

Университет Правительства Москвы

IX Конкурс исследовательских и проектных работ обучающихся образовательных организаций города Москвы и Московской области  
«Мегаполис XXI века – город для жизни» в 2024/2025 учебном году

На тему: «12ST»

Выполнена: учащейся 8 класса  
Государственного бюджетного  
общеобразовательного учреждения  
города Москвы «Лицей «Вторая школа»  
имени В.Ф. Овчинникова  
Бушиной Mariей Сергеевной

Научный руководитель работы:  
Сутягин Андрей Романович  
Руководитель Государственного бюджетного  
общеобразовательного учреждения  
города Москвы «Лицей «Вторая школа»  
имени В.Ф. Овчинникова  
Случ Михаил Ильич

Москва

2024-2025

## **СОКРАЩЕНИЯ**

ЭМП - Электромагнитное поле

PAC - Расстройство аутистического спектра

STL - (от англ. Stereolithography) формат файла для хранения 3D объектов, используемых в аддитивных технологиях

PLA - Полилактид, биоразлагаемый пластик для 3D печати

TPU - Термопластичный полиуретан, гибкий пластик для 3D печати

SMD - Surface Mount Device, компоненты электронной схемы, нанесённые на печатную плату с использованием технологии монтирования на поверхность

IDE - Integrated Development Environment, система программных средств для разработки программного обеспечения

ВсОШ – Всероссийская олимпиада школьников

ТХ – Технологическая характеристика

ПО - Программное обеспечение

ID - Identifier, уникальный номер устройства

BMS - Battery Management System – система управления батареей USB

UART - Universal asynchronous receiver/transmitter протокол связи

## **РЕФЕРАТ**

Отчет: 48 страниц, 22 рисунка, 5 таблиц, 13 источников, 7 приложений.

«I2ST» - браслеты, которые помогут преподавателям в экскурсионных поездках».

Объектом разработки является система браслетов, которые во время экскурсионных поездок помогут учителям облегчить процесс с помощью отслеживания местоположения и других дополнительных функций.

Цель работы – разработать и внедрить браслет для поиска детей во время групповых мероприятий (поездок и экскурсий), который позволит оперативно отслеживать их местоположение, минимизировать риски потери и повысить общий уровень безопасности.

В процессе работы проводилась разработка, создание и тестирование системы браслетов для поездок.

В результате было создано готовое изделие, соответствующее поставленным критериям и выполняющее требуемый функционал.

В будущем планируется выпуск мобильного приложения и расширение функционала устройства, а также создание специальной зарядной станции, которая является необходимой частью моего проекта.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1 - Проблематика .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Описание цели проекта .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Задачи .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3 Постановка проблемы.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4 Актуальность проекта .....</b>	<b>13</b>
<b>1.5 Круг потенциальных пользователей .....</b>	<b>14</b>
<b>1.6 Анализ существующих решений проблемы и вариантов идей .....</b>	<b>16</b>
<b>Глава 2 - Поисково-исследовательская часть.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Опрос.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 Определение функционала изделия .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Модель браслета .....</b>	<b>20</b>
<b>Глава 3 - Подбор компонентов .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Первый прототип устройства.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Подбор компонентов. Микроконтроллеры .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Подбор компонентов. Bluetooth.....</b>	<b>26</b>
<b>Глава 4 - Электронная часть устройства .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1 Устройство браслета.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2 Материнская плата.....</b>	<b>30</b>
<b>4.3 Коннектор для зарядки и прошивки.....</b>	<b>31</b>
<b>Глава 5 - Программная часть .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 Алгоритм работы .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2 Переход в режим сна на зарядке .....</b>	<b>32</b>
<b>5.3 Язык вибраций .....</b>	<b>32</b>
<b>5.4 Программирование .....</b>	<b>34</b>

<b>Глава 6 - Экономическая и экологическая оценка изделия.....</b>	<b>35</b>
<b>6.1 Материальные затраты .....</b>	<b>35</b>
<b>6.2 Расчет экономической целесообразности.....</b>	<b>36</b>
<b>6.3 Экологическая оценка .....</b>	<b>37</b>
<b>Глава 7 - Результаты работы над проектом .....</b>	<b>38</b>
<b>7.1 Описание достигнутого результата .....</b>	<b>38</b>
<b>7.2 Решение задач .....</b>	<b>38</b>
<b>7.3 Методика испытаний проекта.....</b>	<b>39</b>
<b>7.4 ТХ проекта, полученные в процессе испытаний.....</b>	<b>39</b>
<b>7.5 Векторы развития проекта.....</b>	<b>39</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>40</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>41</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.....</b>	<b>42</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....</b>	<b>43</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В .....</b>	<b>44</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....</b>	<b>45</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....</b>	<b>46</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Е .....</b>	<b>47</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....</b>	<b>48</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Поездки и экскурсии для детей — это увлекательный и познавательный способ изучения окружающего мира, который способствует развитию их кругозора, социальных навыков и любознательности. Однако такие мероприятия, особенно с участием больших групп детей, часто сопровождаются повышенными требованиями к организации и безопасности. Потеря ребенка в незнакомой обстановке — одна из главных угроз, которая может возникнуть во время экскурсий. Даже самый внимательный сопровождающий может не заметить, как ребенок отойдет куда-либо или заблудится, особенно в местах с высокой проходимостью, таких как музеи, парки или городские площади. Это создает большие риски для безопасности детей и вызывает беспокойство со стороны родителей.

Сегодня существует множество технологий, которые могут эффективно применяться для обеспечения безопасности детей. Геолокационные устройства и носимые технологии становятся неотъемлемой частью современного общества, позволяя своевременно предотвращать чрезвычайные ситуации. В рамках данного проекта предполагается разработка и внедрение уникального решения — браслета для поиска детей. Этот браслет представляет собой компактное устройство, оснащенное системой геолокации и беспроводной связью, которая позволяет руководителям экскурсий в режиме реального времени отслеживать местоположение каждого ребенка группы. В случае, если ребенок выходит за пределы установленного безопасного радиуса, браслет мгновенно предупреждает об этом руководителя группы, что позволяет оперативно реагировать на возникшую ситуацию.

Основное назначение подобного браслета — снижение риска потери ребенка, обеспечение их безопасности и упрощение работы организаторов. Использование данного устройства дает возможность значительно облегчить сопровождение детей во время групповых мероприятий, позволяя руководителям уделять больше внимания образовательным аспектам

экскурсии, не отвлекаясь на постоянный подсчет участников. Кроме того, родители, зная, что у их ребенка есть такой браслет, получают дополнительную уверенность и спокойствие за его безопасность.

Проект ориентирован на создание надежного, простого в использовании и экономически доступного решения, которое станет полезным инструментом для школ, детских садов, туристических агентств и других организаций, занимающихся планированием мероприятий для детей. Разработка браслета предполагает использование современных технологий, таких как GPS и Bluetooth, что обеспечивает высокую точность работы и простоту интеграции в различные организации.

Таким образом, данный проект направлен на решение важной социальной задачи — предотвращение случаев потери детей во время экскурсий. Это инновационное устройство станет шагом вперед в обеспечении безопасности и контроля, а также будет способствовать созданию более комфортных и безопасных условий для образовательных и развлекательных мероприятий.

# **Глава 1 – Проблематика**

## **1.1 Описание цели проекта**

Цель работы – разработать и внедрить браслет для поиска детей во время групповых мероприятий (поездок и экскурсий), который позволит оперативно отслеживать их местоположение, минимизировать риски потери и повысить общий уровень безопасности.

## **1.2 Задачи**

Работа над проектом была разделена на следующие задачи:

### **1. Исследование и анализ потребностей:**

- a. Изучить основные проблемы, с которыми сталкиваются руководители групп и родители при организации детских экскурсий.
- b. Проанализировать существующие решения для обеспечения безопасности детей и выявить их недостатки.

### **2. Техническая разработка:**

- a. Разработать концепцию носимого устройства, учитывая требования безопасности, эргономичности и простоты использования.
- b. Подобрать оптимальные технологии, такие как GPS, Bluetooth или Wi-Fi, для реализации функции отслеживания местоположения.
- c. Обеспечить интеграцию устройства с мобильным приложением или другим средством управления для получения уведомлений.

### **3. Создание прототипа:**

a. Разработать рабочий прототип браслета, включая выбор материалов, дизайн устройства и программное обеспечение для управления.

б. Провести тестирование прототипа в реальных условиях, чтобы проверить его работоспособность, точность и надежность.

4. Организация функциональности безопасности:

a. Реализовать функцию уведомлений для руководителей группы при выходе ребенка за заданный радиус.

б. Добавить дополнительные функции, такие как тревожная кнопка, если ребенок чувствует опасность.

5. Работа с социально-психологическим аспектом:

a. Разработать интерфейс и методы взаимодействия, которые будут удобны для взрослых пользователей и не вызывать дискомфорт у детей.

б. Убедиться, что браслет соответствует возрастным особенностям и не создает негативного восприятия.

6. Проведение оценки эффективности:

a. Проанализировать результаты тестирования устройства в реальных экскурсионных условиях.

б. Получить обратную связь от пользователей (руководителей групп и родителей) для дальнейшей доработки.

7. Масштабирование и внедрение:

a. Подготовить рекомендации по массовому производству устройства.

б. Разработать стратегию продвижения браслета для образовательных учреждений, туристических компаний и родителей.

### **1.3 Постановка проблемы**

«Величие человека измеряется его заботой о тех, кто слабее»

Альберт Швейцер

Экскурсии и групповые поездки являются неотъемлемой частью образовательного процесса детей. Они помогают школьникам и воспитанникам детских садов расширить кругозор, получить новые знания, опыт общения и взаимодействия в новых условиях. Однако организация таких мероприятий сопряжена со сложностями, одной из которых является обеспечение безопасности участников. Потеря ребенка во время экскурсии или поездки — это чрезвычайное происшествие, которое не только вызывает сильный стресс у всех вовлеченных сторон, но и может привести к серьезным физическим и психологическим последствиям.

