Утверждена распоряжением декана ЭТФ № 18 от 24.12.2019 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Работа выполнена в СКБ ЭТФ «Промышленная робототехника»

СОГЛАСОВАНО

Декан ЭТФ

_____ А.С. Гудим
(подпись)

«30» 01 20 20 г.

Заведующий кафедрой _____

_____ С.П. Чёрный
(подпись)

«30» 01 20 20 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела ОПРО

_____ Ю.С. Иванов
(подпись)

«30» 01 20 20 г.

Проектирование и изготовление универсального блока широтно-импульсного управления электрическими двигателями постоянного тока

Руководитель проекта _____ С.А. Васильченко
(подпись, дата)

Ответственный исполнитель _____ Т.А. Кузнецова
(подпись, дата)

Карточка проекта

Название	Проектирование и изготовление универсального блока широтно-импульсного управления электрическими двигателями постоянного тока
Тип проекта	Тип проекта: учебная работа
Исполнители	Т.А. Кузнецова – 9ЭЛм-1 *(первым указывается ответственный исполнитель)*
Срок реализации	11.2019- 02.2020

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт
Резисторы МЛТ-0,5	38
Резисторы МЛТ-2	14
Конденсаторы металлобумажные	4
Кодненсаторы керамические	4
Кодненсаторы электролитические	9
Диодные сборки выпрямительные	8
Диоды импульсные	14
Диоды выпрямительные	6
Транзисторы средней мощности	12
Транзисторы малой мощности	6

Микросхемы средней степени интеграции	18
Оптроны диодные	6
Разъемы слаботочные	4
Трансформаторы силовые	2
Гетинакс фольгированный	350 мм^2
Хлорное железо	200 г
Провод монтажный 0,25 мм^2	20 м

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

ЗАДАНИЕ

на разработку

Выдано студентам: Т.А. Кузнецовой – 9ЭЛм-1

Название проекта: Проектирование и изготовление универсального блока широтно-импульсного управления электрическими двигателями постоянного тока.

Назначение: Учебный проект.

Область использования: В составе установок для изучения элементов систем автотматики.

Функциональное описание устройства: Управление электрическими двигателями постоянного тока в составе быстродействующих транзисторных широтно-импульсных преобразователей постоянного напряжения и быстродействующих энергоэффективных транзисторных широтно-импульсных преобразователей с непосредственной связью с трехфазной питающей сетью переменного напряжения.

Техническое описание устройства: Разработаны функциональная и принципиальная схемы, разработана монтажная схема, изготовлены печатные платы, выполнен монтаж электрической схемы, выполнена наладка блока управления.

Требования: Разработанный блок должен обеспечить управление электрическими двигателями мощностью до 0,5 кВт при частоте широтно-импульсной модуляции до 1 кГц.

План работ:

Наименование работ	Срок
Разработка схем блока управления	11.2019
Разработка печатных плат	12.2019
Изготовление печатных плат	01.2020
Монтаж электрических схем	02.2020
Наладка блока управления	03.2020

Перечень графического материала:

1. Принципиальная схема
2. Блок-схема
3. Внешний вид готовых плат управления
4. Внешний вид готовой платы источника питания модуля

Руководитель проекта _____ С.А. Васильченко

(подпись, дата)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

ПАСПОРТ

Аппаратно-программный комплекс

«*Проектирование и изготовление универсального блока широтно-импульсного управления электрическими двигателями постоянного тока*»

Руководитель проекта _____ С.А. Васильченко
(подпись, дата)

Ответственный исполнитель _____ Т.А. Кузнецова
(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2020

Содержание

1 Общие положения 8
1.1 Наименование изделия 8
1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы 8
1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке системы 8
1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах 9
2 Назначение и принцип действия 10
2.1 Назначение изделия 10
2.2 Области использования изделия 10
2.3 Принцип действия 10
3 Состав изделия и комплектность 11
4 Технические характеристики 11
4.1 Основные технические характеристики блока мишеней 11
4.2 Основные технические характеристики лазерного оружия 11
5 Устройство и описание работы изделия 13
5.1 Устройство изделия 13
5.2 Описание работы изделия 14
6 Условия эксплуатации 16
6.1 Правила и особенности размещения изделия 16
6.2 Меры безопасности 16
6.3 Правила хранения и транспортирования 17
ПРИЛОЖЕНИЕ А 18

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Проектирование и изготовление универсального блока широтно-импульсного управления электрическими двигателями постоянного тока» (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 системы – аппаратно-программный комплекс «Проектирование и изготовление универсального блока широтно-импульсного управления электрическими двигателями постоянного тока» (АПК БУДПТ /, блок управления двигателем постоянного тока).

