Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра информационной безопасности электронно-вычислительных

систем (КИБЭВС)

|  |
| --- |
| **К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ** |
| Заведующий кафедрой КИБЭВС |
| д-р техн. наук, проф. |
| А.А Шелупанов  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2016 г. |

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕСОМ**

**ТРАВЛЕНИЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ**

Бакалаврская работа направления 11.03.03

**«**Конструирование и технология электронных средств**»**

по профилю «Проектирование и технология

электронно-вычислительных средств»

Пояснительная записка

**КИБЭВС 466451.001 ПЗ**

|  |
| --- |
| Студент гр. 772  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.В.Марсюков  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 г. |
| Руководитель,  доцент каф. БИС  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Л.А.Торгонский  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 г. |

Томск 2016

**Реферат**

Выпускная квалификационная работа 45 с., 29 рис., 5 табл., 12 источников.

УСТАНОВКА, ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ, ТРАВЛЕНИЕ, СУШКА, КОНТРОЛЬ, ТРАНСПОРТ ПЛАТЫ, ШТАТИВ, МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Цель работа: разработка автоматизированной установки для исполнения процессов травления печатных плат в лабораторных условиях.

В качестве транспортного механизма выбран транспортный штатив фирмы «Реабин». Используется субтрактивный метод изготовления печатной платы.

Разработано программное обеспечение управления перемещением печатной платы относительно зон химической обработки.

Драйверы и модули управления транспортным механизмом написаны на языке Assembler.

Пояснительная записка оформлена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2010. Оформлено согласно требованиям «ОС ТУСУР 01-2013»

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра информационной безопасности электронно-вычислительных

систем (КИБЭВС)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой КИБЭВС

\_\_\_\_\_\_ А.А. Шелупанов

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г.

ЗАДАНИЕ

по выпускной квалификационной работе студенту Марсюкову Никите Вячеславовичу группы 772 факультета безопасности

1. Тема проекта Установка автоматизированного травления печатных плат

Тема утверждена приказом по вузу №\_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_ 2016 г.

2. Срок сдачи проекта на кафедру \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3. Назначение и область применения установки

Установка предназначена для автоматизированного исполнения процессов травления печатной платы в лабораторных условиях

4. Основание к выполнению проекта:

- учебный план подготовки по специальности 11.03.03;

- план развития материального оснащения лаборатории электроники и схемотехники кафедр КИБЭВС и БИС;

- тема инициативная.

5. Источники проектирования:

- требования настоящего задания;

- описание транспортного штатива и силового блока управления к штативу от фирмы производителя «Реабин»;

- материалы проекта Бахарева В.А., 2016 г.

-учебная и научно-техническая литература по проектированию аппаратных и программных средств устройств с микропроцессорным управлением.

- техническое описание микропроцессорного стенда SDK 1.1

6.Технические требования

6.1 Требования к составу установки

- в состав установки включить штатив с силовым блоком питания приводов;

- съёмный модуль с технологическим оборудованием к процессу травления плат;

- модуль местного микропроцессорного управления SDK 1.1 с штатным источником электропитания;

- модуль сопряжения для согласования электрических цепей модуля технологического оборудования с силовым и управляющим модулями уста-новки;

6.2 Показатели функционального назначения установки:

- технологические зоны установки травления, промывки, сушки;

- предусмотреть контроль пяти позиций транспорта платформы по смене зон и три позиции направления погружения платы в растворы,

- предусмотреть настройку технологических операций с интервалом 5 сек от 5 сек до 20 мин.;

- процессы травления и промывки платы выполнять настраиваемыми по длительности цикла смены состояний (подъёма/погружения);

- предусмотреть выбор и настройку скорости транспорта платы;

- предусмотреть контроль загрязнения реактивов;

- предусмотреть возможность контроля состояний установки в режиме

пультового управления и в автоматическом прогоне.

6.3 Требования к конструкции комплекса:

- платформа с технологическими реактивами и оборудованием сушки платы съёмная;

- подключение датчиков положения платы и платформы к блоку электроники сопряжения предусмотреть разъёмное;

-электропитание фена сушки допустимо либо внешнее 12 В. либо в составе модуля согласования с SDK 1.1;

- модуль согласования с SDK 1.1 и узлами платформы исполнить в защитном корпусе с разъёмными подключениями платформе. SDK 1.1 и источнику электропитания;

- электрическое соединение сигнальных цепей датчиков и управ-ляющих сигналов конструктивных модулей по линиям параллельной передачи обеспечить не более 60 см,.

6.4 Требования к технологии производства установки:

- установка исполняется в одиночном экземпляре;

- конструкции деталей установки должны соответствовать исполнению в условиях лабораторий учебного заведения;

- предусмотреть меры безопасной работы с реактивами на рабочем месте;

- монтаж и сборку модулей планировать в условиях УЛК лаборатории.

7 Условия эксплуатации:

Нормативные ограничения к условиям эксплуатации установки по оборудованию по ГОСТ 15150 для исполнения УХЛ категории 3.1.

Нормативные ограничения по безопасности бытовых приборов по ГОСТ.Р 52161.

8 Требования к надёжности:

- время наработки на отказ любого из модулей и комплекса в целом не менее 1 года.

9 Требования к составу документов проекта.

Проект представить комплектом графических и текстовых документов и программных материалов на носителях и презентацией.

Состав графических документов:

- чертёж общего вида установки ф. А2

- сборочный чертёж технологической платформы - ф. А3

- схема электрическая функциональная установки - ф. А3

- схема электрическая принципиальная модуля согласования ф.А 3

- плата печатная модуля сопряжения - ф. А3

-сборочный чертёж модуля сопряжения - ф. А3

- схема подключений оборудования стенда - ф. А4

- состав ПО и алгоритмы программ управления - ф. А3

- чертежи деталей конструкции стенда - ф. А2

Примечание:

Компоновку графического материала планировать с размещением на пяти листах ф.А2. Каждый объект графики сопровождать отдельной основной надписью (штампом).

Общие разделы форму пояснительной записки исполнить в соответствии положениями ОС ТУСУР 01 – 2013;

Состав пояснительной записки проекта:

а) обзор предметной области;

б) анализ задания (с постановкой задач проекта);

в) обоснование и описание электрических схем;

г) обоснование и описание конструкций объектов комплекса (представлением оценочных расчётов компоновки, тепловых режимов, электромагнитной совместимости, надёжности);

д) описание программного обеспечения и руководство по сопровождению ПО;

Руководитель проекта,

доцент кафедры КИБЭВС Торгонский Л.А.

Дата \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2007 .

Оглавление

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | КИБЭВС 466451.001 ПЗ | | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Изм | Лист | № докум | Подпись | Дата |
| Разраб. | | Марсюков Н.В. |  |  | Установка автоматизированного травления печатных плат  Пояснительная записка | Литер | | | Лист | Листов |
| Провер. | | Торгонский Л.А. |  |  |  |  |  | 2  7 | 45 |
| Реценз. | |  |  |  | ТУСУР, ФБ,  КИБЭВС, гр. 772 | | | | |
| Н. Контр. | | . |  |  |
| Утверд. | | Шелупанов А.А. |  |  |

[1 Введение 11](#_Toc453070739)

[2 Обзор предметной области 12](#_Toc453070740)

[2.1 Изготовление печатных плат 12](#_Toc453070741)

[2.2 Подготовительные операции производства печатных плат 12](#_Toc453070742)

[2.3 Процесс травления меди с пробельных мест 14](#_Toc453070743)

[2.4 Автоматизированное производство печатных плат 16](#_Toc453070744)

[3 Анализ задания 19](#_Toc453070745)

[3.1 Требования к составу установки 19](#_Toc453070746)

[3.2 Показатели функционального назначения установки 19](#_Toc453070747)

[3.3 Требования к конструкции комплекса 20](#_Toc453070748)

[4 Обоснование и описание электрических схем 21](#_Toc453070749)

[4.1 Анализ электрического состава установки 21](#_Toc453070750)

[4.2 Электрические узлы штатива 22](#_Toc453070751)

[4.3 Электрические узлы силового блока 23](#_Toc453070752)

[4.4 Электрические узлы технологической платформы 24](#_Toc453070753)

[4.5 Управление электрическими узлами 25](#_Toc453070754)

[4.6 Электрическая схема модуля сопряжения 26](#_Toc453070755)

