

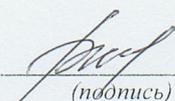
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Работа выполнена в СКБ «Электроника и робототехника»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

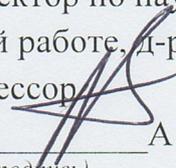

(подпись) Е.М. Димитриади
« 19 » 06 20 23 г.

Декан ФЭУ


(подпись) А.С. Гудим
« 19 » июня 20 23 г.

УТВЕРЖДАЮ

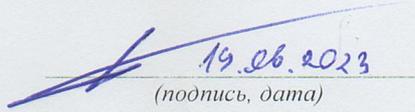
Проректор по науке и инноваци-
онной работе, д-р техн. наук.
профессор


(подпись) А.В. Космынин
« 19 » июня 20 23 г.

«Разработка стенда для исследования схемы аналогового компаратора»

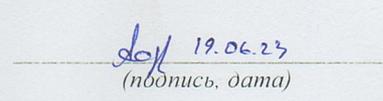
Комплект конструкторской документации

Руководитель СКБ


(подпись, дата)

В.В. Солецкий

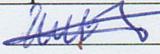
Руководитель проекта


(подпись, дата)

А.В. Фролов

Комсомольск-на-Амуре 2023

Карточка проекта

Название	Разработка стенда для исследования схемы аналогового компаратора
Тип проекта	техническое творчество (инициативный)
Исполнители	Студент  Е.С. Ильченко – 0БМб1
Срок реализации	2 семестра

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт.
Резистор, 1 Вт, 27 кОм, 5%	1
Резистор подстроечный, 100 кОм	1
Резистор, 1 Вт, 510 Ом, 5%	1
Резистор, 1 Вт, 820 Ом, 5%	1
Резистор подстроечный, 10 кОм	1
Резистор, 1 Вт, 10 кОм, 5%	4
Резистор, 1 Вт, 15 кОм, 5%	1
Резистор, 1 Вт, 140 кОм, 5%	1
LM339N, Квадрантный дифференциальный компаратор	1
NL-3012GD, Светодиод зеленый	1

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 стенда для исследования схемы аналогового компаратора

Назначение: Проведение лабораторных работ по дисциплине «Микросхемотехника аналоговых и цифровых устройств».

Область использования: Использование в учебном процессе.

Функциональное описание устройства: Стенд содержит схему аналогового компаратора с гистерезисом на операционном усилителе. Исследование схемы выполняется путём анализа её передаточной и переходной характеристик, а также статических входных и выходных параметров.

Техническое описание устройства: Стенд выполнен в виде отдельной платы, которая устанавливается в монтажную панель модульной платформы «NI ELVIS II» и получает питание от этой платформы. Входные сигналы подаются на плату от встроенных источников сигналов модульной платформы (источника постоянного напряжения, генератора прямоугольных, линейно-изменяющихся и гармонических сигналов). Анализ выходных сигналов выполняется с помощью встроенных измерительных приборов модульной платформы (осциллографа, вольтметра, амперметра)

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

План работ:

Наименование работ	Срок
Анализ схемы монтажной панели и модульной платформы «NI ELVIS II». Определение мест подключения разрабатываемой платы.	10.2022
Разработка электрической схемы стенда. Проектирование печатной платы.	11.2022
Изготовление печатной платы, сборка (пайка) печатной платы.	12.2022
Разработка методических рекомендаций к лабораторной работе. Пусконаладочные работы.	01.2023
Оформление сопроводительной документации.	02.2023

Комментарии:

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


(подпись, дата)

А.В. Фролов

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

ПАСПОРТ

«Стенд для исследования аналогового компаратора»

Руководитель проекта

19.06.23
(подпись, дата)

А.В. Фролов

Исполнители проекта

19.06.2023
(подпись, дата)

Е.С. Ильченко

Комсомольск-на-Амуре 2023

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.....	11
4	Технические характеристики.....	12
5	Устройство и описание работы изделия	13
5.1	Устройство изделия	14
6	Условия эксплуатации	17
6.1	Правила и особенности размещения изделия	17
6.2	Меры безопасности.....	17
6.3	Правила хранения и транспортирования.....	18
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	19
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	22

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Стенд для исследования аналого-вого компаратора» (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 – «Стенд для исследования аналого-вого компаратора» (ТР СДИАК).

