненты: устройства детекции лазерного луча (датчик света или фоторезистор с резистором), устройства опускания и подъема мишени на заданный угол (сервоприводы, имеющие систему координат положения), устройство приема передачи данных (радиомодуль), устройство вывода информации (LCD дисплей). И, конечно же, устройство управления. Выбор устройства управления пал на те же 2 устройства, что и в случае с проектированием устройства управления пистолетом (Рисунок 12). Сначала я рассматривал третий тип контроллера ArduinoMega, стоимостью 840 рублей. Данный контроллер – расширенная версия ArduinoUno, имеет улучшенные характеристики (54 цифровых выхода, 16 аналоговых входов). Но, посчитав количество используемых устройств, я пришел к выводу, что мне хватит количества портов первых двух, рассмотренных на рисунке 12 устройств. А значит, нет смысла переплачивать за расширенную версию Arduino. Выбирая между ArduinoUno и ArduinoNano, мой выбор пал на первый контроллер из-за его площади. Я определенно решил разработать шилд (плату, которую можно «надеть» на контроллер) собственной платы, а ArduinoUno имеет оптимальный размер для удобства пайки на шилде. Итак, решено: основа системы управления – микроконтроллер ArduinoUno.



Рисунок 19. Микроконтроллер ArduinoMega

Теперь по порядку об устройствах ввода и вывода информации.

Устройства ввода:

1. В качестве устройства детекции лазерного луча я решил использовать простой фоторезистор с включением в цепь ограничивающего резистора. Это значительно дешевле, чем использовать датчик освещенности (стоимость датчика освещенности равна 300р.¹⁰, а фоторезистор с ограничивающим резистором менее 3 рублей.¹¹). А мне их нужно 5 штук. Выбор очевиден!

¹⁰Интернет-магазин <http://electromicro.ru/>

¹¹Интернет-магазин <https://ru.aliexpress.com/>

2. Радиомодуль я решил использовать как устройство приема-передачи данных между пистолетом и базовым блоком.

Устройства ввода:

1. Сервоприводы, имеющие систему координат положения, я решил использовать как устройство опускания и подъема мишени на заданный угол. Изучив многие типы сервоприводов, я выбрал те, которые имеют металлические механические части. Несмотря на то, что они стоят дороже (один сервопривод – 320р.¹², в то время, как сервоприводы с ПВХ механизмами стоят 120р.¹²) – первые намного долговечнее.

2. LCDэкран. Позволяет выводить на него приветствие и результат



игры.

Рисунок 20. Основные элементы электронной составляющей базового модуля

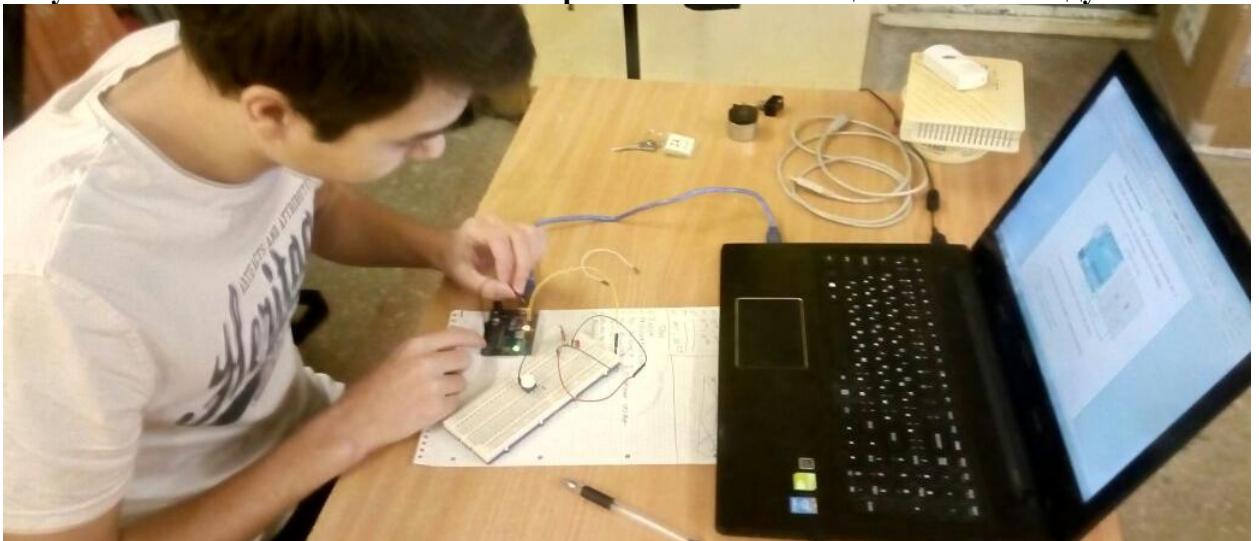


Рисунок 21. Тестовая сборка компонентов электронной части базового блока на макетной плате. Проверка значения сигнала фоторезистора на освещенность кабинета.

¹²Интернет-магазин <https://ru.aliexpress.com/>

Автономность базового модуля нам ни к чему, так как он будет использоваться в кабинете ОБЖ (где есть розетки в достаточном количестве), поэтому, основной тип питания – USBкабель, подключенный к адаптеру для зарядки телефонов. Хочется отметить, что **резервным источником питания может стать подключение этого кабеля к заряженному ноутбуку.**

5. Выбор технологии изготовления изделия

Для каждого технологического этапа изготовления моего изделия выбор технологии изготовления будет обусловлен выбором материалов. Рассматривать буду поэтапно.

5.1. Изготовление основания для тира.



Рисунок 22. Варианты материала для изготовления основания

Древесина – самый менее прочный и менее долговечный материал для основания (если использовать тонкие рейки), и очень тяжелый и громоздкий, если использовать массив. Конструкционная сталь отвечает требованиям прочности, но тоже очень утяжелит конструкцию. Мой выбор – дюралюминий (легкий и прочный металл, удобен в обработке).

Соответственно, **технология изготовления основания–ручная металлообработка** будет производиться в *слесарной мастерской* нашей школы, и включать такие технологические операции, как *разметка, пиление* ножовкой по металлу, *опиливание, гибка, сверление, шлифование, сборка* элементов при помощи шурупов и заклепок.

Разработав конструкцию основания из дюралюминиевого уголка и П-образного профиля, я пришел к выводу, что полки для крепления сервоприводов необходимо усилить и «приподнять» за счет легкого материала, толщиной 10мм., чтобы привод плотнее лежал на ней, а мишень опускалась на необходимый угол, не задевая борта. Выбор пал на 2 материала: вспененный ПВХ и древесина ели. Я выбрал древесину из-за ценовой доступности.

Технология изготовления подкладок под сервоприводы – ручная деревообработка будет производиться в *столярной мастерской* нашей школы, и включать такие технологические операции, как *разметка, пиление* столяр-

ной ножковкой, *строгание* в размер, *опиливание*, *сверление*, *шлифование*, *сборка* элементов при помощи нейлоновых хомутов.

5.2. Изготовление мишеней

Для изготовления мишеней мне необходим плоский прочный и легкий листовой материал.



Рисунок 23. Варианты материала для изготовления мишеней

Теперь о недостатках: МДФ очень непрочный материал, поэтому, мне он не подходит. Фанера легкая и прочная (если тонкая), но она может деформироваться, что повлияет на точность – один из ключевых критериев. Если же использовать толстую фанеру – вес мишеней будет большим и сервоприводы быстро выйдут из строя. Поэтому, мой выбор пал на вспененный ПВХ, технология обработки которого очень схожа с обработкой фанеры и МДФ. Работы я буду производить в *столярной мастерской*, используя следующие технологические операции: *разметка*, *выпиливание лобзиком*, *шлифование*, *сверление*, *сборка* при помощи клея и наклеивание пленки с полноцветной печатью.

5.3. Изготовление печатной платы

Работы по изготовлению печатной платы начинаются с **моделирования** в программе Протеус. Программа позволяет смоделировать макет платы, проверить его при помощи программного кода, вывести 3D модель платы на экран и сохранить в печатном формате .xps, который можно отправить на лазерный принтер.

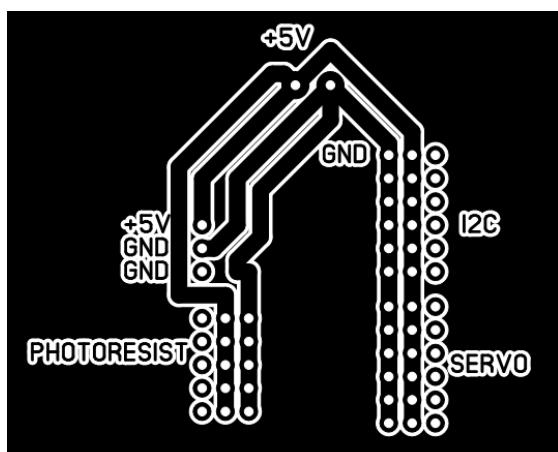


Рисунок 24. Первая модель печатной платы

Первый прототип печатной платы меня не устроил, так как он не являлся шилдом и было сложно подогнать его под размер контроллера(Рисунок 24)

Еще одним его недостатком была большая длина дорожек «+5В» и «-». Так как минусовой контакт имеется с двух сторон контроллера, а в интернете есть модели шилдов для Arduino, я приступил

к разработке второй модели печатной платы.

ВАЖНО! Внешний вид компьютерной модели зависит от технологии переноса изображения на текстолит, покрытый медью.

Существует 2 основные технологии переноса изображения на плату.

1) Фоторезистивный способ. Изображение печатается на прозрачной пленке. Плата обезжиривается, на нее наклеивается фоточувствительная пленка, сверху прикладывается пленка с изображением и засвечивается ультрафиолетом. Незасвеченная область защищена от химического реагента.