Наиболее уязвимыми в таких ситуациях оказываются дети младшего школьного возраста и дошкольники, которые могут быть отвлекаемыми и склонными к спонтанным действиям. В многолюдных местах или незнакомой обстановке ребенок может легко потеряться: отойти, заинтересовавшись чем-то, заблудиться или случайно оказаться вне поля зрения сопровождающих. Руководители группы, даже проявляя максимальную внимательность, не всегда могут своевременно заметить пропажу, поскольку одновременно наблюдать за большим количеством детей крайне сложно.

Ключевой причиной риска становится человеческий фактор: даже опытный руководитель не застрахован от упущений, особенно в динамичной и непредсказуемой среде экскурсионной поездки. Сложности усиливаются, если экскурсия проводится в многолюдном месте, например, парк аттракционов, городской фестиваль, музей с большим числом посетителей или природная зона с отсутствием четких ориентиров. В таких условиях вероятность того, что ребенок отстанет от группы или потеряется, увеличивается в разы.

Традиционные методы обеспечения безопасности на экскурсиях включают пересчет детей через определенные промежутки времени, строгий

визуальный контроль и инструктаж по правилам поведения. Однако эти методы имеют ряд недостатков. Во-первых, они не позволяют предотвратить ситуацию, а лишь фиксируют факт пропажи ребенка. Во-вторых, визуальный контроль требует значительных усилий и концентрации, что отвлекает руководителей от основной цели экскурсии – культурной и образовательной деятельности. Кроме того, в случае пропажи ребенка его поиск может занять много времени, особенно если место насыщено людьми или имеет сложную планировку.

На современном этапе развития технологий использование носимых устройств с функцией отслеживания местоположения представляется одним из наиболее перспективных решений. Геолокация, беспроводная связь и интеллектуальные алгоритмы позволяют создать систему, которая обеспечит руководителям групп постоянный контроль над местоположением каждого ребенка. Однако, несмотря на развитие технологий, массовое внедрение таких решений в сфере детских экскурсий остается на низком уровне. Это связано как с отсутствием универсальных и доступных устройств, так и с недостаточной информированностью организаторов о возможностях подобных технологий.

Ключевая проблема заключается в отсутствии надежного, простого и экономически доступного инструмента, который позволил бы руководителям групп мгновенно реагировать на любые отклонения в маршруте или местоположении ребенка. Такое устройство должно быть удобным для ношения, безопасным для здоровья, легким в использовании и эффективным в любых условиях. Оно также должно учитывать особенности поведения детей, минимизируя риск того, что ребенок снимет или сломает устройство.

Кроме того, важно, чтобы система была интегрирована в процесс организации поездок и экскурсий. Это включает в себя автоматизацию уведомлений, возможность оперативной связи с сопровождающими и родителями, а также управление геозоной, выход за пределы которой будет фиксироваться и сигнализировать руководителю группы.

Отсутствие подобных решений приводит к значительным социальным и организационным рискам. Родители, доверяющие своих детей организаторам,

ожидают, что безопасность их ребенка будет на высшем уровне, а значит его пропажа даже на короткое время может подорвать доверие к организатору и привести к психологическим травмам у всех участников. Для самих детей такие ситуации становятся источником страха и стресса, а в некоторых случаях могут представлять прямую угрозу их жизни и здоровью.

Таким образом, проблема заключается в необходимости создания инновационного решения, которое позволит минимизировать риски потери ребенка во время экскурсий. Такое устройство должно не только обеспечивать высокий уровень безопасности, но и быть удобным и понятным для использования руководителями групп. Разработка и внедрение подобных технологий способны не только решить конкретные задачи, но и улучшить общую культуру обеспечения безопасности детей, сделав групповые поездки более комфортными и безопасными для всех участников.

Для достижения цели успешной разработки браслетов необходимо выполнить следующие ключевые этапы и действия:

1. Исследование рынка и потребностей:

- a. Провести анализ существующих решений на рынке и выявить их сильные и слабые стороны.
- b. Изучить требования и ожидания родителей и организаторов групповых мероприятий.

2. Разработка концепции устройства:

- a. Определить функциональные возможности браслета, такие как геолокация, уведомления, наличие тревожной кнопки и другие.
- b. Сформировать техническое задание для разработки устройства и программного обеспечения.

3. Проектирование и создание прототипа:
  - а. Разработать дизайн устройства с учетом удобства использования для детей.
  - б. Создать рабочий прототип, который будет тестируться в реальных условиях.
4. Тестирование и доработка:
  - а. Провести полевые испытания прототипа, собирая отзывы от руководителей групп и родителей.
  - б. Внести необходимые изменения и доработки на основе полученной обратной связи.
5. Подготовка к массовому производству:
  - а. Разработать план производства и определить поставщиков компонентов.
  - б. Провести испытания на соответствие стандартам безопасности и качества.
6. Маркетинг и продвижение:
  - а. Создать стратегию выхода на рынок, ориентированную на целевую аудиторию (школы, детские сады, туристические компании).
  - б. Разработать рекламные материалы и обучающие программы для потенциальных пользователей.
7. Внедрение и поддержка:
  - а. Обеспечить внедрение устройства в образовательные учреждения и туристические организации.
  - б. Организовать систему поддержки пользователей и обучение их основам работы с устройством.

Эти шаги помогут не только создать эффективное и надежное устройство для обеспечения безопасности детей во время экскурсий, но и повысить доверие родителей и организаторов к современным технологиям, обеспечивающим защиту детей в различных ситуациях.

## **1.4 Актуальность проекта**

Проект по разработке браслетов для поиска детей во время экскурсионных мероприятий становится особенно актуальным в современном обществе, которое активно стремится к улучшению условий безопасности и комфорта для самых уязвимых его членов — детей. В последние годы наблюдается заметный рост интереса к групповым поездкам и экскурсиям, организуемым как образовательными учреждениями, так и частными компаниями. Однако увеличение числа организованных мероприятий для детей неизбежно влечет за собой и необходимость более строгого контроля безопасности участников, что подчеркивает важность разработки надежных и инновационных решений для предотвращения несчастных случаев.

Современные технологии, включая системы GPS/ГЛОНАСС и Bluetooth, предоставляют уникальные возможности для разработки устройств, которые могут отслеживать местоположение детей в режиме реального времени. Эти технологии становятся все более доступными и практичными, что открывает новые горизонты для их интеграции в повседневную практику организации мероприятий. Носимые устройства, такие как браслеты, с функцией геолокации, могут стать эффективным решением, которое обеспечит постоянный контроль над местоположением детей. Это не только позволит оперативно реагировать на ситуации, когда ребенок отходит от группы, но и создаст более комфортные условия для самого ребенка.

Разработка таких браслетов имеет важное значение не только для обеспечения безопасности детей, но и для формирования доверительных отношений между родителями и организаторами мероприятий. Родители, отправляя своих детей на экскурсии, хотят быть уверенными в том, что им ничего не угрожает. Возможность отслеживания местоположения ребенка и быстрого уведомления руководителя группы о любых отклонениях даст родителям уверенность и спокойствие. Это особенно важно в условиях растущего уровня тревожности среди родителей в современном мире.

Таким образом, актуальность проекта обуславливается не только необходимостью обеспечения безопасности детей в условиях увеличения числа групповых мероприятий, но и ростом интереса к инновационным решениям, которые могут эффективно справляться с проблемами современного мира. Разработка моего проекта представляет собой шаг к созданию более безопасной и комфортной среды для обучения и развития, позволяя детям исследовать мир с меньшими рисками и большей свободой. В конечном итоге, это решение приведет к созданию общества, в котором безопасность и благополучие детей являются приоритетными ценностями, и все смогут уверенно и спокойно принимать участие в экскурсиях и поездках.

В результате реализации проекта мы получаем удобный по функционалу продукт, который актуален в наше время.

## **1.5 Круг потенциальных пользователей**

Круг потенциальных пользователей моего проекта охватывает широкий спектр людей и организаций. Основной группой пользователей являются родители детей начальной школы и дошкольного возраста. Родители всегда стремятся обеспечить своим детям максимальную безопасность, особенно когда речь идет о посещении многолюдных мест. Браслеты станут важным инструментом, который поможет родителям быть уверенными, что даже в случае, если ребенок отойдет от них или группы, его можно будет быстро найти. Это особенно актуально для семей с маленькими детьми, которые легко отвлекаются и могут потеряться в толпе.

Ещё одной важной категорией пользователей являются образовательные учреждения, такие как школы и детские сады. Они регулярно организуют групповые мероприятия, где присутствие большого количества детей требует постоянного внимания со стороны воспитателей и педагогов. Использование браслетов упростит контроль над группой. Это повысит безопасность и комфорт, как для детей, так и для сопровождающих.

Туристические компании, занимающиеся организацией поездок для детей и школьных групп, также могут использовать браслеты для повышения качества предоставляемых услуг. Возможность обеспечить безопасность детей станет значительным преимуществом для клиентов. Поэтому для таких компаний браслеты станут инструментом, который укрепит доверие и повысит уровень сервиса.

Организаторы детских мероприятий, включая городские праздники, фестивали, спортивные соревнования и летние лагеря, сталкиваются с необходимостью поддерживать высокий уровень безопасности для большого числа участников. На многолюдных мероприятиях повышенные риски потери ребенка в толпе. Использование браслетов позволит оперативно реагировать на любые нестандартные ситуации, что значительно повысит репутацию таких мероприятий и обеспечит их участникам спокойствие.

Особое значение браслеты имеют для семей с детьми, имеющими особые потребности. Родители детей с нарушениями внимания, РАС или другими особенностями развития знают, как легко такие дети могут отвлечься или уйти из поля зрения. Для таких семей браслеты становятся не просто удобным, а жизненно важным устройством, которое позволяет быстро найти ребенка и предотвратить возможные инциденты.

Дополнительно, браслеты могут использоваться в парках развлечений, зоопарках, музеях и других местах массового отдыха. Администрации таких объектов могут предлагать браслеты как дополнительную услугу для обеспечения безопасности посетителей. Это станет важным конкурентным преимуществом для таких заведений, поскольку семьи с детьми часто выбирают места отдыха, где безопасность гарантирована.

Также браслеты могут применяться в путешествиях. Родители, отправляющиеся с детьми в аэропорты, на вокзалы, пляжи или в крупные туристические достопримечательности, могут использовать устройство для снижения уровня стресса, связанного с наблюдением за детьми. Браслет

обеспечивает уверенность, что ребенок находится в пределах видимости, а при необходимости его можно быстро найти.

