

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 54.04.01 Дизайн
Отделение школы (НОЦ) Автоматизации и робототехники (ИШИТР)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат

УДК 004.896:621.3.049.75:658.286

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д41	Хазюрова Анна Евгеньевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Радченко Валерия Юрьевна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Рахимов Тимур Рустамович	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИШИТР	Захарова А.А.	Доктор технических наук		

Результаты обучения (компетенции выпускников)

На основании ФГОС ВПО, стандарта ООП ТПУ, критериев аккредитации основных образовательных программ, требований работодателей выявляются профессиональные и общекультурные компетенции, на основании которых, в соответствии с поставленными целями определяются результаты обучения.

Выпускник ООП «Дизайн» должен демонстрировать результаты обучения – профессиональные и общекультурные компетенции [1]. Планируемые результаты обучения, приобретенные к моменту окончания вуза, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
Р1	Применять глубокие социальные, гуманитарные и экономические знания в комплексной дизайнерской деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-5, ПК-2, ПК-5)
Р2	Анализировать и определять требования к дизайн-проекту, составлять спецификацию требований и синтезировать набор возможных решений и подходов к выполнению дизайн-проекта; научно обосновать свои предложения, осуществлять основные экономические расчеты проекта.	Требования ФГОС (ОК-2, ОК-3, ОК-5, ОК-7, ОК-10, ОПК- 1, ОПК-4, ОПК-7, ПК-2, ПК-3, ПК-5, ПК-7)
Р3	Использовать основы и принципы академической живописи, скульптуры, цветоведения, современную шрифтовую культуру и приемы работы в макетировании и моделировании в практике составления композиции для проектирования любого объекта	Требования ФГОС (ОК-7, ОК-10, ОК- 11, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-7)
Р4	Разрабатывать проектную идею, основанную на концептуальном, творческом и технологическом подходе к решению дизайнерской задачи, используя различные приемы гармонизации форм, структур, комплексов и систем и оформлять необходимую проектную документацию в соответствии с нормативными документами и с применением пакетов прикладных программ.	Требования ФГОС (ОК-7, ОК-10, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ОПК-7, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7)

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Р5	Вести преподавательскую работу в образовательных учреждениях среднего, профессионального и дополнительного образования, выполнять методическую работу, самостоятельно читать лекции и проводить практические занятия.	Требования ФГОС (ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-10, ОК-11, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8)
Универсальные компетенции		
Р6	Демонстрировать глубокие знания правовых, социальных, экологических, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности в комплексной дизайнерской деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-9, ОК-11, ПК-5, ПК-6)
Р7	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.	Требования ФГОС (ОПК-4, ОПК-6, ОПК-7)
Р8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-3, ОК-6, ОК-7, ОК-9, ОК-10, ОК-11, ПК-2, ПК-3, ПК-5, ПК-6)
Р9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы; готовность следовать профессиональной этике и корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОПК-5, ПК-5, ПК-6)
Р10	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде, активно владеть иностранным языком на уровне, работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-5, ОК-6, ПК-6, ПК-8)

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 54.04.01 Дизайн
Отделение школы (НОЦ) Автоматизации и робототехники (ИШИТР)

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Д41	Хазюрова Анна Евгеньевна

Тема работы:

Проектирование системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<i>Объект проектирования:</i> система хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат. Данная система создается с целью обеспечения оптимальной вместительности и упорядоченности при хранении плат. <i>Продукт должен соответствовать следующим требованиям:</i> эргономичность, экологичность, эстетичность, легкость и универсальность. Система хранения должна обеспечивать оптимальную вместительность и упорядоченность при хранении партии плат в сочетании с допустимым весом при транспортировании. Внешний вид должен быть привлекательным, а форма
---------------------------------	---

	способствовать повышению производительности труда на производстве.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<p><i>Аналитический обзор по литературным источникам:</i> поиск аналогов и разбор их особенностей, выделение достоинств и недостатков. Изучение зарубежного рынка аналогов и российского рынка материалов, а также возможности современной промышленности.</p> <p><i>Основная задача проектирования:</i> разработать оригинальную систему хранения плат, совмещающую функции хранения и внутрицехового транспортирования.</p> <p><i>Содержание процедуры проектирования:</i> анализ аналогов, анализ материалов, выявление обязательных конструктивных особенностей комплекта, эскизирование, разработка основного дизайн-решения, эргономический анализ, формообразование, 3D-моделирование, создание конструкторской документации, макетирование.</p> <p><i>Результаты выполненной работы:</i> дизайн-проект системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат, включающий: 3D-модели объектов системы, конструкторская документация, макет.</p> <p><i>Наименование дополнительных разделов:</i> эргономический и функциональный анализ, выбор материалов и методов производства.</p>
Перечень графического материала	Графический сценарий, эскизы вариантов проектируемого объекта, формирование концептов, схемы проектируемых объектов, графический эргономический анализ, демонстрационные планшеты формата А0.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант

Дизайн-разработка объекта проектирования	Радченко Валерия Юрьевна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рахимов Тимур Рустамович
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Нет	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения школы (НОЦ) Автоматизации и робототехники (ИШИТР)	Радченко В.Ю.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д41	Хазюрова Анна Евгеньевна		

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки (специальность) 54.04.01 Дизайн
Уровень образования бакалавр
Отделение школы (НОЦ) Автоматизации и робототехники
Период выполнения осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.05.2018	1. Основная часть	60
21.05.2018	2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
23.05.2018	3. Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения школы (НОЦ) Автоматизации и робототехники (ИШИТР)	Радченко В.Ю.			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Реферат

Выпускная квалификационная работа 126 с., 42 рис., 16 табл., 80 источников, 9 приложений.

Ключевые слова: модульность, система хранения, хранение электронных компонентов, транспортирование, внутрицеховое транспортирование.

Объектом исследования является система хранения печатных плат. Данная система создается с целью обеспечения оптимальной вместительности и упорядоченности при хранении плат.

Целью данного проекта является объединение функций хранения и транспортировки (внутрицеховой) в единой системе. Разработка данного проекта требует учета максимальной оптимальной подъемной массы для среднестатистического работника, которая будет равняться самому объемному модулю в системе. Основными требованиями были: эргономичность, экологичность, эстетичность, легкость и универсальность. Система хранения должна обеспечивать оптимальную вместительность и упорядоченность при хранении партии плат в сочетании с допустимым весом при транспортировании. Внешний вид должен быть привлекательным, а форма способствовать повышению производительности труда на производстве.

В процессе исследования производилась разработка различных вариантов конструктивных и функциональных решений. В результате была разработана система хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат. Основные конструктивные, технологические и эксплуатационные характеристики объекта проектирования удовлетворяют поставленным требованиям.

Содержание

1. Научно-исследовательская часть.....	12
1.1 Анализ существующих решений систем хранения и транспортировки печатных плат	12
1.1.1 Требования для хранения и транспортировки плат	17
1.1.2 Анализ проблемы.....	19
1.2 Методы и средства проектирования	19
1.3 Принцип модульности в проектировании системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат	21
1.4 Анализ материалов.....	22
2. Проектно-художественная часть	26
2.1 Разработка концепции	26
2.2 Этап эскизирования	26
2.3 Модульность	28
2.4 Композиционный ключ	29
2.5 Метод формообразования	30
2.6 Анализ возможных комбинаций.....	32
2.7 Эргономический анализ	34
2.8 Цвет в производственном помещении	40
2.9 Цветофактурное решение материалов	44
2.10 Критерии	46
3. Разработка художественно-конструкторского решения.....	47
3.1 Трехмерное моделирование	47
3.2 Стандартные изделия и способы их обработки	51
3.3 Создание видеоролика	56
3.4 Макетирование	57
3.5 Фирменный стиль.....	63
3.5.1 Оформление планшетов	64
3.5.2 Выбор шрифтов.....	65
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	69
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	70

4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	70
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений.....	70
4.1.3	Технология QuaD.....	72
4.2	Планирование научно-исследовательских работ	75
4.2.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	75
4.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	77
4.2.3	Разработка графика проведения проектных работ.....	78
4.3	Бюджет на разработку дизайн-проекта.....	83
4.3.1	Расчет материальных затрат	83
4.3.2	Расчет затрат на потребляемую компьютером электроэнергию	84
4.3.3	Затраты на заработную плату участникам проекта.....	84
4.3.3.1	Расчет основной заработной платы	85
4.3.3.2	Затраты по дополнительной заработной плате.....	86
4.3.3.3	Отчисления во внебюджетные фонды.....	86
4.3.3.4	Формирование сметы затрат на разработку дизайн-проекта	86
4.4	Определение экономической эффективности разрабатываемого проекта системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат.....	87
5.	Социальная ответственность	94
5.1	Производственная безопасность	95
5.1.1	Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.....	96
5.1.1.1	Отклонение показателей микроклимата в производстве плат..	96
5.1.1.2	Инфракрасное излучение	99
5.1.1.3	Излучение рч диапазона.....	100
5.1.1.4	Утомление	102
5.1.2	Анализ выявленных опасных факторов при эксплуатации проектируемого объекта	102
5.1.2.1	Статическое электричество	102
5.1.2.2	Электробезопасность.....	103
5.1.2.3	Пожаробезопасность	104
5.2	Экологическая безопасность.....	104
5.2.1	Пластик	105
5.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	106

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	107
Приложение А – Сравнительный анализ по критериям	117
Приложение Б – Сборочный чертеж системы хранения.....	118
Приложение В – Спецификация	119
Приложение Г – Спецификация	120
Приложение Д – Сборочный чертеж держателя печатных плат	121
Приложение Ж – Дверца	122
Приложение З – Дверца	123
Приложение И – Кожух защитный	124
Приложение К – Кожух защитный	125
Приложение Л – Подставка	126

1. Научно-исследовательская часть

Объектом исследования является система хранения печатных плат. Данная система создается с целью обеспечения оптимальной вместительности и упорядоченности при хранении плат.

Предметом исследования является объединение функций хранения и транспортировки печатных плат в единой системе.

Целью данного проекта является объединение функций хранения и транспортировки (внутрицеховой) в единой системе. Разработка данного проекта требует учета максимальной оптимальной подъемной массы для среднестатистического работника, которая будет равняться самому объемному модулю в системе.

Задачи проекта:

- Изучить аналоги систем хранения и транспортировки печатных плат
- Изучить материалы и найти легкие и по возможности экологичные виды
- Разработать универсальную модульную систему

1.1 Анализ существующих решений систем хранения и транспортировки печатных плат

Существует множества разновидностей систем, предназначенных для хранения печатных плат. И одним из вариантов хранения являются антистатические подставки-держатели [1], оборудованные разделителями из нержавеющей стали, либо направляющими бороздками для установки печатных плат, рис 1. Габаритные размеры составляют 205*174*93 см (400*250*110 см). Размещение возможно на рабочей поверхности, отсутствует вариант накладного системного размещения.



Рис.1 – Антистатические подставки-держатели

Также существуют настольные стойки [2], предназначенные для размещения электронных компонентов на рабочем столе, рис.2. Заземленный каркас покрыт порошковой токопроводящей краской, габаритные размеры составляют 395*480*300 см.



Рис.2 – Настольная стойка монтажника

Рынок заполняют антистатические плоскдонные полипропиленовые ящики [3], предназначенные для хранения печатных плат, рис.3. Габаритные размеры (внешние): от 200*150*145 см до 600*400*412 см, толщина стенок 50 мм.



Рис.3 – Антистатические плоскдонные полипропиленовые ящики

Помимо представленных вариантов есть возможность размещения печатных плат на производстве в антистатические кассетницы [3], рис.4. В представленном варианте кассетницы 60 ячеек для заполнения. Материал – металлический заземленный каркас, ячейки выполнены из антистатического пластика, габариты 146*307*420 мм, ячейка 135*64*36 мм.



Рис.4 – Кассетница

Производственные помещения не всегда предназначены для обеспечения оптимального хранения производимых плат. Для решения данной проблемы созданы системы сухого хранения, предназначенные для эксплуатации в помещениях, где по требованию сборочно-монтажной технологии возникает необходимость хранения плат с контролем температуры и влажности воздуха.

Но в условиях современного производства данное оборудование не обладает эстетической стороной, а также в них отсутствует функция транспортировки отдельными модулями. Помимо этого, существенная проблема в «универсальности» данных шкафов, которые помимо печатных плат могут хранить в себе изделия РЭА, материалов, кассет, катушек, фотошаблонов, радиоэлементов, электронных блоков и других изделий радиоэлектронной техники, что сказывается на вместительности оборудования и его приспособленности под особенности форм плат.

Влажность является одним из наиболее опасных воздействующих климатических факторов на производстве и при хранении печатных плат [4], т.к. в связи с нарушением норм данного показателя появляются дефекты продукции. Влажность способна вызвать различного рода механические повреждения: появление микротрещин в корпусе интегральных микросхем (ИМС), эффект попкорна, коррозия внутренних слоев печатных плат,

нарушение паяемости, разбрызгивание припоя, тепловой распад материала, и др.

Данный факт послужил причиной перехода многих компаний на установки сухого хранения, которые препятствуют воздействию климатических факторов внешней среды.

Внутренняя среда систем сухого хранения поддерживает отсутствие влаги при хранении печатных плат, что регламентировано требованиями российских и международных стандартов (общие технические условия хранения и эксплуатаций электроники). Без герметичной упаковки корпуса поглощают влагу из атмосферы, что приводит к образованию технологических дефектов.

Рассмотрим еще несколько вариантов шкафов:

- 1) Catec – Dry 98 Ec (Китай);
- 2) Dr. Storage (Тайвань);
- 3) DryTech-XDC-100 (Тайвань);
- 4) Mekko Technology AD-101 (Великобритания);
- 5) Estech – XDC155ESD (Россия);
- 6) Totech – SD-151-02 (Китай, Япония).







Можно отметить, что у большинства производителей объем шкафа сухого хранения имеет довольно широкий диапазон (Totech: от 145 до 1160 л, Catec: от 98 до 1436 л, Mekko Technology: от 250 до 1500). В зависимости от объема существует возможность варьировать количеством полок и шкафов, что важно при рациональной организации пространства хранения).

При сравнительной характеристике шкафов сухого хранения в данной работе ориентирование происходило на основные характеристики:

- 1) требования к хранению в инертной среде;
- 2) наличие антистатического исполнения;
- 3) объем шкафа (а также: количество полок, требования к индикации параметров);
- 4) относительная влажность;

5) и другие опции (независимые дверцы, полки на направляющих и т.п.), табл.1.

Таблица 1 – Характеристики шкафов хранения

№ марки	1	2	3	4	5	6
Внутренний объем, л	98	202	87	250	195	145
Влажность, %	1-10	1	<10%	1-3	1-50	2-50
Кол-во полок в комплекте	1	2	2	4	6	3
Внешний вид						

Как видно из представленной таблицы, при сравнительно одинаковых объемах есть свои особенности.

Каждый производитель предоставляет некоторое число серий, отличающихся диапазоном влажности. Средние пределы диапазонов, поддерживающих влажность в шкафах сухого хранения:

- 1) 1-50%;
- 2) 2-50%;
- 3) 5-50%;
- 4) 10-50%;
- 5) 20-50%;
- 6) Большой диапазон предназначен для хранения широкого спектра изделий и компонентов радиоэлектронной аппаратуры.

Температура внутри шкафа равна температуре внешней среды с погрешностью в 5°C. У некоторых моделей из представленных производителей есть возможность регулирования температуры от комнатной на 50–60°C.

Помимо вышперечисленного, важным показателем является антистатика. Так, Catec предлагает системы хранения в антистатическом и без исполнении. Mekko Technology покрывает шкафы антистатической краской, а также доступна опция антистатических стекол.

Индикация отдельно звуковая и сигнальная. Почти у всех есть возможность установки сигнального светофора, информирующего о превышении заданного значения влажности.

Каждая система комплектуется дополнительными ножками и колесиками.

1.1.1 Требования для хранения и транспортировки плат

Существует восемь уровней чувствительности печатных плат к влаге [5], регламентируемые международными стандартами. При нарушении условия хранения перед монтажом или повторной упаковкой компоненты хранятся в установках сухого хранения.

Согласно международному стандарту IPC JEDEC J-STDC, электронные компоненты в негерметичных корпусах по чувствительности в влаге делятся на восемь уровней, согласно таблице 2. Уровень присваивается в зависимости от условий производства, хранения и временем термообработки, а также рядом других причин.

Таблица 2 – Уровни чувствительности SMD – компонентов к влаге

Уровень	Хранение		Параметры термообработки(1)			
			Стандартные		Ускоренный эквивалент(2)	
	Время	Условия	Время, час	Условия	Время, час	Условия
1	не ограничено	≤30 °C/60 %	168+5/-0	85 °C/85%		
2	1 год	≤30 °C/60 %	168+5/-0	85 °C/60%		
2a	4 недели	≤30 °C/60 %	696(3)+5/-0	30 °C/60%	120+1/-0	60 °C/60%
3	168 часов	≤30 °C/60 %	192(3)+5/-0	30 °C/60%	40+1/-0	60 °C/60%
4	72 часа	≤30 °C/60 %	96(3)+2/-0	30 °C/60%	20+0,5/-0	60 °C/60%
5	48 часов	≤30 °C/60 %	72(3)+2/-0	30 °C/60%	15+0,5/-0	60 °C/60%
6	24 часа	≤30 °C/60 %	48(3)+2/-0	30 °C/60%	10+0,5/-0	60 °C/60%
7	Указано на упаковке	≤30 °C/60 %	Указано на упаковке	30 °C/60%		

Все условия хранения и транспортировки печатных плат указаны в международном стандарте IPC/JEDEC J-STD-033A.

Согласно вышеуказанному требованию, все электронные компоненты и модули обязаны быть упакованы во влагонепроницаемые пакеты, в состав которых также входит влагопоглощающее средство (силикагель), а также индикаторная карточка, определяющая влажность. Количество силикагеля нормируется таким образом, чтобы в течение года с момента упаковки пакета поддерживалась относительная влажность не выше 20%. Помимо этого, на пакете приклеивается информационная карточка, сообщающая монтажнику

информацию о дате выпуска, уровне чувствительности к влажности. Данные пакеты хранятся при температуре не более 40°C, относительной влажности не выше 90%. Узнать о превышении допустимого уровня влажности внутри упаковки можно исключительно с помощью индикаторной карточке [4].