2) Термический способ. Изображение печатается на восковой бумаге, переносится на обезжиренную плату при помощи утюга. Те части, на которых имеется краска, защищены от химического реагента.

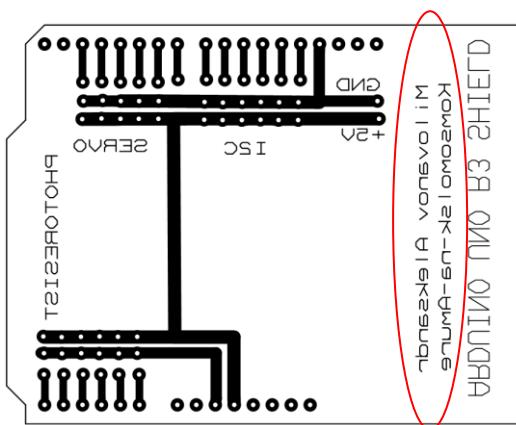


Рисунок 25. Вторая модель печатной платы (инвертированная)

(Рисунок 25). Перед травлением необходимо просверлить отверстия.

Травление платы происходит разными растворами, но я решил использовать хлорное железо, так как оно имеется в школьной лаборатории химии и учащимся школы разрешено с ним работать. Технология химического травления заключается в помещении печатной платы в теплый раствор хлорного железа на 40 минут, затем плата промывается водой.

Следующий технологический этап – лужение. Нанесение на дорожки припоя. В соответствии с ГОСТ 17325-79 — Пайка и лужение.

5.4. Сборка систем управления

Основной технологической операцией при проведении сборочных работ электронной составляющей проекта является **пайка** — технологическая операция, применяемая для получения неразъёмного соединения деталей из различных материалов путём введения между этими деталями расплавленного металла (припоя), имеющего более низкую температуру плавления, чем материал соединяемых деталей. Пайку я буду выполнять при помощи современной паяльной станции Lukey, используя канифоль в качестве флюса и оловянный припой. В качестве изоляции используются термоусадочные трубы.

Освоив «Протеус», я смог даже написать на плате свою фамилию, имя и го-

5.5. Пусконаладочные работы. Программирование. Испытания. Калибровка фотодиодов и сервоприводов.

Пусконаладочные работы, программирование, калибровка фотодиодов и сервоприводов, производятся в программе ArduinoIDE на языке программирования C++. Изучаются показатели, передаваемые фотодиодами, задаются такие пределы допустимых значений, чтобы мишень не реагировала на дневной свет. Сервоприводам задаются начальные и предельные значения. Пишется программа – скетч. Проводятся испытания, результатом которых становится выявление и исправление ошибок.

5.6. Отделка.

Отделку тира я решил выполнить при помощи малярных работ акриловой краской, соблюдая технику безопасности и работая при помощи **АЭРОГРАФА** (прибор для распыления жидкой краски сжатым воздухом при нанесении её на бумагу, ткань, металл и т. п.)

Отделка мишней производилась наклеиванием на них пленки с полноцветной печатью рисунка.

Вывод: в своей работе я использую многие технологии обработки различных материалов (древесина, металлы, пластики), а также, пайку, электротехнические работы, сборочные работы, программирование, пусконаладочные работы и отделку изделий.

6. Экономическая и экологическая оценка будущего изделия и технологии его изготовления

6.1. Экономическая оценка:

Прежде чем начать расчет затрат на серийное производство, хотелось бы отметить, что этот расчет осуществлен с учетом многих факторов, однако, при производстве опытного образца добавляются затраты на НИОКР, в результате чего, опытный образец стоит значительно дороже.

Компоненты НИОКР: научно-исследовательские работы (НИР) — работы поискового, теоретического и экспериментального характера, опытно-конструкторские работы (ОКР) и технологические работы (ТР) — комплекс работ по разработке конструкторской и технологической документации на опытный образец, по изготовлению и испытаниям опытного образца изделия, выполняемых по техническому заданию.

При серийном производстве, затраты на НИОКР включаются в себестоимость каждого изделия с учетом минимального числа серийно произведенных единиц товара.

6.1.1. Расчет затрат на электронную составляющую проекта

Таблица2. Расчет затрат на материалы при реализации электронной составляющей проекта

№	Наименование	цена	количество	стоимость
1	Контроллер ArduinoUno	416р.	1	416р.
2	Сервоприводы цифровые	320р.	5	1600р.
3	Микроконтроллер ArduinoNano	180р.	1	180р.
4	Провода для Arduino (комплект 40 шт.)	40р.	1	40р.
5	LCDэкран (совместимый сArduino)	130р.	2	260р.
6	Фоторезисторы (20шт. партия)	41р.	0,25	10,25р.
7	Стеклотекстолит, покрытый медью 10*7 см.	97р.	1	97р.
8	Зуммер-модуль (совместимый сArduino)	30р.	1	30р.
9	Радиопередатчик и радиоприемник (совместимый сArduino)	108р.	1	108р.
10	Кнопки тактильные	5р.	2	10р.
11	Резисторы (100шт.)	54р.	0,05	2,70р.
12	Указка лазерная	58р.	1	58р.
13	Термоусадочная изоляция (м.)	12р.	2	24р.
14	Переходник для батарейки «Кrona»	12р.	1	12р.
15	Хлорное железо	100	0,25	25р.
16	Адаптер для зарядки телефона USB	50р.	1	50р.
17	Кнопка включения	10р.	1	10р.
18	Флюс паяльный	120р.	0,01	1,20р.
19	Припой оловянный	185р.	0,05	9,25р.
20	Печать рисунка платы на восковой бумаге (4 на странице)	20р.	0,25	5р.
21	Провод для подключения принтера (USB) используется для подачи питания	52р.	1	52р.
22	Элемент питания «Krona»	58р.	1	58р.
Итого:				3058р. 40к.

6.1.2. Расчет затрат на изготовление и отделку корпуса

Таблица3. Расчет затрат на материалы, использованные при изготовлении и отделке корпуса

№	Наименование	цена	количество	стоимость
1	Профиль дюралюминиевый (б/у) лом (кг)	50р.	2	100р.
2	Профиль алюминиевый угловой (порог) 2,7м.	218р.	0,5	109р.
3	Рейка ель 10*40	40р.	0,5	20р.
4	ПВХ вспененный листовой S=3мм. 1,5x3,0м.	1600р.	0,1	160р.
5	Шуруп 3,5*19мм.	8	0,25	2р.
6	Заклепки 4мм.	22 шт.	0,30р.	6,6р.
7	Хомуты нейлоновые 100шт./уп.	45р.	0,25	1,25р.
8	Стержни клеевые для пистолета 6шт./уп.	45р.	1	45р.
9	Пистолет пластмассовый	120р.	1	120р.

10	Банка из под кофе (вторичный материал)	0р.	1	0р.
11	Картон 10л./уп.	40р.	0,2	8р.
12	Краска автомобильная (аэрозоль)	190р.	0,2	38р.
13	Жидкие гвозди	180р.	0,1	18р.
14	Печать полноцветная на самоклеющейся ПВХ пленке кв.м.	230р.	0,5	115р.
Итого:				742р.85к.

6.1.3. Расчет энергозатрат при производстве

Таблица4.Расчет энергозатрат при производстве

№	Наименование, вид работ	мо- щ- но- сть	вре- мя ис- поль- зова- ния	энерго- потреб- ление	стои- мость
1	Паяльная станция Lukey 720 (пайка, лужение, нагрев термоусадочных трубок в режиме фена)	750Вт	3 часа	2,25кВт *ч	9р.25к
2	ТермопистолетStayer (склеивание элементов конструкции, закрепление мишней, фоторезисторов)	50Вт.	2 часа	0,1кВт*ч	41к.
3	Утюг бытовой Polaris(перенос печатного рисунка платы на текстолит)	2200 Вт	0,2 часа	0,44 кВт*ч	1р.81к
4	ПК, IntelCore i3 (разработка макета печатной платы, программирование модели)	500Вт	4 часа	2 кВт*ч	8р. 22к
5	Работа аэрогрофа	100Вт	0,5 часа	0,05	20к.
Итого:				4,89 кВт*ч	19р. 89к.

* Стоимость электроэнергии 4р.11к. в соответствии с энерготарифами.

** При расчетах не производится вычисление энергопотребления широкоформатного и офисного лазерного принтеров, так как печать производилась в печатном салоне, а соответственно, эти затраты уже включены в стоимость конечного печатного продукта.

*** Нами не рассчитывалась стоимость освещения, отопления, аренды производственных помещений (косвенные затраты), так как при выполнении социально-значимого проекта были использованы площади и энергетические ресурсы образовательной организации, для которой выполнялся проект.

6.1.4. Расчет трудозатрат при производстве

Чтобы получить более точную стоимость изделия, необходимо посчитать трудозатраты. При серийном производстве таких изделий, когда уже написана компьютерная программа, имеется вся технологическая и конструкторская документация и произведен расчет материалов, в производстве тира будут задействован 1 специалист – сборщик-электронщик. При серийном производстве тира у него будет затрачено на работу по 8 часов. Таким образом, можно посчитать общую трудоемкость одной единицы изделия, которая равна восьми часам.