Наконец, службы спасения и охраны порядка также могут применять подобные устройства в чрезвычайных ситуациях, таких как эвакуация. В таких условиях мониторинг местоположения детей становится критически важным, и браслеты могут сыграть значимую роль в организации безопасности.

Исходя из этого, мои браслеты имеют широкий круг пользователей, от родителей и педагогов до туристических компаний, организаторов массовых мероприятий и служб экстренного реагирования. Их универсальность и удобство делают устройство востребованным как в повседневной жизни, так и в профессиональной среде.

## **1.6 Анализ существующих решений проблемы**

На рынке представлено не так много разновидностей умных браслетов, ориентированных на безопасность детей, и функционал большинства из них носит общий характер. Такие устройства часто оснащены базовыми функциями, как шагомер, часы или простая сигнализация, которые не предназначены для решения специфических задач, связанных с отслеживанием местоположения ребенка в реальном времени.

На сегодняшний день существуют различные решения, которые частично решают проблему обеспечения безопасности детей во время экскурсий, однако каждое из них имеет свои преимущества и ограничения. Для создания наиболее эффективного решения необходимо провести анализ существующих подходов и изучить потенциальные варианты реализации новых идей.

### **Традиционные методы контроля**

К числу самых простых и распространенных методов относится визуальный контроль над детьми. Руководители групп используют пересчет участников при остановках или передвижениях, а также работают с детьми по методу "руки в руки".

Для некоторых групп детей используют яркую форму или специальные знаки, которые помогают визуально выделить детей в толпе. Этот подход полезен в многолюдных местах, но не способен предотвратить потерю ребенка или помочь в его поиске, если он все-таки отстал от группы.

### **Технические решения**

Современные технологии активно внедряются в сферу безопасности детей. На рынке доступны носимые устройства, такие как GPS-трекеры, которые крепятся к одежде или аксессуарам ребенка. Такие устройства позволяют родителям и организаторам отслеживать местоположение ребенка в режиме реального времени через мобильное приложение. Однако существует ряд ограничений. GPS-трекеры требуют регулярной подзарядки, а их работа может быть нестабильной в условиях плотной городской застройки или в закрытых помещениях, где сигнал спутников затруднен.

Еще одно популярное решение — устройства с Bluetooth-маяками. Они позволяют определять местоположение ребенка на небольшом расстоянии. Это удобный и менее затратный вариант, но он эффективен только в пределах действия Bluetooth-соединения, что значительно ограничивает его использование на больших территориях.

Некоторые организаторы мероприятий используют RFID-метки, которые крепятся на браслеты или бейджи. Эти метки работают через радиочастотные сканеры, позволяя быстро определить, находится ли ребенок в определенной зоне. Однако такие решения больше подходят для закрытых территорий, таких как музеи или тематические парки, где можно установить необходимые сканеры.

### **Программные решения и базы данных**

Существуют также системы, которые помогают координировать детей через мобильные приложения. Такие приложения позволяют руководителям группы отмечать местоположение детей и обмениваться данными с родителями. Однако их эффективность сильно зависит от человеческого

фактора, уровня навыков пользователя и наличия стабильного интернет-соединения.

### **Ограничения существующих решений**

Главной проблемой большинства существующих решений является их узкая специализация. GPS-трекеры эффективны на открытых пространствах, но могут терять сигнал в зданиях. Bluetooth-устройства удобны для локального применения, но ограничены по дальности действия. Кроме того, стоимость большинства решений довольно высокая, что делает их недоступными для массового использования.

### **Варианты идей для усовершенствования**

В рамках решения проблемы можно рассмотреть несколько вариантов новых идей:

#### **1. Комбинированные устройства:**

Создание браслета, который объединяет GPS, Bluetooth. Это позволит обеспечивать многозадачность устройства: GPS будет отслеживать местоположение ребенка на открытых пространствах, а Bluetooth обеспечит связь на ближних дистанциях.

#### **2. Интеграция с мобильными сетями:**

Использование браслетов с поддержкой SIM-карт или eSIM для работы через сети мобильных операторов. Это обеспечит более стабильное соединение и возможность отслеживания местоположения в любых условиях.

#### **3. Энергосберегающие технологии:**

Разработка устройств с продуманными энергосберегающими режимами. Например, GPS может включаться только при потере сигнала от Bluetooth-маяка, что продлит время работы браслета.

#### **4. Программные улучшения:**

Создание приложения, которое будет интегрироваться с браслетами и предоставлять руководителям группы и родителям данные о местоположении детей в режиме реального времени. Дополнительно можно

реализовать функции оповещения, если ребенок покинул заданную зону или удалился от группы.

**5. Удобный и привлекательный дизайн:**

Устройство должно быть комфортным для детей и обладать привлекательным дизайном. Например, браслеты могут быть выполнены в виде ярких аксессуаров с возможностью персонализации.

**6. Массовое производство и доступная стоимость:**

Для массового внедрения таких браслетов важно обеспечить их доступность для широкой аудитории. Использование экономичных компонентов и массовое производство позволяют снизить стоимость устройства.

Анализ существующих решений показывает, что ни одно из них не является универсальным. Наиболее перспективным направлением является разработка комплексного устройства, которое объединяет преимущества современных технологий, обладает устойчивостью к различным условиям эксплуатации и доступной стоимостью. Это позволит эффективно решить проблему поиска детей в любых обстоятельствах, повышая уровень безопасности и комфорта для всех участников мероприятий.

## **Глава 2 - Поисково-исследовательская часть**

### **2.1 Опрос**

Для подтверждения актуальности моего проекта, понимания основного необходимого функционала, а также снижения количества возможных недостатков я провела опрос среди учителей. Его прошли 58 учителей из разных школ, преподающие у учеников разных классов для понимания актуальности каждого возраста. Большинство из этих учителей преподают в моей школе, поэтому для получения более подробной информации я задавала им дополнительные вопросы. Для ускорения процесса опрос проводился в формате онлайн анкеты, которую можно заполнить в любое время и это не займет больше 10 минут. После чего я собрала подписи, подтверждающие, что учителя прошли опрос (Приложение А).

Помимо всего, я создала отдельный опрос для тренеров, потому что спортивные группы тоже являются потенциальным пользователем моего проекта, но опрос прошли только 12 человек, так как отправить его как в школе рассылкой сразу всем учителям по почте, или любым другим способом не было возможности. Результаты опроса подтвердили актуальность для подобных секций.

### **2.2 Определение функционала изделия**

Следующим шагом было определение функционала моего изделия. После опроса среди учителей и выбора форм фактора устройства, были выделены его основные функции:

- Отслеживание местоположения каждого ребенка;
- Соединение каждого детского браслета с учительским;
- Вибрация браслета учителя, если ребенок вышел за допустимый радиус;

- RGB светодиод для оповещений;
- Функциональная кнопка, с помощью которой ребенок может сообщить учителю, если что-то случилось;
- Система контроля, которая отслеживает, что браслет находится на руке ребенка.

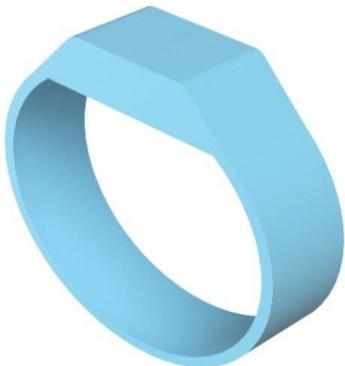
Также перспективой развития моего проекта является приложение, где основными функциями будут:

- Информативное подключение детских браслетов к учительским;
- Возможность отображения на карте ребенка, если он потерялся;
- Текстовое сообщение, о выходе ребенка за допустимый радиус;
- Сообщение, о попытке ребенком снять браслет;
- Отображение, какой браслет на каком ребенке находится.

### **2.3 Модель браслета**

При изготовлении прототипа я сначала сделала 3D модель в программе КОМПАС 3D, а потом, чтобы понять, насколько это будет удобно для носки, и не будет выглядеть искаженно, в реальной жизни распечатала все варианты на 3D принтере. Основных вариантов было 3 (Таблица 1).

Таблица 1 – Варианты 3D модели

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
 Рисунок 1 - Первая модель браслета	 Рисунок 2 - Вторая модель браслета	 Рисунок 3 - Третья модель браслета

Первая версия была сделана в виде кольца, сверху располагался отсек для печатной платы условных размеров, поскольку форма браслета определялась до разработки платы. Позже я поняла, что даже если браслет будет тянущимся, при надевании его на руку такая форма не позволит ему равномерно растягиваться, что будет некомфортно пользователю. Поэтому я решила сделать модель, которая повторяет форму руки человека. Первым шагом я сделала условную модель браслета из пластилина и надела его на свою руку, что представлено на рисунке 4, чтобы со всех сторон он повторял форму моей руки.

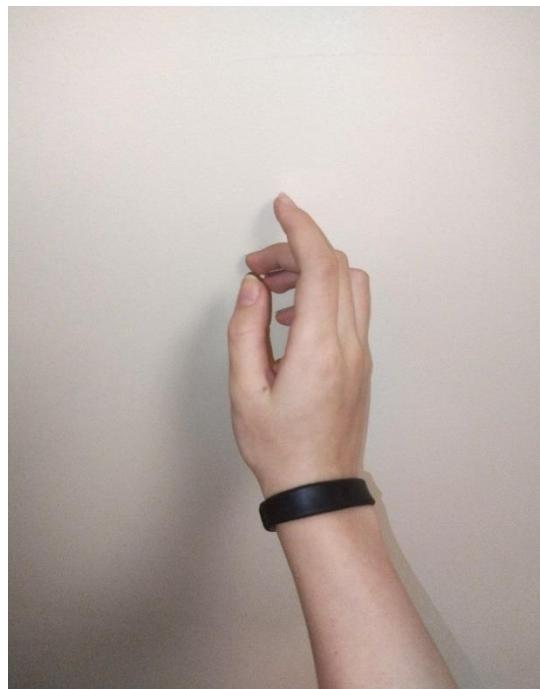


Рисунок 4 – Браслет из пластилина, повторяющий форму руки

Потом аккуратно сняла модель с руки и положила на белый листок, сфотографировала и с помощью сплайна по точкам перенесла её в КОМПАС 3D. Когда была готова внутренняя часть браслета, я сделала первую модель по руке (Рисунок 2), где плата помещалась в параллелепипед на верхней части браслета. На тот момент было решено установить модули, имеющие большие размеры, браслет получался таким же и модель выглядела, непропорционально.