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия

Проектирование «ТР СДИАК» осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия

Заказчиком проекта «ТР СДИАК» 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. 17.

Исполнителями проекта «ТР СДИАК» являются Конструкторы студенческого конструкторского бюро «Электроника и робототехника» (далее СКБ), студенты группы ОБМб1, Ильченко Елизавета Сергеевна.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		7

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.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		8

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

ТР СдИАК – Стенд для исследования аналогового компаратора – предназначен для проведения лабораторных работ, связанных с изучением работы аналогового компаратора.

В состав изделия входят: Плата с элементами, методические рекомендации по работе со стендом.

2.2 Области использования изделия

Изделие может применяться в обучение студентов, по дисциплине аналоговая микросхемотехника.

2.3 Принцип действия изделия

Плата подключается к стенду Elvis, который в свою очередь подключается к персональному компьютеру с установленной программой NI ElvisMX launcher.

Для работы схемы необходима подача:

- напряжения питания компаратора (+15 В), которое генерируется стендом Elvis;
- входного положительного сигнала через клемму Supply+ в диапазоне от 0 В до 12 В, который задаётся от встроенного регулируемого источника напряжения стенда Elvis и управляется либо потенциометром на стенде, либо программно с помощью виртуального прибора;
- напряжения треугольной или синусоидальной формы со встроенного в стенд Elvis генератора сигналов.

Выходной сигнал схемы контролируется светодиодом, размещённым на плате, или с помощью виртуального осциллографа, подключенного через клемму AI7+.

Для исследования работы схемы предусмотрены разъёмы в контрольных точках Vin1, Vin2, Vout.

					СКБФЭУ.1.ИП.02000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		9

Сравнивающее устройство: электронная схема, принимающая на свои входы два аналоговых сигнала и выдающая сигнал высокого уровня, если сигнал на неинвертирующем входе больше, чем на инвертирующем входе, и сигнал низкого уровня, если сигнал на неинвертирующем входе меньше, чем на инверсном входе. Значение выходного сигнала компаратора при равенстве входных напряжений, в общем случае не определено. Обычно в логических схемах сигналу высокого уровня приписывается значение логической 1, а низкому - логического 0.

					СКБФЭУ.1.ИП.02000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		10

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- Плата с элементами;
- Методичка;
- Паспорт.

					СКБФЭУ.1.ИП.03000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		11

4 Технические характеристики

Таблица 1 – Технические характеристики платы

Наименование параметра	Значение
Рабочий диапазон напряжения	15 В
Выходной ток	до 20 мА
Температура при работе	от -20 до +60 градусов
Питание, В	15 В
Основа текстолита	180x200 мм
Ширина дорожек	0.3 мм
Ширина отверстий	0.3 мм

5 Устройство и описание работы изделия

Спроектирую электрическую схему компаратора.

Рассчитываемая схема – на рисунке 1.