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы

Создание АПК БУДПТ осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке системы

Заказчиком создания АПК БУДПТ 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 работ по созданию АПК БУДПТ являются Конструкторы студенческого конструкторского бюро электротехнического факультета (далее СКБ ЭТФ), студент группы 9ЭЛМ-1, Кузнецова Т.А.

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

Блок управления двигателем постоянного тока может применяться для Управление электрическими двигателями постоянного тока в составе быстродействующих транзисторных широтно-импульсных преобразователей постоянного напряжения и быстродействующих энергоэффективных транзисторных широтно-импульсных преобразователей с непосредственной связью с трехфазной питающей сетью переменного напряжения.

В состав изделия входят: плата широтно-импульсного управления двигателем постоянного тока, плата предварительных усилителей и гальванической развязки, плата источника питания, соединительные кабели.

2.2 Области использования изделия

Ориентирован для использования в лабораторных установках при изучении элементов систем автоматики и при исследованиях в ходе выполнения ВКР.

2.3 Принцип действия

Блок управления формирует регулируемые широтно-импульсным способом импульсы управления, которые в соответствии с требуемыми алгоритмами управления через оптоэлектронную развязку и предварительные усилители распределяются по каналам управления, то есть на управляющие электроды силовых транзистров преобразовательной части электропривода. Блок является универсальным, и при несложных изменениях в его входных и выходных цепях может применяться для управления электрическими двигателями постоянного тока в составе быстродействующих транзисторных широтно-импульсных преобразователей постоянного напряжения или быстродействующих энергоэффективных транзисторных широтно-импульсных

преобразователей с непосредственной связью с трехфазной питающей сетью переменного напряжения. Все действующие сигналы – аналоговые._Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- плата широтно-импульсного управления двигателем постоянного тока, плата преварительных усилителей и гальванической развязки, плата источника питания, соединительные кабели.
- Паспорт.
- Технические характеристики

2.4 Основные технические характеристики блока *платы широтно-импульсного управления двигателем постоянного тока*

Основные технические характеристики платы широтно-импульсного управления двигателем постоянного тока приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики блока платы широтно-импульсного управления двигателем постоянного тока

Наименование параметра	Значение
Частота следования маломощных импульсов управления	1 кГц
Напряжение маломощных импуль-сов управления	10 В
Ток маломощных импульсов	Не более 1 мА
Интерфейсы	Аналоговый ± 10 В
Питание, В	± 15 В
Габариты, мм	130 х150
Масса нетто, кг	0,25

2.5 Основные технические характеристики платы преварительных усилителей и гальваничекой развязки

Основные технические характеристики платы преварительных усилителей и гальваничекой развязки приведены в таблице 2.

Таблица 3 – Технические характеристики платы предварительных усилителей и гальванической развязки

Наименование параметра	Значение
Частота следования мощных импульсов управления	1 кГц
Напряжение мощных импульсов управления	20 В
Ток мощных импульсов	Не менее 0,5 А
Интерфейсы	Аналоговый 10 В
Питание, В	27 В
Габариты, мм	130 х130
Масса нетто, кг	0,25

2.6 Основные технические характеристики платы источника питания

2.7 Таблица 2 – Технические характеристики платы источника питания

Наименование параметра	Значение
Входное переменное напряжение	380 В; 0,5 А
Выходные постоянные напряжения	± 15 В, 0,05А; 27 В, 1 А.
Габариты, мм	230 х230
Масса нетто, кг	1,2

3 Устройство и описание работы изделия

3.1 Устройство изделия

В состав изделия входят плата широтно-импульсного управления двигателем постоянного тока, плата предварительных усилителей и гальванической развязки, плата источника питания, соединительные кабели.