Поэтому я решила сделать еще один вариант браслета (Рисунок 3), где плата полностью находится внутри него. При этом толщина браслета стала

больше, чем на предыдущих моделях. Из-за этого сам браслет был бы неудобным. Чтобы уменьшить ее, я сделала внешнюю часть браслета в виде эллипса, благодаря такому решению, плата с компонентами помещается в верхнюю часть браслета, где ширина максимальная.

Мне понравилось, как выглядит последний вариант, но чтобы не отталкиваться от своего субъективного мнения я провела опрос среди учеников своей школы, которые являются потенциальными пользователями моих браслетов. Из статистики, которая приведена ниже (Рисунок 5) можно понять, что большинство учеников выбрали вариант 3 из таблицы, поэтому на данный момент моделью моего браслета является именно она.

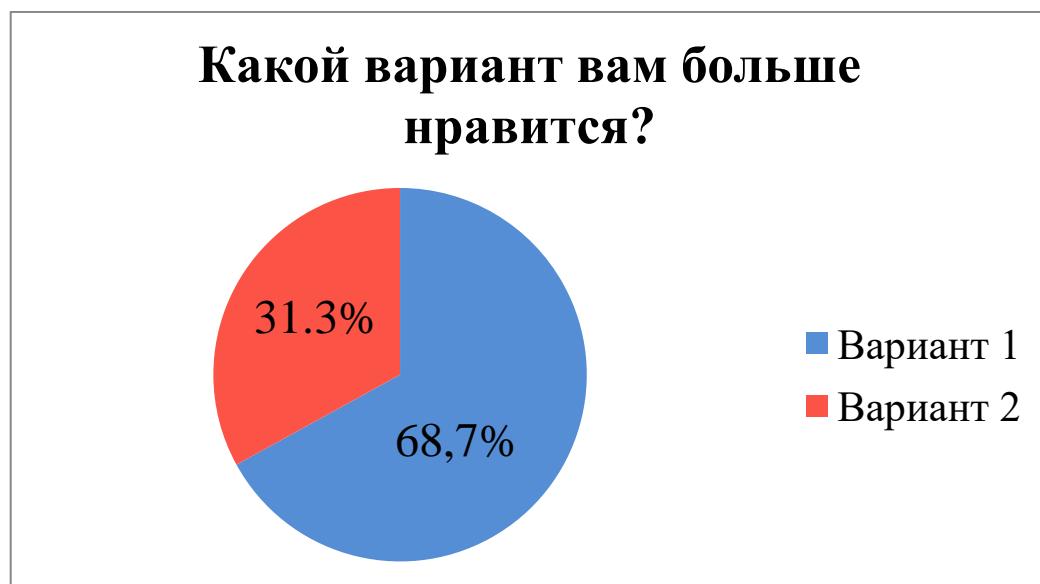


Рисунок 5 – Статистика опроса «Форма браслета»

Также, для проверки удобства своего изделия на этапе создания прототипа я распечатала финальную версию из ТРУ пластика. После примерки был сделан вывод, что лучшим решением будет сделать сменные ремешки, так как это будет экологично, будет соблюдаться гигиена, а также с помощью этого в перспективах можно будет сделать разные варианты дизайна продукта.

## **Глава 3 - Подбор компонентов**

### **3.1 Первый прототип устройства**

При создании первого прототипа электронные компоненты я выбирала, отталкиваясь от их размера, так как если браслет делать, как на рисунке 3 место для платы было недостаточно. Даже выбирая самые маленькие компоненты в итоге плата выходила за пределы корпуса из-за больших размеров Bluetooth и GPS модулей. Также энергопотребление браслетов было слишком высоким из-за чего время их работы сильно ограничено.

Во время поездок нет возможности заряжать браслеты, поэтому необходимо было решить эту проблему. Выходом из ситуации стал микроконтроллер со встроенным Bluetooth и GPS чип. Это позволило сделать плату компактнее и увеличить время работы устройства.

### **3.2 Подбор компонентов. Микроконтроллеры**

Выбор нового чипа был среди микроконтроллеров серии STM32, поскольку такие чипы повсеместно используются в электронных устройствах за счет гибкой настройки и удобства использования, а также в моем проекте одним из главных критериев является маленький размер, поэтому эта серия микроконтроллеров подходит лучше всего.

Классификация чипов STM32:

- высокопроизводительные F2, F4, F7, H7;
- широкого применения F0, F1, F3, G0, G4;
- сверхнизкого потребления L-series;
- беспроводные WB, WL.

Чипы широкого применения имеют достаточно низкую производительность и ядро Cortex-M0. Это ядро имеет аппаратные проблемы с режимами низкого потребления, что является важной частью работы

устройства. Высокопроизводительные чипы не очень энергоэффективные и зачастую имеют большие размеры, что не позволяет установить их в браслет. Исходя из этого, выбор был между чипами серии L (Ultra-Low-Power) и беспроводными. WB серия имеет встроенный Bluetooth (3.3), за счёт чего является самым компактным решением моей задачи, поэтому в браслеты для дальнейшего производства была выбрана эта серия, однако нужный мне микроконтроллер сложно приобрести в единичном экземпляре и без приложения его главное преимущество не имеет большого значения, поэтому для апробирования было решено установить и использовать микроконтроллер серии L, а потом изменить на нужный.

### 3.3 Подбор компонентов. Bluetooth

Во время разработки прошлой версии браслета самая широкая часть платы включала в себя Bluetooth модуль (Таблица 2). В новой версии планировалось развести такой модуль самостоятельно, чтобы сделать его компактнее и тем самым уменьшить плату.

Таблица 2 – Варианты Bluetooth



Так как в моем проекте важнейшую роль играет размер электронных компонентов при выборе Bluetooth я также отталкивалась от него.

Первым вариантом (Рисунок 6) был модуль HM-10 так как он является одним из самых распространенных в использовании для плат, но его размеры 26,9мм x 13мм x 2,2мм являются слишком большими для браслетов и моя

итоговая плата целиком должна быть меньше из-за чего этот вариант точно не подходит для установки в изделие.

Второй вариант (Рисунок 7) модуль WH-BLE106 имеет размеры 10мм x 10мм x 2.2мм, они являются маленькими, в связи с чем изначально было решено установить его, но при создании прототипа и компоновки печатной платы размеры модуля не позволяли разместить остальные компоненты, поэтому было решено установить микроконтроллер с изначально встроенным Bluetooth.

Третий вариант (Рисунок 8) микроконтроллер STM32WB15CCY6TR имеет размеры 3.3мм x 3.4мм x 0.6мм, что меньше всех предыдущий вариантов, и этот микроконтроллер изначально идет с встроенным Bluetooth за счет чего размер платы сильно уменьшится. Поэтому в конечном варианте браслетов будет установлен этот вариант, но так как Bluetooth будет функционировать только с приложением и к региональному этапу у меня будет установлен другой микроконтроллер (3.2), на этом этапе у меня будет представлена плата без функции Bluetooth (3.2).

### **3.4 Подбор компонентов. GPS**

Алгоритм работы устройства подразумевает постоянную связь детских браслетов с учительским по Bluetooth, но этот протокол не может обеспечить полную стабильность.

При отсутствии сигнала у учителя не будет доступа к точному местоположению ребенка из-за чего одна из основных функций будет недействительна. В качестве исправления этого недостатка было решено установить в браслеты GPS модуль, который даже при полной потере связи позволял бы найти ребенка.

Изначально было решено использовать чип ATGM336H-5N71. Однако размеры браслетов не позволили установить предложенные на рынке готовые

решения (Рисунок 9). Поэтому, чип был приобретён и добавлен в схему платы моих браслетов.

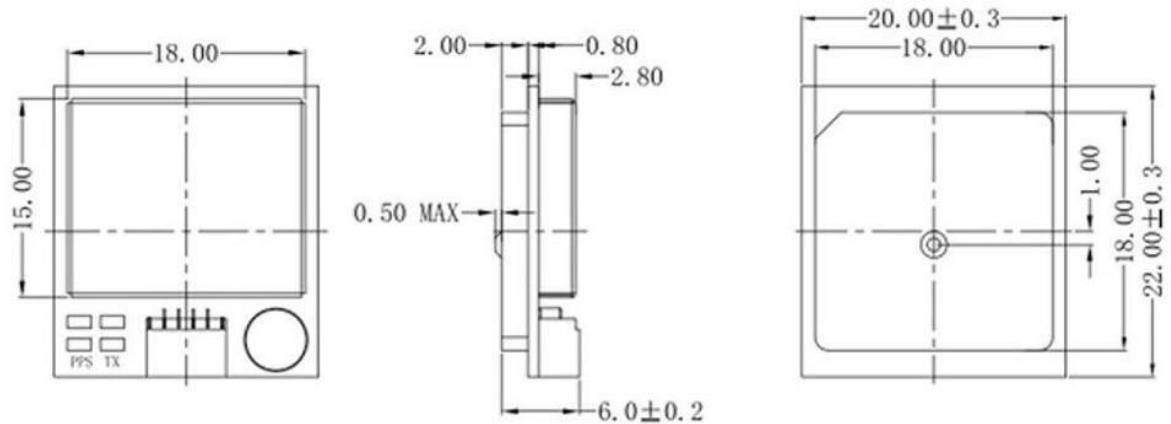


Рисунок 9 - Размеры готового GPS модуля

Одной из самых важных частей работы устройства с GPS является антенна, которая позволяет связываться со спутником. Размеры стандартных керамических антенн (Рисунок 10) также не подходят для размещения внутри моего устройства. Антенны, размер которых пригоден для установки часто работают с перебоями в силу особенностей материала, которому недостаточно маленького корпуса. Поэтому антенну было решено разрабатывать самостоятельно.