[4.7 Силовой блок управления 29](#_Toc453070756)

[5 Обоснование и описание конструкций объектов комплекса 31](#_Toc453070757)

[5.1 Ведение 31](#_Toc453070758)

[5.2 Транспортный штатив 32](#_Toc453070759)

[5.3 Технологическая платформа 34](#_Toc453070760)

[5.4 Датчики позиционирования 36](#_Toc453070761)

[5.5 Контроль загрязненности реактивов 38](#_Toc453070762)

[5.6 Модуль сопряжения 38](#_Toc453070763)

[5.7 Термовентилятор 38](#_Toc453070764)

[5.8 Рабочие емкости 39](#_Toc453070765)

[6 Управление установкой 40](#_Toc453070766)

[6.1 Введение 40](#_Toc453070767)

[6.2 Управление двигателями штатив 42](#_Toc453070768)

[6.3 Управление термовентилятором 43](#_Toc453070769)

[6.4 работа с датчиками позиционирования 44](#_Toc453070770)

[Заключение 47](#_Toc453070771)

[Список использованных источников 48](#_Toc453070772)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | КИБЭВС 466451.001 ПЗ | | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Изм | Лист | № докум | Подпись | Дата |
| Разраб. | | Марсюков Н.В. |  |  | Установка автоматизированного травления печатных плат  Пояснительная записка | Литер | | | Лист | Листов |
| Провер. | | Торгонский Л.А. |  |  |  |  |  | 2  7 | 45 |
| Реценз. | |  |  |  | ТУСУР, ФБ,  КИБЭВС, гр. 772 | | | | |
| Н. Контр. | | . |  |  |
| Утверд. | | Шелупанов А.А. |  |  |

CD – диск ( в конверте на обороте обложки ):

Пояснительная записка

Презентация к докладу в формате ppt

Графический материал

Графический материал (на отдельных листах):

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

# 1 Введение

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Автоматизация играет важную роль в производственной отрасли. А так же широко используется в повседневной жизни.

Целью выпускной бакалаврской работы является проектирование и исполнение установки автоматизированного травления одиночных печатных плат с размерами не более 80 х 90 мм .

В процессе работы выполнена проектная документация в соответствии с заданием. Изготовлена платформа в состав которой входят рабочие емкости с растворами, узел фена просушки плат, датчики позиционирования печатной заготовки платы. Разработан модуль сопряжения датчиков позиционирования заготовки платы, узлов фена(нагреватель и вентилятор) с микропроцессорным модулем SDK-1.1 и соединение его с силовым блоком управления штативом.

В главе 2 рассматривается предметная область процесса травления, проводится обзор аналогов существующих установок с их основной функциональностью.

В главе 3 проводится анализ задания и постановка задач для на основании задания.

В главе 4 проводится анализ электрических схем установки.

В главе 5 проводится обзор и описание конструкции установки.

В главе 6 проводится анализ алгоритмов управления установкой.

Отчёт выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 в соответствии с ОС ТУСУР 2013 [1].

# 2 Обзор предметной области

# 2.1 Изготовление печатных плат

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Методы изготовления печатных плат(ПП) разделяются на две группы рисунок 2.1.

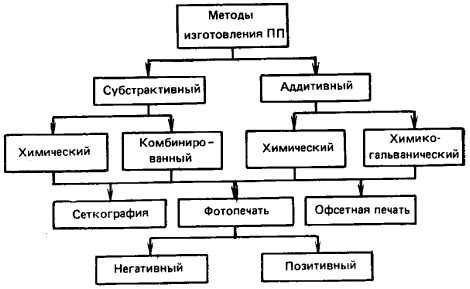


Рисунок 2.1 – Методы изготовления печатных плат

В субтрактивных методах (subtratio—отнимание) в качестве основания для печатного монтажа используют фольгированные диэлектрики, на которых формируется проводящий рисунок путем удаления фольги с непроводящих участков. Дополнительная химико-гальваническая металлизация монтажных отверстий привела к созданию комбинированных методов изготовления ПП [4].

Аддитивные (additio -прибавление) методы основаны на избирательном осаждении токопроводящего покрытия на диэлектрическое основание, на которое предварительно может наноситься слой клеевой композиции.

В данном выпускном проекте используется субтрактивная технология изготовления ПП.

# 2.2 Подготовительные операции производства печатных плат

Подготовительные операции предназначены для обеспечения качества при выполнении основных процессов формирования элементов печатного монтажа. Они включают очистку исходных материалов и монтажных отверстий от окислов, жировых пятен, смазки, пленок и других загрязнений, активирование поверхностей проводящего рисунка, специальную обработку диэлектриков, а так же контроль качества подготовки. В зависимости от характера и степени загрязнений очистку (активирование) проводят механическими, химическими, электрохимическими, плазменными методами и их сочетанием. Выбор технологического оборудования для подготовительных операций определяется серийностью производства.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Механическая подготовка в условиях мелкосерийного производства осуществляется вручную смесью венской извести и шлифпорошка под струей воды. Экономически оправдано применение механизированных и автоматических конвейерных линий в условиях крупносерийного и массового производства.

Ручная химическая и электрохимическая подготовка поверхности проводится в ваннах с различными растворами при покачивании плат и последующей их промывкой, а механизированная – на автооператорных линиях модульного типа по заданной программе.

Высокое качество и производительность обеспечивает плазменная очистка ПП, которая устраняет использование токсичных кислот, щелочей и их вредное воздействие на обслуживающий персонал, материалы обработки и окружающую среду.

Контроль качества подготовки металлических поверхностей заготовок ПП оценивают по полноте смачивания их водой. Состояние диэлектрических поверхностей проверяет микроскопическими исследованиями, измерением высоты микронеровностей, проведением пробной металлизации и оценкой ее прочности сцепления с основанием. Объективным показателем качества является также проверка сопротивления изоляции после пребывания в камере влажности.

# 2.3 Процесс травления меди с пробельных мест

Травление представляет собой сложный окислительно-восстановительный процесс, который применяют для формирования проводящего рисунка печатного монтажа путем удаления меди с непроводящих (пробельных) участков. Травление выполняют химическим и электрохимическим способом. Для химического процесса разработаны и используются в промышленности многочисленные составы на основе хлорного железа, персульфата аммония, хлорной меди, хромовой кислоты, перекиси водорода, хлорита натрия и др. Выбор травительного раствора определяется следующими факторами: типом применяемого резиста, скоростью травления, величиной бокового подтравливания, сложностью оборудования, возможностью регенерации и экономичностью всех стадий процесса.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Скорость травления меди зависит меди зависит от состава травителя, концентрации в нем окислителя и условий его доставки в зону обработки, температуры раствора и количества мели, перешедшей в раствор. Ее максимальное значение достигается при поддержании в заданных пределах режима обработки и постоянной регенерации травителя. Скорость травления оказывает существенное влияние на качество формируемых элементов ПП.

Наибольшее распространение в технологии производства ПП получили травильные растворы на основе хлорного железа (плотность 1,36 … 1,42 г/см 3). Они отличаются высокой и равномерной скоростью травления, малой величиной бокового подтравливания, высокой четкостью получаемых контуров, незначительным содержанием токсичных веществ, экономичностью. Суммарная реакция, протекающая в растворе, описывается уравнением 2.1.

→ (2.1)

Скоростью процесса в свежеприготовленном растворе составляет 40 мкм/мин, но по мере накопления в нем ионов меди постепенно снижается и при 100г/л составляет 5…6 мкм/мин.

Химическое удаление меди проводится погружением ПП в травитель, наплескиванием раствора на их поверхность или разбрызгиванием через форсунки (рисунок 2.1)

Изм.

Лист

№ докум.

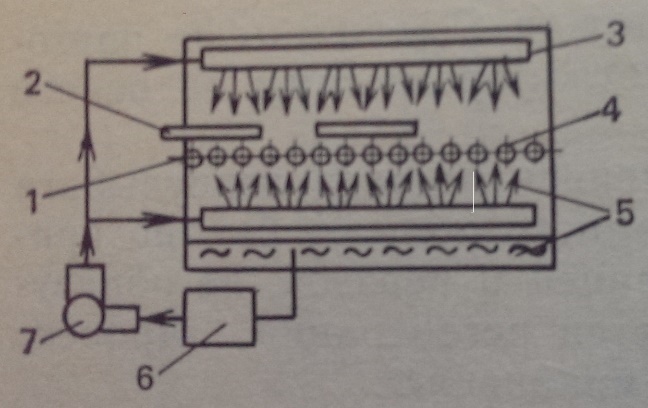
Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ



1- Камера; 2 – заготовка; 3 – разбрызгивающее устройство; 4 – транспортер; 5 – травитель; 6 – трубопровод с насосом.