Трудоёмкость — затраты труда, рабочего времени на производство единицы продукции.¹³

Для расчета стоимости труда используем формулу: $C = t * k$, где C - стоимость труда, t – количество часов, затраченных на производство, k – стоимость одного часа работы. Чтобы посчитать стоимость одного часа работы специалиста, нужно его месячную заработную плату разделить на количество рабочих часов в месяц. В среднем, в месяце 21 рабочий день по 8 часов, то есть специалист работает 168 часов. Месячную заработную плату можно привязать к минимальному размеру оплаты труда, но я использую в своих расчетах среднюю заработную плату, равную 25 тысячам рублей (с учетом налогов, отчислений в фонд обязательного медицинского страхования и социального страхования, пенсионный фонд). Тогда час рабочего времени будет стоить 25000р. / 168 часов = 148,8р. Если применить формулу $C = t * k$, получим $C = 148,8р. * 8 часов = 1190р.40к.$

6.1.5. Себестоимость одной серийной единицы тира

Себестоимость одной единицы тира будет равна сумме всех затрат на серийное производство изделия.

$$\sum \text{счетомтрудозатрат} = 3058\text{р. 40к.} + 742\text{р. 85к.} \\ + 19\text{р. 89к.} + 1190\text{р. 40к.} = 5011\text{р. 54к.}$$

6.2. Экологическая оценка

Комплексная экологическая оценка будущего изделия складывается из следующих видов оценки: экологичность по сравнению с аналогами, экологичность материалов, из которых произведено изделие, экологичность во время производства, эксплуатации, утилизации. Условия безопасной утилизации исследуются на этапе оценки готового изделия (п.11)

6.2.1. Принципиальная оценка. Сравнение с аналогами

На этапе эксплуатации тир будет потреблять 1Вт электрической энергии. Графики тестов энергопотребления микроконтроллеров приведены на сайте.¹⁴

В качестве аналогов рассмотрен пневматический тир, лазерный тир с LCDдисплеем (ЖК панелью), лазерный тир с проектором.

Таблица 5. Экологическая оценка. Сравнение с аналогами.

№	Наименование	Экологические недостатки при использовании
1	Пневматический тир	Пули из свинца очень вредны для человека и окружающей среды
2	Лазерный тир с LCD дисплеем (ЖК панелью)	Высокое энергопотребление, а значит, экологический вред при ее производст-

¹³ Материал электронной энциклопедии <http://ru.wikipedia.org>

¹⁴ Интернет-магазин arduino.md https://www.arduino.md/arduino_power_consumption

3	Лазерный тир с проектором	ве
4	Лазерный тир интерактивный с сервоприводами	Нет

Вывод: мое изделие значительно экологичнее аналогов.

6.2.2. Экологичность материалов, из которых произведено изделие

Основными материалами, использованными при производстве изделия, стали дюралюминий, вспененный поливинилхлорид, древесина ели, медные провода.

Вспомогательные материалы: термоклей, текстолит, радиодетали (фоторезисторы, резисторы, микроконтроллеры, радиомодули, кнопки тактильные.

Древесина ели является возобновляемым природным ресурсом. Ель живёт в среднем до 250—300 лет¹⁵. Хотелось бы обратить внимание на то, что ель не является ценной породой древесины и использование ее в проекте минимально, а на этапе использования древесина – экологически чистый продукт.

Дюралюминий, медь. Цветные металлы, запасы которых в мире велики. Большая часть изделий производится вторично из лома и отходов, что является благоприятным фактором использования данных материалов. Данные цветные металлы настолько безопасны при использовании, что из них даже производят посуду.

Вспененный ПВХ. Листы из вспененного ПВХ производят методом экструзии пластифицированного поливинилхлорида с одновременным его газонаполнением. В результате получают легкий и достаточно прочный листовой материал, очень устойчивый к воздействию внешней среды, погодных условий, перепадов температуры, агрессивных сред, коррозии. Неоспоримым преимуществом ПВХ-пластиков является их высокая пожаробезопасность. Все ПВХ-пластики можно отнести к группе трудногорючих, самозатухающих материалов, не поддерживающих горение на воздухе. ПВХ-пластики устойчивы к большинству известных химических веществ. В частности, к любым бытовым моющим и дезинфицирующим средствам, растворам многих кислот и щелочей. Этот материал экологически безопасен, не содержит тяжелых металлов и не имеет вредного воздействия на человеческий организм и окружающую среду¹⁶.

Вспомогательные материалы:

Термоклей. Создан из полимера - этиленвинилацетат - это высокоэффективный вспененный каучук - композиционный полимерный материал, относящийся к полиолефинам, может быть создан из любых органических соеди-

¹⁵Материал электронной энциклопедии <http://ru.wikipedia.org>

¹⁶ Сайт РПК «Максипласт» <http://www.maxiplast.ru/>

нений (т.е. возобновляемого ресурса), отличается высоким уровнем экологической безопасности¹⁷.

Кроме этого, в незначительном количестве, мной были использованы радиодетали. Запасы кремния в мире велики. Все эти изделия экологически безопасны при использовании.

Также, мной был использован текстолит — электроизоляционный конструкционный материал, применяемый для производства подшипников скольжения, шестерён и других деталей, а также в электро - и радиотехнике. Представляет собой слоистый пластик на основе ткани из волокон и полимерного связующего вещества (например, бакелита, полиэфирной смолы, эпоксидной смолы)¹⁸. Текстолит состоит из возобновляемых материалов и экологически безопасен при использовании.

Вывод: используя возобновляемые ресурсы, большинство из которых пригодно к вторичной переработке, я практически не нанес ущерба окружающей среде ни на этапе изготовления материалов, ни на этапе изготовления изделия, а высокая энергоэффективность изделия приведет к значительному снижению расхода энергоресурсов, что очень важно, так как энергоэффективность становится одной из ключевых экологических задач современности. Кроме того, мое изделие поможет отказаться от свинцовых пуль пневматического тира.

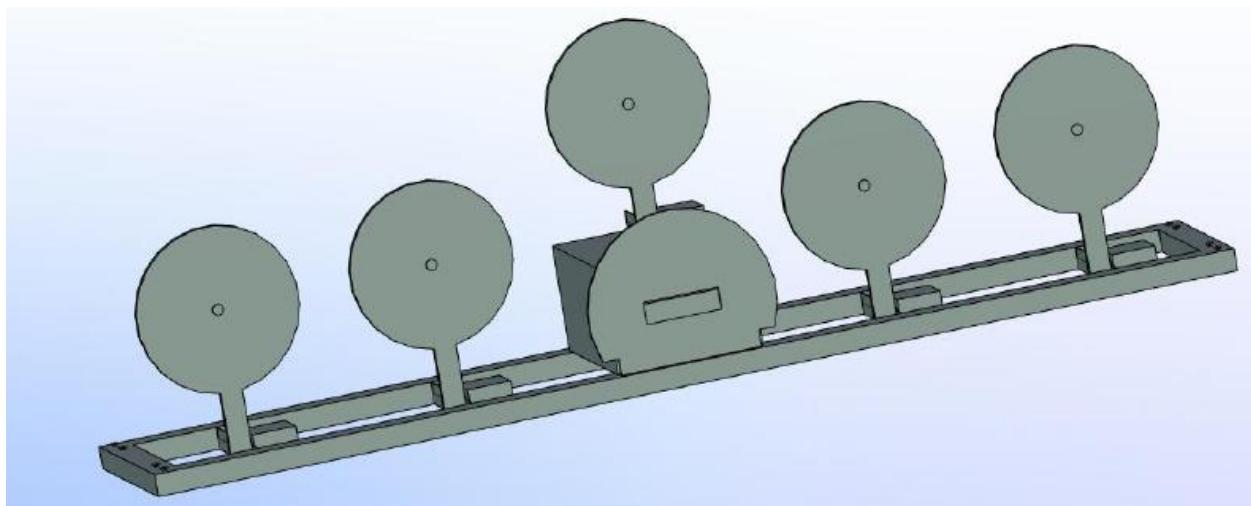


Рисунок 26. 3D модель тира, выполненная в программе T-Flex.

¹⁷ Интернет-магазин <http://evasmart.ru/blog/ etilenvinilatsetat>

¹⁸ Материал электронной энциклопедии <http://ru.wikipedia.org>

Этап №1. Изготовление элементов корпуса.

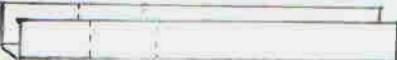
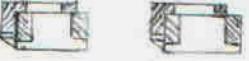
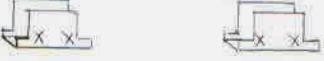
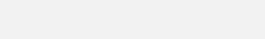
1.1. Слесарные работы

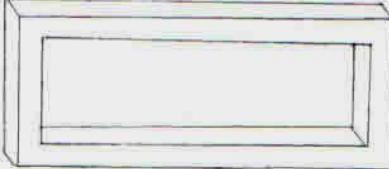
Оборудование: Верстак слесарный, тисы, ножовка по металлу, электро-дрель аккумуляторная, сверла (4,2мм., 3,1 мм., и 10мм.), угольник, карандаш, линейка, напильник, киянка, плоскогубцы, шлифовальная колодка, заклепочник, бита РН2.

Материалы: профиль дюралюминиевый, уголок дюралюминиевый, шуруп 3,5x19, заклепки 4мм., наждачная бумага.