Во влагостойкой упаковке срок годности SMD-компонентов составляет 12 месяцев со дня упаковки. При показателе индикатора выше уровня нормы или после вскрытия упаковки компоненты отправляются на термообработку. Если после термообработки компоненты не монтируются в течение 12 часов, то необходимо заново запаять их под небольшим разрежением в новом пакете, причем на этикетке указывается новая дата упаковки и соответствующий уровень чувствительности к влажности. Без индивидуальной упаковки изделия хранятся в оборудованных шкафах сухого хранения с относительной влажностью не более 20% [4].

Случаи, когда актуально поддержание влажности на заданном уровне:

- Условия производства не позволяют соблюдать регламентируемый промежуток времени между процедурами термообработки и упаковкой электронных компонентов;
- Экономически оправданы условия хранения электронных компонентов без упаковки;
- При минимальном времени выдержки печатных плат перед загрузкой на линию автоматического монтажа.

При многономенклатурном производстве во избежание простоя (связанного с переналадкой автоматов) технически и экономически целесообразно хранение печатных плат в установках сухого хранения.

Мобильность установки сухого хранения оптимально для доставки комплектующих в зону монтажа, что позволяет минимизировать время нахождения электронных компонентов и печатных плат в условиях неконтролируемого уровня влажности.

При соблюдении условий хранения и транспортировки печатных плат снижается количество отказов, связанных с влиянием влажности, а также обеспечивается высокий уровень качества выпускаемой продукции.

1.1.2 Анализ проблемы

В условиях современного производства встают проблемы безопасного хранения электронных компонентов, имеющих чувствительность к влаге.

С установлением контроля с помощью введенного в 2010 году стандарта IPC (IPC/J-Std-033B.1), определяющего условия хранения и защиты электронных компонентов, срок паяемости печатных плат с покрытием значительно увеличился, а также при этом была исключена возможность повреждения плат под воздействием влаги при пайке оплавлением.

Сушка является наиболее действенным методом для избавления печатных плат при наличии избыточной влаги, но главными недостатками данной операции являются значительно увеличенная стоимость, завышенное время изготовления печатных плат, а также ухудшенная паяемость.

Необходимость дальнейшей обработки платы повышает вероятность загрязнения или повреждения. Производителям печатных плат выгодно избегать процесс сушки плат, что можно добиться при соблюдении правил обращения, транспортировки, упаковки печатных плат, установленные стандартами.

Таким образом, актуальность данной разработки заключается в универсальности хранения печатных плат как в открытых модулях, так и в модулях с установленной тумбой сухого хранения. Выбор модулей определяется в зависимости от масштабов производства, а также от условий промышленных помещений, предназначенных для хранения печатных плат.

1.2 Методы и средства проектирования

Методом является совокупность приемов или операций, носящий практический или теоретический характер освоения действительности, подчиненной решению конкретной задачи [6]. В дизайне же, методом

является некий порядок достижения проектной цели, а также решения поставленной перед дизайнером функционально-пространственной, технологической и художественной задач, и последовательность приемов и операций, которые необходимы для получения искомого результата [7]. Иными словами, это система мер по оптимальной организации проектно-дизайнерской деятельности.

При проектировании системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат использовался метод исследования – доказательный дизайн [8].

Данный метод является подходом к принятию решений по эффективности дизайна, он основан на надежных исследованиях и оценке результатов, а не только на интуиции проектировщика или дизайнера, а также на отдельных сведениях [8].

Доказательный дизайн проистекает из доказательных исследований [8], которые устанавливают связи между доказательством и применением известных теорий, которые подтверждены исследованиями.

На сегодняшний день доказательный дизайн используется в различных сферах: архитекторами или дизайнерами в интерьере, специалистами в сфере здравоохранения; используется в целях проведения редизайна или при создании нового.

Доказательный дизайн актуален в таких сферах, как здравоохранение, тюрьмы, учебные заведения, производственные и коммерческие здания и помещения, а также применим для всего спектра дисциплин дизайна: дизайн услуг, коммуникаций, производственный дизайн и дизайн взаимодействий, с целью улучшения аспектов услуг и продукта внутри любой среды.

Основным принципом доказательного дизайна является объективное рассмотрение проблемы с использованием традиционных методов исследования, причем принятие решения зависит от анализа полученных фактических доказательств [8]. Под методами понимается использование

библиографических обзоров, сравнительного анализа, исследования по тематике, документированная оценка существующих вариантов дизайна.

Но, метод не ограничиваясь вторичными исследованиями, как любой антропоориентированный подход, предполагает документированное посещение сайтов, обзоры и интервью на первичные методы сбора информации. В сфере производства электронных компонентов в процесс разработки проекта были вовлечены инженеры-конструкторы и монтажники печатных плат, производившие консультации. Помимо консультаций, при внедрения в производство данной системы, консультанты подтвердили повышение показателей удовлетворенности и организационные результаты.

Доказательный дизайн не является привязанным к конкретной фазе дизайна, и является подходом, охватывающим весь процесс: от предварительного дизайна до постдизайна или оценивания его полученного продукта [8].

1.3 Принцип модульности в проектировании системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат

Под модульностью понимаются свойства системы, которые связаны с возможностью декомпозиции этой системы на ряд внутренне связанных между собой модулей [9].

При комбинаторике заданных модулей создается задуманная конфигурация. Сами модули отличаются по размеру, сохраняя прямоугольную форму. Между собой модули соединены с помощью крепежей, а также создают прочную конструкцию опираясь друг на друга. Некоторые модули предназначены для использования независимо от других – процесс вынимания модуля для хранения серии плат одного размера при процессе транспортирования внутри производственного помещения.

Выбор модульности основан на внедрении возможности приобретения и дополнения необходимых модулей с целью замены неисправного или добавления имеющейся системы [9], например, при расширении производства и необходимости расширения возможности

хранения. Также, при приобретении данной системы ориентиром являются размеры производственного помещения под хранение печатных плат, а не размер самой системы.

Модульное решение благодаря свойствам дополнения и замены является практичным и универсальным. Широкое распространение на рынке открывает неограниченные возможности при создании интерьера производственного помещения [10].

Модульная система является практичным и экономичным решением для потребителя, а также обладает функциональным преимуществом.

1.4 Анализ материалов

Алюминиевый профиль является прочным, но в то же время легким материалом при создании конструкций из металла. Он позволяет реализовать дизайнерские решения, а также обладает высокой устойчивостью при воздействии окружающей среды, т.к. имеет многолетний срок эксплуатации.

Изготовление алюминиевого профиля производится путем сплава алюминия, кремния и магния методом горячей экструзии. Данный состав сплава обеспечивает такие положительные характеристики, как легкость, прочность и хорошие литейные свойства. Преимуществом данных профилей является податливость механическим обработкам, таким, как сверление, фрезерование, шлифовке.

Благодаря своим уникальным характеристикам сплавов, алюминиевые профили обладают рядом преимуществ:

- Системы, состоящие из алюминиевых профилей, являются долговечными, долговечность составляет более восьмидесяти лет;
- Возможность комбинирования различных систем при сборке обеспечивает практичность и многофункциональность при изготовлении конструкций из алюминиевого профиля;

- В составе сплава алюминиевого профиля не содержатся вредных для здоровья примесей, благодаря чему, алюминиевый профиль считается экологически чистым материалом;
- Алюминий по своим свойствам является негорючим материалом, благодаря данной характеристике обуславливается приоритетное применение в производственном помещении;
- Алюминиевый профиль при незначительном весе выдерживает большие нагрузки в течение долгого времени, что немаловажно при длительном хранении с возможностью быстрой внутрицеховой транспортировки;
- Конфигурация алюминиевого профиля позволяет реализовать конструкции сложной конфигурации.

Каркас проектируемой конструкции состоит из стандартных алюминиевых профилей 40*40, ширина паза 8 мм. Профиль наилучшим образом сочетает в себе прочность и жесткость с малым удельным весом, а принцип модульности и универсальности помогает соблюдать уникальная конфигурация профиля, рис.5. Оптимизированная конструкция легкая, но в то же время прочная, экономичная и удобна при сборке.

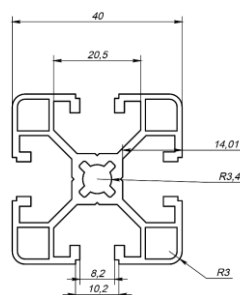


Рис. 5 – Конфигурация алюминиевого профиля

Для полок используется лист холоднокатаный 3 мм, материал Ст.3СП.

Металлические листы изготавливаются в промышленности методом проката. В зависимости от толщины, масса одного метра квадратного листа может колебаться от 4 кг до 15 центнеров. Кромка может быть, как обрезанная, так и не обработанная, сырье может иметь различный состав. Так, кроме металлов, которые обеспечивают пластичность, на производстве могут

добавлять и другие компоненты, что зависит от предполагаемого назначения продукции. Современные промышленные условия дают возможность получать продукцию из разных видов металлов и сталей в одном листе. Для данной операции в прокат поступает параллельно несколько заготовок. Таким образом, есть возможность сочетать сплавы различной коррозионной стойкости, проводимости электричества, пластичность и прочности, теплопроводности и других свойств.

Операция холодного проката требовательна по составу листа и не возможна из непластичных материалов. Сырьем для данного метода является высококачественная углеродистая сталь. Металл разогревается от деформаций валами до 160-180 °С, что дает возможность получения качественной поверхности листа без наличия окалины. Для дополнительной полировки можно добавлять три пары валков, что позволит получить листы и ленты с высокими эстетическими и отражающими свойствами.

В проекте заложен лист марки СтЗсп, класс: сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества. В промышленности используется для несущих элементов сварных и не сварных деталей, которые работают при положительных температурах. Углеродистые стали являются самым распространенным конструкционным материалом. Углеродистыми считаются стали, которые содержат 0,1-0,7% С, при содержании остальных элементов не более: 0,8% Мп, 0,4 Si, 0,05% Р, 0,05% S, 0,5% Си, 0,3% Сг, 0,3% Ni [11].

Главным отличительным признаком является наличие в составе углерода. С увеличением содержания углерода повышаются прочностные характеристики углеродистых сталей. Но, при этом ухудшается свариваемость, что связано с возрастающей опасностью образования горячих трещин в шве [11]. При наличии в составе выше 0,5% С стал почти не свариваются электрошлаковой сваркой без специальных приемов. С увеличением жесткости свариваемых конструкций появляется чувствительность к горячим трещинам в шве. Существенно снизить опасность появления трещин могут предварительный и сопутствующих подогрев [12].

Поливинилхлорид (ПВХ) является одним из наиболее распространенных полимерных материалов, которые применяются в различных областях [13].

ПВХ обладают хорошей светостойкостью и широко применяются для создания изделий довольно-таки сложных форм методами термо-, пневмо- и вакуум-формирования [14]. Также пластики устойчивы к большинству химических веществ (особенно к бытовым моющим и дезинфицирующим средствам, а также многих щелочей и кислот).

ПВХ материал является экологически безопасным материалом, так как не содержит в составе тяжелых металлов и не имеет вредного воздействия на человеческий организм и окружающую среду [13].

Поверхность ПВХ-пластика считается идеальной для нанесения аппликационной и ламинирующей пленки, удобна для трафаретной печати, хорошо покрывается распространенными красками для шелкографии и лаком, что является большим преимуществом для внесения корпоративных цветов и символов при установке на конкретном производстве.

2. Проектно-художественная часть

2.1 Разработка концепции

Дизайнерская концепция является основной идеей будущего объекта, а также формулирование его смыслового содержания как идейно-тематической базы проектного замысла, который выражает художественно-проектное суждение дизайнера о явлениях более масштабных, чем данный объект.

Концепция определяет стратегию действия и является комплектом взглядов на что-либо, связанное между собой и вытекающего одно из другого, это определенный способ понимания и трактовки каких-либо явлений, основная точка зрения, которая руководит идеей для их освещения [15].

Идея данного проекта заключена в объединении транспортируемых элементов в систему хранения. Данная система позволяет обеспечить оптимальную вместительность и упорядоченность при хранении печатных плат.

Принцип модульности [9], заложенный в проект, подразумевает под собой возможность заменять и дополнять производственное помещение необходимым количеством модулей. Стационарные модули необходимы для размещения тумб сухого хранения, предназначенные для влагочувствительных плат. Транспортируемые модули предназначены для обеспечения мобильной переноски партий печатных плат в производственных помещениях.

Данная разработка позволяет организовывать пространство производственного помещения таким образом, чтобы обеспечить безопасное от влажности хранение, складское хранение, а также мобильную внутрицеховую переноску партии.

2.2 Этап эскизирования

Первые эскизы созданы на основе существующих аналогов с целью изучения формообразования, основные конструкционные особенности и стилистики. Помимо анализа существующих эскизов на первых этапах

производился поисковый этап для разрабатываемой идеи. В основе лежали принципы безопасности и модульности, как основополагающие факторы при разработке системы хранения плат [16,17,18].

Первая идея заключается в модульности четверти цилиндра, которые наставляются друг на друга, образуя систему, рис. 6. Каждый модуль равен четверти цилиндра, вмещающий в себя платы, расположенные, как на представленном изображении. Данная идея предполагает внутрицеховое перемещение с помощью наполненного модуля, отсутствует передвижение полной системы по производственной линии.

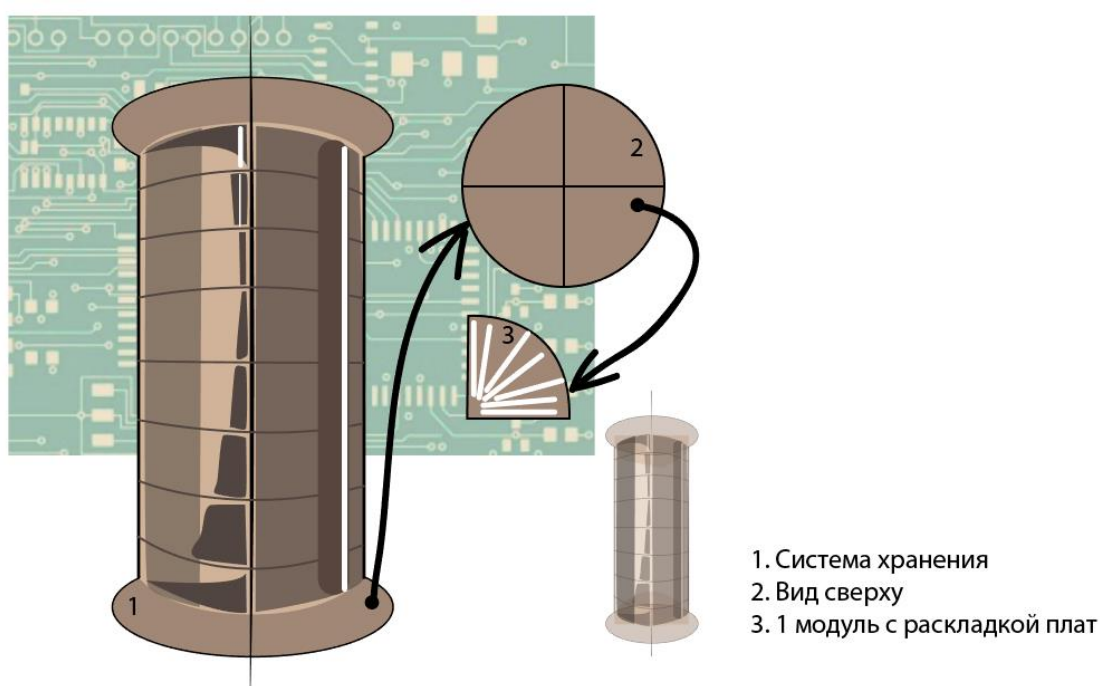


Рис.6 – Первый вариант эскизирования

С целью обеспечения непрерывности процесса на производстве печатных плат, в настоящее время используются наполнители с регулирующимся механизмом размером под серию плат единых размеров. Встала задача обеспечения системы хранения, включающая возможность оптимального хранения n-го количества модулей с платами. Исходя из формы наполнителей с платами прорабатывается ряд эскизов, рис. 7.

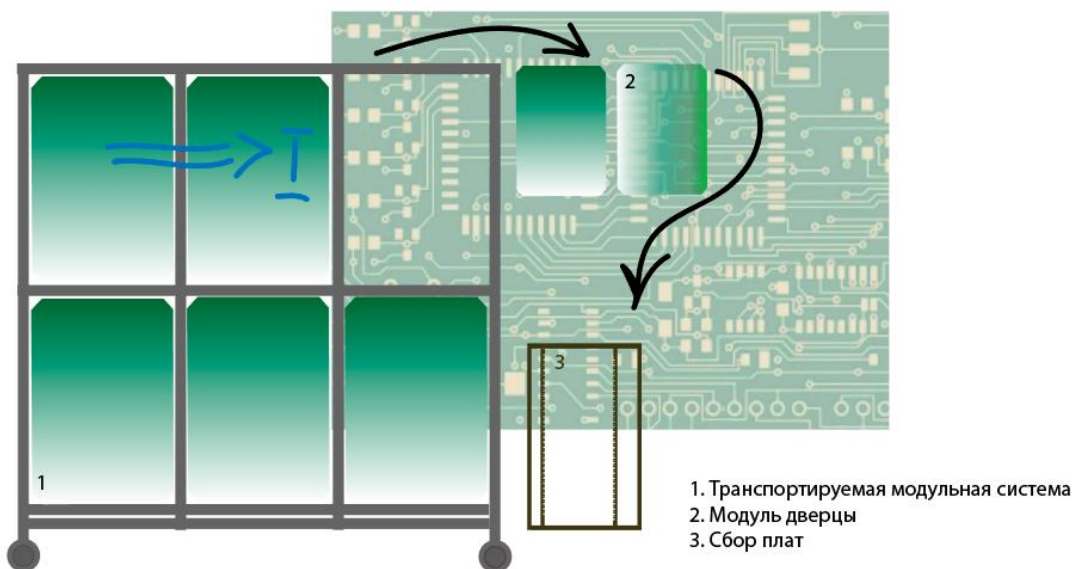


Рис. 7 – Вариант эскизирования

Данный вариант эскизирования является наиболее оптимальным в связи с несколькими определяющими факторами. Во-первых, сбор плат осуществляется в специальный модуль, с помощью которого далее по производственной линейке робот может брать плату и производить дальнейшую работу. Во-вторых, с помощью данной формы доступно поддержание принципа модульности в виде замены неисправного модуля, либо покупки и установки дополнительных модулей. А также данный вариант наиболее легко изготавливаемый, и, как следствие удешевляет конструкцию.