Рисунок 2.1 – Схема установки струйного травления

Давление раствора в форсунках колеблется в пределах 0.1 … 0.5 МПа, а струя подается подается перпендикулярно поверхности платы или при небольшом отклонении от перпендикуляра. Постоянное обновление окислителя в зоне обработки и удаление продуктов реакции обеспечивают высокую производительность струйному травлению, а траектория струи – незначительное боковое подтравливание.

Электрохимическое травление ПП основано на анодном растворении меди с последующим восстановлением ионов стравленного метала на катоде. Такой процесс по сравнению с химическим травлением обладает рядом преимуществ: упрощением состава электролита, методики его приготовления, регенерации очистки сточных вод, высокой стабильной скоростью травления в течении длительного периода времени, экономичностью, легкостью управления и автоматизации всех стадий.

Устройство с подвижными носителями заряда приведено на рисунке 2.2 и состоит из электролитической ячейки и травильной камеры, между которыми прокачивается электролит.

Изм.

Лист

№ докум.

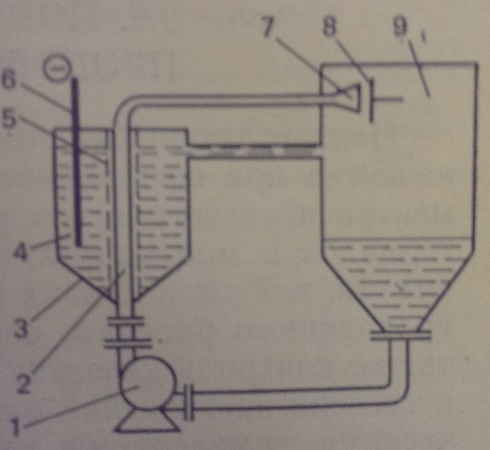
Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ



1 – насос; 2 – трубчатый графитовый анод; 3 – электролитическая ячейка; 4 – электролит; 5 – диафрагма; 6 – медный катод; 7 – сопло; 8 – изделие;

9 – травильная камера.

Рисунок 2.2 – Устройство для электрохимического травления печатных плат.

После удаления меди с пробельных участков ПП промывают оборотной (используемой для разбавления растворов в модулях травления), а затем холодной проточной водой.

# 2.4 Автоматизированное производство печатных плат

Высокий уровень унификации и стандартизации, достигнутый при конструировании ПП, широкое использование систем автоматического проектирования, повышение технического уровня технологии и оборудования, накопленный опыт по механизации и автоматизации отдельных технологических операций позволяют перейти к созданию гибких комплексно – автоматизированных производств на базе самонастраивающихся систем, способных автоматически, без участия человека, определять и поддерживать оптимальный режим их изготовления.

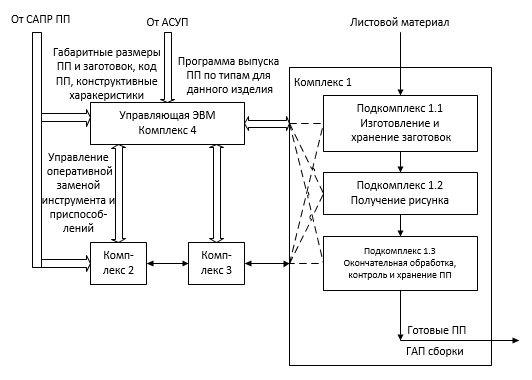


Рисунок 2.3 – Структура ГАП ПП

Типовая структура гибкого автоматизированного производства печатных (ГАП ПП) плат приведена на рисунке 2.3. она предусматривает. Она предусматривает использование базовых методов изготовления ПП: сеточно-химического, аддитивного, комбинированного негативного или позитивного, и состоит из четырех комплексов. Комплекс 1 является наиболее важным звеном ГАП ПП, так как реализует ТП их производства. В него входят модули автоматического и автоматизированного специального технологического оснащения (СТО) изготовления ПП и их автоматического перемещения по рабочим позициям.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Комплекс 2 включает СТО для изготовления, хранения и поиска сменного инструмента и приспособлений: штампов, сверл, фрез, трафаретных печатных форм, фотошаблонов, контактирующих устройств и т.п.

С помощью комплекса 3 обеспечивается оперативная смена приспособлений и инструмента по ходу ТП.

Координацию работ в производственной системе осуществляет управляющая ЭВМ (комплекс 4.)

# 3 Анализ задания

Исходными данными для проектирования являются:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

- описание транспортного штатива и силового блока управления к штативу от фирмы производителя «Реабин».

- учебная и научно-техническая литература по проектированию аппаратных и программных средств устройств с микропроцессорным управлением [2].

- техническое описание микропроцессорного стенда SDK – 1.1.[3]

# 3.1 Требования к составу установки

Состав установки включает в себя модуль сопряжения для согласования электрических цепей модуля технологического оборудования с силовым и управляющим модулями установки. В качестве исходного материала был получен черновой вариант модуля сопряжения разработанного ранее В.А. Бахеревым. Данный черновой вариант модуля имеет возможность усиления сигнальных данных поступающих с микроконтроллера в силовой блок управления, тем самым давая возможность управлять двигателями штатива. Но данный модуль сопряжения не включал в себя возможность считывания сигнальных данных с датчиков позиционирования. А так же не имел возможности управления элементом сушки. Была принято решение доработать выданный модуль, с учётом вышеперечисленных задач.

# 3.2 Показатели функционального назначения установки

Установка должна включать в себя следующие рабочие зоны : травление , промывка и сушка. Каждая зона оснащена необходимым оборудованием. При компоновке рабочих зон необходимо проанализировать и учесть габариты их оборудования, что бы при передвижении передвигающихся модулей исключить возможность пересечения оборудования с другими модулями.

Так как установка включает 3 рабочие зоны(травление, промывка и сушка) и предполагается два фиксированного положения заготовки ПП:

1 - позиция проведения работ;  
 2 – позиция при перемещении к следующей зоне обработки. Следовательно необходимо предусмотреть 5 датчиков позиционирования заготовки ПП.

Установка должна обеспечивать выполнять рабочие процессы и переход от одного процесса к другому в автоматическом режиме. А так же перед началом работ иметь возможности настройки временных интервалов выполнения технологических операций от 5 сек до 20 мин. И настройку скорости передвижения от одной операции к другой. ПО микроконтроллера не должно исключать возможность ручного управления установкой.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

# 3.3 Требования к конструкции комплекса

Проектируя модуль сопряжения необходимо сигнальные проводники поступающие с датчиков позиционирования разместить в отдельном разъёме. Что бы исключить возможность попадания «наводок».

При выборе блока питания нужно учесть входные характеристики элементов модуля сопряжения и фена. Проанализировав данный вопрос решено, что блок питания должен иметь возможность питания +5 В и +12 В.

+5 В. Будут использоваться для питания элементов входящих модуля сопряжения, а + 12В для питания фена.

По окончанию разработки модуля сопряжения, нужно проанализировать габариты модуля. В связи с чем расположить модуль в защитном корпусе.

После разработки всех модулей, нужно произвести расчет надёжности.

# 4 Обоснование и описание электрических схем

# 4.1 Анализ электрического состава установки

В электрический состав установки состав установки входят схемы: транспортного штатива, технологической платформы, силового блока управления электроприводами и модуля сопряжения.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

На рисунке 4.1 представлена общая схема связей модуля установки. Направление стрелок описывает направление управляющих сигналов.

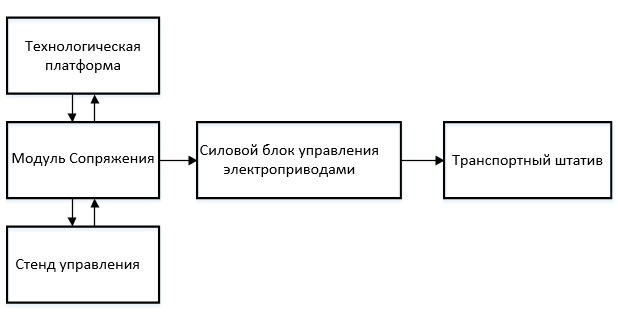


Рисунок 4.1 – структурная схема электрических связей установки

Электрическая функциональная схема установки изображена в графическом документе КИБЭВС. 466451.003.