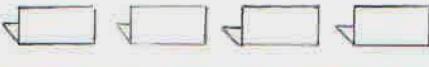
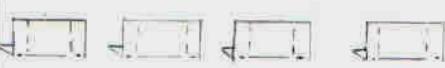
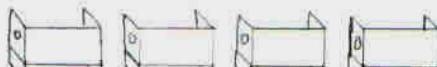
Технологическая карта изготовления элементов корпуса

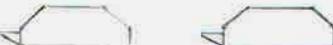
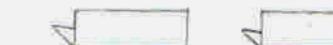
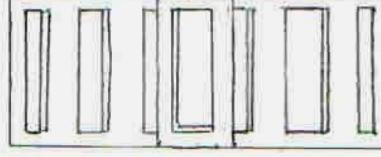
№	Содержание операции	Эскиз	Инструменты, приспособления
Изготовление основания			
1	Разметить 2 заготовки из дюралюминиевого П-образного профиля, длиной 1000 мм.		Угольник, карандаш, линейка
2	Отпилить заготовки		Слесарный верстак, тисы, ножовка по металлу
3	Разметить на внутренней полке профиля линии на расстоянии 25мм., 100 мм. и 300 мм. от каждого края		Угольник, карандаш, линейка
4	Пропилить по линиям, удалить края полки профиля (25мм.)		Слесарный верстак, тисы, ножовка по металлу
5	Разметить на внутренней полке одного профиля отверстия на расстоянии 20 мм. справа от каждого пропила (для заклепок). А на одной из полок, дополнительно на расстоянии 20 мм. слева от каждого пропила (для проводов). Разметить на верхней полке отверстия на расстоянии 13 мм. от края для шурупов.		Угольник, карандаш, линейка
6	Сверлить отверстия на внутренней полке сверлом 4мм., а на верхней полке – 3,1мм. с потайным отверстием 10мм.		Слесарный верстак, тисы, аккумуляторная дрель, сверла
7	Опилить и отшлифовать заготовки		Наждачная бумага, тисы, шлифовальная колодка

8	Разметить 2 заготовки из дюралюминиевого П-образного профиля, длиной 200 мм.		Угольник, карандаш, линейка
9	Отпилить заготовки		Слесарный верстак, тисы, ножовка по металлу
10	Разметить на внутренней и верхней полке профиля линии на расстоянии 22 мм. от края		Угольник, карандаш, линейка
11	Пропилить по линиям, удалить края двух полок профиля		Слесарный верстак, тисы, ножовка по металлу
12	Разметить на верхней полке отверстия на расстоянии 13 мм. от края для шурупов.		Угольник, карандаш, линейка
13	Сверлить отверстия на внутренней полке сверлом 4мм., а на верхней полке – 3,1мм. с потайным отверстием 10мм.		Слесарный верстак, тисы, аккумуляторная дрель, сверла
14	Опилить и отшлифовать заготовки		Наждачная бумага, тисы, шлифовальная колодка
15	Разметить 2 плоских заготовки из дюралюминиевого П-образного профиля, длиной 190мм. И шириной 20 мм.		Угольник, карандаш, линейка
16	Отпилить заготовки		Слесарный верстак, тисы, ножовка по металлу
17	Разметить отверстия на расстоянии 11 мм. от края для шурупов.		Угольник, карандаш, линейка

18	Сверлить отверстия сверлом 3,1мм.		Слесарный верстак, тисы, аккумуляторная дрель, сверла
19	Соединить элементы конструкции в прямоугольную рамку		Аккумуляторная дрель, бита PH2, шурупы 3,5x1,9мм.

Изготовление полок для сервоприводов

20	Разметить 4 заготовки из дюралюминиевого уголка (40 x 20 мм.), длиной 190 мм.		Угольник, карандаш, линейка
21	Отпилить заготовки		Слесарный верстак, тисы, ножовка по металлу
22	Разметить продольные линии по сгибу уголка, длиной 15 мм. по краям заготовок и поперечные линии сгиба		Угольник, карандаш, линейка
23	Пропилить по линиям		Слесарный верстак, тисы, ножовка по металлу
24	Отогнуть края по намеченным линиям		Слесарный верстак, тисы, плоскогубцы, киянка.
25	Разметить отверстия для заклепок		Угольник, карандаш, линейка
26	Сверлить отверстия		Слесарный верстак, тисы, аккумуляторная дрель, сверла
27	Разметить направляющие для крепления блока управления из уголка 40 x 20 мм., длиной нижней полки 200 мм., со скосом верхней полки до 175 мм. равномерно с двух сторон		Угольник, карандаш, линейка

28	Отпилить заготовки		Слесарный верстак, тисы, ножовка по металлу
29	Разметить полку для центрального сервопривода из уголка, длиной 130 мм и 45 мм., угол в месте стыка 45° .		Угольник, карандаш, линейка
30	Отпилить заготовки		Слесарный верстак, тисы, ножовка по металлу
31	Скруглить углы лицевой стороны опиливанием		Слесарный верстак, тисы, напильник
31	Разметить ребра жесткости блока управления из уголка, длиной 150 мм.		Угольник, карандаш, линейка
32	Отпилить заготовки		Слесарный верстак, тисы, ножовка по металлу
33	Соединить элементы конструкции при помощи заклепок		Слесарный верстак, заклепочный, заклепки

1.2. Изготовление подкладок под сервоприводы, крепление сервоприводов.

Оборудование: Столярный верстак, рубанок, ножовка, рашпиль, шлифовальная колодка, наждачная бумага, аккумуляторная дрель, сверла, киянка, угольник, карандаш, линейка.

Материалы: Рейка ель, сервоприводы, нейлоновые хомуты

Технологическая карта

№	Содержание операции	Эскиз	Инструменты, приспособления
1	Разметить 5 заготовок, размером 40 x 10 x 150 мм.		Столярный верстак, угольник, карандаш, линейка

2	Отпилить заготовки		Столярный верстак, ножовка Столярный верстак, рубанок Столярный верстак, рашпиль	
3	Строгать заготовки в размер			
4	Удалить припуск по длине рашпилем			
5	Шлифовать заготовки		Столярный верстак, шлифовальная колодка, наждачная бумага	
6	Разместить подкладки на полках, плотно сбить между продольными направляющими		Столярный верстак, бруск, киянка	
7	Разметить отверстия для крепления сервоприводов		Столярный верстак, линейка, карандаш	
8	Сверлить отверстия		Столярный верстак, аккумуляторная дрель, сверла	
9	Собрать элементы при помощи нейлоновых хомутов. Удалить излишки хомутов.		Столярный верстак, хомуты нейлоновые	

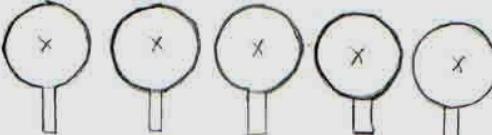
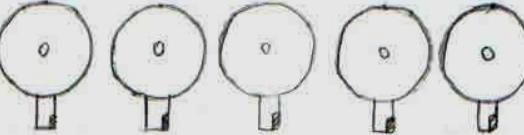
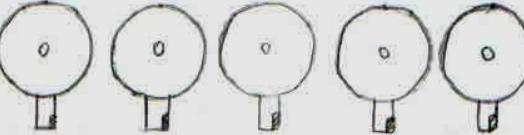
Этап №2 Изготовление мишеней

Оборудование: Столярный верстак, шаблон (картон, ножницы), шлифовальная колодка, наждачная бумага, аккумуляторная дрель, сверла, угольник, карандаш, линейка, ручной лобзик.

Материалы: Вспененный ПВХ

Технологическая карта изготовления мишеней

№	Содержание операции	Эскиз	Инструменты, приспособления
1	Разметить модель мишени на картоне		Карандаш, линейка, циркуль
2	Вырезать шаблон мишени		Ножницы
3	Разметить 5 заготовок мишеней по шаблону		Столярный верстак, карандаш

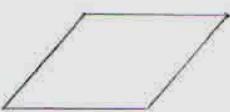
4	Разметить 5 полос, усиливающих жесткость, размером 135 x 20 мм. и лицевую накладку на блок управления		
5	Выпилить заготовки		Столярный верстак, ручной лобзик
6	Найти центр окружностей, отметить		Столярный верстак, карандаш, угольник
7	Сверлить отверстие по центру окружности для фоторезистора 5мм.		Столярный верстак, аккумуляторная дрель, сверло 5мм.
8	Шлифовать заготовки		Столярный верстак, шлифовальная колодка, наждачная бумага
9	Соединить заготовку с ребром жесткости и крепежным элементом сервопривода. Наклеить пленку с изображением мишени		Клей

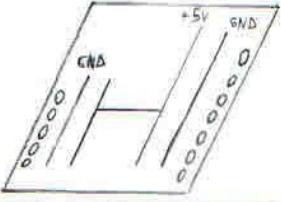
Этап №3 Изготовление печатной платы

Оборудование: Кабинет химии, компьютер, лазерный принтер, утюг, наждачная бумага, спирт.

Материалы: Стеклотекстолит, покрытый медью, хлорное железо, восковая бумага.

Технологическая карта изготовления мишеней

№	Содержание операции	Эскиз	Инструменты, приспособления
1	Отпечатать эскиз платы на принтере	Нет.	Компьютер, лазерный принтер, восковая бумага
2	Зачистить и обезжирить медное покрытие платы		Наждачная бумага, спирт
3	Перевести эскиз на стеклотекстолит, покрытый медью	Нет.	Утюг

4	Приготовить раствор хлорного железа	Нет	Емкость, теплая вода, хлорное железо
5	Поместить плату в раствор на 40 минут		Емкость, теплая вода, хлорное железо
6	Промыть плату и удалить остатки краски спиртом		Вода, спирт
7	Сверлить отверстия по разметке печати		Сверлильный станок
8	Лудить плату		Паяльная станция, флюс, припой

Этап №4. Сборка системы управления

Оборудование: щипцы, бокорезы, нож, паяльная станция, мультиметр, отвертка, термопистолет.

Материалы: макетная плата, печатная плата, контроллер Arduino UNO, контроллер Arduino NANO, резисторы 10K, фотодиоды, экраны LCD, сервоприводы, лазерная указка, плата-зуммер, тактильные кнопочные переключатели, радиомодуль, провода для Arduino, трубка термоусадочная, кабель USB, термоклей.