2.3 Модульность

При разработке системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат использовался метод проектирования с использованием модульной сетки, позволяющей определять внешний вид и габариты системы хранения плат, рис.8. [9]

Горизонтальные двойные линии ограничивают толщину профилей с направляющими слайдерами. Расстояние между двойными линиями равняется одному листовому модулю-стенки, сумма трех двойных линий и двух модулей-стенки равна одной дверце, для прохождения дверей при открывании у второй дверцы вычитаем расстояние двух двойных линий.

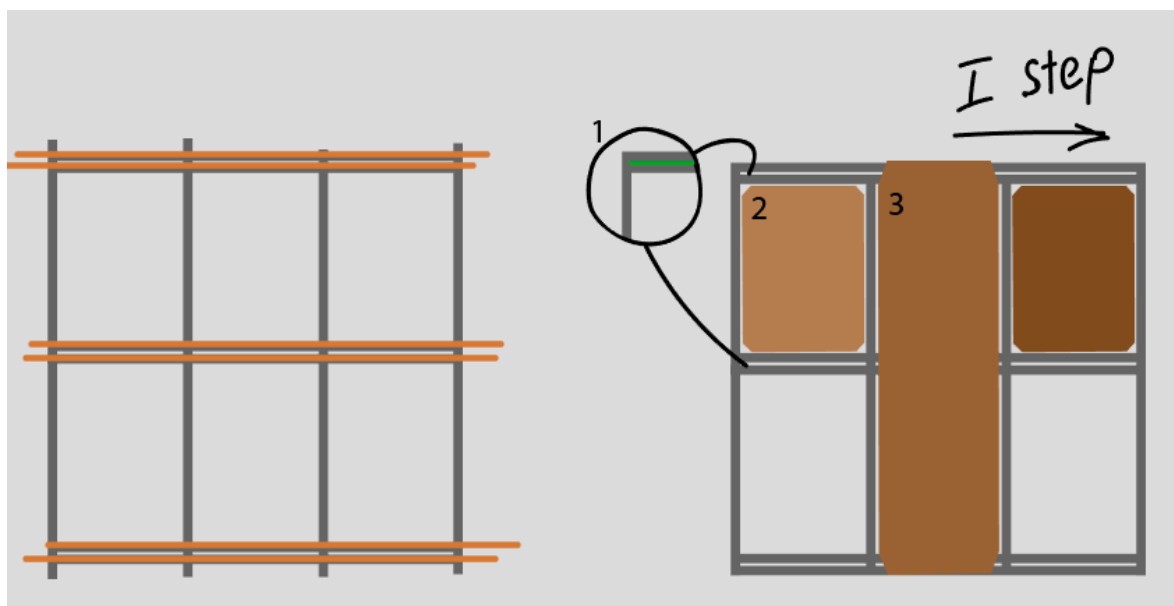


Рис.8 – Модульная сетка

2.4 Композиционный ключ

Композиционный ключ представляет собой плоскостную или объемную композицию, которая характеризует основные принципы проектируемого объекта с помощью средств композиции [19]. С помощью выработанной композиционной сетки создан композиционный ключ, представленный на рис.9.

В процессе проектирования на основании выработанной модульной сетки выведены несколько вариантов стационарного и трансформируемого решения систем внутрицеховой транспортировки и хранения плат [9].

Элемент данной серии имеет прямоугольники с усеченными гранями, позволяющие добиваться разнообразных по конфигурации систем организации производственного помещения, предназначенного для временного хранения печатных плат.

Высота проектируемого стационарного объекта варьируется исходя из высоты имеющегося производственного помещения, а также наличия в нем дополнительного оборудования для извлечения модулей с платами. Высота транспортируемого объекта ограничивается высотой дверного проема, а также выбрана с учетом эргономического использования монтажником – человеком,

занимающимся производством, монтажом и другими работами, связанными с печатными платами.

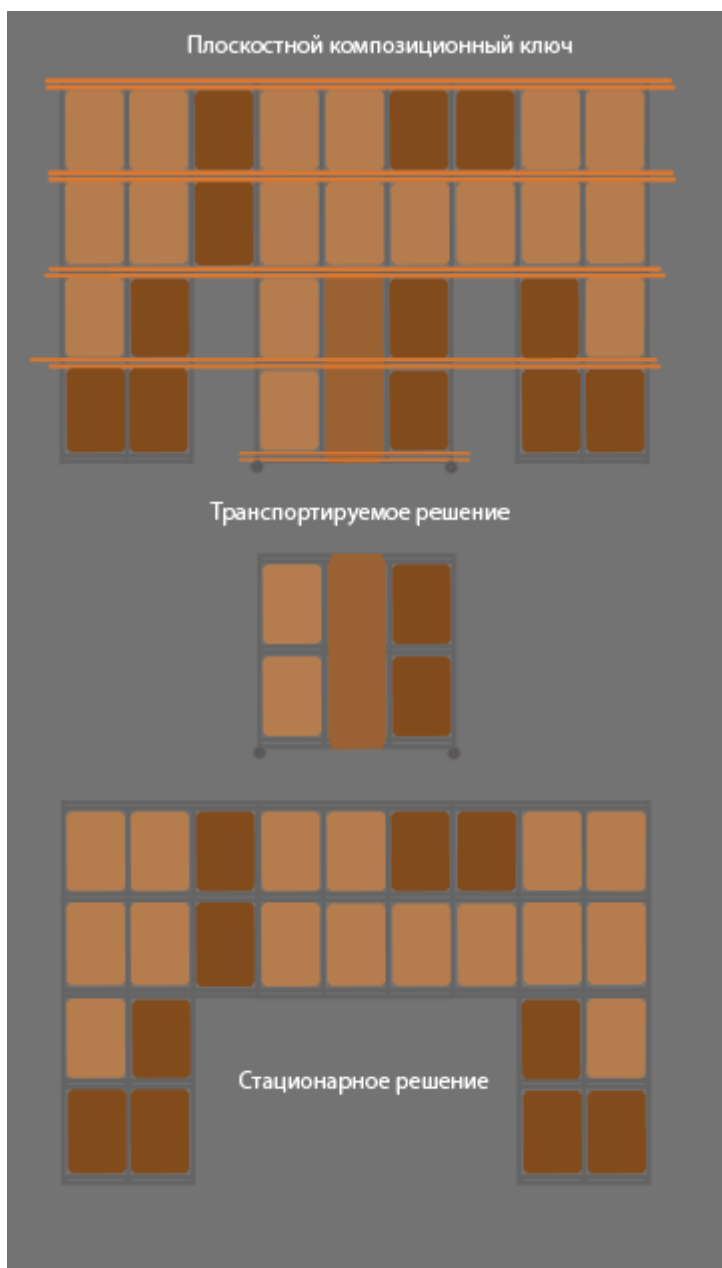


Рис.9 – Плоскостной композиционный ключ

2.5 Метод формообразования

Выбранный метод формообразования [20] называется комбинаторным, является приемом нахождения разнообразных соединений, сочетаний или комбинаций, которые размещены в определенном порядке. Данный метод формообразования применяется с целью выявления наибольшего числа сочетаний ограниченного числа заданных элементов.

При поиске комбинаторного элемента решаются задачи неповторимости композиционных приемов [21], а также эстетическая и декоративная ценность проектируемого объекта. Декоративный элемент является универсальным, т.е. вписывается в любую структуру и является частью композиции. Поиск данного элемента на основе геометрических форм является наиболее продуктивным.

Комбинаторный перебор модульных унифицированных структурных элементов, которые используются в различных сочетаниях, размещениях и перестановках, позволяет преобразовывать конструкции изделий [20]. Модульное проектирование предполагает конструктивную, технологическую и функциональную завершенность [9]. Взаимозаменяемость комбинаторно-модульных элементов, универсальность конструкций ведут к высокой экономичности моделей.

Основой модуля является сборная конструкция, позволяющая оптимально складывать одинакового размера платы таким образом, чтобы они надежно держались, рис.10. Выбор данной конфигурации основан на особенностях организации производства печатных плат [21]. Конструкция рассчитана на автоматизацию процесса.



Рис.10 – Хранение плат

Данная конструкция, хранящая в себе печатные платы, имеет свое место в системе, рис.11. Так, данное место представляет собой короб, состоящий из алюминиевого конструкционного профиля 40*40 см, дно которого из прокатного листового металла с прорезью, обоснованной обеспечением прочностных характеристик. Профиль соединен с помощью кубического соединителя и уголков. Стенки модуля выполнены из антистатического пластика, каждая панель является съемной, что позволяет менять их при случае поломки и рестайлинга помещения.

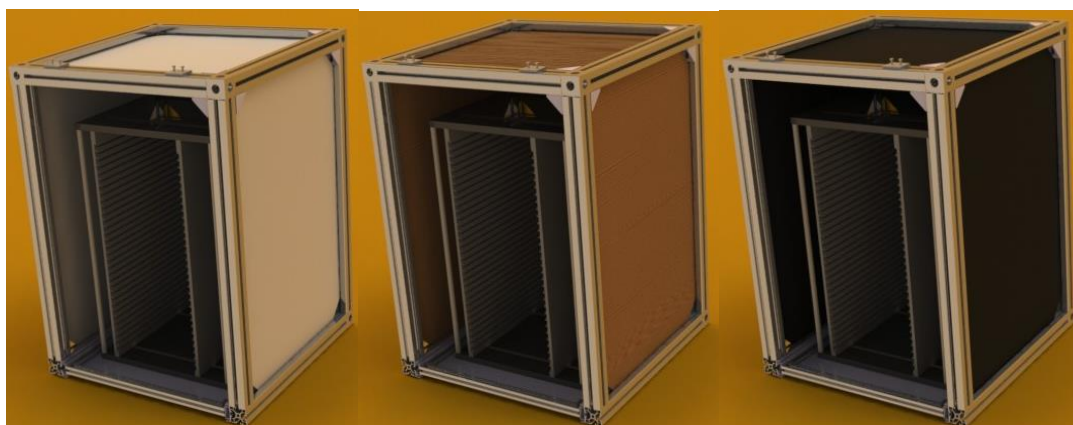


Рис.11 – Модуль

Данный модуль позволяет создавать необходимую организацию производственного помещения, соблюдая необходимые специфические условия пространства, и организуя его наиболее оптимальным размещением систем хранения плат. Каждый модуль может входить в состав как стационарной установки, так и для транспортируемого решения.

2.6 Анализ возможных комбинаций

Благодаря свойствам проектируемого модуля появляется возможность проектирования системы плат, как стационарного, так и транспортируемого решения.

Стационарное решение служит местом хранения партий печатных плат, позволяющее организовать производственное помещение таким образом, чтобы персоналу было удобно ориентироваться, что повышает производительность труда и настроение работника. Вариант стационарного размещения представлен на рис.12.



Рис.12 – Вариант стационарного размещения

Транспортируемое решение служит с целью обеспечения быстрой и безопасной транспортировки партий печатных плат по производственной цепочке. Транспортировка ограничивается внутрицеховой территорией. Вариант транспортируемого решения представлен на рис.13. Данная комбинация проектировалась для выполнения ряда операций одним работником: погрузка, транспортирование, выгрузка. С этим связано наличие одной рабочей стороны.



Рис.13 – Вариант транспортируемого решения

При необходимости обеспечения организации работы таким образом, чтобы операции выполнялись двумя и более работниками, возможен вариант транспортируемого решения, представленный на рис.14.



Рис.14 – Вариант транспортируемого решения для нескольких операторов

Данные примеры сборки демонстрируют лишь несколько возможных вариантов сборки. Благодаря данному модулю и свойствам выбранных элементов, сборка может производиться разнообразных конфигураций, ориентируемых под необходимость конкретного производства.

2.7 Эргономический анализ

Предметом эргономического анализа является изучение системных закономерностей взаимодействия оператора (или операторов) с системой хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат в процессе трудовой деятельности, достижения цели или в процессе профессиональной подготовки к ее выполнению.

Конструкция транспортируемого решения обусловлена с точки зрения эргономики [22]. Габаритные размеры заданы с учетом проходимости в дверной проем и зависит от роста оператора, рис.15. Высота рабочего места для легких работ, включающих работы с более крупными деталями, конторской работой и др. работами, не требующие высокой точности, составляет 700 мм для женщин, 750 для мужчин [23, 24]. В процессе определения габаритных размеров оборудования была учтена зона досягаемости, или то пространство, в пределах которого у оператора имеется возможность выполнять трудовую деятельность без перемещения.

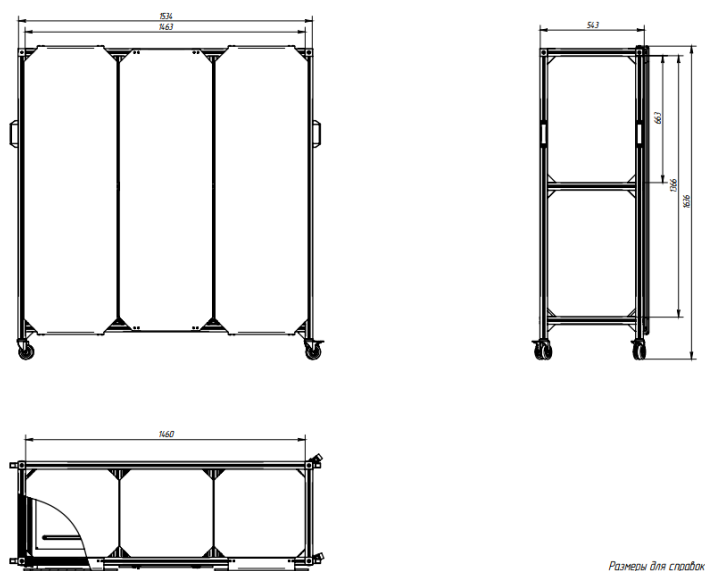


Рис.15 – Габаритные размеры системы хранения

Конструкцией рабочего места оператора должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля, рис.16 [23].

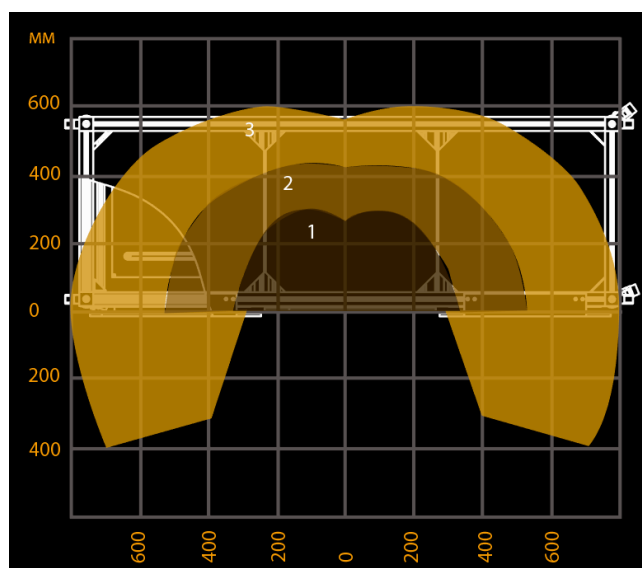


Рис.16 – Зоны досягаемости

Для рабочего на производстве применимы понятия нормальной и максимальной рабочих зон досягаемости. Нормальная рабочая зона досягаемости расположена в зоне воображаемой дуги, которая очерчивается концами пальцев с центром вращения в локтевом суставе (зоны 2 на рис 16,17). Зоны 3 на рис.16 и 17 являются максимальными рабочими зонами досягаемости, которые ограничиваются воображаемой дугой, очерчиваемой концами пальцев вытянутых рук, в данном положении центром вращения

находится в плечевом суставе. Как предметы труда, так и инструменты, находящиеся на рабочем месте необходимо располагать в зонах досягаемости. Данное решение обусловлено исключением лишних наклонов и поворотов, а также других движений физической активности, которые вызывают дополнительные затраты времени и утомление работника. Оптимальная зона досягаемости в горизонтальной плоскости ограничивается воображаемой линией дуги, которая очерчивается концами пальцев руки и движется с центром вращения в локтевом суставе. Значения данной зоны по фронту равняется примерно 1000 мм и в глубину 300 мм. Максимальной зоной досягаемости в горизонтальной плоскости является воображаемая дуга, которая очерчивается концами пальцев вытянутой руки и движется с центром вращения, находящимся в плечевом суставе. Данная зона составляет по фронту примерно 1500 мм и в глубину 500 мм. Пространство, в котором объем ограничен различными возможными траекториями движения рук оператора является зоной досягаемости. Рекомендуемая оптимальная зона ограничивается воображаемыми линиями траектории движения полусогнутых рук, которые осуществляются без наклона корпуса тела и при опущенных плечах. Максимальной зоной является траектории движения вытянутых прямых рук. Также стоит отметить, что зоны досягаемости определяются исходя из антропометрических данных предполагаемых работников. Зоной досягаемости является часть моторного поля на рабочем месте оператора, которая ограничивается дугами, описывающие максимальную длину вытянутых рук при их движении в плечевом суставе. Определенная зона досягаемости на рис.16 определяется для сидячего положения оператора. Зона досягаемости сидя учтена для возможности пользования системой хранения при ее размещения около рабочей зоны (стола) оператора без вставания с места. В зоне 1 располагаются элементы открывания дверей, выкатывания полки и место хвата за систему с платами. Планировка рабочего места необходимо осуществлять с учетом зон досягаемости в положении как сидя, так и стоя, так как рабочее место должно обеспечивать возможность

изменения положения тела оператора в зависимости от индивидуальных предпочтений. При определении рабочих зон по фронтальной плоскости использованы антропометрические данные зон досягаемости среднего человека в России. Также в проекте учтены зоны оптимальной и максимальной досягаемости в вертикальном положении. Зона досягаемости стоя представлена на рис. 17.

