Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Работа выполнена в СКБ «Промышленная робототехника и электроника»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

_____ Е.М. Димитриади
(подпись)
«19» 06 2026 г.

Декан ФЭУ

_____ А.С. Гудим
(подпись)
«19» 06 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе,
д-р техн. наук, профессор

_____ А.В. Космынин
(подпись)
«19» 06 2026 г.

Разработка электронного музыкального инструмента с лазерным управлением.

Комплект конструкторской документации

Руководитель СКБ _____ 25.05.2026 С.И. Сухоруков
(подпись, дата)

Руководитель проекта _____ 25.05.2026 С.Г. Марущенко
(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2026

Карточка проекта

Название	Разработка электронного музыкального инструмента с лазерным управлением.
Тип проекта	Техническое творчество (инициативный)
Исполнители	Студент _____ Д.О. Тимофеев – группа 3ПЭб-1
Срок реализации	02.2026-05.2026

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт.
Микроконтроллер U1, STC89C52RC	1
Светодиод VD1-VD10, 3мм	10
Резисторы R1-R7, R16-R18 1 кОм, 0,125 Вт	10
Резисторы R8-R15, 10 кОм, 0,125 Вт	8
Резистор R26, 510 Ом, 0,125 Вт	1
Кварц X1, 12 МГц	1
Фоторезистор R19-R25, GL55	7
Лазерный трансмитер, D1-D7	7
Конденсатор электролитический C1 10 мкФ	1
Конденсатор керамический C2, C3, 22 пФ	2
Транзистор pnp VT1, S8550	1
Панель для микросхемы DIP40	1
Разъем питания XS1, DC-005	1
Кнопка с фиксацией SW, 6x6 мм	1
Кнопка SW-PB (SB1-SB2)	2
Печатная плата 100x45 мм	1
Кабель питания USB-microUSB	1
Динамик, Buzzer	1
Термоусадка, 15 см	-
Акриловый корпус	2

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ЗАДАНИЕ
на разработку

Название проекта: Разработка электронного музыкального инструмента с лазерным управлением.

Назначение: данное устройство предназначено для воспроизведения звуков нотного стана (7 нот) в диапазоне трех октав (1,2,3).

Область использования: В жилых или офисных помещениях как полезный объект интерьера или музыкальный инструмент.

Функциональное описание устройства: Основу устройства составляют микроконтроллер серии STC, лазерные трансмиттеры, светочувствительные фотоприемники (фоторезисторы) дискретные светодиодные индикаторы. Лазерная арфа осуществляет воспроизведение звуков нотного стана диапазоне трех октав. Имеет функцию воспроизведения трех музыкальных фрагментов. Воспроизводимые ноты отображаются на светодиодных индикаторах.

Техническое описание устройства: Для отображения воспроизводимых нот используются дискретные светодиоды, которыми управляет микроконтроллер. Лазерные трансмиттеры проецируют лучи на фотоприемники, подключенные к портам микроконтроллера. Прерывание лазерного луча вызывает формирование сигнала на входе соответствующего порта микроконтроллера и генерацию сигнала с частотой соответствующей ноты. Предусмотрены кнопки управления для переключения октав, воспроизводимых нот и заранее записанных отрывков мелодий.

Требования: Устройство должно соответствовать техническому заданию, быть безопасным, надежным.

План работ:

Наименование работ	Срок
Изучение теоретического материала, лежащего в принципе работы лазерной арфы	02.2026
Разработка структурной и функциональной схемы устройства	03.2026
Разработка принципиальной электрической схемы устройства	04.2026
Составление спецификации (перечня элементов) на принципиальную схему.	04.2026
Макетирование схемы и проверка работоспособности	05.2026
Составление конструкторской документации	05.2026

Перечень графического материала:

1. Принципиальная схема;
2. Чертежи изделия (или трехмерные модели изделия);
3. Внешний вид изделия;
4. Блок-схема алгоритмов (при наличии управляющих программ);

Руководитель проекта 02.02.2026 С.Г. Марущенко

(подпись, дата)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ПАСПОРТ

Разработка электронного музыкального инструмента с лазерным управлением

Руководитель проекта 25.05.2026 С.Г. Марущенко
(подпись, дата)