Электронными компонентами платы широтно-импульсного управления двигателем постоянного тока формируются предварительные управляющие импульсы изменяемой скважности. Диапазон изменения скважности лежит в пределах 0,001…0,99. Расположенный на этой плате широтно-импульсный модулятор построен по вертикальному принципу с треугольным опорным напряжением. Фаза фронта и спада импульса определяется равенством аналогового сигнала управления и треугольного напряжения. Скважность импульсов определяется напряжением управления. На этой плате также собран логический распределитель импульсов по каналам управления.

Плата предварительных усилителей и гальванической развязки служит для усиления предварительных импульсов управления до мощности достаточной для управления силовыми транзисторами преобразовательных устройств, питающих якорь двигателя и гальванического разделения выходных цепей блока управления электрическим двигателем. Гальваническая развязка выполнена с помощью диодных оптронов.

Плата широтно-импульсного управления и плата предварительных усилителей и гальванической развязки соединяются между собой через разъемы с помощью кабеля.

Плата источника питания необходима для формирования напряжений, служащих для питания всех электронных компонентов. Плата источника питания получает питание из промышленной сети переменного напряжения 380 В через понизительные трансформаторы. Все выходные постоянные напряжения, снимаемые с платы источника питания гальванически развязаны, благодаря применению многообмоточных понизительных трансформаторов.

Структурная схема изделия представлена на рисунке 1.

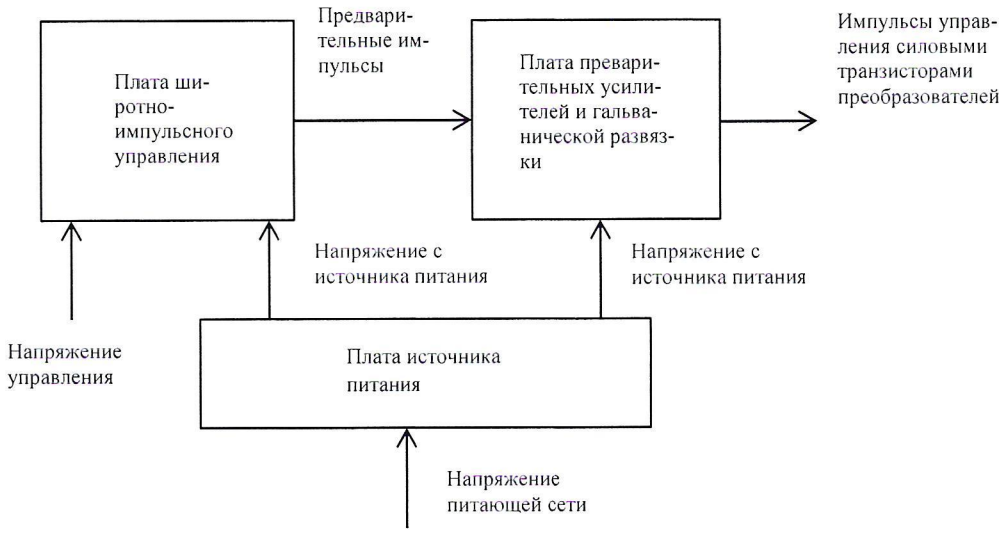


Рисунок 1 – Структурная схема изделия

3.2 Описание работы изделия

Работа изделия в соответствии с приведенной Приложении А принципиальной схемой сконфигурированной на управление импульсным преобразователем напряжения следующая.

На операционном усилители DA1 собран генератор прямоугольного напряжения, переменная составляющая которого через разделительный конденсатор с выхода этого усилителя подаётся на интегратор, собранный на усилителе DA2. С выхода этого интегратора треугольная форма напряжения подаётся на инвертирующий вход компаратора на усилителе DA3.