Технологическая платформа (ТП) формирует сигналы несущие информацию о позиции технологической платформы относительно заготовки ПП. В состав ТП входят оборудование сушки состоящей из двух элементов. Для которых предусмотрены входные линии питания.

Модуль сопряжения обеспечивает усиления сигналов с микроконтроллера SDK-1.1. Предназначенных для управления электропроводами штатива посредством силового блока управления. А так же модуль сопряжения обеспечивает усиление сигналов формируемыми микроконтроллером для управления оборудованием сушки.

Силовой блок управления обеспечивает работу электроприводов штатива на основании входных форм сигналов поступающих с микроконтроллера и усиленных модулем сопряжения.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

# 4.2 Электрические узлы штатива

Штатив в состав которого входя приводы, которые обеспечивают перемещение заготовки ПП и ТП. В роли электрических узлов штатива выступают три шаговых двигателя и концевые контакты. Шаговый двигатель состоит из 4 обмоток (А, Б, В, Г), которые подключены как описано в таблице 4.1. Данные двигатели обеспечивают запоминание положения на внутреннем уровне. Благодаря чему после прекращения подачи питания модуль передвигающийся по вертикальной траектории фиксируется и остаётся неподвижен. Питание для двигателей поступает с блока управления питания.

Таблица 4.1 – Контакты шагового двигателя

|  |  |
| --- | --- |
| Контакт | Коментарий |
| 1, 9 | Начало обмотки А |
| 10, 2 | Конец обмотки А – конец обмотки В |
| 11, 3 | Начало обмотки В |
| 12, 4 | Начало обмотки Б |
| 13, 5 | Конец обмотки Б – конец обмотки Г |
| 14, 6 | Начало обмотки Г |

Концевой датчик имеет 3 контакта :

1. Напряжение питания +5В.
2. Земляной контакт.
3. Сигнальный контакт.

# 4.3 Электрические узлы силового блока

Силовой блок в своём составе имеет разъём в котором предусмотрены электрические контакты описанные в таблице 4.2.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Таблица 4.2 – контакты силового БУ

|  |  |
| --- | --- |
| Контакт | Комментарий |
| 1 | Упр. Шпинделем, Dir |
| 2 | Координата X-step |
| 3 | Координата X-dir |
| 4 | Координата Y-step |
| 5 | Координата Y-dir |
| 6 | Координата Z-step |
| 7 | Координата Z-dir |
| 8 | Координата A(пов. стол) |
| 9 | Координата A(пов. стол) |
| 10 | Аварийный останов |
| 11 | Концевик X |
| 12 | Концевик Y |
| 13 | Концевик Z |
| 14 | Упр. Шпинделем, Step |
| 15 | Датчик «0» инструмента |
| 16 | Реле СОЖ |
| 17 | Доп. Реле. |
| 20-25 | Земля |

В данном проекте используется только контакты для управления электроприводами штатива (2 - 7).

# 4.4 Электрические узлы технологической платформы

Технологическая платформа имеет 3 рабочие зоны: травление промывка, сушка. Под каждую зону предусмотрен датчик позиционирования. Итого ось Х имеет 3 датчика позиционирования. Ось Z предусматривает 2 датчика позиционирования верхнего и нижнего положения заготовки ПП и крайнего верхнего положения. Питание датчиков обеспечивает блок питания на +5В проходящие через модуль сопряжение.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Нагреватель и вентилятор получают питание +12В от блока питания, так же проходящего через модуль сопряжения. Для подключение слаботочных сигнальных линий датчиков позиционирования и вентилятора с нагревателем предусмотрены два разъёма в целях исключения наводок.

Перечень электрических контактов ТП представлен в таблице 5.3.

Таблица 4.3 – Контакты технологической платформы

|  |  |
| --- | --- |
| Контакт | Описание |
| Разъём 1: | |
| 1 | +12В общий контакт для вентилятора и нагревателя |
| 2 | Вывод сигнала к вентилятору |
| 3 | Вывод сигнала к нагревателю |
| Разъем 2: | |
| 1 | Ввод сигнала с датчика позиционирования Х1(зона травления) |
| 2 | Ввод сигнала с датчика позиционирования Х2(зона промывки) |
| 3 | Ввод сигнала с датчика позиционирования Х3 (зона сушки ) |
| 4 | Ввод сигнала с датчика позиционирования Х4 (левое крайнее положение) |
| 5 | Ввод сигнала с датчика позиционирования Х4 (правое крайнее положение) |

Таблица 4.3 (Продолжение) – Контакты технологической платформы

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

|  |  |
| --- | --- |
| 6 | Ввод сигнала с датчика положения Z1 (Нижнее положение заготовки ПП) |
| 7 | Ввод сигнала с датчика положения Z2 (Верхнее положение заготовки ПП) |
| 8 | Ввод сигнала с датчика положения Z3 (Крайнее верхнее положение заготовки ПП) |

# 4.5 Управление электрическими узлами

Сигналы управления транспортной платформой генерирует стенд SDK - 1.1. В составе стенда предусмотрен разъем рассчитанный на 40 контактов, где 16 контактов (DATA0-DATA15) (9 – 39 контакты) служат для операции ввода/вывода сигналов. Данные 16 контактов управляются последовательным портом ENA микроконтроллера.

Контакты DATA0 – DATA7 являются младшим байтом данных порта ENA и предназначены для формирования управляющих сигналов шаговыми двигателями и нагревательного элемента с вентилятором. Для управления шаговыми двигателями используются первые шесть сигнальных линий(DATA0 – DATA5). Оставшиеся 2 контакта (DATA6 – DATA7) используются для управления нагревателем и вентилятором.

Контакты DATA8 – DATA16 являются старшим байтом данных порта ENA и предназначены для считывания данных с датчиков позиционирования заготовки ПП.

Все вышеперечисленные контакты проходят через модуль сопряжения для обеспечения взаимосвязей электрических узлов ТП и силового блока управления.

Список сигналов стенда управления приведен в таблице 4.4.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Таблица 4.4. – Перечень сигналов стенда управления

|  |  |
| --- | --- |
| Контакт | Комментарий |
| 9 | DATA0, вывод сигнала DIR X |
| 11 | DATA1, вывод сигнала STEP X |
| 13 | DATA2, вывод сигнала DIR Y |
| 15 | DATA3, вывод сигнала STEP Y |
| 17 | DATA4, вывод сигнала DIR Z |
| 19 | DATA5, вывод сигнала STEP Z |
| 21 | DATA6, вывод сигнала с датчика положения X1 |
| 23 | DATA7, вывод сигнала с датчика положения X2 |
| 25 | DATA8, вывод сигнала с датчика положения X3 |
| 27 | DATA9, вывод сигнала с датчика положения X4 |
| 29 | DATA10, вывод сигнала с датчика положения X5 |
| 31 | DATA11, вывод сигнала с датчика положения Z1 |
| 33 | DATA12, вывод сигнала с датчика положения Z2 |
| 35 | DATA13, вывод сигнала с датчика положения Z3 |
| 37 | DATA14, вывод сигнала к нагревателю |
| 39 | DATA15, вывод сигнала к вентилятору |
| 10,12,14 и т.д. | Ground |

# 4.6 Электрическая схема модуля сопряжения

Управляющие сигналы подаваемые со стенда управления на силовой блок усиливаются благодаря модулю сопряжения. Уровень входных сигналов для силового блок U0 = 0.2В, U1 = 2.7 В. В схеме используется микросхема К155ЛА6 (логическое И-НЕ).