Исполнитель проекта 25.05.2026 Д.О. Тимофеев
(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2026

Содержание

1 Общие положения 7
1.1 Наименование изделия 7
1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия 7
1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия 7
1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах 8
2 Назначение и принцип действия 9
2.1 Назначение изделия 9
2.2 Области использования изделия 9
2.3 Принцип действия изделия 9
3 Состав изделия и комплектность 10
4 Технические характеристики 11
4.1 Основные технические характеристики лазерной арфы 11
5 Устройство и описание работы изделия 12
5.1 Устройство изделия 12
5.2 Описание работы изделия 13
6 Условия эксплуатации 14
6.1 Правила и особенности размещения изделия 14
6.2 Меры безопасности 14
6.3 Правила хранения и транспортирования 15
ПРИЛОЖЕНИЕ А 16
ПРИЛОЖЕНИЕ Б 17

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Лазерная арфа» (далее «изделие»).

Паспорт входит в комплект поставки изделия. Прежде, чем пользоваться изделием, внимательно изучите правила обращения и порядок работы с ним. В связи с постоянной работой по усовершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены изменения, не отраженные в данном издании.

1.1 Наименование изделия

Полное наименование изделия – «Лазерная арфа».

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия

Проектирвание «Лазерной арфы» осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия

Заказчиком проекта «Лазерная арфа» является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик), находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 27.

Исполнителями проекта «Лазерная арфа» являются Конструкторы студенческого конструкторского бюро «Промышленная робототехника» (далее СКБ), студент группы 3ПЭб-1 Тимофеев Д.О.

1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах

При проектировании использованы следующие нормативно-технические документы:

ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.610-2006. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов.

ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.051-2006. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.

ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.

ГОСТ 2.601-2013. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

Лазерная арфа – предназначена для воспроизведения звуков нотного стана в диапазоне трех октав.

В состав изделия входят: лазерная арфа, блок питания, документация.

2.2 Области использования изделия

Изделие может применяться как музыкальный инструмент, для воспроизведения простых мелодий. Лазерная арфа — это музыкальный инструмент, в котором вместо традиционных струн используются лазерные лучи для создания звуковых эффектов. Лазерная арфа может использоваться в жилых помещениях, офисах, общественных местах, как средство развлечения.

2.3 Принцип действия изделия

В состав лазерной арфы входят лазерные трансмиттеры, фотоприемники, микроконтроллер, дискретные светодиоды, усилитель, динамик и кнопки управления. Основу лазерной арфы составляют лазерные трансмиттеры, играющие роль струн, фотоприемники и микроконтроллер. Микроконтроллер с помощью фоточувствительных датчиков определяет, какой из лазерных лучей был прерван (какая струна) и в соответствии с этим передает на динамик сигнал с частотой соответствующей воспроизводимой ноте. Одновременно с этим загорается светодиод, обозначающий воспроизводимую ноту. С помощью кнопок управления осуществляется выбор октав воспроизводимых нот, а также выбор заранее запрограммированных трех мелодий. Пользователь может переключаться между октавами, используя кнопки «SB1» и «SB2»/

В результате этих действий лазерная арфа полностью удовлетворяет потребительские запросы пользователя на воспроизведение простых мелодий.

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- Лазерная арфа;
- Блок питания;
- Паспорт.

4 Технические характеристики

4.1 Основные технические характеристики лазерной арфы

Основные технические характеристики Лазерной арфы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики лазерной арфы

Наименование параметра	Значение
Количество воспроизводимых нот (струн)	7
Диапазон воспроизведения	3 октавы
Цифровое адаптивное подавление шума	Да
Автоматическая регулировка усиления	Да
Индикация воспроизводимых нот	Да
Воспроизведение мелодий	Да
Переключение октав	Да
Коэффициент нелинейных искажений	0,15 – 0,2 %
Нагрузка на выходе звукового канала	32 Ом
Ток потребления в рабочем режиме	до 500 мА
Питание, В	Напряжение питания 5 В
Температура окружающей среды	от -20 до +75 градусов Цельсия
Габариты, мм	160x120x30
Масса нетто, кг	0,2

5 Устройство и описание работы изделия

5.1 Устройство изделия

Структурная схема изделия представлена на рисунке 1.