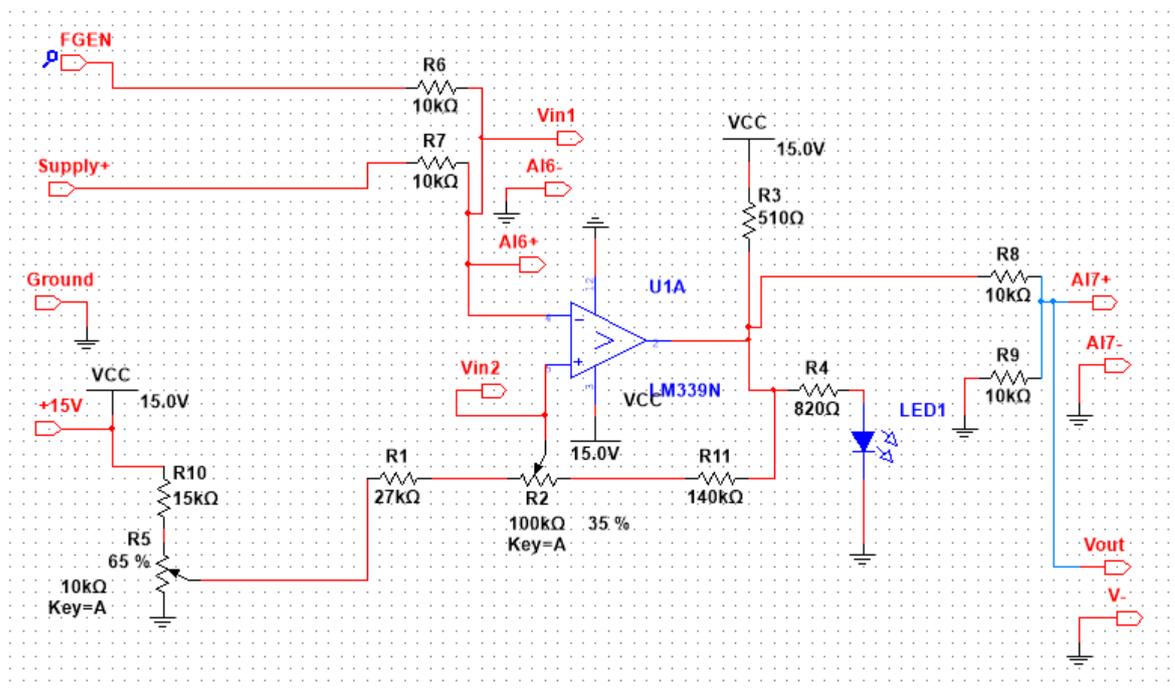


Рисунок 1 – Принципиальная схема для расчета

Рассчитаю номиналы элементов схемы.

Рассчитываем пороговые значения напряжений.

$$U_h = \frac{1}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot (U_{п} \cdot R_1 + U_{cp} \cdot (R_2 + R_3))$$

$$U_{cp} = 2,2 \text{ В}$$

$$U_l = U_{cp} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$U_h = 9 \text{ В}$$

$$U_l = 3,6 \text{ В}$$

$$R_2 = 100 \text{ кОм}$$

$$R_1 = \frac{R_2 \cdot U_{cp}}{U_l}$$

$$R_1 = 27 \text{ кОм}$$

$$R_3 = \frac{U}{I}$$

$$R_3 = 510 \text{ Ом}$$

$$R_4 = \frac{U_h - \Delta U}{I} - R_3$$

$$R_4 = 820 \text{ Ом}$$

$R_6 - R_9$ – являются делителями напряжения и равны 10 кОм

При проектировании платы буду ориентироваться на требования компактности, лёгкости изготовления, расположения печатных проводников с одной стороны, использования электронных компонентов для монтажа через монтажные отверстия.

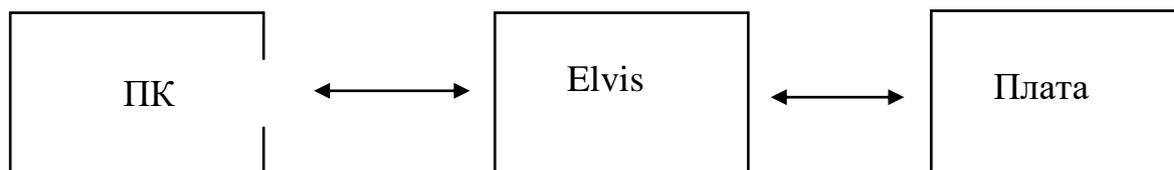
Этапы проектирования:

- определю размеры печатной платы 180x200 мм
- размещу на плате разъёмы, учитывая распиновку NI Elvis (16 – GND, 3 – 15 В, 15 – S+, 2 – FGEN, 2 – AI6+, 1 – AI7+)
- размещу радиоэлементы на плате с учётом минимальных расстояний проводников и минимального их пересечения друг с другом.
- Разъёмы на изделии учитываются относительно распиновки платы NI Elvis, расстояние между пинами снимается с платы,
- размещу радиоэлементы на плате с учётом минимальных расстояний проводников и минимального их пересечения друг с другом (рис. В1),
- начерчу соединительные проводники между выводами элементов (рис. В1),
- создам GERBER-файл для станка ЧПУ. Задам следующие настройки – Дорожки выфрезеровать отдельными канавками, обводка канавок производится единой фрезой. Рабочий инструмент – гравер d0.1 угол 15 град,
- выполню фрезеровку дорожек на станке с ЧПУ,
- выполню монтаж (пайку) деталей

5.1 Устройство изделия

Структурная схема изделия представлена на рисунке 2.

					СКБФЭУ.1.ИП.05000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		14



ПК-персональный компьютер; Elvis – стенд для обучения; плата – стенд для обучения, плата, содержащая компаратор

Рисунок 2 – Структурная схема изделия

Компаратор сравнивает два аналоговых сигнала и формирует один из двух уровней выходного сигнала в соответствии с уравнением. В простейшем случае, компаратор может быть спроектирован с помощью усилителя с большим коэффициентом усиления (операционного усилителя), на инвертирующий вход которого подаётся напряжение сравнения, а на неинвертирующий – входное напряжение. Но выходное напряжение ОУ будет принимать значения, близкие к напряжению питания.

5.2 Описание работы изделия

Подключить плату к стенду Elvis, начиная с левого нижнего края, к первой ячейке и закрепить последующие ножки. В случайном положении привести потенциометр. Приступить к выполнению задания. Открыть приложение NI ElvisMX launcher.

1. Исследовать передаточную характеристику компаратора при увеличении и уменьшении входного напряжения;

Передаточная характеристика имеет ступенчатый вид и это отношение выходного сигнала к входному. Ставим провод на ножку Vout – это вольтметр, меняем напряжение в программе, в окошке Syplot и определяем изменение напряжения на вольтметре. Свои значения записываем и строим график.

2. Определить пороговые значения напряжений срабатывания, напряжение гистерезиса, выходные логические уровни;

Для того, чтобы определить пороговые значения напряжения срабатывания, подаем напряжение от 0 В до 15 В, и смотрим, когда загорится светодиод, также от 15 В до 0 В, смотрим, когда светодиод потухнет.

3. Исследовать переходную характеристику схемы. Определить время переключения компаратора при разных значениях входного напряжения.

Переходной характеристикой является реакция системы при нулевых условиях на единичный ступенчатый сигнал. Переходим в режим прямоугольно генератора FGEN в программе NI ElvisMX launcher, и подключаем максимальные 10 В амплитуды с частотой 1кГц. Напряжение на Suplye, выводим в 0 В. Чтобы определить переходную характеристику сигнала, подключим осциллограф к выходу и ко входу, по нему определяем, когда сигнал растет, а когда тухнет. Ступенчатый вид диаграммы. Результаты сохранить и изобразить график.

					СКБФЭУ.1.ИП.05000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		16

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:

Необходимо соблюдать требования техники безопасности и следующие меры предосторожности:

					СКБФЭУ.1.ИП.06000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		17

- 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.