Таблица 4.5 – Параметры микросхемы К155ЛА6

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Номинальное напряжение питания | 5В + 5% |
| Выходной напряжение низкого уровня | Не более 0.4 В |
| Выходное напряжение высокого уровня | Не менее 2.4 В |
| Напряжение на антизвонном диоде | Не менее -1.5 В |
| Входной ток низкого уровня | Не более – 1.6 мА |
| Входной ток высокого уровня | Не более 0.04мА |
| Входной пробивной ток | Не более 1 мА |
| Ток короткого замыкания | -18 … -70 мА |
| Ток потребления при низком уровне выходного напряжение | Не более 27 мА |
| Ток потребления при высоком уровне выходного напряжения | Не более 8мА |

В целях защиты от резкого скачка напряжения со стенда на входы логических элементов подключены резисторы номиналом 200 Ом. Для логических элементов с блока питания поступает напряжение +5В.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

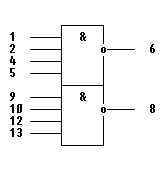
Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Сигналы позиционирования заготовки ПП поступающие с технологической платформы на стенд управления проходят через логические элементы К155ЛА6, входящих в состав модуля сопряжения. Модуль сопряжения предусматривает наличие данных логических элементов в количестве 8 штук. Три используются для усиления сигналов выходящих со стенда управления и поступающих на силовой блок управления шаговыми двигателями. Четыре используются для входных сигналов с датчиков позиционирования. И один используется для управления элементом сушки.

Графическое обозначение К155ЛА6 представлено на рисунке 4.2.



1,2,4,5,9,10,12,13 - входы X1-X8;

6 - выход Y1; 7 - общий;8 - выход Y2;

14 - напряжение питания;

Рисунок 4.2 – Обозначение микросхемы К155ЛА6

Сгенерированный сигнал микроконтроллера предназначенные для управления вентилятором получает усиленные характеристики благодаря К155ЛА6 после чего подаются на транзисторы P4NK60ZFP.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Данный транзистор использует канал n-типа проводимости и включает в себя диод Шотки. Данный транзистор предусмотрен на напряжение 60 В и ток 4А, что превышает напряжение питания поступающего с блока питания +12 В. Условное графическое обозначение транзистора представлено на рисунке 4.3.

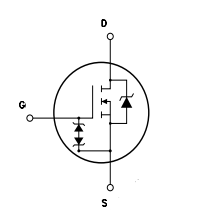


Рисунок 4.3 – Обозначение транзисторной сборки P4NK60ZFP

Управление включением и выключением нагревательного элемента осуществляется с подачей на высокого уровня сигнала на транзистор IRL530N. Данный транзистор включает в себя канал n – типа проводимости и диод Шоттки. Данный транзистор рассчитан на напряжение 100В и ток 17А, что превышает и напряжение более чем в 2 раза и создает ограничение в выборе нагревателя (Iр ≤ 17А). Условное графическое обозначение транзистора представлено на рисунке 4.4.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

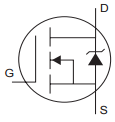
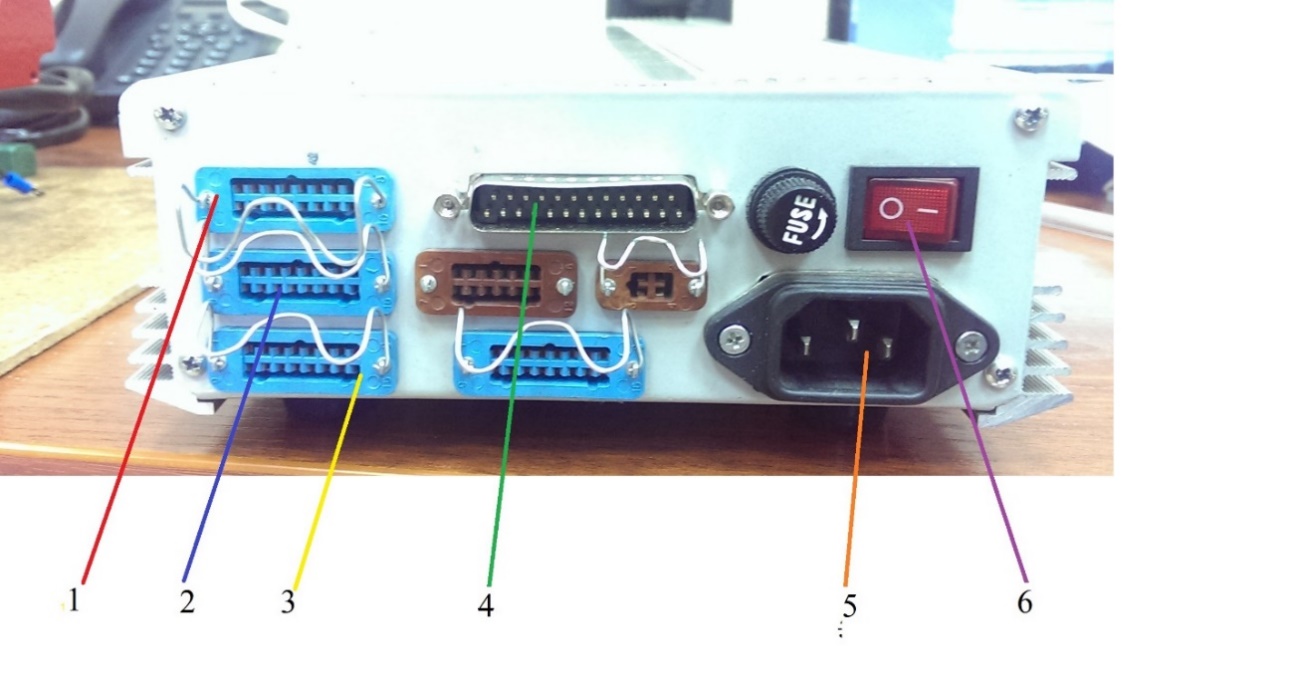


Рисунок 4.4 – обозначение транзистора IRL530N

Чертеж печатной платы модуля сопряжения изображен в графическом материале КИБЭВС. 466451.005

# 4.7 Силовой блок управления

Модуль сопряжения подключается силовому блоку управления , который в свою очередь имеет 3 разъёма для управления шаговыми двигателями штатива. Штатив имеет 3 маркированных кабеля для подключения к этим разъёмам. Каждый двигатель предназначен для управления перемещения модулей в одной плоскости. В связи с этим каждая маркировка предназначена для подключения к определённому разъёму. Жёлтый цвет маркера предназначен для управления координатой X. Кабель с синим цветом маркера предназначен для управления координатой Y. И красный цвет маркера предусмотрен для координаты Z. Кабели подключаются в следующем порядке (сверху вниз) : красный , синий, желтый. По своей сути данные разъёмы и кабели идентичны, но так как ранее был предусмотрен порядок сигнальных линий поступающих на БУ. То передерживание порядка подключения кабелей является обязательным.



1,2,3 – разъемы для подключения ШД штатива; 4 – разъем для подачи цифровых сигналов; 5 – разъем для кабеля питания; 6 – кнопка запуска;

Рисунок 4.3 – Силовой блок управления электроприводами

На разъем 4 БУ (DB-37) подаются сигналы управления электроприводами.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

# 5 Обоснование и описание конструкций объектов комплекса

# 5.1 Ведение

Общий вид установки изображен на рисунке 5.1. В состав установки входят ёмкости с хим. Реактивами (2), пульт управления установкой с встроенным модулем сопряжения, штатив с транспортом по трем координатам (8) с блоком силовой электроники. [5]

Изм.

Лист

№ докум.

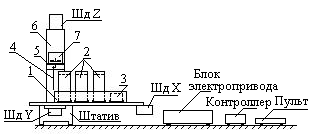
Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ



1 – технологическая платформа; 2 – емкость с реактивами; 3 – емкость для сбора капель; 4 – печатная плата; 5 – скобы для крепления платы; 6 – траверса; 7 – балка; 8 – термовентилятор.

Рисунок 5.1 – состав установки травления

В установке на технологической платформе (1) устанавливаются и фиксируются две емкости с растворами (2) в хонах травления и промывки., одна емкость для сбора капель (3) жидкости в зоне термической сушки при помощи термовентилятора (8). Плата 4 навешивается на кронштейне 5, закрепляемом на траверсе 6 и может перемещаться по вертикали (координата Z) относительно плоскости стола, емкостей. Платформа с емкостями в процессе обработки перемещается по координате X, а по координате Y только позиционируется относительно положения платы 4 при настройке установки.

На рисунке 5.2 изображена структурная установки.