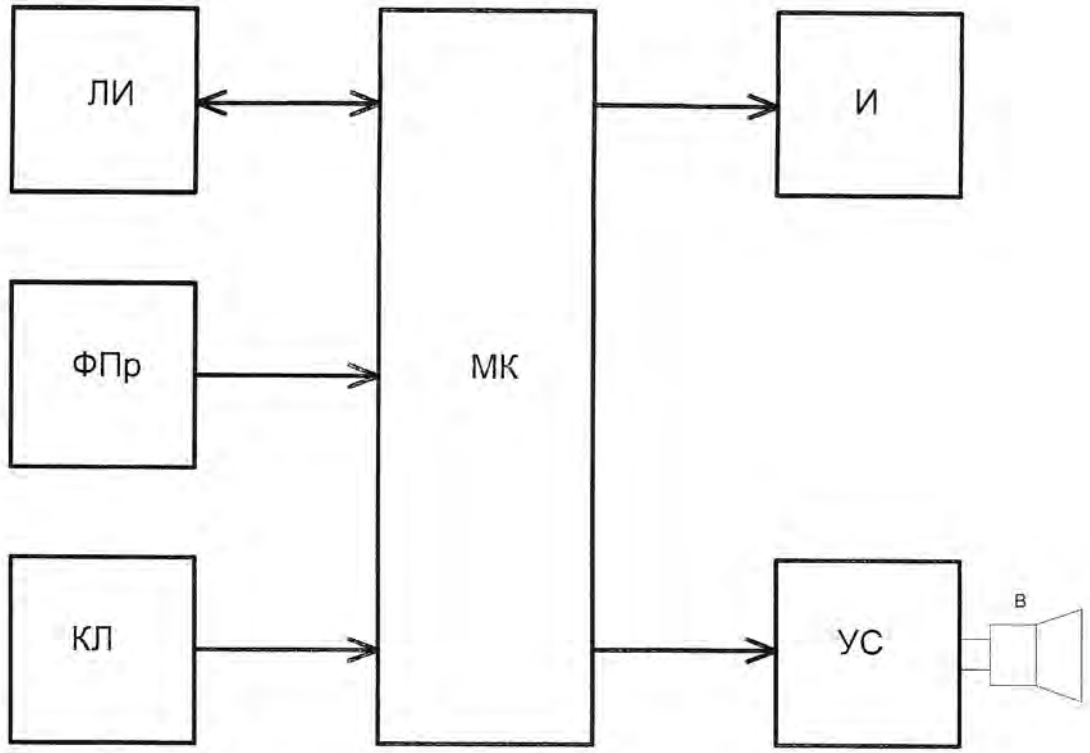

Рисунок 1 – Структурная схема изделия

Устройство состоит из следующих блоков: микроконтроллера (МК), лазерных трансмиттеров (излучателей) (ЛИ), фотоприемников (ФПр), усилителя мощности (УС), индикатора (И), кнопок управления (Кл) и динамика (В).

Основу разрабатываемого устройства составляют микроконтроллер, лазерные трансмиттеры и фотоприемники. Фотоприемники выполнены по схеме резистивного делителя напряжения, одним из элементов которого является фоторезистор. Лазерные излучатели и фотоприемники в совокупности имитируют струны арфы. Микроконтроллер выполняет функцию генератора частот. При прерывании лазерного луча рукой, на входе микроконтроллера формируется сигнал низкого уровня, соответствующий ноте прерванного луча. Микроконтроллер считывает данный сигнал и формирует на выходе ча-

стоту, соответствующую воспроизводимой ноте. Также микроконтроллер осуществляет отображение информации на одиночных светодиодах VD1 - VD7 о номере воспроизводимой ноты, а на светодиодах VD8 – VD10 о номере октавы, в которой воспроизводится нота. Частотный сигнал воспроизводимой ноты поступает с выхода порта p3.4 на вход усилителя мощности, выполненного на транзисторе VT1. Нагрузкой усилителя мощности служит динамик (B). Для переключения режимов работы арфы и нотных октав предназначена клавиатура, состоящая из 2-х кнопок: SB1 – выбор заранее запрограммированной мелодии, SB2 – выбор октавы.