На неинвертирующий вход компаратора подаётся напряжения управления Uy. С выхода компаратора разнополярные прямоугольные импульсы, скважность которых зависит от напряжения управления через сопротивления подаётся на выход светодиода оптрон светодиод оптрона шунтируется с внешним диодом, который пропускает через себя отрицательные полупериоды напряжения с компаратора тем самым защищает светодиод оптрона. На оптронах выполнена гальваническая развязка между цепями системы управления и силовыми цепями широтно-импульсного преобразователя (ШИП).

ЭДС светодиода оптрона повторяющая по форме импульсы с выхода компаратора усиливается усилителем DA8 и подаётся на базу составного транзистора одного из плеч (плече №1силового моста транзисторного ШИП). На второе плече расположенное по диагонали по отношению к первому подаются точно такие же импульсы как и на первое плечо. В канале импульсов для третьего плеча предусмотрена оптронная развязка и предварительный усилитель на микросхеме DA7. С помощью инвертора выполненого на операционном усилителе DA4 фаза импульсов с компаратора изменяется на 180°, импульсы с выхода DA4 предназначены для управления плечами №1и 3 расположеными по диагонали моста. В этих каналах управления оптронные развязки и промежуточные усилители DA8, DA5, DA7, DA6.

При такой системе управления обеспечивается симметричное управление реверсивным мостовым импульсным преобразователем напряжения.

Наладка производится на основании принципиальной схемы, с учетом изложенной выше ее работы.

4 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.

4.1 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.

4.2 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.

4.3 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)