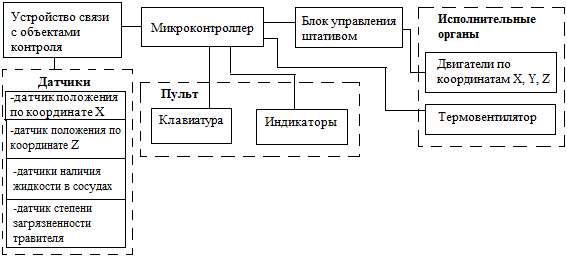
****

Рисунок 5.2 – Структурная схема установки

# 5.2 Транспортный штатив

Штатив разработан фирмой «Реабин» и предназначена для эксплуатации в исследовательских и учебных лабораториях, в экспериментальных производственных участках, небольшом цехе, для изготовления моделей и прототипов. На рисунке 5.2 изображена конструкция штатива(6) установки. На держатель для плат (1) вешается плата. На передвигающейся технологической платформе (6) располагаются в специально отведённых гнёздах ёмкости(4). В ёмкостях содержатся химические реактивы, которые взаимодействуют с платой в порядке очереди. Технологическая платформа и печатная плата движутся с помощью шаговых двигателей (5). По окончанию травления плата сушится с помощью вентилятора(3) и нагревательного элемента(2)[6].

Изм.

Лист

№ докум.

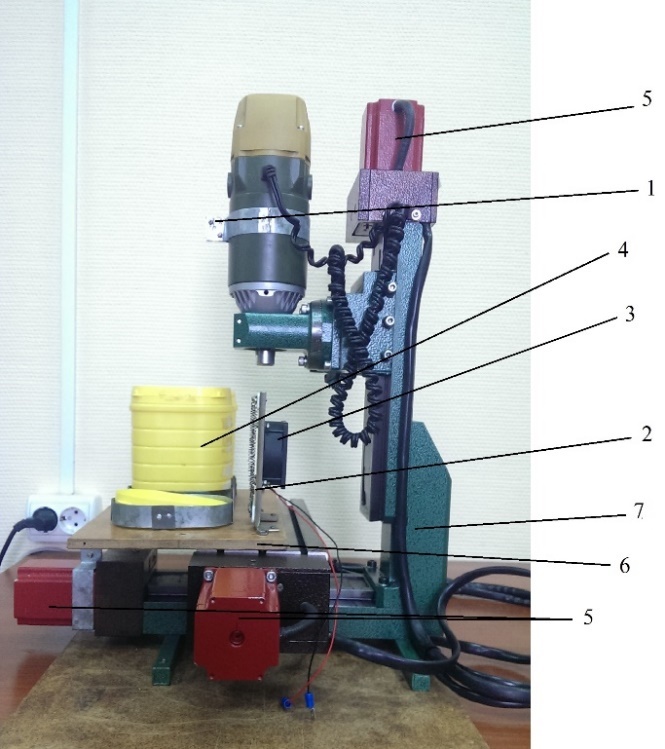
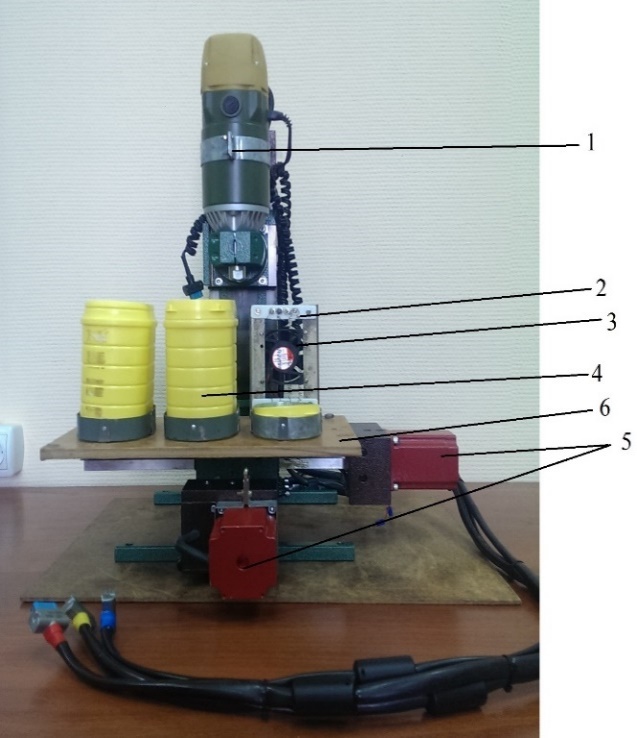
Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ



(а) (б)

а – вид спереди; б – вид с боку.

1 – держать платы; 2 – нагревательный элемент; 3 – вентилятор;

4 – ёмкость(для реактивов); 5 – шаговый двигатели; 6 – штатив.

Рисунок 5.2 – Конструкция установки:

Штатив предоставляет возможность транспортировки по трём координатам, которые делятся на 2 части:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

- Вертикальную (Z - координата);

- Горизонтальную (X и Y).

Доступные перемещения стола штатива относительно стойки составляют по X=200мм, Y = 130 мм и кронштейна по координате Z = 170 мм. В период работы со штативом и его двигателями экспериментальным путём было определено, что при использовании одного из трех двигателей греются все двигатели. Данное поведение объясняется тем, что в электрический состав схемы шаговых двигателей входит контакт, который устанавливает двигатели в режим удержания.

# 5.3 Технологическая платформа

В состав технологической платформы входят:

- емкости для травления, промывки и сбора капель при операции термообработки;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

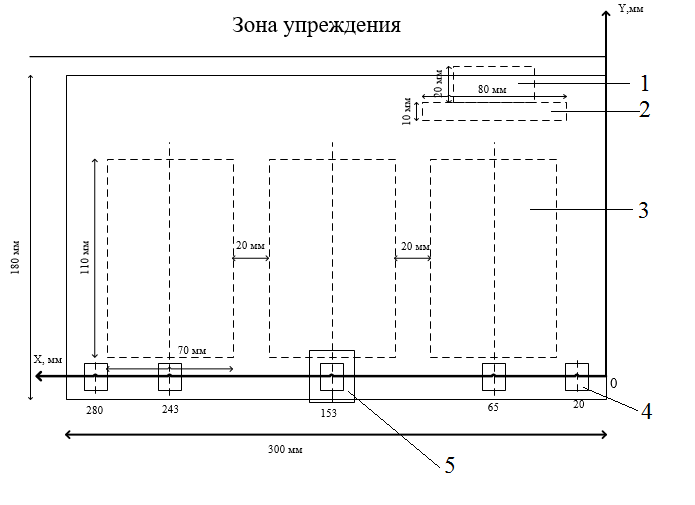
.001 ПЗ

- крепежи для платы, емкостей , основания и др. составных частей;

- датчики позиционирования, для контроля расположения платы, относительно зон обработки;

- термовентилятор, для сушки ПП;

На рисунке 5.3 представлен эскиз компоновки элементов на технологической платформе с необходимыми линейными размерами.

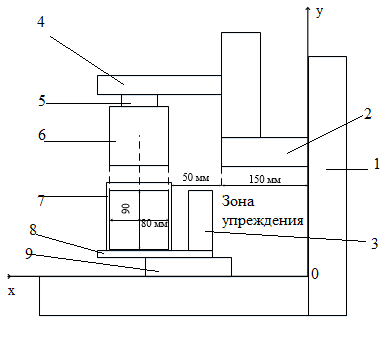


1 – Вентилятор; 2 – нагревательный элемент; 3 – ёмкости для реактивов; 4 – датчики положения; 5 – магнит.

Рисунок 5.3 – эскиз компоновки компонентов на технологической платформе.

Основной осью передвижения технологической платформы – ось X. Так как основание штатива неподвижно и на его поверхности расположен магнит(5), относительно которого передвигается платформа. Магнит - благодаря своим физическим свойствам, представляем собой сигнальным объектом для датчиков положения(4). Магнит расположен под технологической платформой, высотой около 35 мм и толщиной 1 мм. Следовательно датчики положения располагаются на нижней поверхности платформы. Длина , высота датчика , мм – 2 х 9.

Расстояние между магнитом и платформой 7 мм.



1 – штатив; 2 – перемещающаяся конструкция на оси Z;

3 – компоненты для сушки; 4 – основание держателя платы; 5 – подвешиваемый элемент; 6 – заготовка ПП; 7 – область для размещения платы, внутри ёмкости; 8 – технологическая платформа; 9 передвигающаяся конструкция на оси X.

Рисунок 5.4 – эскиз линейных отступов оси y и z.