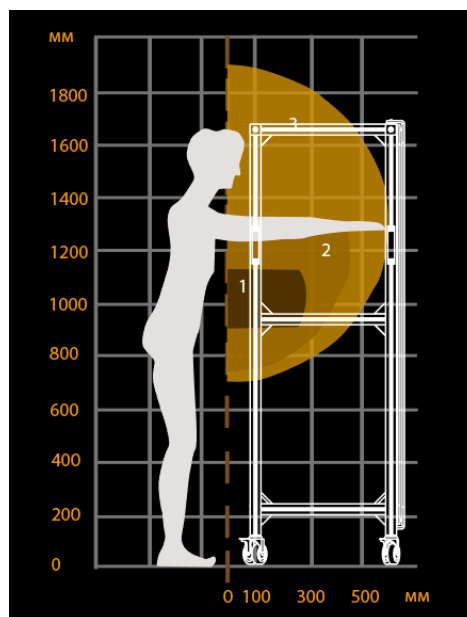


Рис. 17 – Зоны досягаемости стоя

При нахождении рабочей зоны на уровне рук в полусогнутом состоянии, рабочая зона считается оптимальной. При изучении рабочих зон в пространственно-вертикальной структуре рабочего места оператора было выявлено, что в пределах зоны оптимальной досягаемости расположены выдвижные полки и средства для открывания дверей.

В процессе определения габаритных размеров оборудования была учтена зона досягаемости, или то пространство, в пределах которого у оператора имеется возможность выполнять трудовую деятельность без перемещения. Данное пространство составляет не более 1500 мм по фронту и 500 мм в глубину.

Эффективность рабочей деятельности оператора определяется конструкцией рабочего места, учитывая положение – стоя, сидя, а также

расположение всех средств управления и индикации (при их наличии). Рациональное планирование рабочего места предполагает установление эргономичных для выполнения технологических операций зон, и, как следствие, продуманного расположения всего, что необходимо для работы. На поверхности рабочего места выделяют оперативную рабочую зону. Данная площадь находится в зоне хорошей досягаемости оператора. И, в зависимости от распределения приемов и движений, которые выполняются в процессе трудов руками, ногами, приспособления и инструменты располагаются с непосредственной близости к соответствующим органам рабочего или человека-оператора. Трудовая деятельность в зоне хорошей досягаемости должна выполняться с затратами минимального количества энергии рабочего, а то есть без лишних поворотов туловища, наклонов и других движений, которые вызывают дополнительные траты временного ресурса.

Внутренняя планировка рабочего места обеспечивает оперативное пространство, в котором оператор имеет возможность выполнять необходимые трудовые приемы и действия, а также размещать материальные элементы и таким образом формировать рабочие зоны с учетом зон досягаемости при различных позах в трудовой деятельности [23, 24].

Рациональная организация системы хранения включает в себя эргономически обоснованное взаимное расположение органов управления, созданных для передвижения конструкции, рис. 18, а также средств отображения информации, целесообразно размещенные на площади конструкции.

В пространстве рабочего места подразделяют зоны оперативной (или рабочей), а также вспомогательной. Под рабочей зоной понимается участок в трехмерном пространстве, который ограничивается пределами досягаемости рук в вертикальной и горизонтальной плоскостях, при этом с учетом поворота оператора на 180°, а также перемещением в правую и левую стороны на пару шагов. В данной зоне рекомендуется размещать предметы, например, орудия,

необходимые при выполнении трудовой деятельности, которые регулярно используются. Оставшаяся площадь является вспомогательной зоной, где рекомендуется располагать предметы, которые применяются не так часто.

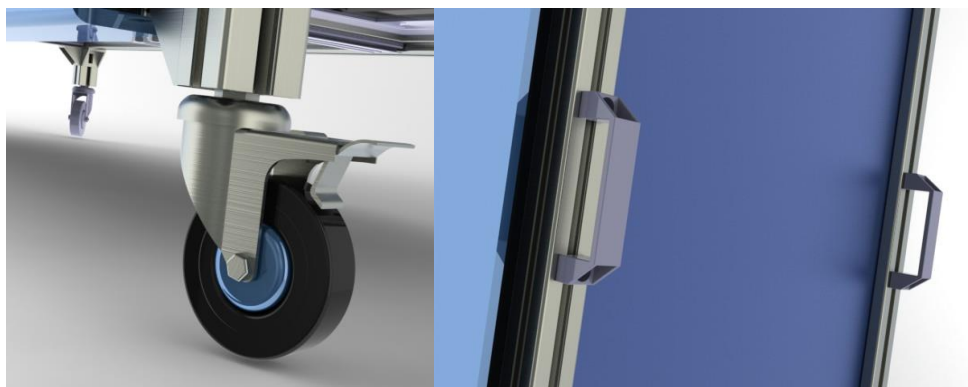


Рис. 18 – Обеспечение передвижения системы

Индикаторные приборы, а также органы управления рекомендуется размещать в пределах оптимальной досягаемости, то есть в пределах рабочих зон рук и ног [24]. Рабочей зоной рук является зона, суммируемая площадью максимальной и нормальной досягаемости, которые находятся дугами радиусом, равным длине редуцированной руки, то есть от плечевого сустава до основания третьего пальца, а также дугой под углом 90° руки в локтевом суставе. Основные, а также часто используемые органы управления рекомендуется располагать в зоне с нормальной досягаемостью, это обосновано мнением, что в данной зоне менее утомительны и наиболее точны движения.

Немаловажным является вес транспортируемого элемента модуля. Таким образом, учтена масса пустого и заполненного модулей. Масса большого модуля составляет 7,5 кг, при полной загрузке масса увеличивается до 10 кг, меньший модуль составляет 3,5 кг в пустом виде и при наполненности 5 кг. Данные массы входят в диапазон рекомендуемых предельных значений массы груза.

Факторы психологии и физиологии оказывают прямое влияние как на нервную, так и физическую утомляемость операторов. Поэтому, при организации трудовой деятельности необходимо учитывать психологию, физиологию оператора, а также его антропометрические особенности, такие,

как размеры и массы тела и отдельных его частей, длину конечностей и т.п. Это необходимо для лучшего сочетания свойств человека, техники и производственной среды в рамках системы человек-машина-среда, которая изучается эргономикой.

Основными требованиями антропометрии являются рациональной размещение органов управления и передвижения системы, рациональная рабочая зона в пределах досягаемости и с учетом эргономичности рабочих поз.

2.8 Цвет в производственном помещении

Немаловажным является рациональное окрашивание, как производственных помещений, так и оборудования, поскольку продуманное решение цвета в интерьере может повысить производительность труда на 15-20%, а также значительно улучшить производственную обстановку [25].

При решении цветового варианта технологического оборудования должны учитываться законы последовательного и одновременного контрастов, а также особенности воздействия цветов при их восприятии.

Цвет в интерьере играет оттенками в зависимости от особенностей светового климата района, в пределах которого размещается производственные помещения, также играет роль световых проемов (окон, фонарей) в помещении и характер технологического процесса и освещения. Данные условия позволяют определить основной цветовой тон в интерьере [26].

Рекомендуется холодные тона применять в помещениях при их расположении в южных районах или с южной ориентацией. В помещении северных районов, центральных районов страны или помещений с северной ориентацией, а также в неотапливаемых помещениях в качестве основного рекомендуется делать теплый тон.

Основной цвет служит для окрашивания внутренних поверхностей помещения, таких, как стены, пол, колонны или для окрашивания технологического оборудования. В качестве дополнительных цветов рекомендуется выбрать 2-3 оттенка, подчеркивающих основной цвет.

В производственных помещениях нового типа, благодаря особенностям освещения, исключается тенеобразование. В данном случае рекомендуется при решении цветовой схемы интерьера применять контрастные соотношения. При нежелательном выделении элементов интерьера возможно применение одного цвета.

При использовании цвета появляется возможность иллюзорно вносить коррективы в пространство производственного помещения. Отступающие, малоинтенсивные и светлые цвета зрительно увеличивают внутреннее пространства, в то время, как темные и насыщенные цвета наоборот – уменьшают. При окрашивании цветом необходимо учесть тот факт, что цвет имеет особенность терять свою интенсивность при окраске больших площадей. При больших площадях помещения допустима окраска станков и оборудования группами от 2 до 3 гармоничных цветов.

Окрашивание перекрытий, ферм, оконных переплетов или фрагм производится исходя из зависимости влияния цвета на освещенность производственного помещения. Достичь необходимой освещенности возможно только интенсивностью источников света и совмещением его с окраской. Исходя из этого, в большинстве случаев все вышеперечисленные элементы интерьера окрашиваются в белый цвет. Белая поверхность поглощает 20% падающего света, отражение достигает 80%. Применение других цветов является менее рациональным. В качестве примера может послужить серый цвет, степень отражения которого достигает 35%, или коричневый, синий – лишь 11%.

Для оператора, работающего в производственном помещении важно, в какие цвета окрашены такие элементы интерьера, как сены, панели, колонны. В настоящее время считается устарелым мнение о том, что станки и стены производственных помещений необходимо окрашивать в темные или серые оттенки цвета. Стены цеховых помещений выше панелей рекомендуется окрашивать в белоснежный цвет, а панели, находящиеся на уровне 2,5-3 м от уровня пола – в светло-зеленый цвет, что связано с влиянием цвета на

человека. Стена светло-зеленого цвета, которая не дает блика не способна вызывать переутомления в глазах работника. В цехах, где производственные условия требуют большого количества света, панели стен, а также колонны рекомендуют окрашивать в светло-желтый цвет [25, 26].

Для эстетически обоснованного цветового решения необходимо обеспечение окрашенного оборудования таким образом, чтобы оно сочеталось с общим интерьером помещения. Так, необходимо обеспечить контраст между цветом обрабатываемой детали и колером поверхности, на которую она проектируется.

На оборудовании также должны обладать высокой контрастностью все рычаги и кнопки.

Особо важное значение при выборе цвета на рабочем месте на предприятиях, где важна высокая точность производства (в том числе на производстве электронных компонентов). При проектировании места, способном повышать производительность труда, необходимо высококачественное как местное, так и общее освещение, оптимальный подбор яркостей и цветов плоскостей, которые попадают в поле зрения рабочего, и все это с учетом яркости и цвета обрабатываемой детали.

Для повышения техники безопасности труда на производстве применяется предупредительная окраска. При этом количество цветов должно быть минимальным, а их количество хорошо известно и четко определено.

В качестве предупредительных цветов может служить красный, оранжевый, зеленый и желтый.

Символикой красного цвета является «огонь», «стоп», «запрещено», поэтому он применим для противопожарного оборудования, тормозных устройств или рычаги немедленной остановки механизмов, и т.д.

Оранжевый цвет означает опасность, в данный цвет окрашиваются движущиеся части оборудования, внутренние поверхности или открытые приспособления машин. Данный цвет предупреждает об опасности

отравления и радиоактивного воздействия или травмирования электрическим током.

Материалы и части, которые могут упасть, или о которые можно получить травму окрашивают в желтый цвет. Такими элементами могут быть краны, блоки и кабины кранов, которые двигают наземное оборудование, монорельсы, тележки-электрокары, первые и последние ступени затемненных лестниц или ограничители движения. С целью увеличения степени заметности применяется желтая окраска в сочетании с черными полосами.

Со словами «первая помощь», «путь свободен» обычно ассоциируют зеленый цвет, в который окрашивают указатели безопасного и кратчайшего выхода из помещения, выходные двери и двери пунктов первой медицинской помощи, а также аптечные шкафчики и места нахождения санитарных носилок.

Для нанесения на полу разграничивающих линий и для окраски темных углов применяется белый цвет, так как он дает хорошую контрастность на фоне темных пятен.

Углы цеховых помещений, а также участок вокруг пола рекомендуется окрашивать в светлые тона, так как в таких условиях легче поддерживать чистоту. К данным участкам для окрашивания светлыми тонами можно также отнести урны и те участки, находящиеся вокруг нее.

При выборе цветовых вариантов ориентация шла на обеспечение контрастности на фоне темных и светлых производственных помещениях, а также с добавлением второстепенных цветов для увеличения контрастности с целью выделения главных и доминирующих элементов конструкции, а также для понятного пользования. Выбранные колористические решения представлены на рис.19.



Рис.19 – Колористические решения систем хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат

2.9 Цветофактурное решение материалов

При оформлении оборудования, использование которого связано с производственными условиями, необходимо выбирать фактурные решения, которые не будут нарушать санитарные условия и правила безопасности [23].

Ввиду особенностей производства электронных компонентов предпочтение стоит отдавать антистатическим материалам [4]. С этим фактом связано ограничение по материалам. Так, дверцы и кожухи защитные двух типов выполнены в ПВХ пластике толщиной 3-8 мм, так как это самые контактируемые с оператором части конструкции.

Возможности фактурного использования в элементах дверцей представлено на рис.20.



Рис. 20 – Цветофактурные решения дверей

Любое покрытие, находящиеся в условиях промышленности необходимо предохранять от воздействия статического электричества. В конструкции системы хранения каркас выполнен из алюминиевых профилей, поэтому для защиты от возникновения электрических разрядов необходимо использования специальных покрытий, одним из которых является покрытие антистатической краской.

Статическим электричеством называется электрический потенциал, который создается свободными частицами на поверхности материи. Его особенностью является скапливание до больших величин [27]. Опасность предоставляет ситуация, когда происходит мгновенный электрический заряд, и возникает искрение.

Таким образом, статическое электричество является источником опасности, поэтому защита от него является обязательным условием при производстве электронных компонентов.

Преимуществом лакокрасочных покрытий является умение не накапливать пыль и грязь, в связи с чем облегчается уборка помещений [28]. Данная способность не накапливать пыль и грязь сохраняется в течение всего периода эксплуатации обработанной поверхности.

Еще одной отличительной способностью лакокрасочных покрытий является гигиеничность, и как следствие высокая экологическая безопасность. Такие качества привлекательны при производстве печатных плат.

Для защиты поверхностей существуют антистатические краски и лаки, причем их составы могут быть однокомпонентными и многокомпонентными.

Последние представляют собой материалы, компоненты которых смешивают непосредственно перед использованием.

Краски и лаки могут отличаться по степеням прозрачности и цветовым тонам.

Выпуск краски осуществляется в виде порока, так как порошковыми составами появляется возможность обработки бетонных, деревянных и металлических поверхностей. В особенности порошковые составы используются при покрытии металлических поверхностей. Причем в данном случае краска имеет свойство предохранять от коррозионных процессов.

Антистатические краски могут иметь дополнительные антистатические добавки, принцип которых заключается в выравнивании потенциалов на покрытии в воздухе, в результате чего накопившиеся заряды «стекают».

2.10 Критерии

Исходя из выбранных материалов, форм, анализа проекта появляется возможность сравнения системы хранения плат с рассмотренными аналогами, а также с существующими системами. Сравнение представлено в прил.1.

Исходя из представленной таблицы, можно сделать вывод о преимуществах разрабатываемой конструкции перед другими аналогами.

Особенными преимуществами является наличие возможности сборки конструкции, в состав которой войдут как зоны полукрытого хранения, так и зон для влагочувствительных плат.

Также системы выполнены из экологических материалов, которые также безопасны в использовании в условиях промышленности. А благодаря антистатическому покрытию, обеспечивается защита от статического электричества и загрязнений.

Недостатком может послужить длительность сборки данной конструкции, но это оправдано при долговременном использовании, ведь в перспективе есть возможность взаимозаменяемости отдельных компонентов по причине поломки, либо возможность расширения конструкции за счет покупки новых модулей.

3. Разработка художественно-конструкторского решения

3.1 Трехмерное моделирование

Этап трехмерного моделирования выполнялся за этапом разработки общей формы с помощью композиционного ключа, рис.21 [29]. Модель объекта выполнялась с помощью программы SolidWorks, ведь данная программа имеет предназначение для промышленного моделирования, отличительной особенностью которой является высокая точность [30].

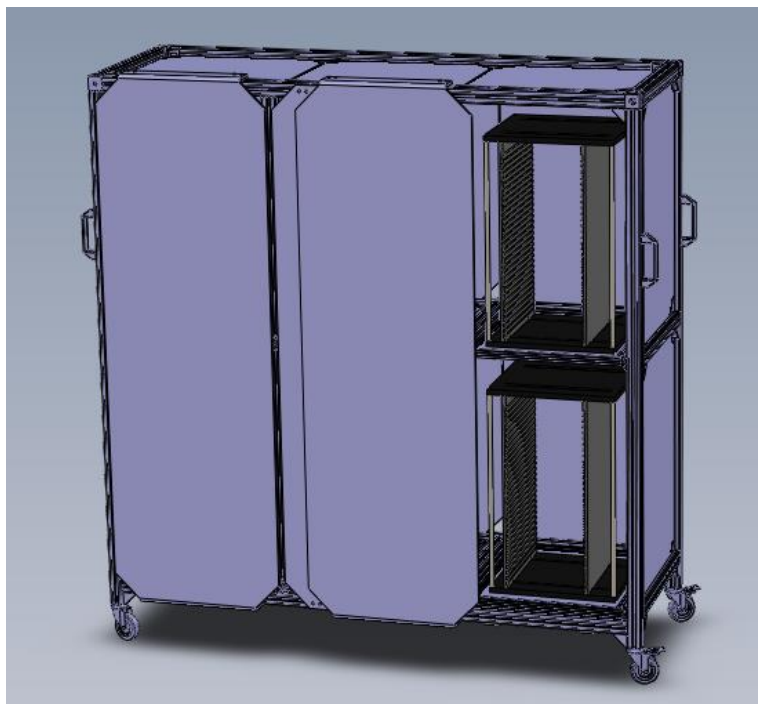


Рис. 21 – Трехмерная модель системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат

SolidWorks является программным комплексом САПР, предназначенным для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской подготовки и технологической подготовки [30]. SolidWorks обеспечивает разработку изделий любых степеней сложности и назначения. С помощью данной программы решаются такие задачи, как подготовка конструкторского, технологического производства и управление данными и процессами.

Основным методом проектирования является метод твердотельного моделирования. Данный вид моделирования является единственным средством, обеспечивающее однозначное описание геометрической формы.

Неоспоримым преимуществом твердотельного моделирования является полное определение формы объема, возможность разграничения внешней и внутренней полости объекта, что необходимо для нежелательных влияний компонентов. Особенно это было важно при сборке отдельных элементов, а также при расчете толщины дверок, рис.22.