Технологическая карта сборки системы управления

№	Содержание операции	Инструменты, приспособления
Сборка системы управления пистолетом		
1	Разместить на макетной плате элементы управления согласно схеме	Щипцы, макетная плата
2	Подключить к собранной цепи контроллер Arduino NANO	Бокорезы, нож, щипцы
3	Подключить цепь к батарейке «Крона»	Бокорезы, нож, щипцы, мультиметр.
4	Перенести элементы управления на печатную плату, припаяв их	Щипцы, паяльная станция
5	Удлинить штатные провода Arduino, спаяв их и поместив в термоусадочную изоляцию	Щипцы, бокорезы, нож, паяльная станция
6	Разместить элементы управления в пистолете, удалив лишние элементы кормуша	Надфиль, отвертка
Сборка системы управления основным блоком		
7	Разместить на макетной плате элементы управления согласно схеме	Щипцы, макетная плата
8	Подключить к собранной цепи контроллер Arduino UNO	Бокорезы, нож, щипцы
9	Подключить цепь к блоку питания.	Бокорезы, нож, щипцы, мультиметр.

10	Перенести элементы управления на печатную плату, припаяв их к шилду через провода	Щипцы, паяльная станция
11	Удлинить штатные провода Arduino, спаяв их и поместив в термоусадочную изоляцию	Щипцы, бокорезы, нож, паяльная станция

Этап №5 «Пусконаладочные работы. Программирование. Испытания. Калибровка фотодиодов и сервоприводов»

Оборудование: Компьютер, программная оболочка Arduino IDE.

Материалы: USB кабель.

Технологическая карта

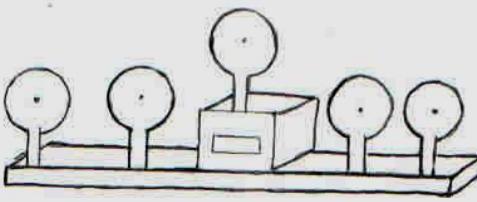
№	Содержание операции	Инструменты, приспособления
1	Написать программный код для пистолета, согласно блок-схеме	Компьютер, программная оболочка Arduino IDE.
2	Загрузить программный код в контроллер Arduino NANO в виде скетча. Проверить работу программы.	Компьютер, программная оболочка Arduino IDE.
3	Написать программный код для основного блока, согласно блок-схеме	Компьютер, программная оболочка Arduino IDE.
4	Загрузить программный код в контроллер Arduino UNO в виде скетча	Компьютер, программная оболочка Arduino IDE.
5	Откалибровать сервоприводы, задав им начальные значения исходных положений. Откалибровать фотодиоды, задав минимальный порог освещенности. Проверить работу программы.	Компьютер, программная оболочка Arduino IDE.

Этап №6 «Отделка»

Оборудование: наждачная бумага, шлифовальная колодка, аэробраф, канцелярский нож.

Материалы: жидкие гвозди, краска, полиэтиленовая пленка, скотч.

Технологическая карта.

№	Содержание операции	Эскиз	Инструменты, приспособления
1	Заполнить потайные отверстия стыков kleem		Жидкие гвозди
2	Шлифовать поверхность основания		Наждачная бумага, шлифовальная колодка
3	Поместить элементы, не нуждающиеся в окраске, в защитную пленку		Полиэтиленовая пленка, скотч.
4	Покрыть элементы конструкции акриловой краской.		Аэробраф
5	Наклеить на мишени пленку с полноцветной печатью, удалив излишки канц.ножом		Канцелярский нож.

8. Описание изготовления изделия

Изготовление изделия проводилось в соответствии с выделенными ранее технологическими операциями и в соответствии с технологической и конструкторской документацией, поэтому, представлено в формате фотоотчета, структурированного в соответствии с технологическими этапами изготовления изделия.

Этап №1. Изготовление основания для тира.



Рисунок 27. Этап №1. Изготовление основания для тира. Разметка.



Рисунок 28. Этап №1. Изготовление основания для тира. Слесарные работы. Опиливание элементов основания. Производится в лаборатории робототехники и материаловедения школы №14, каб.101.



Рисунок 29.Этап №1. Изготовление основания для тира. Слесарные работы.Сверление отверстий.



Рисунок 30.Этап №1. Изготовление основания для тира. Столярные работы. Изготовление подкладок под сервоприводы.



Рисунок 31.Этап №3. Изготовление мишеней и лицевой накладки на блок управления.

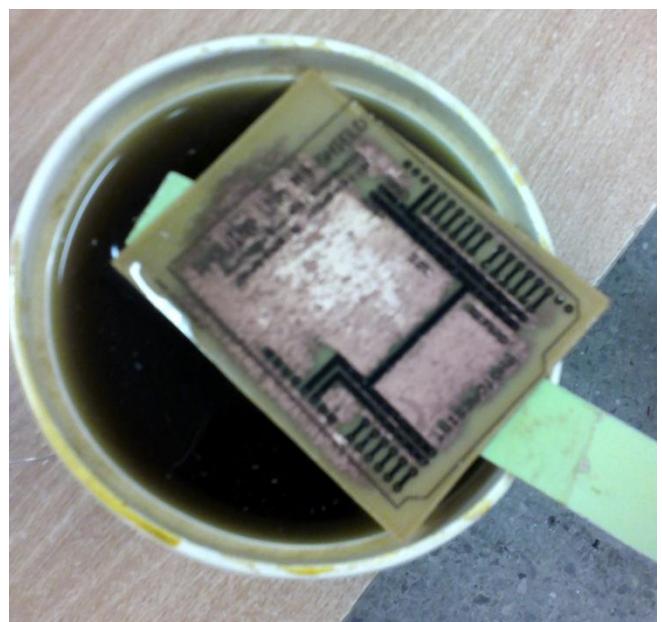


Рисунок 31.Этап №3. Изготавление печатной платы. Подготовка материалов к травлению. На фото отпечатанный эскиз платы, текстолит, покрытый медью, концентрат хлорного железа.



Рисунок 32.Этап №3. Изготовление печатной платы. Термический перенос печатного эскиза на медную поверхность. Подготовительные работы данного этапа (подготовка текстолита, перенос эскиза) производились в СКБ электротехнического факультета ФГБОУ ВО КнАГТУ.

Рисунок 33.Этап №3. Изготовление печатной платы. Процесс травления платы.



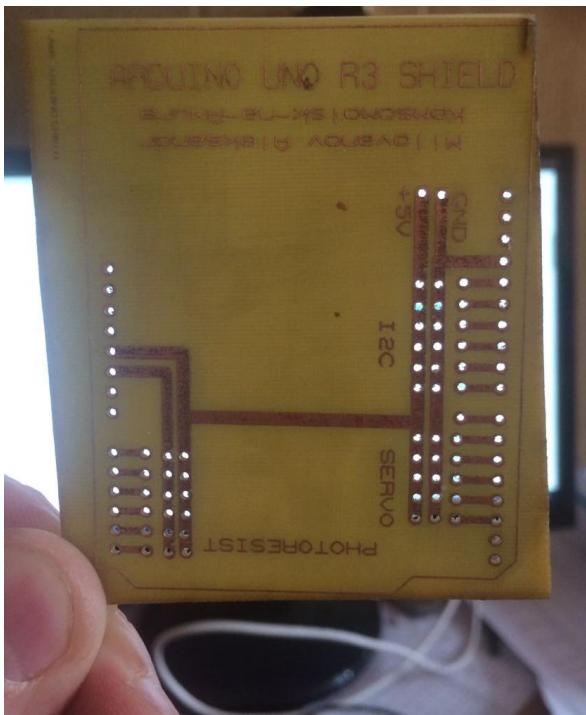


Рисунок 34.Этап №3. Изготовление печатной платы. Вытравленная плата с просверленными отверстиями.

Рисунок 34.Этап №3. Изготовление печатной платы. Вытравленная плата с просверленными отверстиями.

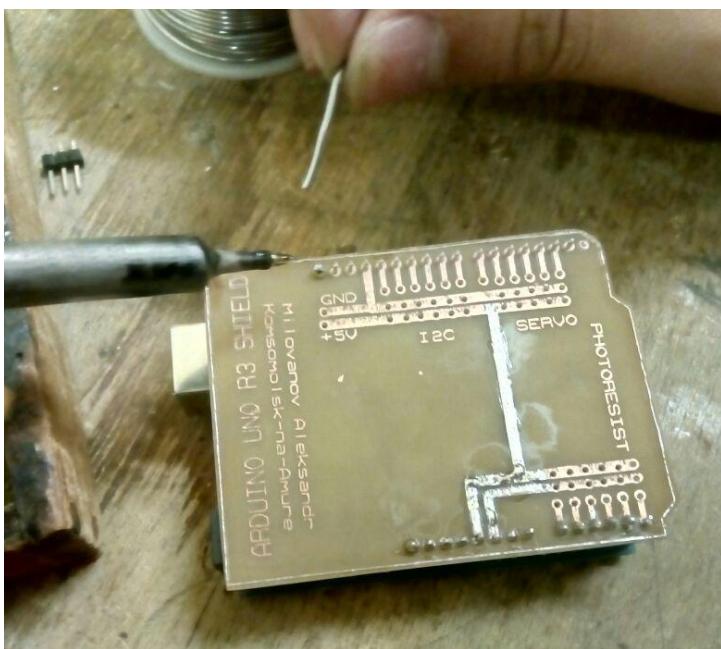


Рисунок 36.Этап №3. Изготовление печатной платы. Лужение платы. Пайка гребенки для присоединения к портам контроллера

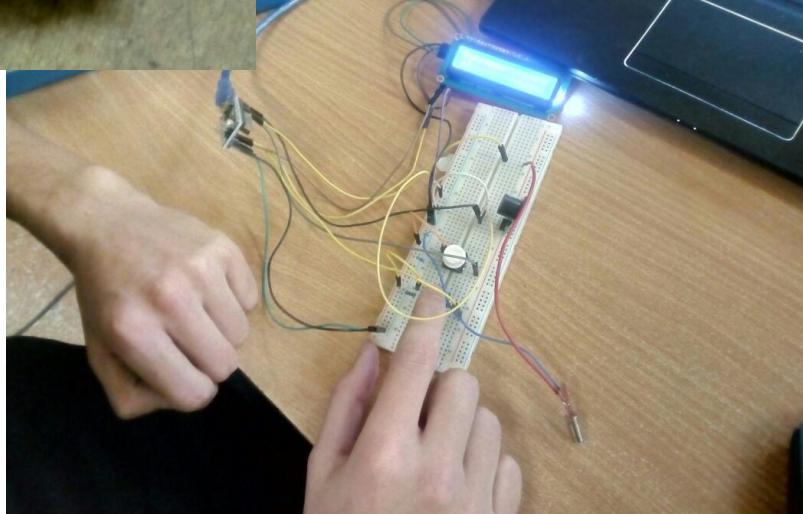


Рисунок 37.Этап №4. Сборка системы управления. Сборка элементов управления пистолетом на макетной плате



Рисунок 38.Этап №4. Сборка системы управления. Сборка элементов управления пистолетом. Удаление лишних элементов корпуса пистолета для размещения там устройств управления.