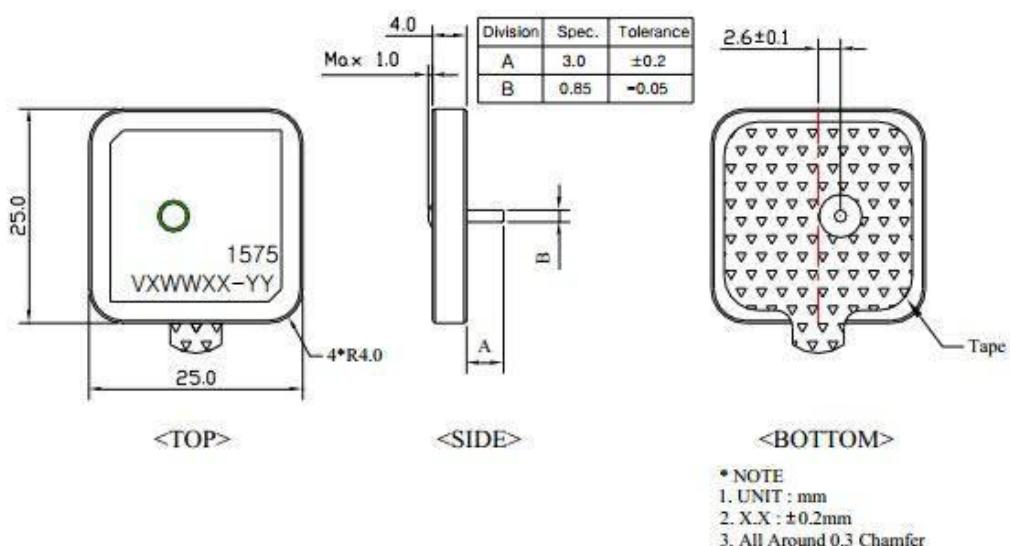


Рисунок 10 - Размер керамической GPS антенны

### **3.5 Подбор компонентов. Питание устройства**

При выборе элемента питания во внимание было взяты следующие показатели:

- ёмкость и соответственно время работы;
- время зарядки браслетов;
- размеры.

Но одним из ключевых недостатков первой версии платы было время работы устройства, так как энергопотребление компонентов было слишком большим, из-за чего браслеты могли работать не более 2,5 часов, что недопустимо в подобных устройствах.

Из-за небольшого размера браслета места хватает на установку только одной аккумуляторной батареи, а ее заряда примерно на 4-5 часов, чего также может быть недостаточно. Решением этой проблемы является приложение, которое можно установить не только учителю, как предполагалось изначально, но и ученикам, так как сейчас телефон есть практически у каждого ребенка. Энергопотребление, которое в обычном браслете тратится на GPS и является одним из самых больших не будет учитываться благодаря использованию функции местоположения через телефон. Если телефон разрядился или по иным причинам к нему нет доступа браслет может об этом узнавать благодаря связи по Bluetooth и автоматически использовать функцию местоположения в самом браслете. За счет такого решения время работы браслетов может сильно увеличиваться.

Для контроля зарядки устройства было решено использовать BMS. Готовые модули в основном имеют стандартизованный форм фактор, который не подходит по габаритам для браслетов, поэтому BMS также был разведен и изготовлен самостоятельно.

### **3.6 Подбор компонентов. Типоразмер компонентов**

В силу маленького размера моего устройства было решено использовать компоненты в корпусах 0402 и 0201, на рисунке 11 представлены размеры различных корпусов в миллиметрах. Благодаря этому выбору плата помещается внутрь корпуса моего браслета, но компоненты такого типоразмера сложно паять вручную, поэтому мне пришлось использовать микроскоп и увеличительные стёкла для достижения качественного результата, но из-за этого сложность платы стала сильно больше.

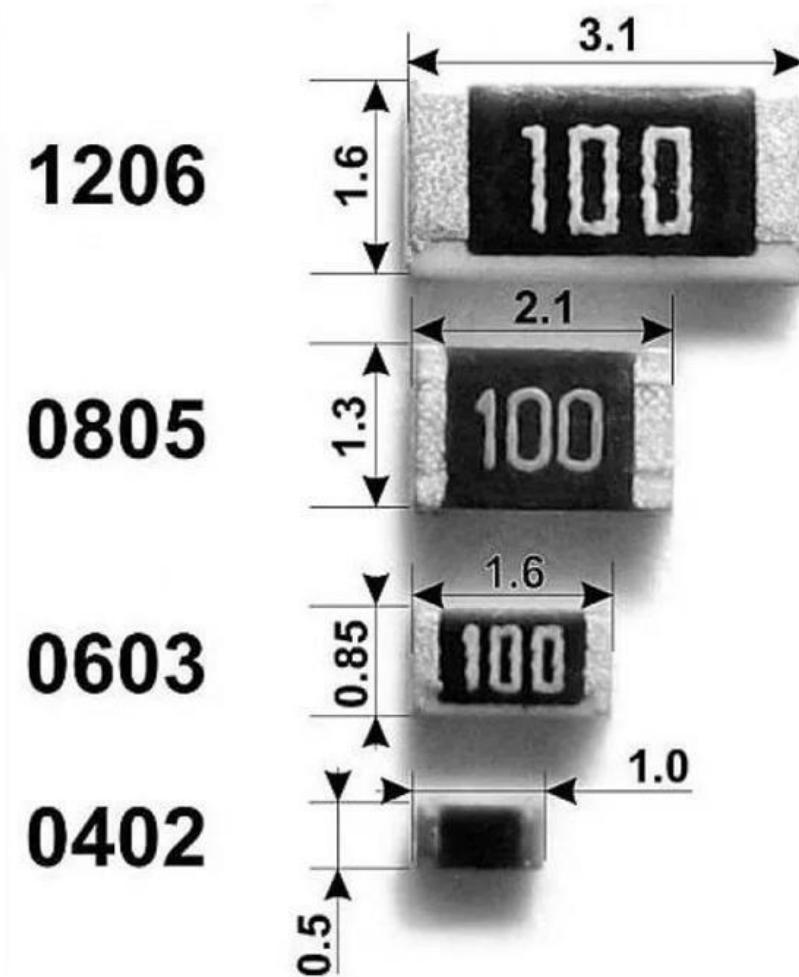


Рисунок 11 – Размеры компонентов в разных корпусах

## **Глава 4 - Электронная часть устройства**

### **4.1 Устройство браслета**

В моем проекте использованы данные электронные компоненты:

- Микроконтроллер STM32WB15CCY6TR/STM32L011F4U6TR;
- Вибромотор QXFLAT-0834B;
- Аккумулятор CP1154;
- Электронные компоненты;
- GPS чип;
- Светодиод;
- Кнопка.

### **4.2 Материнская плата**

На материнской плате расположен главный микроконтроллер STM32WB15/STM32L011(3.2), GPS модуль (без антенны), преобразователь, контроллер заряда, кнопка и светодиод. Для грамотного расположения внутри корпуса из-за изогнутой оболочки, плата имеет специализированную форму. Она подразумевает возможность присоединения браслета с GPS антенной внутри. А для большей компактности я разместила аккумулятор и вибромотор не на самой плате, а рядом, за счет чего сильно уменьшила размеры браслета (Приложение Д).

Поскольку в моем проекте используется GPS, а также Bluetooth модуль, которые очень чувствительны к помехам важно было сделать в плате грамотное расположение питания. При двух слоях платы это было невозможно, а из-за большого количества дорожек плата стала бы сильно сложнее при производстве из-за их толщины и слишком близкого расположения друг с другом. В последствиях этого дорожки, проведенные рядом с сигнальными слоями, вызывали бы помехи, что сказалось бы на работоспособности устройства, из-за

чего было решено плату сделать многослойной. Это помогло корректно развести все дорожки, а так же таким образом плата проходит по стандартной сложности изготовления на производстве и изготавливается сильно меньше по времени.

Для регионального этапа я делаю плату с микроконтроллером без встроенного Bluetooth (3.2), поэтому схемы обоих вариантов платы и трассировка одного из них представлена в приложениях (Приложение Б, В).

### 4.3 Коннектор для зарядки и прошивки

Важной частью моего проекта является зарядное устройство. Так как браслеты должны быть всегда заряжены и за счет их большого количества даже для одного школьного класса необходима отдельная зарядная станция, которая является перспективой моего проекта, но в будущем будет его неотъемлемой частью. Поэтому уже сейчас при создании самих браслетов мне надо было вставить в них специализированный коннектор для зарядки.

Изначально я планировалась беспроводная зарядка, так как это современное решение, удобное для использования в зарядной станции, но у этого варианта есть несколько недостатков. Во-первых, у данного способа наибольшее время зарядки из всех вариантов, что в условиях длинных поездок будет неудобно. Во-вторых, главной проблемой этого варианта является размер, который в моем проекте играет важную роль. Поэтому было решено не устанавливать беспроводную зарядку. Оставались различные варианты проводной зарядки, например, USB Type-C. Однако из-за его размеров и невозможности вставить в зарядную станцию, в браслеты было решено установить магнитный разъем (Рис. 12).