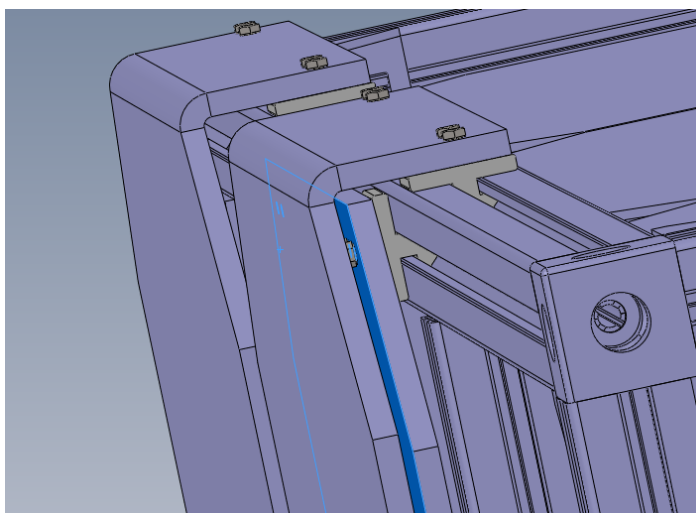


Рис. 22 – Взаимодействие объектов при твердотельном моделировании форм

Так как проектируемая система хранения является сложной сборочной единицей, автоматизированное построение трехмерных разрезов компонентов позволяет облегчить процесс моделирования, рис.23.



Рис. 23 – Автоматизирование построения трехмерных разрезов при твердотельном моделировании

При моделировании и сборки системы хранения плат применялся перспективный метод анализа с автоматическим вычислением объемных и весовых характеристик, рис. 24.

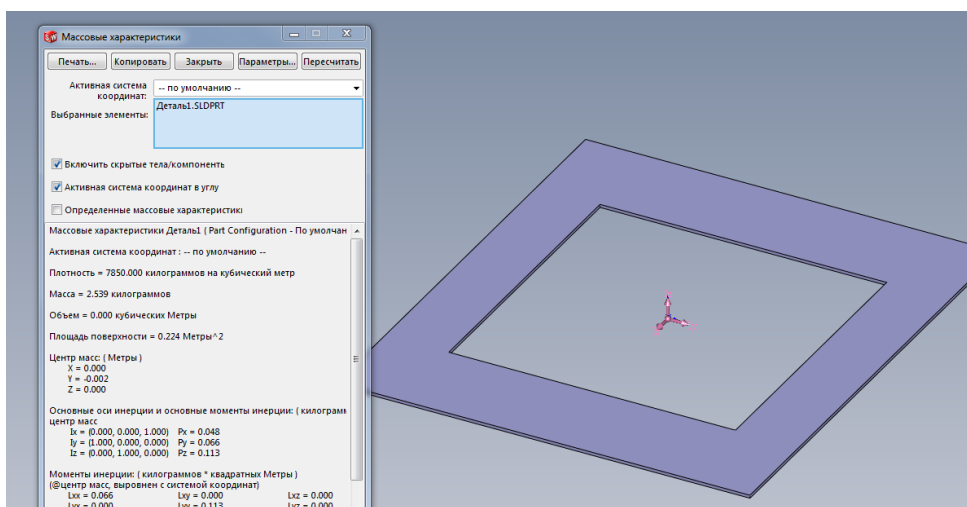


Рис. 24 – Метод анализа с автоматическим вычислением объемных и весовых характеристик.

В SolidWorks есть возможность вычисления таких свойств, как масса, объем и плотность тела на основании геометрии модели и ее материалности. В данном примере рассчитаны весовые характеристики листовой полки под держатель плат.

Также при моделировании производились расчеты напряжений, рис.25.

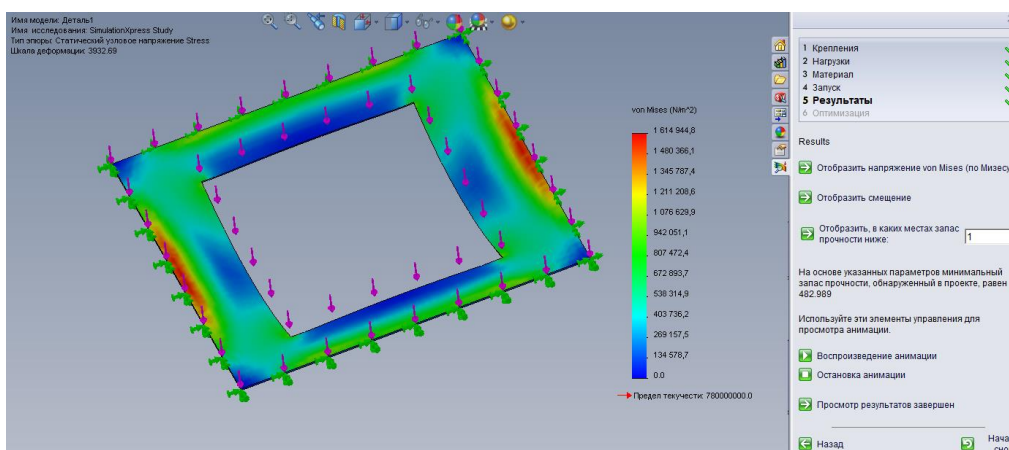


Рис. 25 – Расчет напряжений

Производились расчеты напряжений, рис.25. В данном примере рассчитано напряжение полки под держатель плат с весом наполненного модуля – 10 кг, что является максимальным весом нагрузки. Для расчета в

данной программе необходимо наличие детали с заданным материалом, а также условиями об испытании.

Результаты расчета выполняются быстро, а цвета на полученном изображении демонстрируют распространение напряженности детали. Анализ произведен в статичном состоянии детали. Инструмент симуляции позволяет экономить время при проектировании, что дает новые возможности автоматизации процесса. При проектировании использовались возможности процедур генерации траектории движения инструмента, рис. 26.

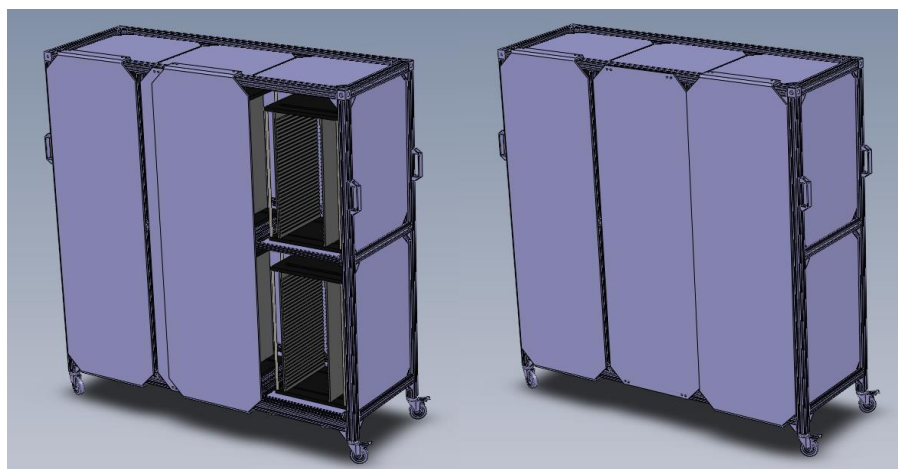


Рис.26 – Траектория движения дверок

После точного построения трехмерные модели были экспортируемы в программу 3DsMax с целью повышения фотореалистичности и привлекательности полученного изображения [31]. А также настроены максимально приближенные материалы к реальным их свойствам и настроено освещение с мягкой тенью.

Полученные изображение прошли процесс обработки с помощью программы Adobe Photoshop, где убираются неточности рендера, регулируется контрастность и насыщенность, а также добавляется резкость.

Вся конструкторская документация разработана с помощью программы SolidWorks, так как данная программа позволяет создавать высокоточные чертежи и конструкторские сборки, рис.27.

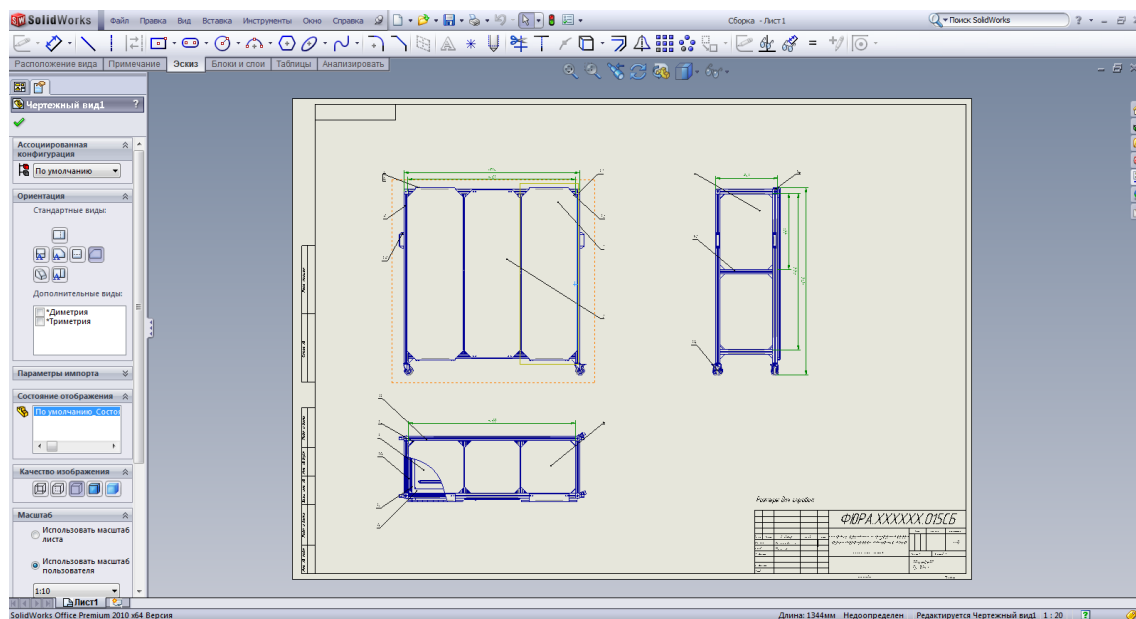


Рис. 27 – Рабочая среда сборочных чертежей SolidWorks

Чертежи выполнены на основе заранее смоделированной модели системы хранения, что значительно сэкономило время на создание конструкторской документации [32]. Добавлены все необходимые размеры и примечания.

Вся конструкторская документация представлена в приложениях 2-9.

3.2 Стандартные изделия и способы их обработки

Вся конструкторская документация представлена в приложениях 2-9.

Основа конструкции состоит из алюминиевого профиля 40*40 с пазом 8 мм. Максимальная длина профиля составляет 5040 мм, весом 1,3 кг, рис.28.

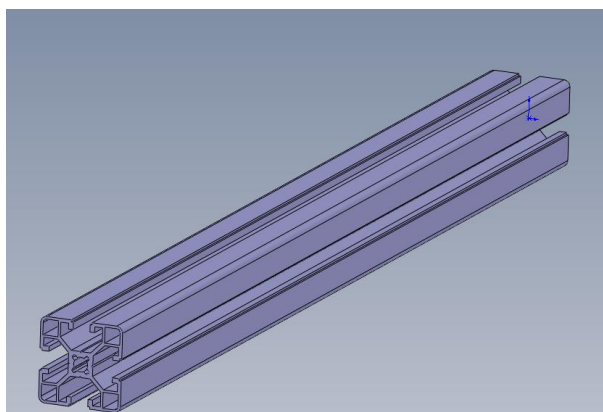


Рис.28 – Алюминиевый конструкционный профиль серии 40*40

Конструкция, в основе которой лежит сборка из алюминиевых профилей со сложным сечением обладает возможностью быстрой сборки и разборки при мероприятиях модернизации или перестановки оборудования на

другое место. Соединения, которые обеспечивают профили и проводимые без сварки, не уступают по прочностным характеристикам сварным узлам. В сочетании маленького веса и отличных прочностных характеристиках, а также благодаря использованию в производстве прочных деформируемых сплавов на основе алюминия и сложной конфигурации поперечного сечения. Использование алюминиевого профиля позволяет нести минимальные финансовые затраты и трудовые затраты. Также позволяют исполнению сделать оперативном при конструкции любой сложности.

Алюминиевый конструкционный профиль нарезается длиной 1476 мм в составе 4 штук, 460 мм и 1460 мм.

Алюминиевые профили существуют как без покрытий, так и с окрашенными порошковыми составами или анодированные [33].

Анодирование поверхности конструкционного алюминиевого профиля производится с целью устранения механических повреждений с поверхности профиля, которые были получены в результате прессования, рис.29. Преимуществом анодирования поверхности профиля является возможность получения необходимой толщины защитного покрытия профиля. Хорошие декоративные качества материала сочетаются с защитными свойствами материала.

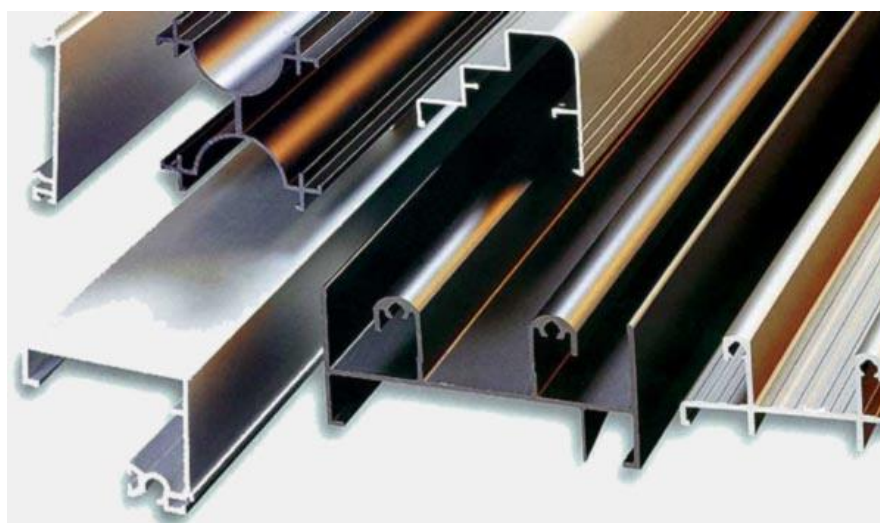


Рис.29 – Анодирование алюминиевого профиля

Декоративное анодирование осуществляется как с предварительной механической обработкой, так и без ее участия. Данный факт зависит от требуемых качественных характеристик к алюминиевому профилю.

Основная функция декоративного анодирования заключается в придании алюминиевому профилю необходимого оттенка. Различают такие оттенки, как матовое серебро, светлое и темное золото, жемчуг, и другие.

Помимо анодирования, алюминиевый профиль может подвергаться порошковой окраске, рис.30.

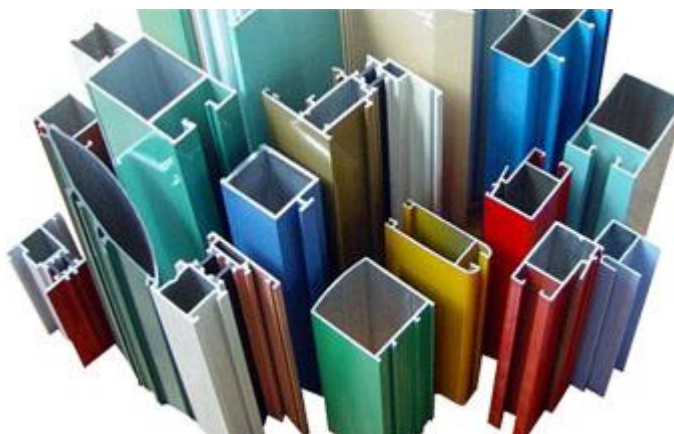


Рис.30 – Порошковое окрашивание алюминиевого профиля

Окраска алюминиевого профиля с помощью порошковой окраски является достаточно сложным с технологической точки зрения процесс, состоящий из нескольких этапов. Лишь соблюдение параметров, которые рекомендуются производителем гарантирует долговечность и устойчивость окрашенного покрытия.

Любая поверхность перед покраской подвергается предварительной обработке, материалы тщательно просушиваются и наносится на поверхность порошковая краска. Таким образом, производится полный цикл гелеобразования краски в специальной камере, а процесс завершается при окончании формирования высококачественного покрытия.

Порошковое окрашивание является процессом покрытия поверхности порошковым материалом, который состоит из полимерных смол с содержащими в себе разнообразных добавок и красящих пигментов,

измельченные в частицы со средним диаметром, равным от 25 до 90 микрон [36].

Преимуществом данного типа окрашивания является тот факт, что порошковое окрашивание применяется с почти нулевым вредным воздействием на окружающую среду. Связано это с тем, что процесс нанесения является термическим и механическим, таким образом он не образует вредных стоков и выделений, а также этот метод относительно дешевый.

Лицевыми поверхностями профиля, видимыми и имеющими значение являются те поверхности профилей, которые видно с любой стороны в установленном состоянии. Качество и эстетический вид данных сторон профилей должны соответствовать техническим требованиям, относящимся к порошковым покрытиям. Показателями качества являются: заданная и минимальная толщина покрытия, блеск, результативность физических и химических испытаний. Типы поверхностей алюминиевых профилей представлены на рис.31.

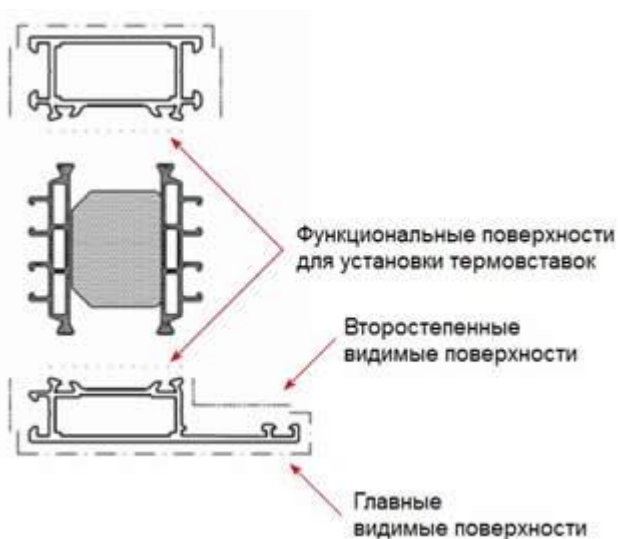


Рис.31 – Типы поверхностей алюминиевых профилей

Таким образом, по рисунку понятно, что помимо главных, важное значение имеют второстепенные лицевые поверхности профилей, так как они становятся видимыми при взгляде на внутреннюю поверхность системы

хранения плат. В данном случае устанавливаются требования по достижению минимальной толщины покрытия.

Невидимыми являются поверхности профилей, которые не обнаружены в установленной конструкции при фронтальном осмотре. Отсюда вытекает пониженная требовательность к сторонам профилей.