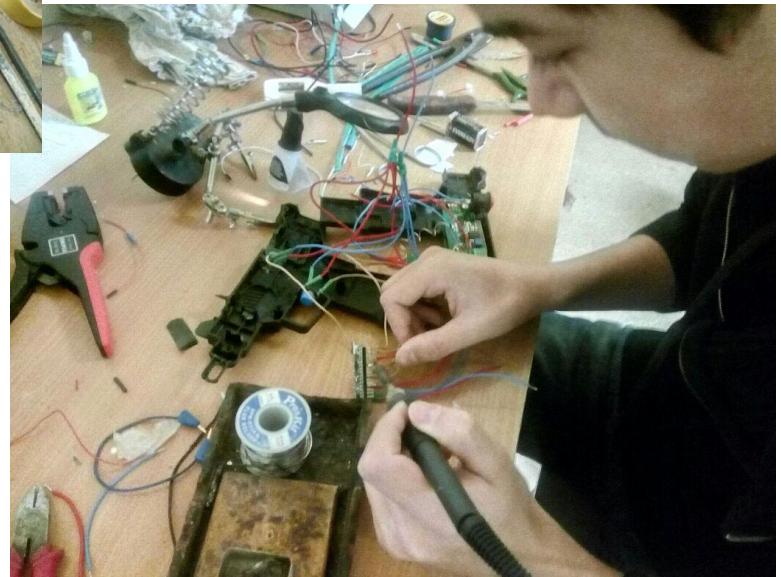


Рисунок 39.Этап №4. Сборка системы управления. Сборка элементов управления пистолетом. Пайка проводов к микроконтроллеру.

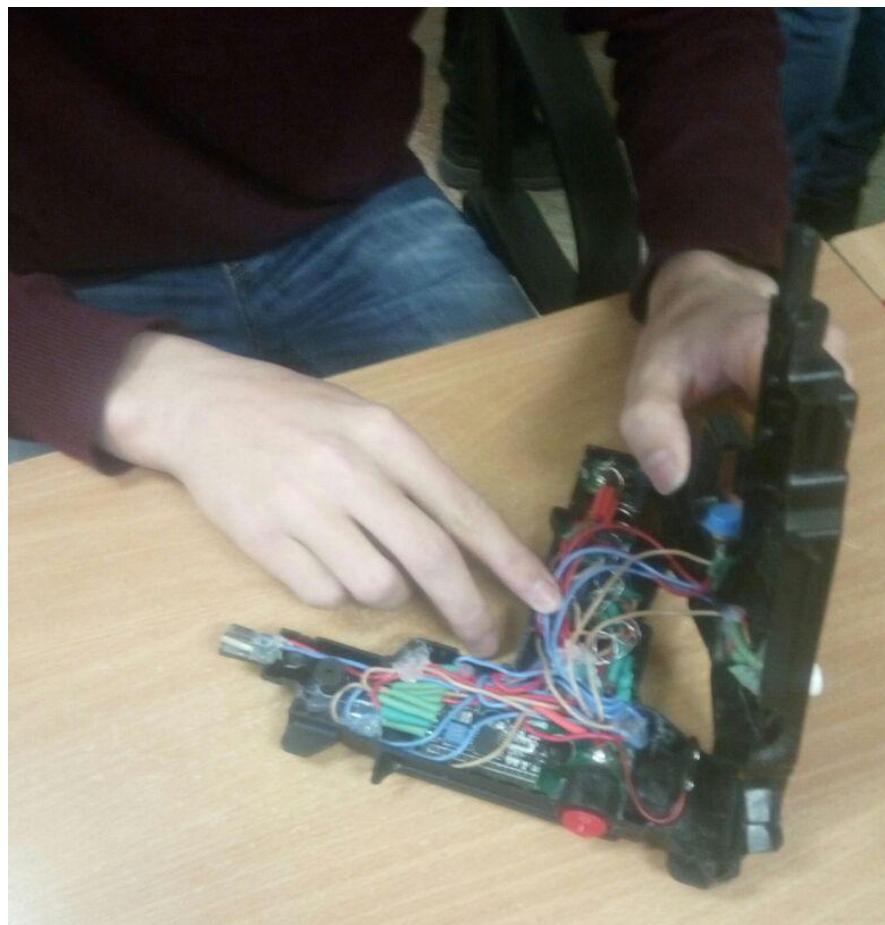


Рисунок 40.Этап №4. Сборка системы управления. Сборка элементов управления пистолетом. Сборка пистолета.

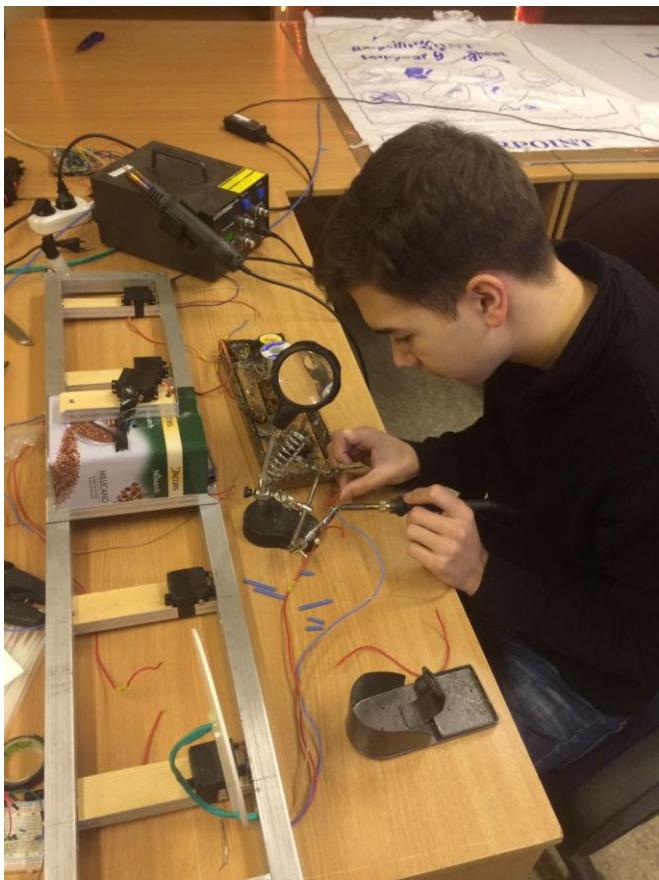


Рисунок 41.Этап №4. Сборка системы управления. Сборка элементов управления основным блоком. Удлиняем штатные провода Arduino

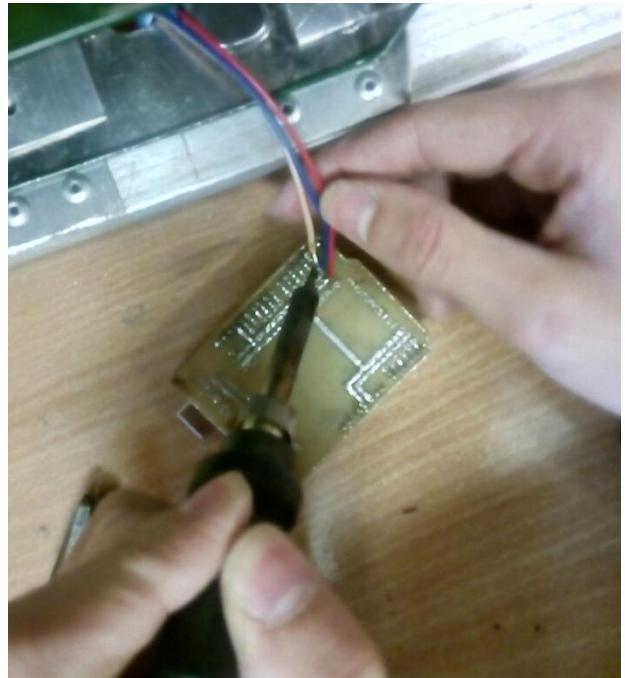


Рисунок 42.Этап №4. Сборка системы управления. Сборка элементов управления основным блоком.Пайка первого сервопривода. Первый провод слева – управляющий. По центру «-», справа «+5В».



Рисунок
43.Этап №4.
Сборка системы
управления.
Сборка элемен-
тов управле-
ния основным бло-
ком. На рисунке
припаяны фо-
торезисторы и
сервоприводы
первых двух
мишеней. Поз-
же припаяны
еще три, радио-
модуль,
LCDэкран.



Рисунок 44. Изделие подготовлено к пусконаладочным работам. Произведены сборочные операции



Рисунок 45. Калибровка фотодиодов и сервоприводов

* Пусконаладочные работы, программирование и испытания проводились до отделки. После отделки производилась окончательная калибровка фотодиодов и сервоприводов (Рис.45).