Принципиальная электрическая схема разрабатываемого устройства приведена на рисунке 2 Приложения А. Печатная плата и внешний вид работающего устройства приведены на рисунках 3, 4, 5 Приложения Б.

5.2 Описание работы изделия

1. Подключение: подайте питание +5В с помощью блока питания и провода мини-USB. Передвиньте переключатель питание на передней панели лазерной арфы в положение включено.

2. Работа с арфой. После включения питания начнут светиться лазерные трансмиттеры, лучи которых направлены на фотоприемники соответствующих нот. Лучи трансмиттеров представляют семь струн арфы. Затеняя один из лучей, мы активируем струну и соответствующую ей ноту. В динамике воспроизводится тон этой ноты. Затеняя другой луч, воспроизводим следующую ноту и т.д. Таким образом, перебирая струны можно воспроизводить мелодии.

3. Управление. Кнопкой SB2 можно по циклу выбирать тональность звучания нот: 1-я, 2-я или 3-я октавы. Кнопкой SB1 можно выбрать также по циклу одну из ранее запрограммированных мелодий.

6 Условия эксплуатации

Изделие выпускается в климатическом исполнении УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для использования в стационарных условиях в закрытых помещениях при соответствующих климатических условиях:

- интервал температур от +10 до +35 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25 °С;
- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- атмосферное давление от 86,6 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

В помещении, где используется изделие не должно возникать условий для конденсации влаги (выпадения росы). Изделие является электронным прибором, требующим бережного обращения!!

Для обеспечения безотказной работы, сохранения точности и его сбережения необходимо соблюдать следующие правила:

- изучить паспорт, прежде чем приступить к работе с изделием;
- предохранять изделие от ударов и повреждений;
- не допускать самостоятельную разборку изделия.

6.1 Правила и особенности размещения изделия

Изделие должно быть расположено на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов.

ВНИМАНИЕ! При эксплуатации изделия запрещается проводить самостоятельно какие-то либо работы по извлечению и установке внутренних компонентов изделия.

6.2 Меры безопасности

Необходимо соблюдать требования техники безопасности и следующие меры предосторожности:

- не оставлять изделие включенным без наблюдения;
- после транспортировки в холодное время года изделие необходимо выдержать при комнатной температуре не менее двух часов;

– внутренние осмотры и ремонт изделия должны производиться только квалифицированными специалистами;

– не устанавливайте изделие на неустойчивой подставке, стойке или ненадежном кронштейне.

6.3 Правила хранения и транспортирования

Транспортирование изделия в упакованном виде может производиться железнодорожным, автомобильным (в закрытых транспортных средствах), воздушным, речным и морским видами транспорта в соответствии с правилами перевозок грузов, действующих на транспорт данного вида. Условия транспортирования изделия по части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 5 по ГОСТ 15150.

После транспортирования изделие должно быть выдержано не менее 2 часов в транспортной таре при температуре 20±5 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

Распакованное изделие должно храниться в отапливаемом и вентилируемом чистом помещении при температуре от +5 до +40 °С и относительной влажности воздуха не более 60 %. При температуре ниже 25 °С допускается увеличение относительной влажности до 80 %. Воздух в помещении не должен содержать примесей, вызывающих коррозию металлов, налеты на поверхностях оптических деталей.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