					СКБФЭУ.1.ИП.06000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		18

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

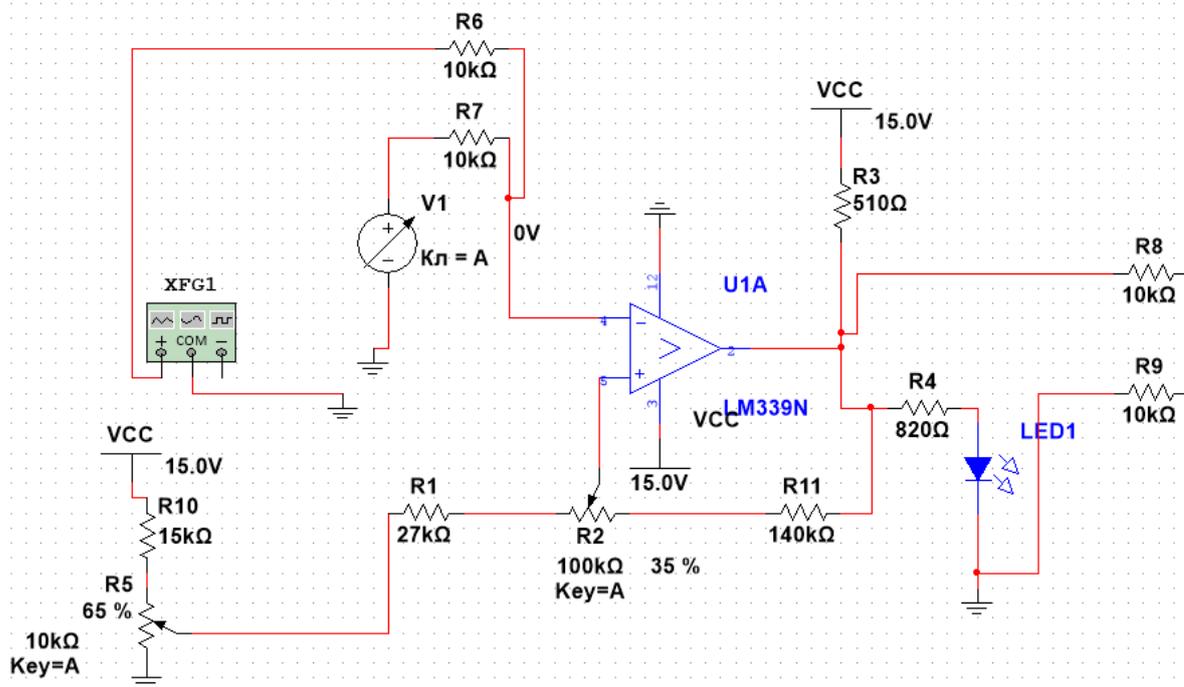


Рисунок 3 – принципиальная