Химическая подготовка поверхности профиля под открытие осуществляется путем окунания профиля в последовательность ванн с разнообразными химическими растворами. Осуществляются такие процессы, как: обезжиривание поверхности алюминиевого конструкционного профиля, щелочное травление, при котором удаляется тонкий слой естественного оксида алюминия, а также осветление и хроматация. После всего вышеперечисленного следуют промывка и сушка.

Порошковая окраска алюминиевого профиля производится по цветам из каталога RAL, рис. 32.



Рис. 32 – Каталог RAL

Каталог RAL является немецким цветовым стандартом лакокрасочной продукции, разделившим цветовое пространство на диапазоны, при этом установивший каждый цвет цифровым индексом [36].

Все профили объединяются между собой с помощью трехстороннего кубического соединителя (к профилям серии 40), ширина паза которого равняется 8 мм, рис.33. Материалом данной детали является литой под давлением алюминий. Деталь также поддается порошковой окраске.

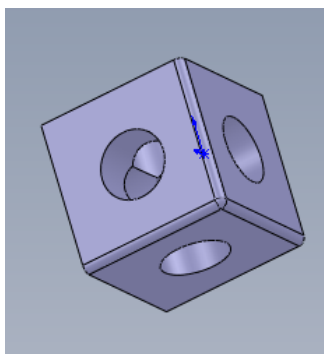


Рис.33 – Трехсторонний кубический соединитель к профилям серии 40

Также в данном проекте учтено наличие углового соединителя, позволяющего обеспечить надежность конструкции и повысить ее выносливость.

Для обеспечения хода дверных поверхностей подобран слайдер пластиковый 40 мм с пазом 8 мм серии 30.

3.3 Создание видеоролика

С целью демонстрации всех преимуществ системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат был разработан видеоролик. Задачами являлась демонстрация взаимодействия оператора как с транспортируемым, так и со стационарным решением, а также демонстрация обеспечения эргономичности систем.

Начало создания ролика связано с разработкой раскадровки. Раскадровкой является процесс выявления последовательности ряда рисунков, которые предназначены для помощи в процессе нахождения предварительных вариантов кадров. Раскадровка помогает визуально продемонстрировать видение режиссера.

Преимуществами раскадровки являются возможность вносить изменения в проект еще до того, как начнется его реализация, а также возможность производить тщательное планирование. Но, раскадровка является частично ограничением творческой свободы на съемочной площадке, а также существует риск технической невозможности реализации идеи, представленные в раскадровке.

Основными характеристиками раскадровки являются визуальное повествование, а также объединение истории и времени в нескольких ключевых кадрах. Необходимо определение технических параметров, такие, как: параметры камеры и света, декорации, движение персонажей (при их наличии) [38].

Раскадровка может быть выполнена как от руки, так и в электронном виде.

После подготовки раскадровки производится анимирование системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат в программе 3DsMax , а также отдельных выбранных элементов по законам и принципам анимации. С целью экономии времени и для возможности производить расчеты частями, процесс присчитывания анимации пал на экспорт в последовательные изображения. В последствии данная последовательность кадров объединяется, на них накладываются эффекты и монтируются с помощью программ Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Adobe After Effects, Adobe Premiere.

После создания ряда изображений, они импортируются в программу After Effects, где удобно редактировать динамические изображения и видео, а также заниматься компоновкой. С помощью данной программы появляется возможность производить цветокоррекцию и пост-продакшн, комментирование титрами и ряду других задач, которые требуются при создании цифровых видеоэффектов. При наложении и корректировки аудиоряда была использована программа видеомонтажа – Adobe Premiere, где удобно работать как с видео, так и аудио.

По итогу проделанной работы создан видеоролик, благодаря анимации которого продемонстрированы процессы работы с системой хранения и внутрицеховой транспортировкой печатных плат.

3.4 Макетирование

Макетированием является форма проектно-исследовательского моделирования в объемных изображениях [39]. С помощью макета до зрителя

доносится информация об объемно-пространственной структуре, размерах и пропорциях, а также характере поверхности, особенностях пластики и цветофактурных решениях.

Макет позволяет определить недостатки оперативного эскизирования, в котором трудно избежать графические условности [40,41]. С помощью фотопередачи макета обеспечиваются достоверные сведения об проектируемом объекте, что также позволяет проводить графическую обработку макета.

Помимо всех перечисленных преимуществ, макет упрощает работу участникам коллектива, работающим над проектом (эргономистам, материаловедом, технологом и т.д.).

По виду создаваемый макет является демонстрационным. Демонстрационные макеты изготавливаются на основании данных, которые получены в процессе поискового моделирования, а также по чертежам и на заключительном этапе художественного конструирования.

Демонстрационный макет служит эталоном эстетических свойств изделия и образцом серийного воспроизведения, ведь любая техническая документация, такая как чертежи, стандарты и технические условия не обеспечивают полного воспроизведения потребительских свойств, при всей прописанной детальности.

Исключительно при сочетании технической документации и демонстрационного макета получается вести технологическую разработку в направлении обеспечения эстетических свойств изделия, которые предусмотрены художественно-конструкторским проектом.

Для создания макета выбран ПВХ пластик и МДФ.

ПВХ является материалом, который продается толщиной 3 и 6 мм, что подходит при создании макета в масштабе 1:5. При выполнении макета были задействованы высококачественные станки ЧПУ.

Элементы макета реализованы на фрезерном станке ЧПУ посредством обработки пластика ПВХ.

ПВХ пластик листовой, или поливинилхлорид существует двух типов, причем вспененный является основным материалов при изготовлении макетов, выпускается с толщиной от 1 до 10 мм. Выбор пал на данный материал в связи с тем, что он хорошо обрабатывается и режется, а также устойчив к большинству агрессивных жидкостей, его легко мыть. Материал имеет гладкую и немного матовую поверхность, на которую хорошо ложится и приклеивается самоклеющаяся пленка.

Также материал является гигроскопичным, данный факт исключает его коробление и набухание. Это обеспечивает долговечность созданного макета.

Из преимуществ выбранного материала для макетирования – это его экологичность, что позволяет работать с материалом и в домашних условиях.

ПВХ является представителем трудновоспламеняющихся пластиков, что является причиной его широкого распространения, в том числе в макетировании.

Недостатком ПВХ является слишком мягкая поверхность, на которой отпечатываются вмятины, которые не выпрямляются со временем. Лицевую часть материала необходимо беречь от механических повреждений. Также недостатком материала является способность материала наэлектризовываться при механической обработке, что создает трудности при уборке рабочего места.

Вспененный ПВХ располагается между листами сплошного ПВХ. Торцы листа материала имеют ячеистую и пористую структуру, что затрудняет покраску видимых торцов на готовом макете.

Для ускорения процесса создания демонстрационного макета используют лазерный край ПВХ. При данном виде работы также уменьшается количество трудоёмкого ручного труда, сводя всю работу к сборке готовых выкроенных элементов.

При лазерной резке все торцы вырезанных деталей имеют пыльный налет подгоревшего материала, который усложняет последующую склейку

деталей и их покраску. Поэтому поверхность ПВХ после обработки лазером необходимо дополнительно обработать для дальнейшего использования.

Каждый объект проектируемого макета вырезался по размерам в соответствии с масштабом 1:5. В дальнейшем производилась склейка деталей между собой с помощью клея «Момент кристалл прозрачный», так как он способен склеить ПВХ, прочно держать детали друг с другом и не распадаться. Также клей обладает прозрачным цветом, как в жидком, так и в застывшем состоянии, что аккуратно смотрится при сборке готового макета. Клей обеспечивает высокую степень сцепления деталей благодаря кристаллизации шва.

МДФ является древесноволокнистым листовым материалом, который имеет среднюю плотность. Плиты производятся процессом прессования мелкодисперсной древесины стружки под действием высокой температуры и давления. Связующий компонент входит в состав древесины – это древесный клей или смола, называемая лингином, является природным веществом. Вещество выделяется при нагревании и хорошо склеивает волокна, из которых состоит древесина.

МДФ является экологическим материалом, он экологически безопасный, а также в процессе эксплуатации не выделяет никаких запахов.

Материал прочный, что позволяет проектировать широкие элементы без опаски провисания, а также дает возможности изготовления гнутых элементов. Также, МДФ выдерживает перепады температур и повышенную влажность.

При макетировании его удобно использовать исходя из относительно низкой стоимости.

Сам процесс изготовления макета состоит из нескольких этапов, это: разработка, изготовление деталей, окрашивание деталей, изготовление основания макета, сборка и завершение.

Разработка является важнейшим этапом в создании макета и занимает до 50% общего времени. Работа производится на основании заранее

подготовленных материалах, по которым создаются чертежи будущих деталей. На этапе проектирования создается комплект деталей, учитывая особенности каждого материала, их толщины, а также необходимо продумать весь процесс сборки, создать выкройки деталей таким образом, чтобы при сборке они подошли друг к другу.

Затем следует процесс изготовления деталей. На данном этапе по выкройкам, которые созданы на этапе разработки, изготавливаются в необходимом количестве детали макета, рис. 34. Для данного этапа используются субстративные технологии (фрезеровка, раскройка), что позволяет создавать детали с максимально чистыми поверхностями и срезами. Особенности оборудования позволяет изготавливать детали малых размеров с максимальной проработкой и отображением реалистичных строительных текстур.

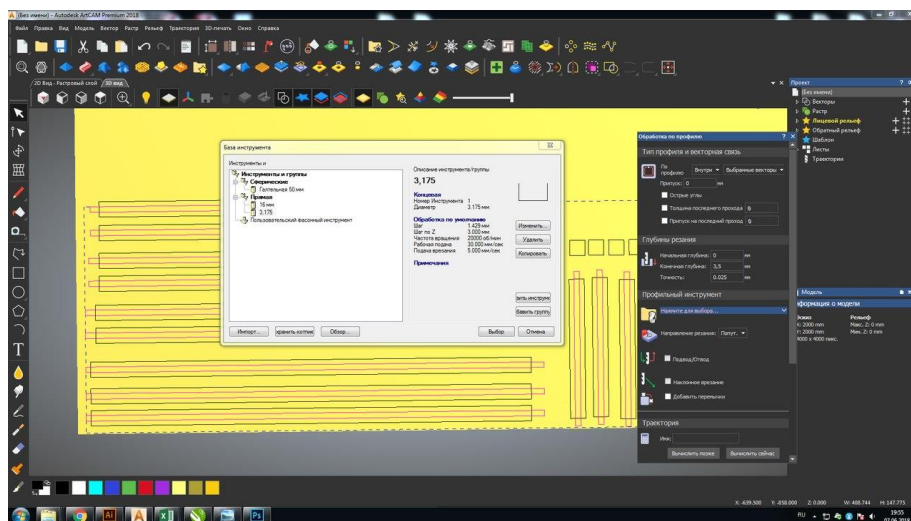


Рис. 34 – Этап проработки деталей в программе Autodesk ArtCAM

С помощью фрезерования вырезаются подготовленные детали, представленные на рис.35. Фрезерная обработка является механической обработкой резанием плоскостей, пазов, лысок, при которой фреза, являющаяся резательным инструментом, совершает вращательное движение (со скоростью V), а обрабатываемая заготовка – поступательные (со скоростью подачи S).

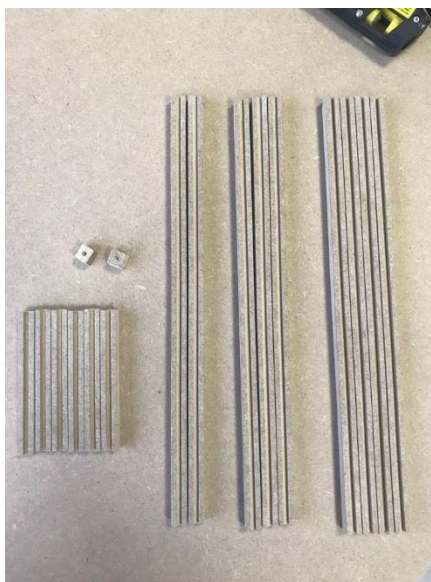


Рис. 35 – Подготовка деталей из МДФ

В настоящее время в производстве для фрезерования используются станки с ЧПУ (числовыми программными управлениями), благодаря чему фрезерные работы производятся в автоматическом режиме, рис. 36.



Рис. 36 – ЧПУ станок

Изготовленные детали окрашиваются в необходимые цвета. Краски позволяют при необходимости изгибать окрашенные детали.

Из МДФ выполнен сам каркас макета для поддержания прочности. Остальные элементы, а именно: дверцы, кожухи защитные выполнены из ПВХ пластика. Вырезка производилась также на станке ЧПУ. Детали представлены на рис. 37.

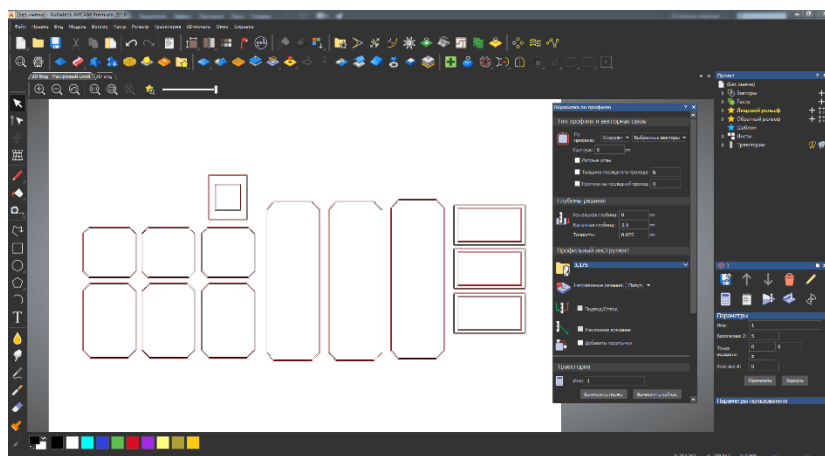


Рис. 37 – Заготовки для резки деталей из ПВХ

По окончании изготовления отдельных деталей производится сборка и склейка деталей по чертежам. Процесс сборки макета представлен на рис.38.



Рис.38 – Процесс сборки макета

По итогу проделанной работы получился макет системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат в масштабе 1:5.

3.5 Фирменный стиль

Фирменным стилем является визуальный образ проектируемого объекта, а также набор графических элементов, которые созданы в едином стиле.

Фирменный стиль необходим для презентации проектируемого объекта, а также для узнаваемости его и повышения уровня доверия. С помощью фирменного стиля можно не только повысить узнаваемость, но

также выделиться сред конкурентов в данной области, повысить имидж проектируемого объекта, а также упростить запуск новых продуктов.

В данном проекте основными элементами фирменного стиля являются: название проекта, которое помогает зрителю узнавать проектируемый объект среди других, цветовая схема и стилеобразующая графика.

Цветовая схема вызывает различные ассоциации у потребителей, отсюда вытекает необходимость и важность подбора гармоничных цветов, которые верно передают посыл проектируемого объекта.

В качестве стилеобразующей графики выступают планшеты, презентующие проект, а также поясняющая презентация, представленная в электронном виде.

3.5.1 Оформление планшетов

Презентационные планшеты представлены в качестве стилеобразующей графики. Отсюда вытекает важность верстки планшетов в едином фирменном стиле, заданном на основе специфики проектируемого объекта – системы хранения и внутрицеховой транспортировкой печатных плат.

Планшеты выполнены в монохроме с яркими акцентными пятнами, позволяющие организовывать внимание зрителя на самых важных моментах.

Центром внимания на планшете являются представленные изображения ракурсов системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат, а также взаимодействие системы с эргономом.

Акцентными моментами являются моменты, связанные с эргономикой и конструктивом проектируемого решения. Варианты планшетов представлены на рис.40.



Рис.40 – Работа над планшетами

3.5.2 Выбор шрифтов

В качестве акцентного шрифта выбор сделан в сторону шрифта Kelson Sans, так как он обладает геометричной формой букв без округлых элементов и засечек. Геометричная стилистика шрифта уместна при создании и проектировании объекта, дальнейшее использование которого связано с промышленностью, рис. 41. [42]

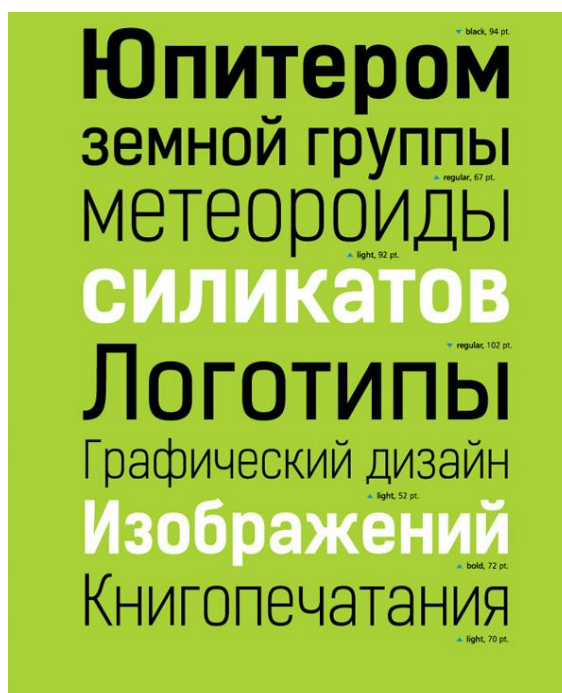


Рис. 41 – Шрифт Kelson Sans

Это кириллический шрифт семейства Kelson Sans RU, полное название шрифты KelsonSans-BoldRU.

Шрифтовая группа второй категории должна обладать удобочитаемостью, но в то же время стилистически сочетаться с акцентным шрифтом. Выбор пал на современный геометрический гротеск – шрифт Clother Trial, рис.42. Формы без засечек являются геометрическими. Шрифт поддерживает четыре шрифта: светлый, обычный, полужирный и жирный, что может использоваться при выделении и акцентировании главной информации и погашение менее значимой.