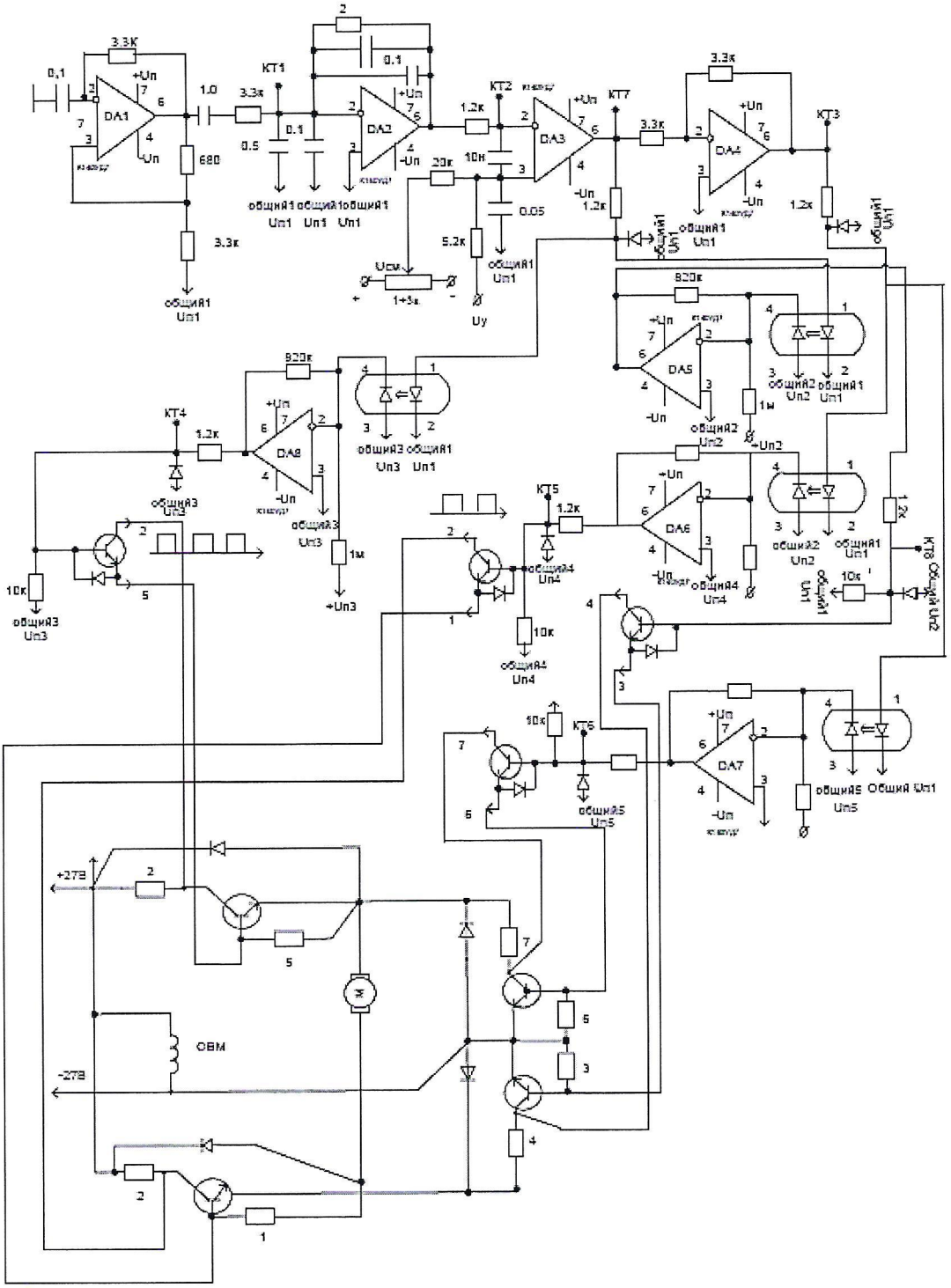
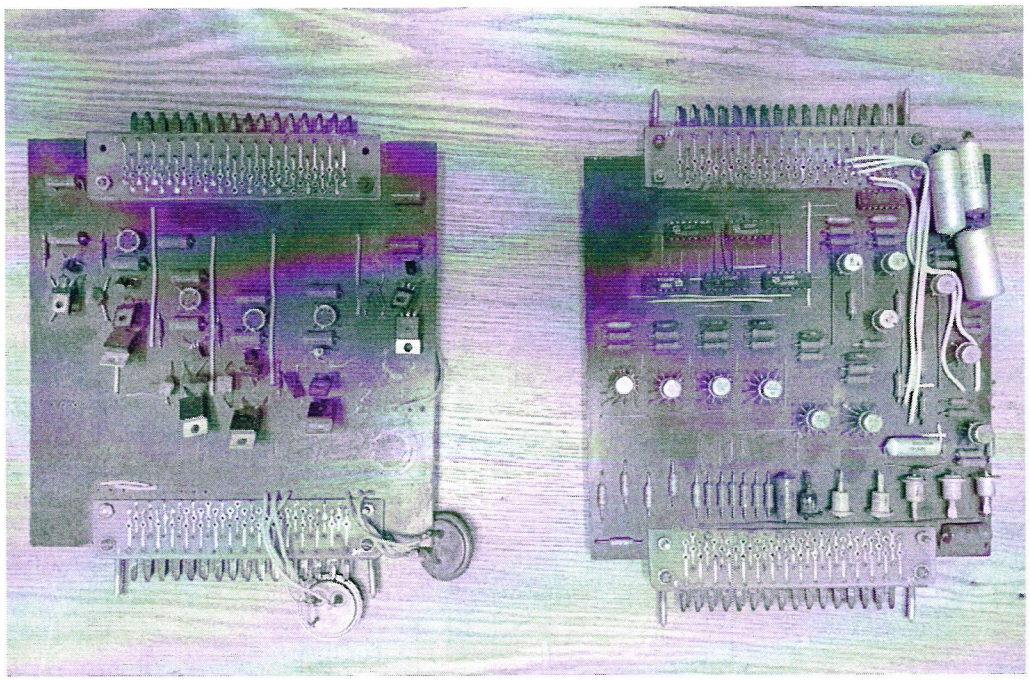


Рис А1 - Принципиальная схема платы широтно-импульсного управления и платы предварительных усилителей и гальванической развязки

Поз. обозначн.	Наименование	Кол.	Примечание
			На принципиальной схеме использованы только основные позиционные обозначения компонентов, достаточные для наладки и эксплуатации устройства.