схема

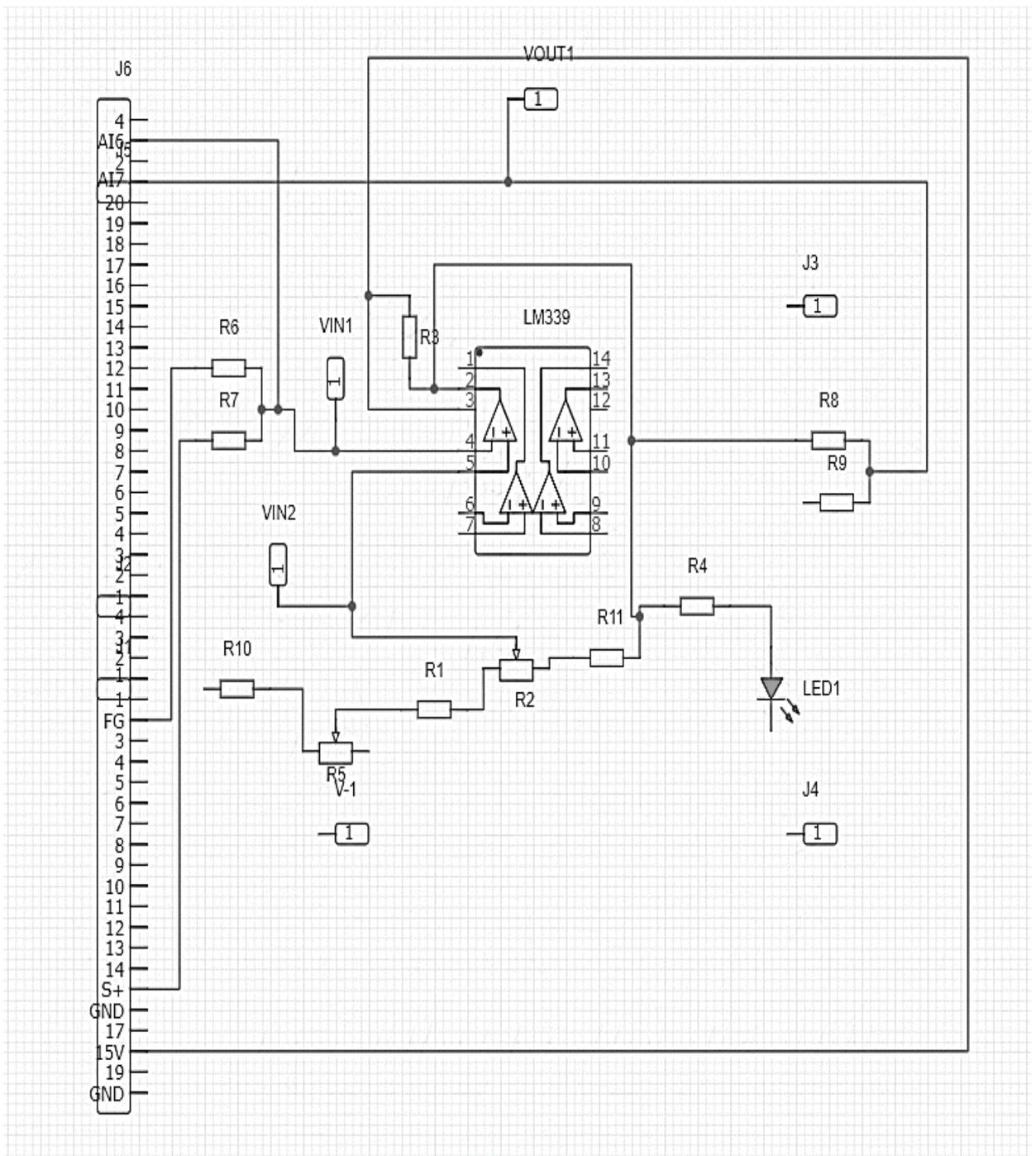
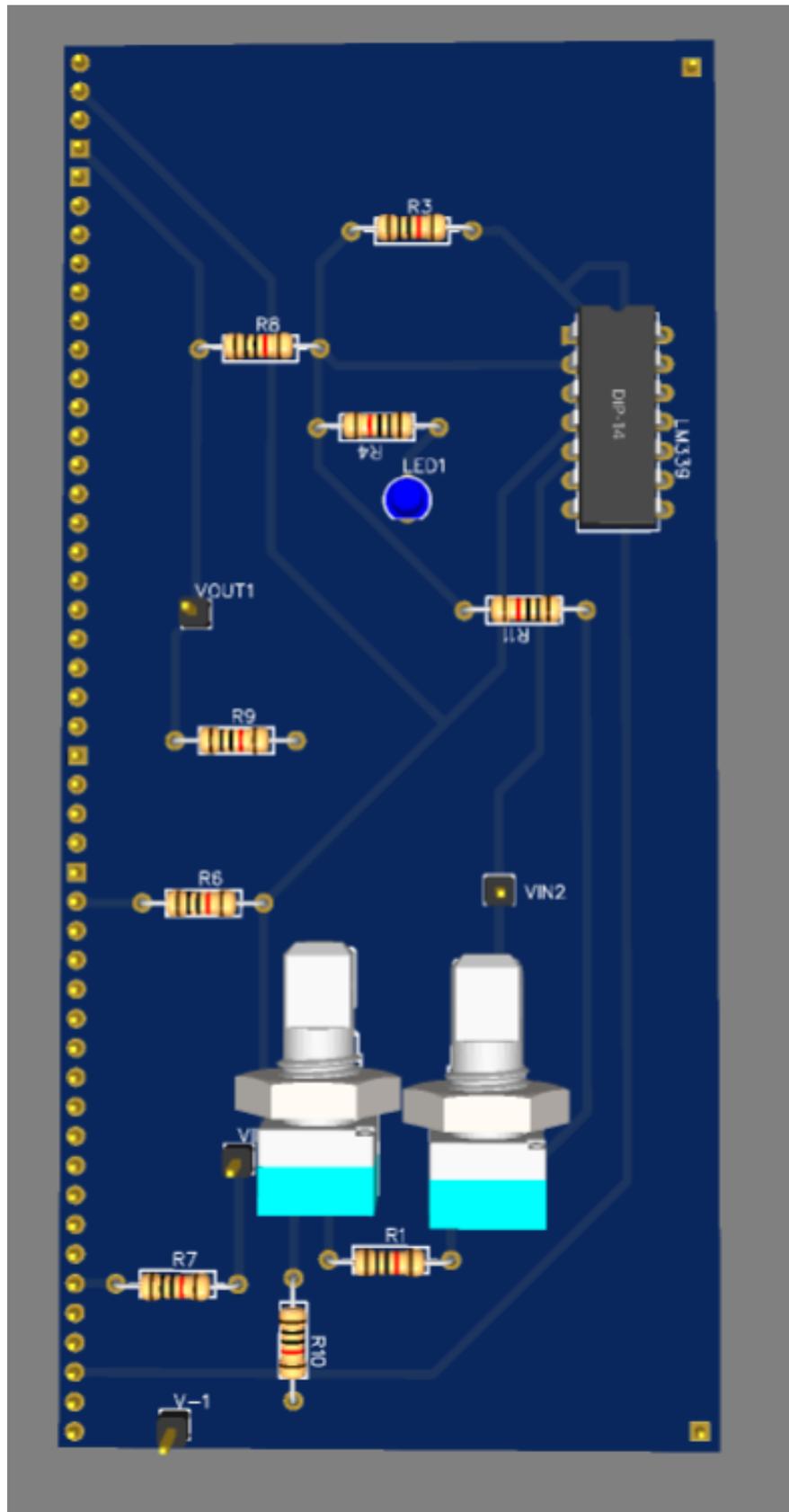