Рис. 42 – Шрифт Clother Trial

Шрифтовая группа второй категории должна обладать удобочитаемостью, но в то же время стилистически сочетаться с акцентным шрифтом. Выбор пал на современный геометрический гротеск – шрифт Clother Trial, рис.42. Формы без засечек являются геометрическими. Шрифт поддерживает четыре шрифта: светлый, обычный, полужирный и жирный, что может использоваться при выделении и акцентировании главной информации и погашение менее значимой. Данный шрифт является удобочитаемым и подходит для написания текста на планшетах, а также отлично дополняет минималистическую подачу.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Группа	ФИО
8Д41	Хазюрова Анна Евгеньевна

ИШИТР	Автоматизации и робототехники	Кафедра	8Д41
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	54.04.01 Дизайн

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Человеческие ресурсы: 2 чел.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведена оценка коммерческого потенциала: 1. Потенциальные потребители результатов исследования. 2. Анализ конкурентных технических решений. 3. Технология Quid.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>1. Структура работ в рамках научного исследования 2. Определение трудоемкости выполнения работ. 3. Разработка графика проведения проектной работы</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определена ресурсная, финансовая, бюджетная эффективность исследования посредством расчета интегрального финансового показателя, интегрального показателя ресурсоэффективности и эффективности.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений.*
2. *Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений (разработок).*
3. *Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.*
4. *Временные показатели проведения НИ.*
5. *Календарный план-график проведения НИОКР по теме.*
6. *Стоимость материалов для разработки проекта.*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рахимов Тимур Рустамович	К.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д41	Хазюрова Анна Евгеньевна		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Целью данного раздела является создание и проектирование разработок и технологий, обладающих конкурентоспособностью, а также отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается рядом задач:

- Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- Планирование научно-исследовательских работ;
- Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

В данной главе необходимо оценить перспективность и потенциал разработки, а также рассчитать затраты при воплощении дизайн-проекта. Необходимо определить ресурсную, финансовую, бюджетную, социальную и экономическую эффективность созданной разработки.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Проектируемая система хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат является универсальной системой, включающей в себя две функции: хранения и возможности транспортирования внутри производственного помещения. Из готовых модулей существует возможность создания конструкции, различной по своей конфигурации. Данная система позволяет создавать систему, индивидуально рассчитанную для конкретного производственного помещения.

Целевой аудиторией разработанной системы хранения являются монтажники на производстве электронных компонентов в возрасте от 20 лет и старше.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Из существующих методов, позволяющих выявлять и предлагать альтернативы поведения этапов проектирования и доработки результатов, выбран анализ с конкурентно-технической стороны, так как данный анализ позволяет произвести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для будущего ее повышения. В настоящее время существует ряд фирм, занимающихся производством различных элементов, созданных с целью хранения печатных плат, но не каждая думает о соединении этих элементов между собой для компактного хранения, а также возможном транспортируемом решении.

Уникальность проектируемой системы хранения плат состоит в том, что система сочетает в себе две функции: хранения и транспортировки, а также выполнена из экологически безопасных, легких, но в то же время прочных материалов.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибальной шкале, где 1 – наиболее слабая

позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum Vi * Bi$$

где

K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

Vi – вес показателя (в долях единицы);

Bi – балл i -го показателя.

В таблице 4 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно-способность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,08	5	5	4	0,4	0,4	0,5
2. Соответствие требованиям потребителей	0,07	3	5	5	0,45	0,2	0,49
3. Надежность конструкции	0,09	3	4	5	0,27	0,18	0,23
4. Эргономичность	0,07	4	3	4	0,34	0,36	0,38
5. Мобильность	0,05	4	4	4	0,3	0,35	0,25
6. Безопасность	0,08	5	5	5	0,36	0,45	0,26
7. Функциональность	0,08	4	4	5	0,27	0,2	0,3
8. Внешний вид	0,03	3	3	5	0,16	0,08	0,25
9. Функция транспортировки	0,05	5	2	2	0,06	0,07	0,03
10. Простота эксплуатации	0,06	5	5	5	0,1	0,18	0,19
11. Современность дизайна	0,04	1	3	4	0,3	0,25	0,18
12. Наличие макета, прототипа и т.д.	0,01	4	3	4	0,06	0,06	0,06

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	4	3	4	0,03	0,15	0,15
2. Уровень проникновения на рынок	0,04	4	1	5	0,36	0,36	0,36
3. Цена	0,06	4	5	3	0,16	0,45	0,17
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	3	4	5	0,24	0,18	0,18
5. Послепродажное обслуживание	0,06	5	5	5	0,45	0,35	0,18
6. Срок выхода на рынок	0,02	4	3	2	0,24	0,24	0,24
Итого	1	70	67	76	4,75	4,51	4,4

Из расчета оценки конкурентоспособности продуктов видно, что разработанная система хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат имеет ряд неоспоримых преимуществ. Основными показателями конкурентоспособности являются надежность конструкции, эргономичность, безопасность и функциональность. Высокая оценка данных показателей достигнута путем дизайнерской разработки, учитывающей пожелания пользователей. Аналогов на отечественном рынке, способных конкурировать – нет, благодаря чему продукт имеет шансы занять сильную позицию на рынке благодаря своей универсальности и стоимости.

4.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD является гибким инструментом измерения характеристик, который описывает качество новой разработки, а также ее перспективность на рынке. Технология позволяет принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект, связанный с проектированием системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат.

Оценка перспективности по вышеуказанной технологии определяется с помощью формулы:

$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i$, где

P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение j -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить об перспективности разработки, а также качестве проведенного исследования. При значении показателя P_{cp} равного от 100 до 80 разработка считается перспективной, от 79 до 60 – перспектива выше среднего, от 69 до 40 – перспективность средняя, от 39 до 20 – перспективность ниже среднего, от 19 и ниже – перспективность крайне низкая.

Таблица 5 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5*2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Повышение производительности труда пользователя	0,06	30	100	0,3	0,018
2. Соответствие требованиям потребителя	0,07	40	100	0,4	0,028
3. Надежность конструкции	0,06	50	100	0,5	0,03
4. Эргономичность	0,05	40	100	0,4	0,02

5. Мобильность	0,08	70	100	0,7	0,056
6. Безопасность	0,05	50	100	0,5	0,025
7. Функциональность	0,04	50	100	0,5	0,02
8. Внешний вид	0,05	70	100	0,7	0,035
9. Функция транспортирования	0,08	80	100	0,8	0,064
10. Простота эксплуатации	0,06	80	100	0,8	0,048
11. Современный дизайн	0,06	60	100	0,6	0,036
12. Наличие макета, прототипа	0,04	50	100	0,5	0,02
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,08	50	100	0,5	0,04
14. Уровень проникновения на рынок	0,03	50	100	0,5	0,015
15. Перспективность рынка	0,06	50	100	0,5	0,03
16. Цена	0,06	80	100	0,8	0,048
17. Послепродажное обслуживание	0,03	50	100	0,5	0,015

18. Срок выхода на рынок	0,04	60	100	0,6	0,024
Итого	1	1010	1800		0,572

Проведя расчёт оценки качества и перспективности по технологии QuaD, сделан вывод о том, что разработка обладает средней перспективностью. Основными показателями перспективности являются безопасность, простота эксплуатации и функциональность. Так, большое внимание в разработке уделяется дизайну, долговечности и эргономичности эксплуатации. В будущем продукт имеет шансы занять перспективное направление на целевом рынке и быть конкурентоспособным товаром.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Основными этапами в разработке дизайн-проекта системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат были:

- Создание концепта
- 3D моделирование
- Создание пакета чертежей
- Макетирование

Самым продолжительным этапом проектирования системы хранения плат является этап компьютерного объемного моделирования. Связано это с тем, что именно на этой стадии были внесены корректировки в расположение, а также габаритных размеров основных частей как отдельных модулей, так и системы в целом.

Таблица 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы

Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Дизайнер
	3	Анализ существующих аналогов	Дизайнер
	4	Выбор направления исследования	Руководитель и дизайнер
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель и дизайнер
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Эскизирование и формообразование	Дизайнер
	7	Эргономический анализ	Руководитель и дизайнер
	8	Колористический анализ	Дизайнер
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка графического материала по эргономическому анализу	Дизайнер
	12	3D-визуализация (главные виды и видеоролик)	Дизайнер
	13	Оформление пакета чертежей	Дизайнер
	14	Оформление планшета, альбома, презентации и	Дизайнер

		другой печатной продукции в едином фирменном стиле	
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	15	Конструирование и изготовление макета	Дизайнер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление эксплуатационно- технической документации	Дизайнер
	17	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Дизайнер
	18	Социальная ответственность	Дизайнер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, отсюда вытекает важность определения трудоемкости работ каждого из участников исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях, носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого среднего значения трудоемкости $t_{ож\ i}$ используется формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 t_{min\ i} + 2 t_{max\ i}}{5}, \text{ где}$$

5

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человеко-дня;
 $t_{min\ i}$ – минимально-возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человек-дня;

$t_{max i}$ – максимально-возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дня.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Данное вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес заработной платы в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_p = \frac{t_{ож}i}{\chi_i}, \text{ где}$$

χ_i

T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочих дней;

$t_{ож}i$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дня;

χ_i – численность исполнителей, которые выполняют одновременно одну и ту же работу на данном этапе, человек.

4.2.3 Разработка графика проведения проектной работы

Диаграмма Ганта является горизонтальным ленточным графиком, на котором демонстрируются работы по теме протяженными во времени отрезками, которые характеризуются датами начала и окончания выполнения данных работ.

С целью удобства построения графика Диаграммы Ганта, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переводится в календарные дни с помощью формулы: $T_{ki} = T_{pi} * k_{кал}$, где

T_{ki} – продолжительность выполнения j -ой работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения j -ой работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется с помощью формулы:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \text{ где}$$

$T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округлены до целого числа.

Все рассчитанные значения внесены в таблицу 7.

Коэффициент календарности за 2018 год равен 1,481

Таблица 7 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
1. Составление технического задания	3	5	3,8	Руководитель	3,8	5,6
2. Подбор и изучение материалов по теме	5	10	7	Исполнитель	7	10,4
3. Анализ существующих аналогов	4	8	5,6	Исполнитель	5,6	8,3
4. Выбор вариантов дизайн-решений	1	4	2,2	Руководитель Исполнитель	1,1	1,6
5. Календарное планирование работ по теме	1	2	1,4	Руководитель Исполнитель	0,7	1
6. Эргономический,	5	7	5,8	Исполнитель	5,8	8,6

антропометри- ческий и тектонический анализ						
7. 3D визуализация	18	23	20	Исполнитель	20	29,62
8. Разработка графического материала по эргономическому, антропометрическ ому и тектоническому анализу	3	7	4,6	Исполнитель	4,6	6,8
9. Оформление чертежей	2	3	2,4	Исполнитель	2,4	3,6
10. Оформление планшетов, альбома, презентации в общем фирменном стиле	6	8	6,8	Исполнитель	6,8	10
11. Составление эксплуатационно- технической документации	10	15	12	Исполнитель	12	17,8
12. Финансовый менеджмент, ресурсоэффектив ность и ресурсосбережени е	8	9	8,4	Руководитель Исполнитель	4,2	6,2
13. Социальная ответственность	8	9	8,4	Руководитель Исполнитель	4,2	6,2

Итого	12	17	14	Руководитель	8,9	13,1
	62	93	74,4	Исполнитель	69,3	102,62

На основании вышеуказанной таблицы строится календарный план-график. Данный график строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы 8 с разбивкой по месяцам и декадам за период времени дипломирования. Работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за определенную часть работы.

Таблица 8 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	Тki, Кал. дн.	Продолжительность выполнения работ															
				Февр.		Март			Апрел.			Май			Июн.				
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2			
1	Составление ТЗ	Руководитель	5,6																
2	Подбор и изучение материалов по теме	Дизайнер	10,4																
3	Анализ существующих аналогов	Дизайнер	8,3																
4	Выбор вариантов дизайн-решений	Руководитель Дизайнер	1,6																
5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель Дизайнер	1																
6	Эргономический, антропометрический и	Дизайнер	8,6																

4.3 Бюджет на разработку дизайн-проекта

4.3.1 Расчет материальных затрат

Данный раздел включает в себя расходы на приобретение и доставку основных и вспомогательных материалов, которые необходимы для опытно-экспериментальной проработки решения. В данные расчета включена стоимость материалов, которые необходимы для оформления требуемой документации и макета проекта.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$З_m = (1 + kt) * \sum_{i=1}^m Ц_i * N_{расч}_i, \text{ где}$$

m – количество видов материальных ресурсов, которые потребляются при выполнении научного исследования;

$N_{расч}_i$ – количество материальных ресурсов i -го вида, которые планируются к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м² и т.д.);

$Кт$ – коэффициент, который учитывает транспортно-заготовительные расходы.

Все расходы приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Стоимость материалов для разработки проекта

Наименование	Единица измерения			Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы (З _м), руб.		
	Исп 1	Исп 2	Исп 3	Исп 1	Исп 2	Исп 3	Исп 1	Исп 2	Исп 3	Исп 1	Исп 2	Исп 3
Работа в сети Internet	месяца			3			500			1500		
Печать пояснительной записки	страниц			110			3			330		

Печать планшетов формата А0	штук			2			1500			3000		
Печать альбома формата А3	лист			15			15			225		
ПВХ пластик	лист			2			550			1100		
Краска акриловая	штук			2			200			400		
Клей	штук			3			90			270		
Печать на 3D принтере		Гр./руб.			540			7			3780	
Шлифовка и покраска		Гр./руб.			540			3			1620	
Резка дерева			Макет			1			3900			3900
Итого:										6825	10455	8955

4.3.2 Расчет затрат на потребляемую компьютером электроэнергию

Затраты на потребляемую электроэнергию рассчитываются с помощью формулы: $C_{эл} = W_y * T_g * S_{эл}$, где

W_y – установленная мощность, кВт (0,35 кВт);

T_g – время работы оборудования, час;

$S_{эл}$ – тариф на электроэнергию (2,17 руб./кВт*ч).

$$S_{эл} = 0,35 * 1200 * 2,17 = 911,4 \text{ руб.}$$

4.3.3 Затраты на заработную плату участникам проекта

Затраты по заработной плате за выполненную работу исчисляются на основании тарифных ставок, а также должностных окладов в соответствии с принятой в организации системой оплаты труда. При всем вышеуказанном, учитываются также надбавки и доплаты за условия труда, премии, выплата районного коэффициента, оплата ежегодных отпусков и другие выплаты. Отчисления на социальные нужды учитывают перечисления организации-

разработчику во внебюджетные фонды, а именно – отчисления в федеральный бюджет, фонды обязательного медицинского и социального страхования.

4.3.4.1 Расчет основной заработной платы

Оклад дизайнера – 15 000 руб., оклад руководителя составляет 20 000 руб.

Размер основной заработной платы участников научного исследования устанавливается, исходя из численности исполнителей, трудоемкости, а также средней заработной платы за один рабочий день. Размер основной заработной платы определяется с помощью формулы: $Z_{осн} = Z_{дн} * Tr$, где

$Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

Tr – продолжительность работ, которые выполняют работники;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается с помощью формулы:

$$Z_{дн} = \frac{(Z_{м} * M)}{Fd}, \text{ где}$$

$Z_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

Fd – действительный годовой фонд рабочего времени научно технического персонала, раб.дн.

Произведение трудоемкости на сумму дневной заработной платы определяет затраты по зарплате для каждого работника в течение всего времени разработки. Расчет основной заработной платы представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад (руб.)	Среднедневная заработная плата (руб./дн.)	Трудоемкость, раб.дней	Основная заработная плата (руб.)
Руководитель	20 000	833,3	13,1	10 916, 23
Дизайнер	15 000	652,2	102,62	66 928, 8
Итого:				77 845, 03

4.3.4.2 Затраты по дополнительной заработной плате

Расчет по дополнительной заработной плате ведется с помощью формулы: $Z_{доп} = kд * Z_{осн}$, где

$kд$ – коэффициент дополнительной заработной платы, на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15;

Расчет по дополнительной заработной плате дизайнера:

$$Z_{доп} = 0,12 * 66\,928,8 = 8\,031,456 \text{ руб.};$$

Расчет по дополнительной заработной плате руководителя:

$$Z_{доп} = 0,12 * 10\,916,23 = 1\,309,9 \text{ руб.};$$

Общая сумма затрат по дополнительной заработной плате составляет 9 341,356 руб.

4.3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды

Данная статья расходов отражает обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется с помощью формулы: $Z_{страх. вып.} = k_{соц.} * (Z_{Посн} + Z_{Пдоп})$, где

$k_{соц.}$ – коэффициент, который учитывает социальные выплаты организации.

На 2014 год в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

$$k_{соц.} = 0,3$$

Расчет величины отчисления во внебюджетные фонда руководителя:

$$Z_{страх. вып.} = 0,3 * (10\,916,23 + 1\,309,9) = 3\,667,8 \text{ руб.}$$

Расчет величины отчисления во внебюджетные фонда дизайнера:

$$Z_{страх. вып.} = 0,3 * (66\,928,8 + 8\,031,456) = 22\,488,1 \text{ руб.}$$

Общая сумма отчислений во внебюджетные фонды равна 26 155,9 руб.

4.3.4.4 Формирование сметы затрат на разработку дизайн-проекта

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, которые не попали в предыдущие статьи расходов, а именно: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, телеграфные и почтовые расходы, а также размножение материалов и так далее. Определить величину затрат на разработку дизайн-проекта можно по формуле: $Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей} \div 5) * k_{\text{нр}}$, где

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, который учитывает накладные расходы (16%).

$$Z_{\text{накл}} = 121\,078,686 * 0,16 = 19\,372,6$$

Смета затрат на разработку проекта с указанием суммы затрат по отдельным видам статей расходов представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Смета затрат на разработку дизайн-проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.		
1. Основная заработная плата	77 845, 03		
2. Дополнительная заработная плата	9 341, 356		
3. Страховые взносы	26 155, 9		
4. Затраты на материалы	6 825	10455	8955
5. Затраты на электроэнергию	911,4		
Итого:	121 078,686	124 708,686	123 208,686

4.4 Определение экономической эффективности разрабатываемого проекта системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности проектной работы. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: ресурсоэффективности и финансовой эффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется с помощью формулы:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{р}i}}{\Phi_{\text{т}ax}}, \text{ где}$$

$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}}$ – интегральный финансовый показатель работ;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения.