Все линейные размеры проставлены с допуском порядка 2мм. Из эскиза видно, что печатная плата подвешивается на подвешиваемый элемент. И перемещается по оси X. При перемещении необходимо учитывать габаритные характеристики платы и ёмкости в которой находятся реактивы.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Максимальный допустимый размер платы 90 х 80 мм, так как ёмкость не позволяет размещать в себе платы больше. Размеры ёмкости 110 х 100 мм. Следовательно при перемещении нижнее основание платы должно находится на высоте минимум 120 мм , а учитывая допуск измерений 2мм и желательного запаса около 5 мм(что бы не было трения платы о основание ёмкости) выходит около 127мм.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

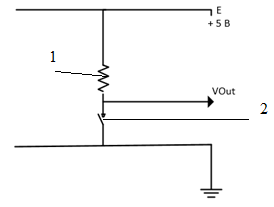
КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

# 5.4 Датчики позиционирования

Датчиками положения являются герконы. Геркон – это электромеханическое устройство, представляющее собой пару ферромагнитных контактов, запаянных в герметичную стеклянную колбу. При поднесении к геркону постоянного магнита контакты замыкаются.

На рисунке 5.5 – изображена схема подключения датчиков.



1 – резистор; 2 – геркон.

Рисунок 5.5 – Схема подключения датчиков.

В состав датчика входит:

- геркон КЭМ-1 А;

- резистор номиналом 3 кОм.

В нормальном состоянии геркон разомкнут и на выходе VOut сигнала не наблюдается, но при попадании в магнитное поле геркон замыкается и подает сигнал на стенд управления.

Использование герконов имеет ряд преимуществ по сравнению с коммутирующими контактами:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

- В несколько десятков раз имеют большую надежность. Надёжность обусловлена высоким сопротивлением изоляции (десятка МегаОм), и большей электрической прочностью: пробивное напряжение достигается десятки киловольт;

- Быстродействие. Частота коммутации достигает 1000Гц, а скорость срабатывания и отпускания находится в пределах (0,5 – 2 м.с).

- Довольно долгий срок службы. У некоторых герконов максимальное количество срабатываний доходит до 4 – 5 млрд.

Но герконы имеют и недостатки:

- небольшая коммутируемая мощность;

- малое количество контактных групп одном баллоне, а для «сухих» герконов дребезга контактов;

- хрупкость стеклянного баллоне;

- чувствительность к внешним магнитным полям.

На рисунке 5.6 изображена печатная плата для геркона. Без воздействия магнитного поля контакты геркона разомкнуты , такие геркон называют нормально – разомкнут. При попадании геркона в магнитное поле контакты датчика замыкаются.

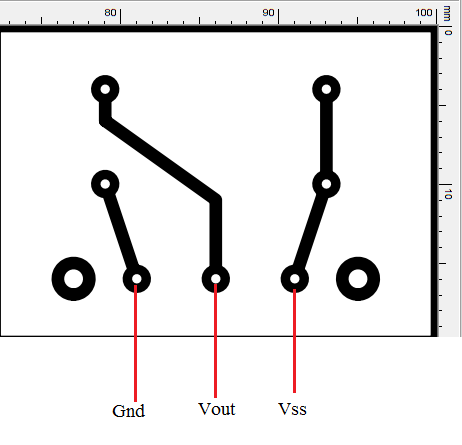


Рисунок 5.6 – Печатная плата датчика

# 5.5 Контроль загрязненности реактивов

Ареометр - устройство для измерения плотности жидкостей, в основе работы которого лежит закон Архимеда. Выбран ареометр типа АОН-3 , который позволяет измерять плотность жидкости от 1000 до 1400 кг/м3 . Цена деления шкалы 10 кг/м3 . Показания отсчитывают по нижнему краю. Габариты данного устройства составляют 300 х 10 мм.

Изм.

Лист

№ докум.

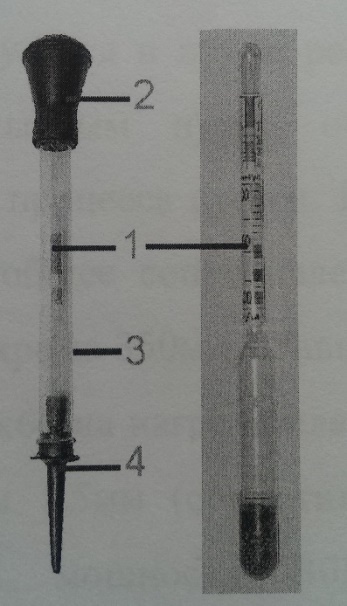
Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ



1 – ареометр ; 2 – резиновая греша; 3 – колба; 4 – резиновая пробка с отверстием.

Рисунок 5.5 – Ареометр

# 5.6 Модуль сопряжения

В приложении А представлен чертёж разводки печатной платы. Данный модуль размещается защитный корпус. Плата модуля крепится стойками через просверленные крепежные отверстия . Разводка печатной платы выполнена в программе проектирования “Sprint-layout”.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

ПП выполнена способом лазерно-утюжной технологией (ЛУТ).

# 5.7 Термовентилятор

После проведения операций травления и промывки установка предусматривает операцию сушки. Сушка ПП производится за счёт термовентилятора.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

В состав термовентилятора входят :

1. Нагревательный элемент.
2. Вентилятор.

Материалом из которого выполнен нагреватель является нихромовая спираль. Сопротивление нихромовой спирали осуществляется из учёта мощности нагревателя и характеристик источника питания. Источником питания нагревателя является блок питания с параметрами : напряжение +12 В, номинальный ток 9А. Нагреватель состоит из 4 спиралей с диаметром обмотки 3 мм с шагом 1.5 мм. Сопротивление одной спирали составляет 16 Ом.

# 5.8 Рабочие емкости

Емкости предназначены для размещения в них реактивов. Данные емкости располагаются в подготовленном месте называемом «гнездо».

Используемые емкости позволяют обрабатываться платы с габаритами 80 х 90 мм. Емкости изготовлены из химически стойкого материала.

# 6 Управление установкой

# 6.1 Введение

Для управления установкой используется стенд управления SDK-1.1 на базе микроконтроллера Aduc842. Система команд(СИ) данного микроконтроллера совместима с СИ микроконтроллера 8051 от компании Intel. Архитектура данного микроконтроллера Aduc842 приведена в приложении Б.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Управление установкой предполагает разработку драйверов и программного обеспечения соответственно для органов управления и мониторинга и всей системы в целом.

ПО включает в состав управление установкой в ручном и автоматическом режимах.

Автоматический режим работы предусматривает прохождение операций травления, промывки и сушки в автоматическом режиме. Когда человек выступает в роли контроллера или наблюдателя.

Ручной режим предусматривает управление перемещением и включением выключением термовентилятора посредством клавишного модуля SDK-1.1.

**6.2 Управляющие сигналы пульта управления**

Сигналы управления транспортной платформой генерирует стенд SDK - 1.1. Для управления параллельным портом, предназначен регистр ENA , который относится к ПЛИС. Адрес регистра ENA 080004h, значение при включении стенда 0000000h.

Регистр данных параллельного порта EXT\_LO позволяет считывать и записывать биты 0..7 параллельного порта. Для того чтобы из регистра попали на выход , необходимо установить бит EN\_LO в логическую «1»(смотрите назначение битов регистра ENA).Для чтения данных необходимо установить этот битв логический «0». Адрес регистра EXT\_LO 080002h. Значение после сброса 00h.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Таблица 6.1-регистр данных параллельного порта EXT\_LO.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

Регистр данных параллельного порта EXT\_HI позволяет считывать и записывать биты 0..7 параллельного порта. Для того чтобы из регистра попали на выход , необходимо установить бит EN\_HI в логическую «1»(смотрите назначение битов регистра ENA).Для чтения данных необходимо установить этот битв логический «0». Адрес регистра EXT\_HI 080003h. Значение после сброса 00h.

Таблица 6.2-регистр данных параллельного порта EXT\_HI.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

Для обеспечения взаимосвязей электрических узлов тех. Платформы и силового блока питания приводов проходят через модуль сопряжения и соединяются с разъемом предназначенным для подключения к силовому блоку питания приводами и тех. Платформе.

Описание бит регистра EN\_LO и EN\_HI приведено в приложении В.

# 6.2 Управление двигателями штатив

Силовой блок рассчитан на управление транспортным модулем. В качестве управляемого генератора для блока управления, применен пуль управления.