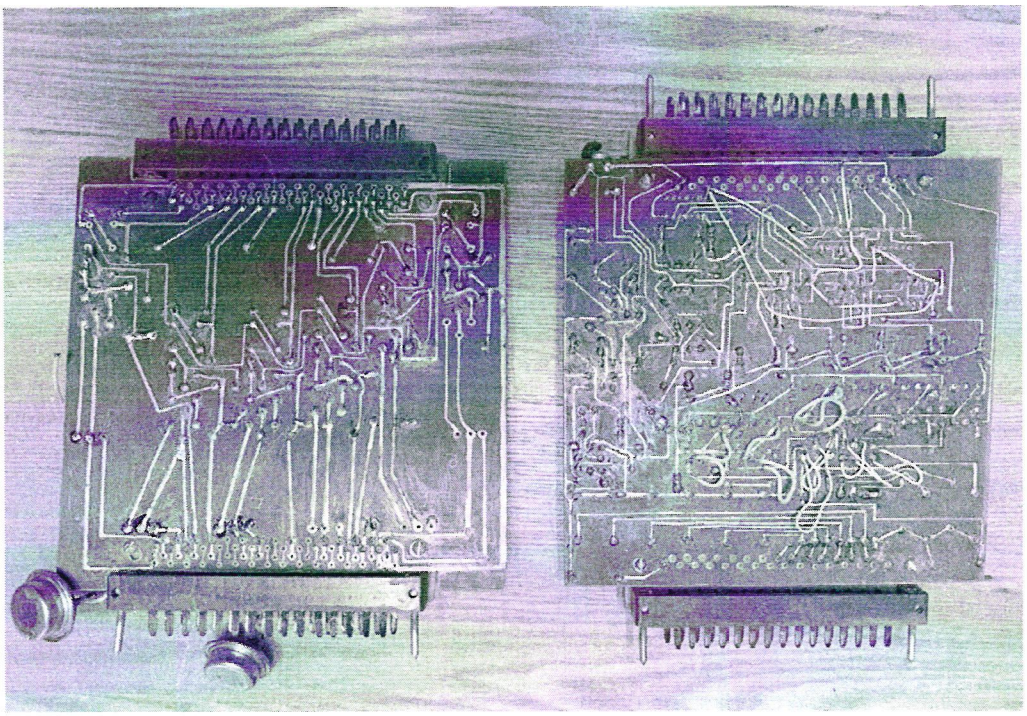


Рисунок А2 – Внешний вид платы широтно-импульсного управления и платы предварительных усилителей и гальванической развязки