Рисунок 12 – Коннекторы для зарядки

## 5. Программная часть

### 5.1 Алгоритм работы

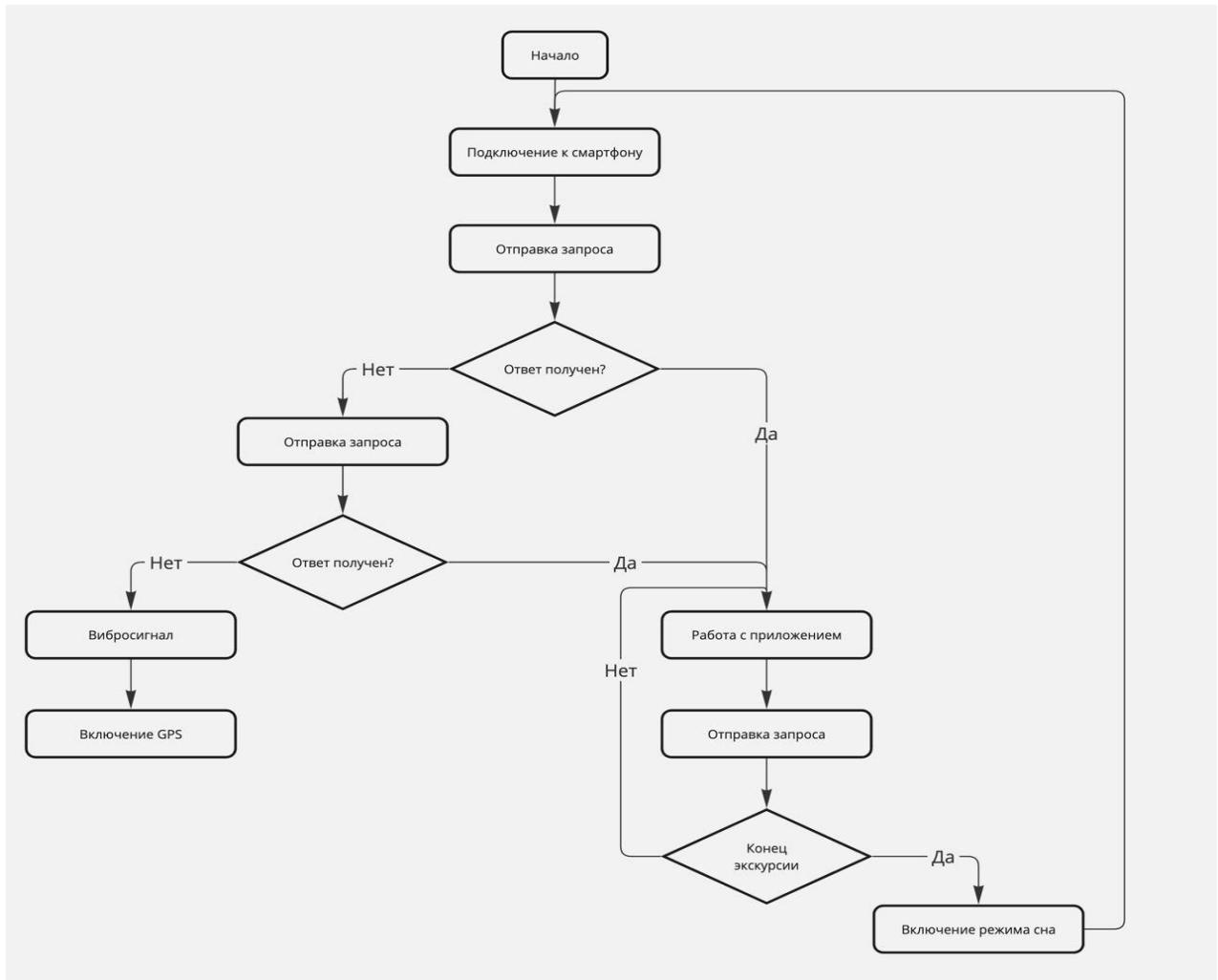


Рисунок 13 – Алгоритм работы устройства

### 5.2 Переход в режим сна на зарядке

В разработке

### 5.3 Язык вибраций

Основным способом взаимодействия браслета с учителем является вибрация, потому что светодиод можно не заметить или запутаться в режимах

из-за чего я разработала «язык» тактильных откликов, который представлен в таблице 3 и основывающийся на количестве сигналов. Такое разделение позволяет назначить индивидуальное вибрации на каждый из случаев.

Таблица 3 – Язык вибраций

Действие	Количество сигналов	Длительность
Оповещение о каком-то времени	1	Целая
Ребенок снял браслет	2	Половинная
Ребенок нажал кнопку	3	Четверть
Ребенок вышел за допустимый радиус	4	Восьмая

Я распределила количество вибраций для каждой ситуации исходя из психологических аспектов, а также, чтобы учитель точно почувствовал сигнал и не приходилось постоянно считать просто по количеству вибраций, что часто может быть трудным, так как какой-то сигнал можно пропустить я также сделала разную длительность при действиях. Чем меньше количество сигналов, тем они длиннее (Рисунок 14).

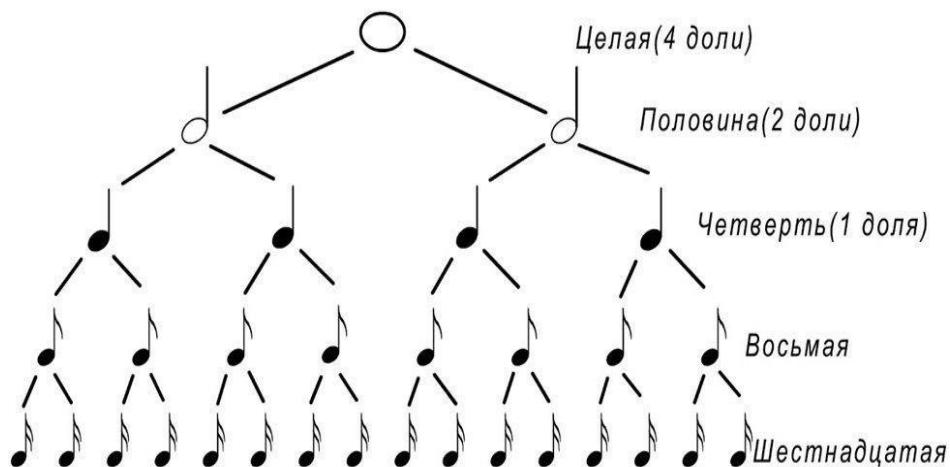


Рисунок 14 – Длительности вибраций при разных действиях

## **5.4 Программирование**

В качестве среды разработки использовались программы CubeIDE и Arduino IDE, в браслет программа загружалась с помощью программатора. Для программирования потребовались сторонние ресурсы такие как: Arduino [4], Microsin [5], Амперка вики [6], Arduino Master [7], STMicroelectronics [8].

## **Глава 6 - Экономическая и экологическая оценка изделия**

### **6.1 Материальные затраты**

Таблица 4 - Расчет себестоимости браслета

Комплектующие	Количество	Стоимость за единицу
STM32WB15CCY6TR	1	401
Чип GPS	1	300
Вибромотор	1	660
АКБ	1	600
Контроллер заряда	1	140
Преобразователь 3.3В	1	300
Конденсатор 100nF	2	3
Пины для зарядки	2	37,8
Плата дет. браслета	1	4165*
	Общая стоимость:	7 414,96

Таблица 5 - Расчет стоимости браслетов при дальнейшем изготовлении

Комплектующие	Количество	Стоимость за единицу
STM32WB15CCY6TR	1	84
Чип GPS	1	137
Вибромотор	1	109
АКБ	1	203
Контроллер заряда	1	86
Преобразователь 3.3В	1	135
Электронные компоненты	1	18
Пины для зарядки	2	20
Плата дет. браслета	1	35.13
	Общая стоимость:	827.13

В таблице 4 приведена стоимость одного браслета при его создании и закупке компонентов по отдельности без учета времени потраченного на создание моделей, платы, а также сборку и программирование.

В таблице 5 приведена стоимость браслетов при массовом производстве, поскольку закупка компонентов будет оптовая, их итоговая стоимость будет сильно меньше.

## **6.2 Расчет экономической целесообразности**

Стоимость браслетов при продаже (Таблица 5) будет до около 800 рублей, хотя у большинства аналогов цена сильно выше. Это позволит закупать такие браслеты в образовательные учреждения.

Браслет решает важную проблему, которая на сегодняшний день остается актуальной. В будущем планируется внедрение браслетов в государственные образовательные учреждения, где закупать браслеты будет школа и при оптовой закупке организацией цена за единицу будет еще меньше.

Чтобы не повышать стоимость конечного продукта, плата, установленная в браслете учителя идентична плате в браслетах учеников. Разный функционал достигается за счёт программного обеспечения и предусмотренной на стадии разработки особенности в трассировке и пайке. Такой способ часто используется при проектировке материнских плат, чтобы была возможность расширять или же наоборот урезать функционал.

Экран тоже сильно увеличит стоимость изделия, поэтому было решено вместо него сделать приложение для телефона, тем более, например, карту, чтобы понимать, где находится ребенок удобнее использовать в приложении из-за больших размеров экрана. А в последней версии устройства были использованы специальные сменные ремешки, которые также уменьшали стоимость продукта, и как указано в пункте 2.3, с помощью этого браслеты были экологичными и могли иметь интересный дизайн, который заинтересует детей.

### **6.3 Экологическая оценка**

На данный момент основным материалом моего проекта является силикон и, несмотря на то, что он долго разлагается, его можно перерабатывать различными способами, за счет чего мой проект является экологичным. Также на 3д принтере печатается корпус для платы из PLA пластика, потому что он считается экологически чистым материалом и является биоразлагаемым. В дальнейшем я планирую провести исследование в области материалов, чтобы изготовить браслеты, которые прослужат ни один десяток лет. Единственный недостаток моего проекта – это утилизация платы, так как это трудоемкий процесс, требующий больших денежных затрат.

## **Глава 7 – Результаты работы над проектом**

### **7.1 Описание достигнутого результата**

По итогу проведенных работ удалось сделать надежное устройство, объединяющее функции сразу нескольких продуктов. Проведенные испытания показывают, что реализованный метод влияния на качество школьных поездок позволяют облегчить их процесс учителям, а алгоритм функционирует без сбоев.

### **7.2 Решение задач**

Во время разработки проекта были решены следующие задачи:

- Проблема была изучена с помощью литературных и других источников;
- Была разработана конструкция устройства для решения поставленной проблемы, создана 3D-модель;
- Используемые компоненты были выбраны грамотно (что было показано во время апробирования);
- Корпус для платы и модель самого браслета были изготовлены;
- Плата создана и изготовлена;
- Все электронные компоненты установлены в систему;
- Произведено апробирование устройства;
- Экономический и экологический анализ проекта были проведены.

Таким образом, можно говорить об успешном выполнении большинства задач и целей проекта.

Разработка мобильного приложения идет в настоящее время.

## **7.3 Методика испытаний проекта**

Тестировалась корректность работы (время срабатывания, продолжительность работы браслетов и светодиодов, считывание вибраций человеком). А также субъективная оценка поездок с детьми учителей с использованием браслетов и без.