Формы сигналов используются ранее описанные в дипломной работе В.А. Бахерева.[7].

Управление двигателями осуществляется двумя сигналами : dir(направление) и step(шаг). На рисунке 5.1 изображены временные диаграммы для управления двигателями. На один step сигнал приходится один импульс.

Изм.

Лист

№ докум.

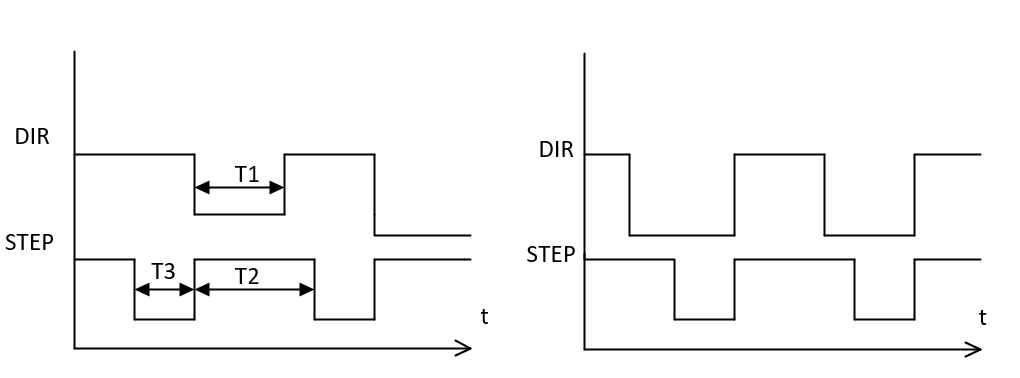
Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ



(а) (б)

Рисунок 5.1 – Временная диаграмма сигналов: а – влево: б – вправо.

Минимально допустимая длительность сигналов составляет : Т1 = 600мкс, Т2 – 620 мкс, Т3 – 50 мкс.

Экспериментальным путём был определён передаточный коэффициент одного импульса - 0.9. То есть , что бы двигатель сделал полный оборот 360º нужно подать 400 импульсов.

Установлено, что на один поворот червячного вала приходится 960 импульсов step. А перемещение платформы на 10мм исполняется пятью оборотами червячного вала или 4800 импульсов step.

Для управления транспортной платформой предусмотрены следующие модули подпрограмм:

- Шаг в лево по координате X;

- Шаг в право по координате X;

- Шаг в лево по координате Y;

- Шаг в право по координате Y;

- Шаг в лево по координате Z;

- Шаг в право по координате Z;

Модули программ представлены в Приложении Г. Данные программные модули используют таймеры, с разными временными паузами.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

# 6.3 Управление термовентилятором

Для управления термовентилятором выделено два выходящих сигнальных провода из SDK – 1.1 порта ENA предназначенных для управления вентилятором и нагревательным элементом. Так как сигнальные линии проходят через модуль сопряжения в основе которой лежит логический элемент И-НЕ , то включение термовентилятора осуществляется низким уровнем выходящего сигнала.

Драйвер термовентилтора состоит из двух модулей:

1. Управление вентилятором.
2. Управление нагревателем.

Что бы избежать перегрева нагревательного элемента, рекомендуется первым включать вентилятор.

Драйвера для управления вентилятором написаны языке Ассемблер.

# 6.4 Работа с датчиками позиционирования

Во время работы установки в автоматическом режиме опрос датчиков должен происходить после каждого сделанного импульса шагового двигателя.

Для работы с датчиками в порте ENA устройства управления выделено 8 сигнальных контактов (1 контакт для 1 датчика). Установление координаты заготовки ПП происходит по низкому сигналу считывания показаний с датчика позиционирования.

Перечень возможных состояний сигнальной шины из 8 линий приведено таблице 6.3.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Таблица 6.3 – Перечень данных шины данных

|  |  |
| --- | --- |
| Двоичный код | Описание |
| 11111111 | Неопределенное положение по X,Z |
| 01111111 | Зона травления по оси X, неопределённое положение по оси Z |
| 01101111 | Зона травления по оси X, верхнее положение по оси Z |
| 01110111 | Зона травления по оси X, нижнее положение по оси Z |
| 1011111 | Зона промывки по оси X, неопределённое положение по оси Z |
| 10101111 | Зона промывки по оси X, верхнее положение по оси Z |
| 10110111 | Зона промывки по оси X,  нижнее положение по оси Z |
| 11011111 | Зона сушки по оси X, неопределённое положение по оси Z |
| 11001111 | Зона сушки по оси X,  нижнее положение по оси Z |
| 11010111 | Зона сушки по оси X,  нижнее положение по оси Z |

Таблица 6.3 (Продолжение) - Перечень данных шины данных

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

|  |  |
| --- | --- |
| 11101111 | Неопределённое положение по оси X, верхнее положение по оси Z |
| 11110111 | Неопределённое положение по оси X, нижнее положение по оси Z |

Драйвер для опроса датчиков использует регистры DPP, DPTR,A. И перечень регистров порта ENA. Алгоритм программы определения позиционирования приведён в графическом документе КИБЭВС. 466451.008.

# 7 Алгоритм работы установки

Алгоритм работы установки предусматривает протекания процессов травления, промывки и сушки в автоматическом режиме. В основе алгоритма лежит опрос датчиков позиционирования в каждом машинном цикле устройства управления (SDK1- 1.1). В зависимости от позиции заготовки ПП осуществляются рабочие процессы. По окончанию работы ПП возвращается в исходное состояние.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

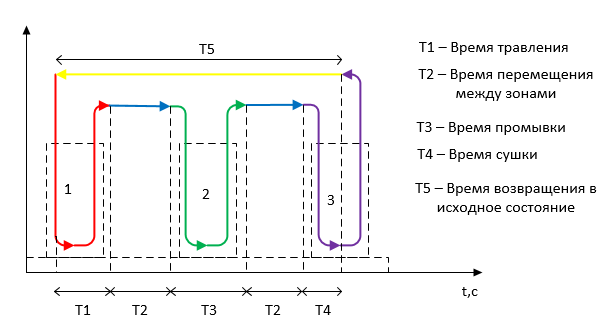
Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

Иллюстрация цикла временной диаграммы представлена на рисунке 7.1.

1-Зона травления; 2-Зона промывки;

3 – Зона сушки;

Рисунок 7.1 – Цикл временной диаграммы

Данный иллюстрация описывает последовательность выполнения операций с временной зависимостью. Время выполнения операций определяет оператор перед запуском началом работы установки.

Предполагается, что в начальный момент заготовка ПП располагается над зоной травления , откуда и начинается цикл работы. В процессе травления и промывки предусматривается резкое погружения и извлечение заготовки в целях размешивания жидкостей. Блок схема программы изображена на графическом материале КИБЭВС. 466451.008.

Код программы представлен в приложении.

# Заключение

В ходе проделанной работы был проведён анализ методов изготовления печатных плат, обзор действующих аналогов автоматизированных установок.

Был проанализирован электрический состав схемы, на основе которого были разработаны электрические узлы для датчиков позиционирования и доработан модуль сопряжения печатной платы

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

А так же был проанализирован конструктивный состав установки, по окончанию которого были размещены датчики позиционирования.

Доработанный модуль сопряжения позволяет опрашивать датчики и управлять термовентилятором.

В процессе прохождения преддипломной практики был задействован широкий набор знаний полученных за время обучения.

# Список использованных источников

1. ОС ТУСУР 01 – 2013. Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления. Томск 2013.– 57с.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 466451.001 ПЗ

.001 ПЗ

1. Торгонский Л.А. Проектирование центральных и периферийных устройств ЭВС-2 / Методические указания по лабораторным работам, Томск, Изд-во ТУСУР, 2007, 0 75с.
2. Учебный стенд SDK – 1.1. Руководство пользователя – ООО «ЛМТ» 2006г, - 100с.
3. Бушминский И.П. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры. Москва – «Радио и связь» - 624с.
4. Документация штатива фирмы «Реабин» - Описание механической части станка – 36 с.
5. Документация штатива фирмы «Реабин» - Подключение станка с ЧПУ к персональному компьютеру и настройка программного обеспечения – 34с.
6. Бахерев В.А. Дипломный проект на тему «Установка автоматизированного травления печатных плат » ,ТУСУР, ФБ, каф. КИБЭВС. Г. Томск 2015г. – 112 с.