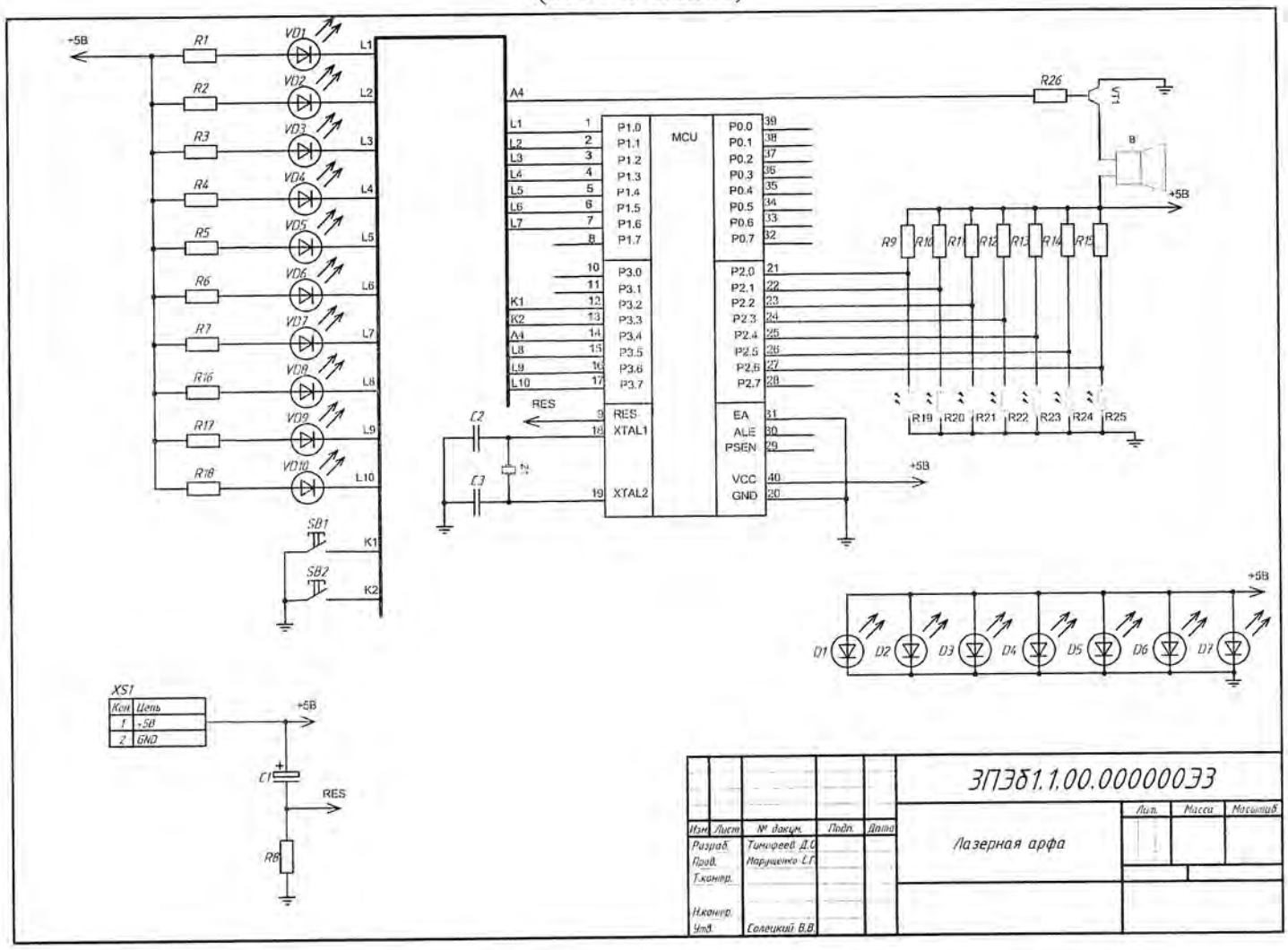

Рисунок 2 – принципиальная электрическая лазерной арфы

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

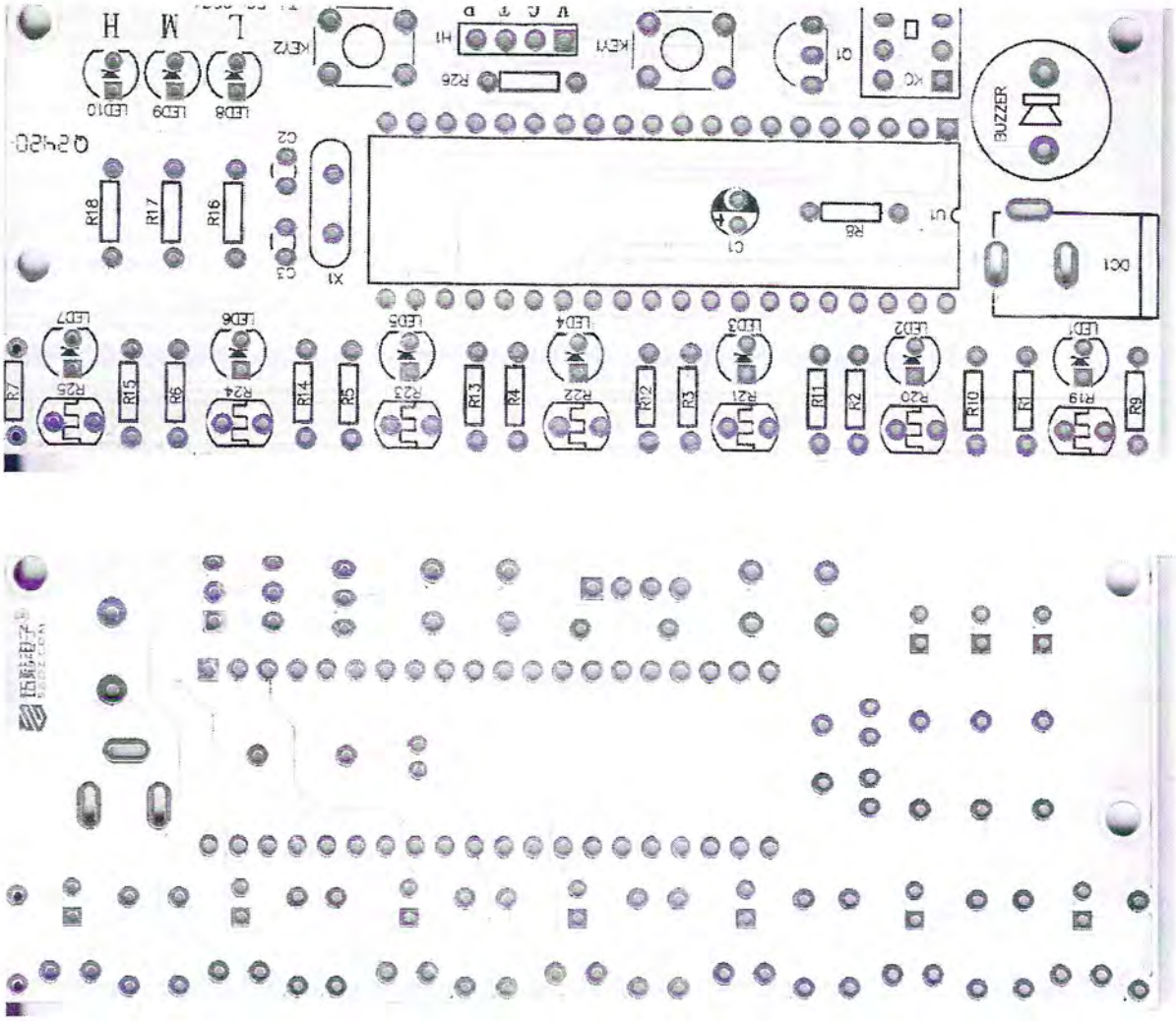

Рисунок 3 – Печатная плата лазерной арфы

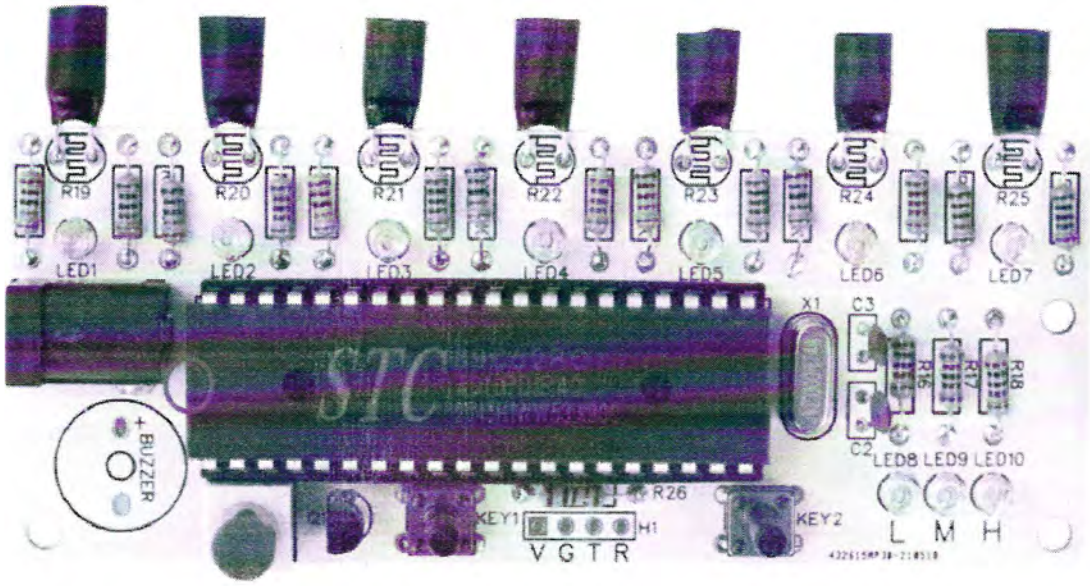

Рисунок 4 – Вид собранной печатной платы арфы

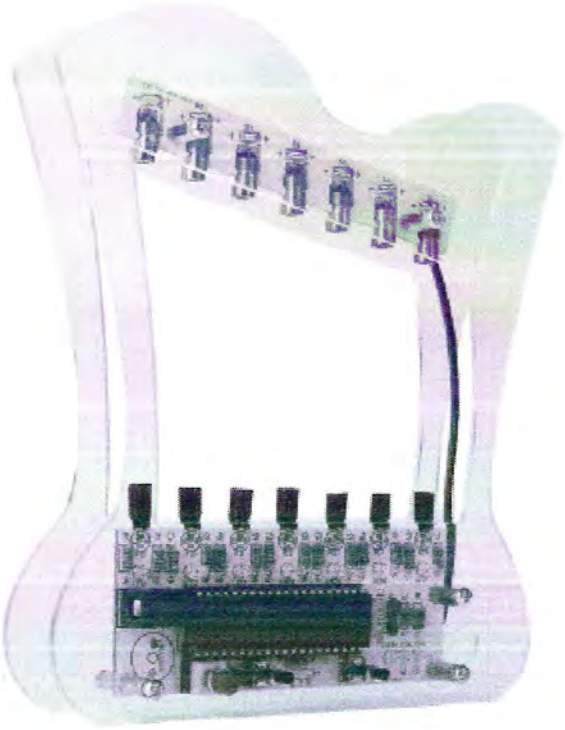

Рисунок 5 – Внешний вид арфы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

_____ Е.М. Димитриади
(подпись)
«10» 06 20 26 г.

Декан ФЭУ

_____ А.С. Гудим
(подпись)
«19» 06 20 26 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе,
д-р техн. наук, профессор

_____ А.В. Космынин
(подпись)
«19» 06 20 26 г.

АКТ
о приемке в эксплуатацию проекта «Лазерная арфа»

г. Комсомольск-на-Амуре «19» 06 2026 г.

Комиссия в составе представителей:
со стороны заказчика
- С.И. Сухоруков – руководитель СКБ,
- А.С. Гудим – декан ФЭУ

со стороны исполнителя
- С.Г. Марущенко – руководителя проекта,
- Д.О. Тимофеев – группа 3ПЭб-1 - исполнитель

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Лазерная арфа», в составе:
1. Лазерная арфа
2. Блок питания
3. Паспорт проекта

Руководитель проекта 25.05.2026 С.Г. Марущенко
(подпись, дата)

Исполнители проекта 25.05.2026 Д.О. Тимофеев
(подпись, дата)