## **7.4 ТХ проекта, полученные в процессе испытаний**

Полученные результаты соответствуют поставленным задачам. Изделие обладает эксплуатационной стойкостью и удобно в использовании.

## **7.5 Векторы развития проекта**

Сейчас идет разработка приложения, являющегося немаловажной частью системы, позволяющей использовать весь функционал Bluetooth, а также с его помощью будут дополнительные функции, которые для некоторых учителей очень важны.

После создания второго варианта браслетов и написания приложения я начну делать зарядную станцию. Она должна быть максимально удобной для переноски в силу изначально небольшого времени работы устройства и не занимать много места.

Также в будущем возможно создание браслетов для определенных организаций. Например, для спортивных игр, где важно не нарушать правила, такие как, выход за ограниченную территорию.

Для расширения аудитории я собираюсь делать не только браслеты, но и другие различные предметы, например значки с такими же функционалом.

Позже предполагается запуск коммерческих продаж.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проведенных работ я научилась работать с новым оборудованием и различными материалами. Приобрела ряд новых компетенций и создала работающее функциональное устройство.

Я детально изучила проблему своего проекта и рассмотрела существующие на данный момент аналоги, грамотно подобрала компоненты, изготовила продукт и оценила эффективность работы устройства.

Я не останавливаюсь на достигнутом и продолжаю работу по проекту в соответствии с обозначенным вектором развития, в ближайшее время планируется разработка приложения, за счет чего у браслетов появятся дополнительные функции и создание зарядной станции, которая является необходимой частью проекта.

Функционал моего изделия поможет руководителям следить за детьми во время экскурсионных поездок. Разработка позволяет, не используя множество приборов, облегчать процесс поездок учителям и повышает во время подобных мероприятий безопасность и спокойствие детей и их родителей. Изделие обладает большой социальной значимостью, так как поездки являются довольно частым мероприятием в большинстве образовательных учреждений, и в силу особенностей возраста дети могут легко убежать, или потеряться среди незнакомых мест.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Литература:

1. KiCad IDE – URL: <https://www.kicad.org/> (Дата обращения 12.01.2025).
2. Rezonit – URL: <https://www.rezonit.ru/> (Дата обращения 23.12.24).
3. Arduino – URL: <https://www.arduino.cc/> (Дата обращения 04.01.25).
4. Microsin – URL: <http://microsin.net/> (Дата обращения 04.12.24).
5. Амперка вики – URL: <http://wiki.amperka.ru/> (Дата обращения 03.01.25).
6. Arduino Master – URL: <https://arduinomaster.ru/> (Дата обращения 06.12.24).
7. HM-10 datasheet - URL: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cc2541.pdf> (Дата обращения 04.10.23).
8. Сертификация - URL: <https://fccid.io/2AB6YHM-1011V1> (Дата обращения 05.01.25).
9. WeWalk - URL: <https://wewalk.io/en/> (Дата обращения 17.12.24).
10. GUuDed - URL: <https://www.ai-guided.com/> (Дата обращения 09.12.24).
11. Сенсориум - URL: <https://muzey-sensorium.ru/main.php> (Дата обращения 14.11.24).
12. STMicroelectronics - URL: [https://www.st.com/content/st\\_com/en.html](https://www.st.com/content/st_com/en.html) (Дата обращения 23.11.24).
13. Глозман Е.С. Технология 7-8-9 класс: Учебник / Хотунцев [и др.]. – ФГОС, Просвещение, Дрофа, 2020. – 870 с.- (Дата обращения 13.11.24)

**ПРИЛОЖЕНИЯ**  
**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Подтверждаю, что прошел(а) опрос по проекту  
Бушиной М. С.и

ФИО	Подпись
Мушкина Анастасия Владиславовна	Муся
Миронов Евгений Вячеславович	Миронов
Заречная Александр Анатольевич	Зар
Зиннурова Диана Альбертовна	Диан
Емельяненко Симеон Борисович	Симеон
Соколова Наташа Рениаховна	Ната
Федорова Юлия Петровна	Ю
Род Марина Михайловна	Марина
Романов Артём Геннадьевич	Артём
Севенцов Павел Андреевич	Сев.
Ребров Константин Ренатович	Константин
Пытель Иван Борисович	Иван
Заболоцкая Мария Александровна	Мар
Рудик Юрий Аркадьевич	Юрий
Фролова Светлана Алексеевна	Светлана
Рогбина Арина Валерьевна	Рогбина