Рисунок 46.Этап №6. Отделка. Подготовка к окрашиванию. Все элементы, которые не будут покрываться краской, помещаются в полиэтилен.



Рисунок 47.Аэрограф и акриловая краска.



Рисунок 48.Этап №6. Отделка. После покрытия акриловой краской при помощи аэрографа.

9. Описание окончательного варианта изделия

9.1. Описание конструкции изделия, типа используемой отделки.

Тир имеет следующие габариты: длина 1000мм. ширина 200мм. Высота 330мм. Основной блок управления, сервоприводы и мишени размещены на основании из дюралюминия с подкладками из древесины ели.



Рисунок 49. Окончательный вариант изделия.

Устройство управления основным блоком расположено в жестяной банке из под кофе, которая облицована всененным ПВХ и картоном и покрыта акриловой краской. На лицевой части блока размещен LCDдисплей, отображающий количество набранных баллов. На задней стенке блока расположена антенна радиомодуля, обеспечивающего связь базового модуля с пистолетом.

Подключение базового модуля к сети реализовано через USBкабель, а это значит, что тир можно подключить к сети переменного тока через любой адаптер для зарядки телефона, а также, можно подключить к компьютеру, ноутбуку или к портативному зарядному устройству для мобильного телефона.



Рисунок 50. Окончательный вариант изделия. Устройство пистолета.

Пистолет имеет кнопку включения (1), LCDдисплей, на котором отображается текущее количество патронов (2), спусковой курок (3), нажатие на который зажигает лазер на 0,5сек. и отнимает один патрон, и кнопку сброса (4). Нажатие на кнопку сброса обнуляет счет, все мишени поднимаются (при передачи радиосигнала), начинается новая игра.

9.2. Как пользоваться изделием.

1) Основной блок тира установить на ровную устойчивую поверхность на высоту, оптимальную для роста игроков и положения стрельбы. В классе, при стрельбе сидя и стоя, как правило, оптимально расположение тира на парте у доски. При установке тира необходимо защитить его от попадания прямых солнечных лучей.

2) Подключить основной блок к сети или ноутбуку. Проверить наличие приветственного сообщения на дисплее. Мишени при включении должны принять исходное положение.

3) Установить батарейку или аккумулятор типа «Крона» в пистолет.

4) Включить пистолет кнопкой включения (Рис.50).

5) Отойти на расстояние от 7 до 50м. (7м в классе, 50м. в коридоре или на улице, при проведении «Дня здоровья»). Прицелиться и стрелять в центр мишений, нажатием спускового курка (Рис.50). При попадании мишени падают.

6) После того, как все мишени упали, прочитать сумму набранных балов на дисплее основного блока. Максимальная сумма набранных баллов – 15 (5 сбитых мишеней + 10 оставшихся патронов).

7) Нажать кнопку сброса (Рис.50). Мишени поднимутся. Программа начислит игроку новые 15 патронов.



Рисунок 51. Окончательный вариант изделия. Основной блок после завершения игры.

9.3. Оценка изделия специалистами.

Внешнюю оценку изделия я проводил по трем направлениям: опрос директора и учителя ОБЖ, опрос учащихся из разных параллелей и экспертная оценка доцента ЭТФ ФГБОУ ВО «КнАГТУ» к.т.н. Иванова Юрия Сергеевича.

9.3.1. Оценка директора школы и преподавателя ОБЖ по критериям:

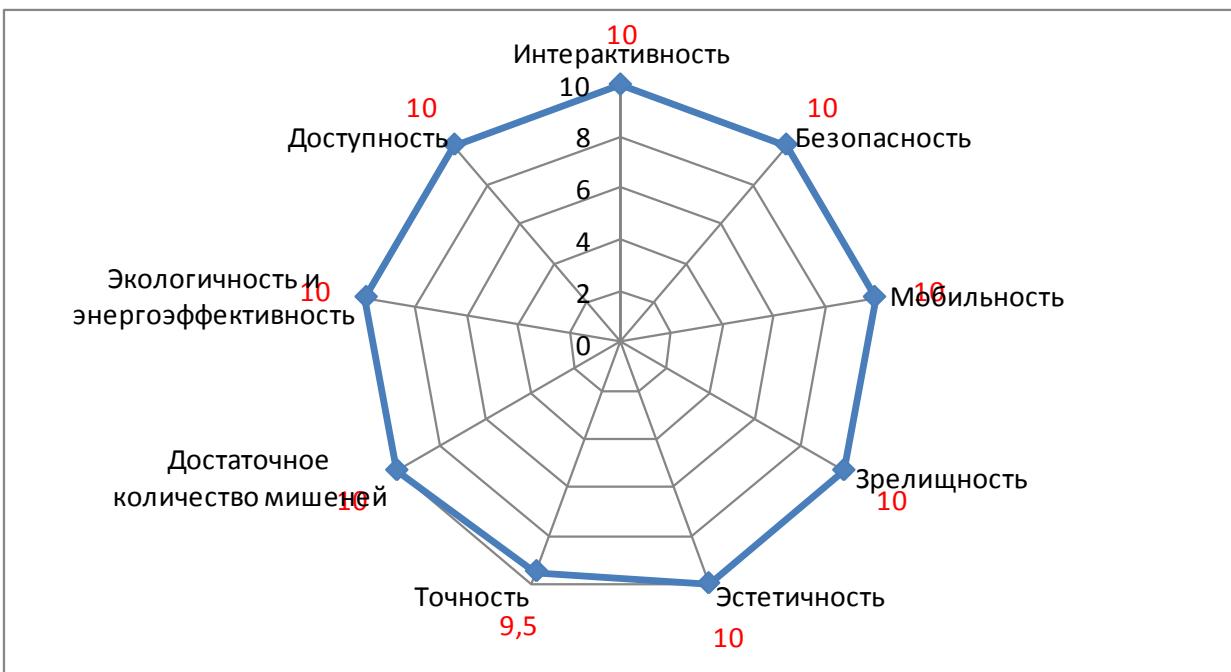


Рисунок 52. Средние показатели опроса директора школы и преподавателя-организатора ОБЖ.

Незначительное снижение показателя точности обусловлено тем, что фоторезистор учитывает только попадание в центр. Однако, в программе можно задать значения освещенности при попадании в другие области мишени.

9.3.2. Оценка учащимся 1-11 классов:

Учащимся было предложено пострелять, а затем, задан вопрос «Нравится ли Вам тир?». Опрошено 100 человек. Всем 100% тир понравился.

9.3.3. Оценка эксперта:

Экспертная оценка доцента электротехнического факультета ФГБОУ ВО «КнАГТУ» к.т.н. Иванова Юрия Сергеевича представлена в приложении в виде отзыва. Эксперт высоко оценил электронную составляющую проекта.

9.4. Самооценка:

9.4.1. Соответствие проекту и дизайн-спецификации.

Получившееся изделие полностью соответствует проекту и дизайн-спецификации. Тир безопасен, так как использует низкое напряжение 5В, безопасный лазер от лазерной указки, не имеет физических пуль. Изделие надежно, т.к. имеет прочное основание, шилд печатной платы, надежные сервоприводы. Изделие мобильно, так как имеет удобный размер, может быть подключено к беспроводным источникам питания и использовано в любом месте. Тир доступен по цене, так как цена его более чем в 10 раз ниже аналогов. Изделие экологично и энергоэффективно на этапе производства и эксплуатации ввиду с использования экологичных материалов, низкого энергопотребления и отсутствия свинцовых пуль. Тир имеет достаточное количество мишеней и достаточное количество попыток выстрелов. Математический программный алгоритм позволяет дифференцировать сложность, устанавливая разное количество необходимых очков для разных возрастов. Изделие эстетично и эргономично, имеет симметричную правильную форму, беспроводную радиосвязь,

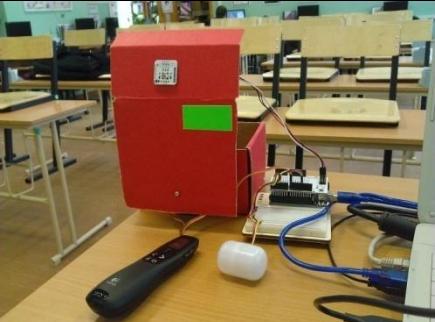
нейтральную цветовую гамму. Тир зрелищный, так как имеет подвижные элементы и детекцию лазерного луча.

9.4.2. Практическая значимость изделия высокая, так как решены все поставленные задачи:

- а) Огневая подготовка учащихся профильных юридических классов;
- б) Подготовка учащихся к сдаче норм ГТО по стрельбе;
- с) Предпрофильная подготовка учащихся 5-9 классов;
- д) Пропедевтическая огневая подготовка учащихся 1-4 классов;
- е) Эффективная организация патриотического кружка «Юный патриот»;
- ф) Использование тира воспитанниками групп продленного дня;
- г) Использование тира при проведении смен лагеря с дневным пребыванием детей, «Дней здоровья» и других мероприятий;
- х) Демонстрация тира воспитанникам детского сада №15 в рамках сетевого взаимодействия со школой.

9.4.3. Оригинальность конструкции

Изделие соединило в себе лучшие стороны дорогого интерактивного тира и мобильной зрелищной игрушки с подвижными элементами. Если рассматривать отличия от прототипа Копосова Д.Г., проработана система детекции луча, разработан дизайн, использована радиосвязь между модулями, реализован подсчет очков, лимитировано время свечения лазера и количество патронов, разработан и изготовлен шилд печатной платы, увеличено количество мишеней.

Прототип, взятый за основу	Результат проектной деятельности
 Прототип Копосова Д.Г.	
Ближайшие аналоги	
	Лазерный тир
	Игрушка будильник

9.4.4. Межпредметная значимость



Рисунок 53. Межпредметная значимость проекта.