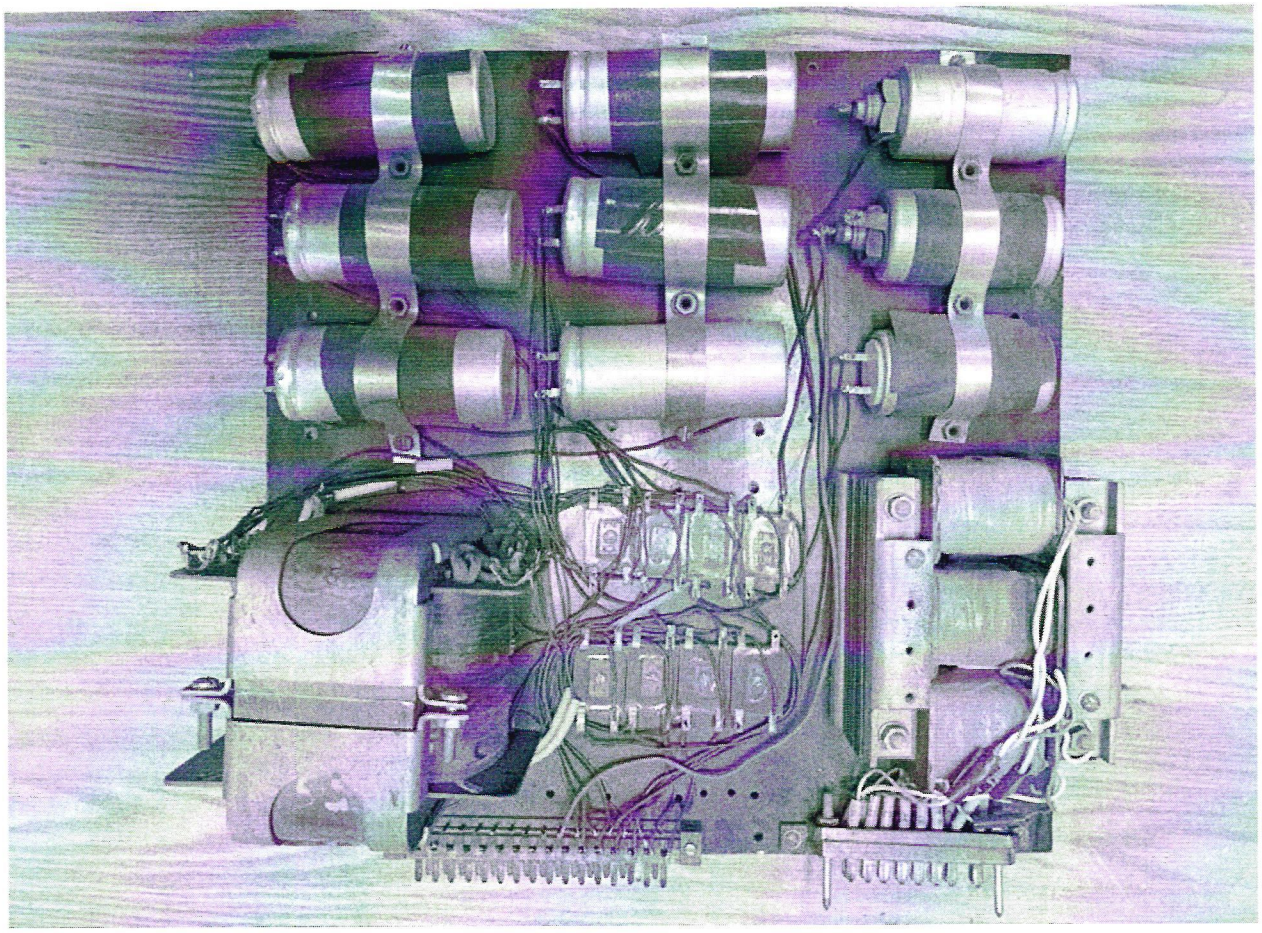


Рисунок А3 – Внешний вид платы источника питания

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

УТВЕРЖДАЮ	СОГЛАСОВАНО
Декан ЭТФ	Заведующий кафедрой ЭПАПУ
_____ А.С. Гудим	_____ С.П. Черный
(подпись)	*(подпись)*
«30» 01 20 20 г.	«30» 01 20 20 г.

АКТ

о приемке в эксплуатацию аппаратно-программного комплекса

«Проектирование и изготовление универсального
блока широтно-импульсного управления электрическими
двигателями постоянного тока»

г. Комсомольск-на-Амуре «30» 01 20 20 г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика

- С.И. Сухоруков – руководитель СКБ,
- С.П. Черный – Заведующий кафедрой ЭПАПУ,
- А.С. Гудим – декан ЭТФ

исполнителя

- Т.А. Кузнецова – 9ЭЛм-1,

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает аппаратно-программный комплекс «Проектирование и изготовление универсального блока широтно-импульсного управления электрическими двигателями постоянного тока», в составе:

Оборудование, в составе:

- плата широтно-импульсного управления двигателем постоянного тока;
- плата преварительных усилителей и гальванической развязки;
- плата источника питания;
- соединительные кабели.

Эксплуатационная документация:

- Паспорт изделия

Аппаратно-программный комплекс «Проектирование и изготовление универсального блока широтно-импульсного управления электрическими двигателями постоянного тока» прошел опытную эксплуатацию с «2» марта по «6» марта 2020 г. и признан годным к эксплуатации. Были протестированы все режимы функционирования, отказы системы, а также аварийные отключения по вине системы не наблюдались.

Руководитель СКБ	Ответственный исполнитель
_____ / С.И. Сухоруков /	_____ / Т.А. Кузнецова /

Таблица учета проектной работы в учебных дисциплинах

Дисциплина	Форма учтенной работы (номер ЛР, КП, КР, РГЗ, зачет, итоговая оценка , экзамен)	Преподаватель (дата, ФИО, подпись)	Примечание (ЗУН полученные при выполнении проекта)