**Рисунок А – Таблица с подписями учителей**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

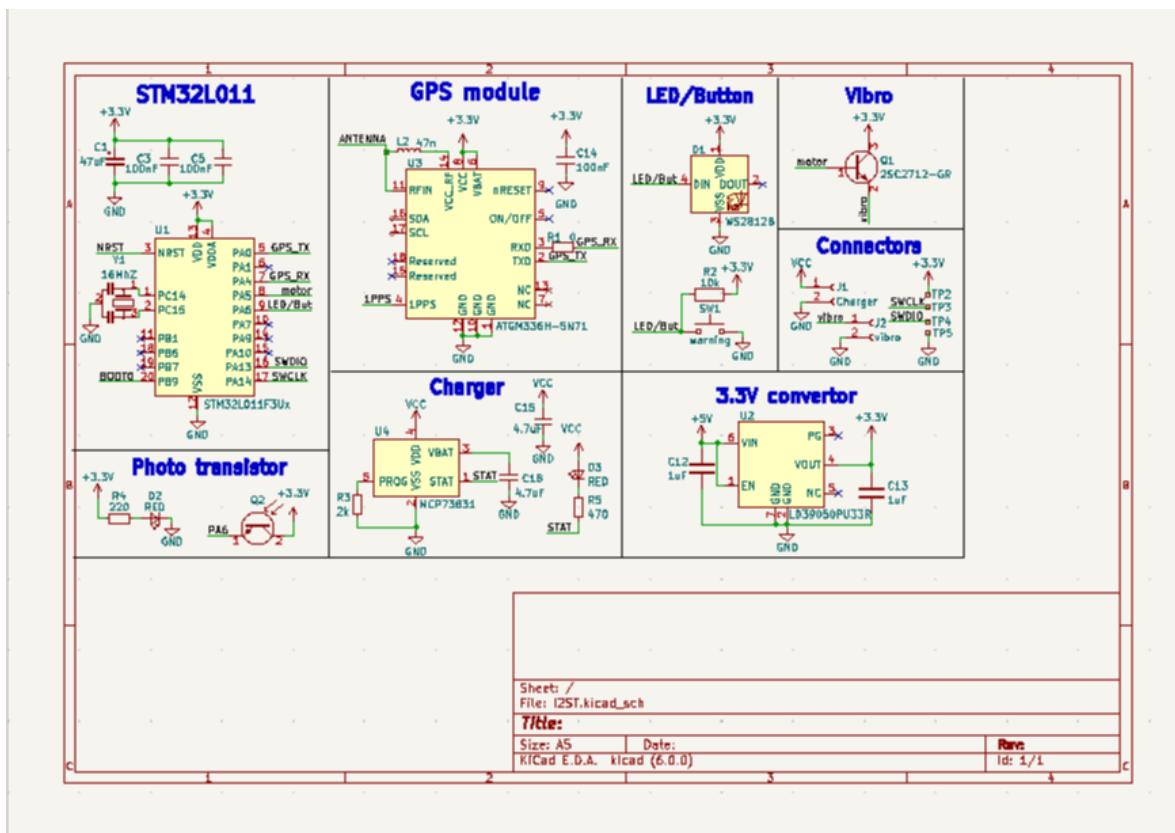


Рисунок Б.1 – Схема платы без Bluetooth

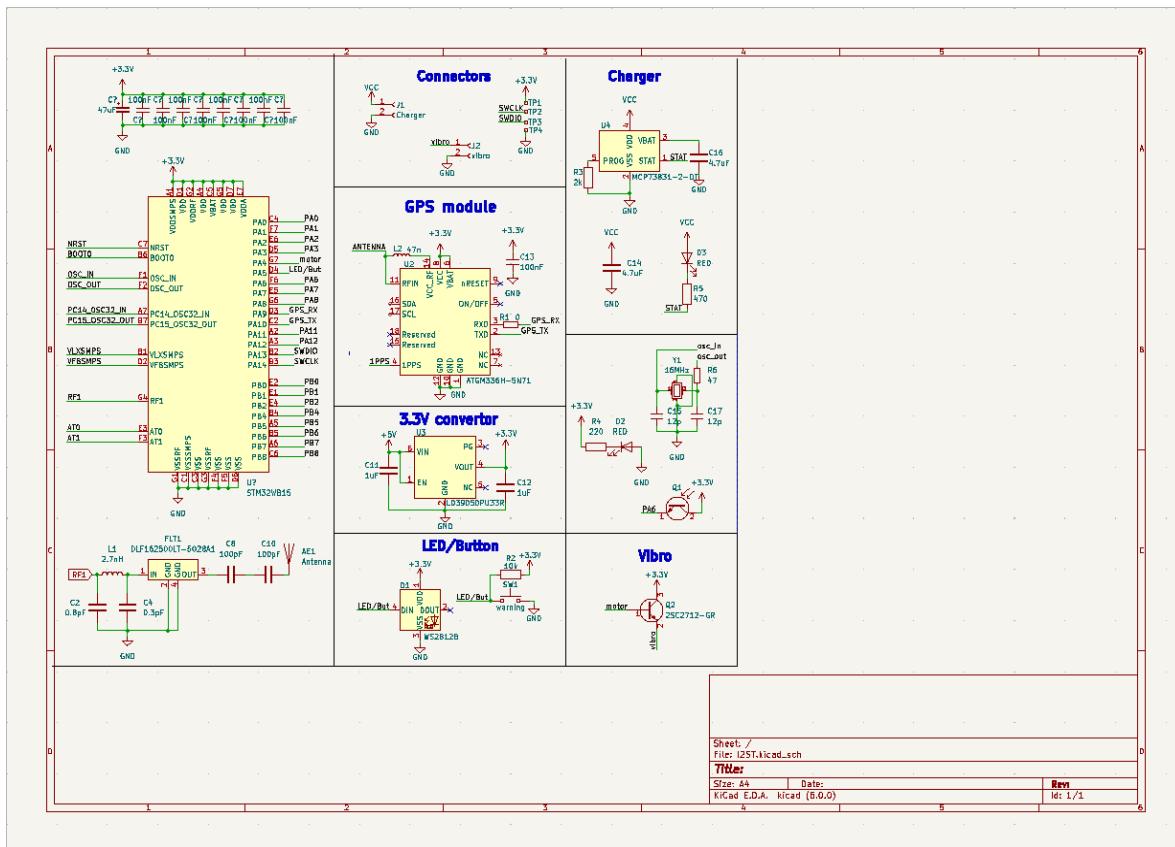


Рисунок Б.2 – Схема платы с Bluetooth

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

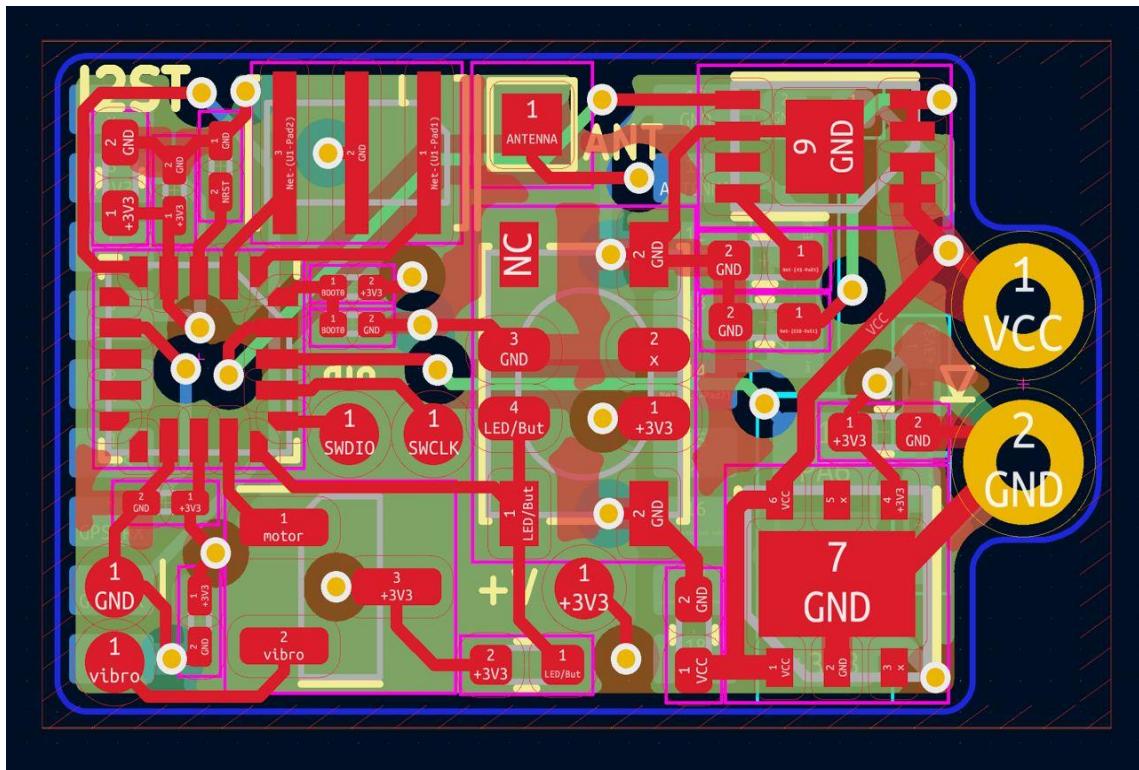


Рисунок В – Трассировка платы без Bluetooth

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

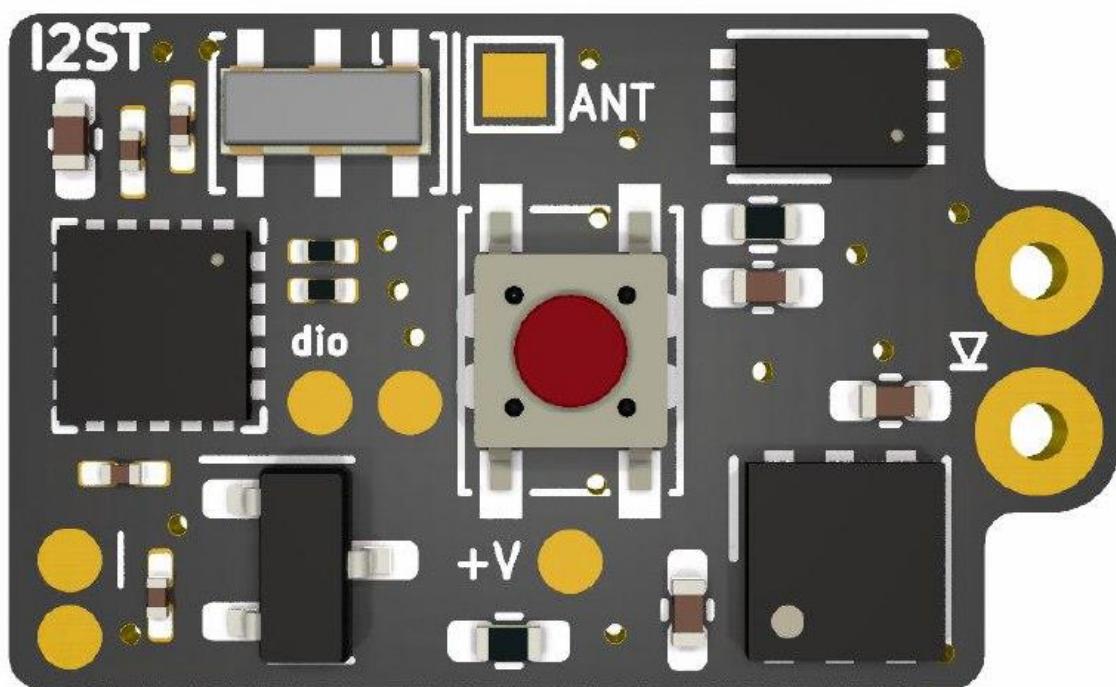


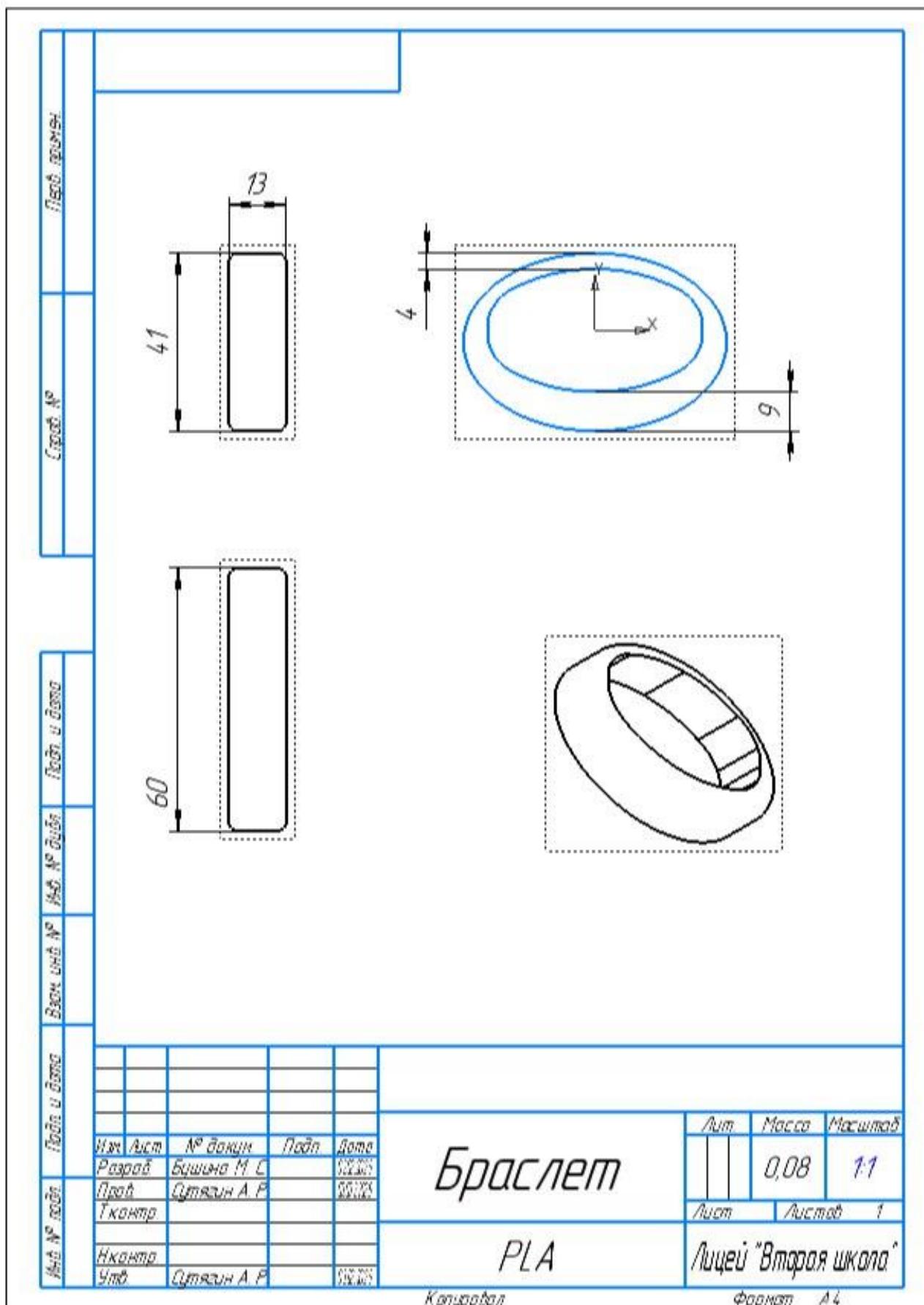
Рисунок Г – Плата устройства

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Д**



**Рисунок Д - Расположения платы и других компонентов в браслете**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е



## **Рисунок Е – Чертеж браслета**

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**



**Рисунок Ж – Распечатанная 3д модель браслета**