Работая над проектом, я смог применить на практике знания, полученные на большинстве школьных предметов и получить новые знания в областях, не изучаемых настолько широко в общеобразовательной школе.

Работая над проектом, я определенно решил, что продолжу обучение по специальности, связанной с подобной деятельностью либо на факультете технологии экономики и дизайна АмГПГУ, либо на электротехническом факультете КнАГТУ.

Мне очень понравился результат моей работы.

10. Эстетическая оценка

Оценка эстетическая —определение степени совершенства, эстетической значимости предметов и явлений действительности, а также произведений искусства. Эстетическая оценка обусловлена мировоззрением, социальной позицией личности, уровнем ее культуры, потребностями, интересами, развитым эстетическим вкусом. Эстетическая оценка шире оценки художественной. Она складывается из восприятия эстетического объекта, его анализа и, наконец, суждения о его достоинствах¹⁹.

Все достоинства работы, приведены выше, поэтому я остановлюсь на художественной оценке. Мое изделие симметрично относительно центра, гармонично относительно формы и размера конструкционных элементов, имеет нейтральную цветовую гамму (основание и блок управления окрашены в темно-синий цвет), что позволяет подчеркнуть яркую цветовую гамму мишеней. Выбор цветовой гаммы мишеней мне помогли сделать дизайнеры

¹⁹ Краткий словарь по эстетике <http://esthetiks.ru/ocenka-esteticheskaya.html>

рекламного агентства «ДиАрт» – лидера городского рынка рекламы, что подтверждает высокую художественную оценку моего изделия.

Чтобы моя оценка не была субъективной, я обратился к учителям изобразительного искусства нашей школы, которые поставили высокую оценку художественно-эстетической составляющей моего проекта, отметив гармоничность формы, размера, цветовых решений.

11. Экономическая и экологическая оценка готового изделия

11.1. Затраты на НИОКР

НИОКР обошелся мне стоимостью одного образца тира, так как, несмотря на дополнительные затраты в части пунктов (плата получилась не с первого раза, что привело к дополнительному расходу хлорного железа, флюса, текстолита), другие пункты затрат компенсировались наличием материалов в школьной мастерской (в серийный расчет заложено все в соответствии со спецификацией серийного образца). Однако, на разработку проекта у меня ушло 15 дней при рабочем дне 6 часов. А это значит, что если бы я привлек специалиста для разработки этого проекта, мне бы пришлось ему заплатить не 1 190р.40к. а 13 392р., что на **12201р.60к.** больше (так как 8 часов заложены в себестоимость серийного образца, я их отнял от общих трудозатрат).

А значит, мои трудозатраты на НИОКР составили **12201р.60к.**

При условном серийном производстве 10 единиц тира затраты на НИОКР распределяются на 10 изделий. В таком случае СТОИМОСТЬ моего изделия составит себестоимость + НИОКР/10 = 5011,54р. + 1220,16р. = **6231р. 70к.**

СТОИМОСТЬ изделия значительно ниже аналогов (более чем в 10 раз) и почти в 6,5 раз ниже стоимости, которую я закладывал в качестве максимальной при проведении исследований.

11.2. Энергоэффективность. Затраты при эксплуатации изделия.

– Базовый блок.

Мощность контроллера ArduinoUNO = 1 Вт. Дополнительное оборудование: сервоприводы 5 x 0,5 Вт. (пиковое энергопотребление), радиомодуль и LCDдисплей (0,5Вт.). Так как сервоприводы потребляют энергию только при опускании и подъеме (а это менее 1/5 времени работы тира), можно посчитать среднее энергопотребление пяти сервоприводов как постоянное энергопотребление одного. Таким образом, общее энергопотребление основного блока равно $(1\text{Вт.} + 0,5\text{Вт.} + 0,5\text{Вт.})/1000 = 0,002 \text{ кВт/ч}$. При стоимости электроэнергии 4р. 11к., час работы основного блока обойдется в 0,82к. (менее одной копейки). 24 часа – 20к. А если мой тир будет включен в сеть 365 дней 24 часа в сутки – энергопотребление основного блока составит 71р. 83к. На мой взгляд, энергоэффективность основного блока очень высокая.

– Пистолет.

Если использовать батарейку «Кrona», которой хватает на 3 игровых дня, а стоимость ее 52р., энергоэффективность будет невысокой и будет много вредных отходов, нуждающихся в утилизации (отработанные батарейки). Мы рекомендуем пользователям приобретать NiMhбатарею и зарядное устройство. Полный цикл заряда батареи 2 часа при энергопотреблении 5Вт в час. Хватит заряженной батареи на 3 игровых дня по 8 часов, то есть на 24 часа. Таким образом, 24 часа работы пистолета равны 2 часам зарядки = 10Вт./ч. = 0,01кВт/ч = 4,11 к. А годовое энергопотребление – 15р.

Итого, за год непрерывной работы мой тир потребит всего 86р.83к.

11.3. Экологическая оценка

✓ Как уже упомянуто в пункте 6.2, на этапе производства материалов и изготовления изделия вред окружающей среде был нанесен минимальный ввиду использования экологически чистых материалов, большинство из которых пригодно к вторичной переработке (металлы, пластики).

✓ На этапе эксплуатации изделие более чем экологично, так как позволяет отказаться от свинцовых пуль и потребляет мало энергии.

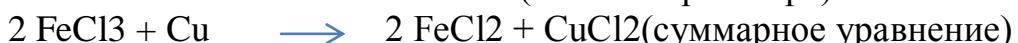
Хотелось бы остановиться на тех этапах производства, которые не были описаны выше, но могли нанести вред окружающей среде.

– Травление печатной платы раствором хлорного железа

Хлорид железа(III) - FeCl_3 , также называемое хлорное железо.

Этот травильный раствор приобрел популярность в последнее десятилетие, потому что он медленно и ровно протравливает медь и латунь. Он продается в форме желтых гранул или в виде раствора глубокого янтарного цвета. Хлорное железо значительно менее агрессивный окислитель, чем азотная кислота, хотя это ни в коей мере не избавляет от принятия необходимых мер безопасности. Особенно важно то, что хлорное железо не склонно к образованию паров, поэтому требуется только минимальная вентиляция.

Хлорное железо не ядовито, в чистом виде оно применяется в медицине для остановки кровотечения путём наложения на рану ватки с его раствором. Сфера применения хлорного железа достаточно широка. Его используют как коагулянт для очистки воды, как катализатор в органическом синтезе, как протраву в процессе окрашивания тканей, а также для приготовления железных пигментов и прочих солей железа. При травлении меди трехвалентное железо окисляет металлическую медь до двухвалентной, а само при этом восстанавливается до двухвалентного:



Чтобы осадить ионы металлов из раствора, его обрабатывают щёлочью, что приводит к образованию нерастворимых гидроксидов.





Таким образом, я не нанес вреда окружающей среде, так как утилизировал вредный раствор щелочью, превратив его в нетоксичную жидкость и нерастворимые соли.

– Отделка

Акриловая краска – самая экологичная краска. Она не токсична во время распыления, и во время использования.

Акриловая краска оптимальный вариант для обустройства детских комнат, ведь она не воспламеняется и не выделяет токсинов, это делает её абсолютно безопасной для использования не только в жилых помещениях, но и в общественных местах²⁰.

12. Общий вывод

Цель достигнута. Тир способен решить все задачи, которые поставлены перед ним. Тир очень экономичен и не наносит вреда окружающей среде. Изделие очень понравилось детям, учителям, экспертам.

Я значительно усовершенствовал свои знания по информатике, химии, физике, технологии, экологии и экономике, отточил навыки проектной деятельности, программирования, пайки, работы в графических редакторах.

²⁰ Сайт о красках <http://kraski174.ru/articles/208/>

Библиографический список:

- 1.Интернет-магазин школьных тиротов[электронный ресурс], режим доступа: <http://www.strelok-tir.ru/school-shooting>;
- 2.Материал электронной энциклопедии [электронный ресурс], режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>;
3. Сайт о красках [электронный ресурс], режим доступа: <http://kraski174.ru/articles/208>;
4. Интернет-магазин оборудования для лазерных тиротов[электронный ресурс], режим доступа: http://www.teh-consul.ru/multimediyiniy_tir.htm;
5. Интернет-магазин оборудования для игровых тиротов[электронный ресурс], режим доступа: <http://alex-rubin.pro/pages/Lazertag.html>;
6. Интернет-магазин оборудования для лазерных тиротов[электронный ресурс], режим доступа: http://www.teh-consul.ru/multimediyiniy_tir.htm;
7. Интернет-магазин бытовой электроники [электронный ресурс], режим доступа: <http://quelovandan.com/despertador-laser-diana-target-alarm-clock.html>;
8. Блог Д.Г. Копосова на портале IntelEdugalaxy[электронный ресурс], режим доступа: <https://edugalaxy.intel.ru/>;
9. Интернет-магазин «Евростандарт»[электронный ресурс], режим доступа: <http://www.evrostd.ru/>;
10. Интернет-магазин «Электромикро»<http://electromicro.ru/>;
11. Интернет-магазин «Али Экспресс» [электронный ресурс], режим доступа: <https://ru.aliexpress.com/>;
12. Интернет-магазин «Ардуино»[электронный ресурс], режим доступа: https://www.arduino.md/arduino_power_consumption;
13. Сайт РПК «Максипласт»[электронный ресурс], режим доступа: <http://www.maxiplast.ru/>;
14. Интернет-магазин «Смарт» [электронный ресурс], режим доступа: <http://evasmart.ru/blog/etilenvinilatsetat>;

13. Реклама изделия

Интерактивный лазерный тир

От игры к профессиональному мастерству!

8-914-156-80-38 – мастерская «INTERACTIVE»