Рисунок 4 – Принципиальная схема для разводки платы



Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБФЭУ.1.ИП.00000000

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

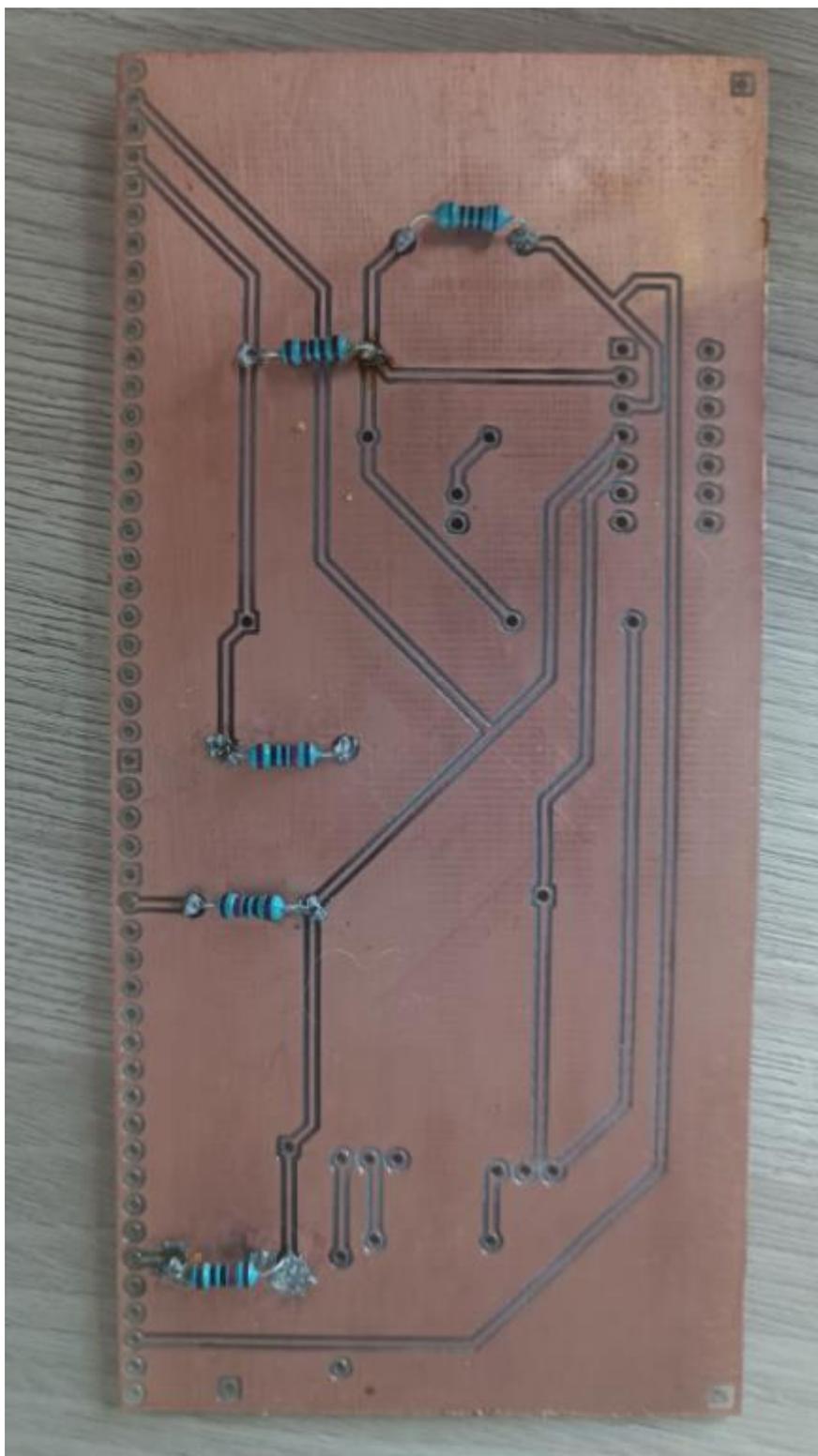


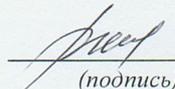
Рисунок 6 – напечатанная плата, без элементов

					СКБФЭУ.1.ИП.00000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		22

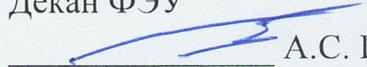
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

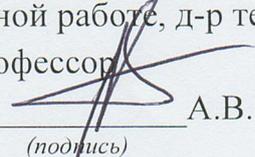

(подпись) Е.М. Димитриади
« 19 » 06 20 23 г.

Декан ФЭУ


(подпись) А.С. Гудим
« 19 » 06 20 23 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновационной работе, д-р техн. наук.
профессор


(подпись) А.В. Космынин
« 19 » 06 20 23 г.

АКТ

о приемке в эксплуатацию проекта
«Стенд для исследования аналогового компаратора»

г. Комсомольск-на-Амуре

« 19 » июля 20 23 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

- В.В. Солецкий – руководитель СКБ,
- А.С. Гудим – декан ФЭУ

со стороны исполнителя

- А.В. Фролов – руководителя проекта,
- Е.С. Ильченко – ОБМб1

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Стенд для исследования аналогового компаратора», в составе:

1. Плата

2. Методичка

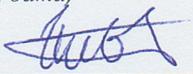
3. Паспорт

Руководитель проекта

19.06.23
(подпись, дата)

А.В. Фролов

Исполнители проекта

19.06.23 
(подпись, дата)

Е.С. Ильченко