Проведен расчет в рублях:

Исполнение 1: $I_{\text{финр}} = 121\,078,686/124\,708,686=0,97$

Исполнение 2: $I_{\text{финр}} = 124\,708,686/124\,708,686=1$

Исполнение 3: $I_{\text{финр}} = 123\,208,686/124\,708,686=0,99$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения определяется с помощью формулы:

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i * b_i, \text{ где}$$

I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

– балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Повышение производительности труда пользователя	0,21	5	4	5

2. Соответствие требованиям потребителя	0,13	5	4	4
3. Надежность конструкции	0,21	4	3	3
4. Эргономичность	0,18	4	3	4
5. Мобильность	0,12	4	4	4
6. Безопасность	0,07	4	3	4
7. Функциональность	0,08	4	4	3
Итого:	1			

$$I_{исп1} = 0,21*5+0,13*5+0,21*4+0,18*4+0,12*4+0,07*4+0,08*4 = 1,05+0,65+0,84+0,72+0,48+0,28+0,32 = 4,34;$$

$$I_{исп2} = 0,21*4+0,13*4+0,21*3+0,18*3+0,12*4+0,07*3+0,08*4 = 0,84+0,52+0,63+0,54+0,48+0,21+0,32 = 3,54;$$

$$I_{исп3} = 0,21*5+0,13*4+0,21*3+0,18*4+0,12*4+0,07*4+0,08*3 = 1,05+0,52+0,63+0,72+0,48+0,28+0,24 = 3,92.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{испi} = \frac{I_{р-испi}}{I_{испi}^{финр}}, \text{ где}$$

$$I_{исп1} = 4,34/0,97 = 4,47$$

$$I_{исп2} = 3,54/1 = 3,54$$

$$I_{исп3} = 3,92/0,99 = 3,96$$

Полученное значение интегрального показателя эффективности исполнения превысило максимальный балл оценки. Таким образом, результат работы можно считать положительным, так как оценка интегрального показателя ресурсоэффективности близка к максимальной, при этом стоимость разработки ниже, чем у ряда аналогов, рассмотренных при анализе конкурентных решений.

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения позволяет определить сравнительную эффективность проекта (таблица 10) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($Э_{ср}$):

$$Э_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}$$

Сравнительная эффективность разработки представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,97	1	0,99
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,34	3,54	3,92
3	Интегральный показатель эффективности	4,47	3,54	3,96
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,2	1	1,1

Заключение

В ходе оценки перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения коммерческого потенциала для работы «Проектирование системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат» были определены потенциальные потребители разработки – специалисты, занимающиеся производством электронных компонентов.

Также был проведен анализ конкурентных технических решений, результаты которого показали, что разрабатываемая система имеет некоторые функциональные возможности, отличающие разработку от аналогов на рынке.

Определение перечня этапов и работ в рамках проведения научного исследования позволило структурировать и упорядочить запланированные этапы, а также распределить ответственных исполнителей-участников

проекта. Созданный перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования лег в основу структуры календарного плана-графика, необходимого для детального планирования времени выполнения определенного этапа научного исследования.

Исходя из полученных данных и проведенного анализа эффективности, можно сделать вывод, что первый вариант исполнения является наиболее эффективным с позиции ресурсоэффективности, поскольку его интегральные показатели ресурсоэффективности разработки и эффективности выше, чем у других рассмотренных вариантов. Стоимость первого исполнения является не самой низкой, однако функциональный потенциал системы намного выше. Именно поэтому был выбран первый вариант исполнения.

В выполненной дипломной работе были достигнуты экономические и технические критерии эффективности за счет функциональных возможностей разработки, а также социальные за счет востребованности таких систем на рынке.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Д41	Хазюрова Анна Евгеньевна

ИШИТР	Автоматизации и робототехники	ИГПД	8Д41
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Дизайн

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является система хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат. Область применения – производство электронных компонентов.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации.</p>	<p>Выявление и анализ вредных и опасных факторов, возникающих при разработке и эксплуатации системы хранения плат.</p> <p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – инфракрасное излучение; – излучение рч диапазона; – умственное перенапряжение <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - статическое электричество – электрический ток; – пожаровзрывоопасность.
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>При производстве данной системы возможны негативно влияющие факторы на экологию.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Общие правила поведения в ЧС. 	<p>Выявление возможных ЧС, которые могут возникнуть в процессе работы в производственном помещении.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – требования к организации и оборудованию рабочих мест. 	<p>Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на производстве.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Отделение общетехнических дисциплин, Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д41	Хазюрова Анна Евгеньевна		

5. Социальная ответственность

Введение

В данном разделе затронуты темы производственной и экологической безопасности при работе с системой хранения и внутрицеховой транспортировкой печатных плат в производственном помещении.

Объектом исследования является система хранения печатных плат. Данная система создается с целью обеспечения оптимальной вместительности и упорядоченности при хранении плат. Целью данного проекта является объединение функций хранения и транспортировки (внутрицеховой) в единой системе.

Необходимо выявить и проанализировать вредные и опасные факторы труда для безопасности трудящегося, а также разработать средства защиты при возникновении ЧС. Помимо этого, необходимо обеспечение оптимальных условий труда, охрана окружающей среды, техника безопасности и пожарная профилактика.

Для обеспечения безопасности труда необходимо выявление возможных производственных травм, несчастных случаев и профессиональных заболеваний, а также аварий и пожаров. К этапам выполнения работы отнесется также разработка мероприятий по устранению выявленных причин ЧС и их дальнейшей реализации.

При работе с системой хранения плат могут возникать такие факторы, как: инфракрасное излучение, статическое электричество, излучение рч диапазона, утомление, пожаровзрывоопасность и электрический ток.

5.1 Производственная безопасность

В данном разделе рассмотрены возможные вредные и опасные факторы, оказывающие влияние на производственные условия при работе с системой хранения.

Вредными факторами являются факторы трудового процесса, которые характеризуются потенциальной опасностью для здоровья, а также способствующие развитию каких-либо заболеваний и приводящие к снижению работоспособности и повышенной утомляемости. Данные факторы проявляются в условиях длительности и интенсивности воздействия.

Опасными факторами являются факторы, которые моментально оказывают влияние на здоровье человека, а также могут привести к ожогам, травмам, резкому ухудшению здоровья в результате облучения или отравления.

Таблица 14 – Опасные и вредные факторы при работе с системой хранения и внутрицеховой транспортировкой печатных плат

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Работа с системой хранения и внутрицеховой транспортировкой печатных плат	Понижение и повышение температуры воздуха в производственном помещении	Поражение электрическим током	ГОСТ Р 53432-2009 СанПиН 2.2.4.548-96
	Повышение или понижение		СанПиН 2.2.4.548-96

	влажности воздуха в производственном помещении		
	Повышенный уровень шума в производственном помещении		ГОСТ 12.1.003-83
	Недостаток или отсутствие естественного света		СНиП 23-05-95
	Монотонность труда		Р 2.22006-05
	Умственное перенапряжение		Р 2.22006-05

5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

5.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата в производстве плат

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений указаны в ГОСТ Р 53432-2009 («Платы печатные. Общие технические требования к производству») и СанПиН 2.2.4.548-96 («Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»).

В производственных помещениях для изготовления печатных плат устанавливаются требования по соблюдению технологического микроклимата в соответствии с таблицей 15.

Таблица 15 – Требования к соблюдению технологического микроклимата

Наименование участка	Класс чистоты помещения по ГОСТ ИСО 14644-1		Температурный режим, °С		Относительная влажность, %
	1-й – 4-й классы точности ПП	5-й – 7-й классы точности ПП	1-й – 4-й классы точности ПП	5-й – 7-й классы точности ПП	
Участок изготовления фотошаблонов	7	6	19-23	20-22	45-55
Участок фотолитографии и трафаретной печати	7	6	19-23	20-22	45-55
Участок сверления и фрезерования	8	8	18-24	19-23	40-75
Химико-гальванический участок	8	8	16-26	16-26	40-75
Участок химических процессов	8	8	16-26	16-26	40-75
Участок прессования	7	6	16-26	16-26	45-55
Участок горячего лужения и оплавления	8	8	16-26	16-26	40-75

В зависимости от тяжести работ устанавливаются требования к микроклимату, которые определяются исходя из тяжести работ,

определяющиеся уровнем энергозатрат. В зависимости от расположения рабочего места приводится анализ микроклимата в помещении.

Сжатый воздух, который предназначен для работы сверлильных станков необходимо очищать от различных загрязнений (в т.ч. масляных), он должен соответствовать группе 1 по ГОСТ 17433.

Вода, которая применяется для помывки печатных плат в процессе их изготовления должна соответствовать категории 2 по ГОСТ 9.314.

Температура в помещении является одним из важных показателей комфортности при работе. Так, при низких температурах организм человека отдает тепло, что снижает его защитные функции.

При выполнении работ на производственном помещении есть запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

Операции пайки, обжига и залуживания изоляции сопровождаются загрязнением воздуха в помещении парами олова, сурьмы, свинца и других элементов, которые входят в состав припоя. Пары при попадании в атмосферу цеха конденсируются и превращаются в аэрозоль конденсации, частицы которой по своей дисперсности приближаются к дымам. Рабочие, находясь в задымленной атмосфере, подвергаются воздействию паров и пыли, а вредные вещества оседают на поверхности кожного покрова, а также попадают на слизистые оболочки полости глаз, рта и верхних дыхательных путей. С загрязнением воздушной среды загрязняются рабочие поверхности, одежда, кожные покровы работающих. Требования к техническому уровню производства печатных плат указаны в п.4 ГОСТ Р 43432-2009 «Платы печатные. Общие технические требования к производству». Все рабочие, служащие и инженерно-технический персонал обязаны проходить инструктаж по безопасности труда, а именно: вводный (при поступлении на работы), первичный (на рабочем месте), повторный (не реже одного раза в три месяца) и внеплановый (при изменении технологического процесса, нарушениях требований безопасности и несчастных случаях, а также при смене оборудования. В процессе производства необходимо обеспечить выполнение

Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Существует инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником, регламентирующая общие требования охраны труда, требования охраны труда перед началом работы, во время работы, в аварийных ситуациях и по окончании работы. С целью обеспечения безопасной работы, при перемещении изделий необходимо специальные инструменты, такие, как: пинцет, клещи, которые обеспечивают безопасность при пайке. Также существуют специальные инструменты, помогающие осуществлять сборку, фиксация и пожатие соединяемых элементов. Работник кроме спецодежды должен применять: защитные очки, электрозащитные средства..

5.1.1.2 Инфракрасное излучение

Инфракрасное излучение охватывает область спектра с длиной волны, которая лежит в пределах от 760 нм до 540 мкм. Оно является функцией теплового состояния источника излучения. Возникает там, где температура градуса выше абсолютного нуля. Инфракрасный нагрев может произойти при монтаже микросхем на многослойные печатные платы.

Инфракрасное излучение оказывают тепловое воздействие на человека, а эффект их воздействия регулируется длиной волны, которая обуславливает глубину их проникновения.

Инфракрасное излучение влияет также на функциональное состояние человека, на его нервную систему и производя изменения в сердечно-сосудистой системе. При влиянии инфракрасного излучения характерны резко учащение сердцебиения, учащение дыхания, повышение максимального и понижение минимального уровня артериального давления, повышение температуры тела человека, а также усиленное потоотделение.

При воздействии на глаза инфракрасное излучение вызывает ряд паталогических изменений таких, как: помутнение роговицы, спазм зрачков, ожег сетчатки или конъюнктивит.

При длительном пребывании работника в зоне инфракрасного излучения возникают нарушения водно-солевого баланса в организме, следствием чего является судорожная болезнь. А нарушение теплового баланса вызывает заболевание тепловой гипотермией.

Способами защиты от инфракрасного излучения являются: теплоизоляция горячих поверхностей, охлаждение теплоизолирующих поверхностей, удаление рабочих мест от места излучения (защита расстоянием), автоматизация или механизация производственных процессов, дистанционное управление, применение аэрации (воздушного душирования), применение средств индивидуальной защиты. Необходимо использование спецодежды из хлопчатобумажной ткани с огнестойкой пропиткой, спецобуви, очков со светофильтрами из желто-зеленого или синего стекла, перчаток, рукавиц, защитных масок.

5.1.1.3 Излучение рч диапазона

Многие промышленные установки являются источниками электромагнитных излучений. Биологическое воздействие электромагнитной энергии на организм человека зависит от интенсивности и частоты излучений, а также условий и длительности облучения. Источником электро-магнитных излучений являются промышленные установки высокочастотного нагрева, а также измерительные, контрольные и лабораторные приборы, которые используют на производстве печатных плат.

Существует тепловое (термическое) воздействие, морфологические и функциональные изменения.

Первичным проявлением воздействия электромагнитной энергии на организм человека является нагрев органов и тканей, что приводит к их изменениям и повреждениям. Тепловое воздействие характеризуется повышением температуры тела или локализованным нагревом тканей. Особо опасен нагрев для органов со слабой терморегуляцией, таких, как мозг, органы мочеполового и кишечного тракта, глаза.

Длина волны электромагнитной энергии от 1 до 20 см оказывается вредное воздействие на глаза человека, что может вызвать катаракту.

Электромагнитная энергия может служить причиной морфологических изменений, а то есть изменения в строении и внешнего вида тканей и органов тела человека, такие, как омертвление, ожоги, изменения в структуре клеток, кровоизлияния и т.д. Морфологические изменения наблюдаются в тканях центральной и периферической нервной системы, что вызывает нарушения регуляторных функций, изменения структуры нервных клеток, замедление ритма сокращений сердца и т.д.

Функциональные изменения могут проявляться в виде головных болей, повышенной утомляемости, в нарушении сна, повышенной раздражительности и потливости, в выпадении волос, а также болях в области сердца или половой потенции и т.д.

Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96, энергетическая экспозиция за рабочий день (смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 16.

Таблица 16 – Предельно допустимые значения энергетикой экспозиции

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	<i>По электрической составляющей, (В/м²) ч</i>	<i>По магнитной составляющей, (А/м²) ч</i>	<i>По плотности потока энергии (мкВт/см²) ч</i>
30 кГц – 3 МГц	20000,0	200,0	-
3 – 30 МГц	7000,0	Не разработаны	-
30 – 50 МГц	800,0	0,72	-
50 – 300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 – 300 ГГц	-	-	200,0

Меры защиты работающих от воздействия электромагнитных излучений рч указаны в СанПиН 2.2.4/2.1.8. -055-96. Защита персонала от воздействия электромагнитных излучений осуществляется с помощью проведения организационных (выбор режимов работы оборудования),

ограничение времени и места нахождения персонала в зоне воздействия излучения), инженерно-технических мероприятий (рациональное размещение оборудования), а также с помощью использования индивидуальных средств защиты. К средствам индивидуальной защиты относятся защитные очки, щитки, шлемы, защитная одежда (халаты, комбинезоны и т.д.)

5.1.1.4 Утомление

При длительной напряженной и тяжелой работы возможно возникновение утомления – физиологического состояния организма, которое выражается во временном понижении работоспособности. Признаками утомляемости могут послужить падение производительности труда, продолжающееся изменение физиологических функций. При тяжелой мышечной нагрузке в организме человека наблюдается резкое учащение дыхания и пульса, а также повышенное артериальное давление.

5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при эксплуатации проектируемого объекта

5.1.2.1 Статическое электричество

Статическое электричество возникает при трении или соприкосновении твердых материалов, при пересыпании или измельчении материалов, при транспортировке сыпучих жидкостей по трубопроводам и др. Источником статического электричества являются изоляторы.

Статическое электричество представляет угрозу для микросхем. Электрический разряд переносит немного энергии, но разность потенциалов и высокая скорость их изменения приводит к образованию токов, которых хватает для того, чтобы вывести из строя чувствительную электронику, которую используют при производстве печатных плат. Для некоторых изделий микроэлектроники потенциал в сотни вольт может привести к непоправимым последствиям.

Со статическим электричеством необходимо бороться на таких этапах, как: производство, транспортировка, хранение, эксплуатация. Современное

производство должны быть оборудованными средствами защиты – современное оборудование, технологии, материалы, комплектующие.

Основные составляющие комплексной антистатической защиты – антистатические браслеты, покрытия, контейнеры, пакеты, измерители статического напряжения, наклейки, ионизаторы.

Для обеспечения безопасности необходимо обеспечение транспортирование компонентов электронной техники в закрытых проводящих контейнерах. У персонала должна быть верхняя одежда, рассеивающая статическое электричество. Полы в помещении необходимо заземлить. Рабочие столы должны иметь покрытие, заземленное и рассеивающее статическое электричество.

5.1.2.2 Электробезопасность

Производственное помещение, в котором производятся электрические компоненты относятся к помещениям повышенной опасности.

Электробезопасность на участке сборки и монтажа печатных плат – это совокупность соблюдения норм и правил, которые связаны с электричеством, благодаря которым минимизируются вредные и опасные влияния на жизнь работника.

Формирование электробезопасности на производстве:

- Опасность электрического тока как физического явления при его прохождении через организм человека;
- Опасность электрических сетей как транспортных артерий электрического тока;
- Электробезопасность, которая обусловлена категорией производственных помещений, в которых эксплуатируются электросети и электрооборудование;

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний характер; проходя через организм, ток производит электрическое, термическое, биологическое и механическое воздействие (Охрана труда – специфика поражающего действия электротока).

Электрическое действие выражается в разложении органической жидкости, сопровождающейся нарушением физико-химического состава.

Термическое воздействие проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, сердца, нервов, мозга и других органов до высокой температуры.

Биологическое действие тока проявляется в возбуждении и раздражении живых тканей организма, в нарушении внутренних биоэлектрических процессов. – убрать.

Основные технические средства защиты от поражения электрическим током: защитное отключение, изоляция токопроводящих частей, зануление, принудительная сигнализация и блокировка, защитное заземление, использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов, применение малых напряжений.

5.1.2.3 Пожарная безопасность

Причинами возгораний могут послужить короткое замыкание, резкие перепады напряжения или неработоспособное электрооборудование, а также неисправности в проводке, выключателях и розетках. А также некоторые из веществ и материалов, которые применяются при пайке, являются пожаровзрывоопасными. Пожар может возникнуть при операциях приготовления флюсов после пайки и при проведении работ по защите зеркала расплавленного припоя в агрегатах пайки.

Предотвращение пожаров осуществляется главным образом путем исключения возможности образования горючих или взрывоопасных сред и источников зажигания.

5.2 Экологическая безопасность

В данном разделе перечислены факторы, которые при производстве и эксплуатации системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат негативно влияют на экологию. Рассмотрены материалы, которые используются при производстве рабочего места, и их влияние на здоровье.

При анализе материалов учтены нюансы влияния материалов на селитебную зону (часть территории населенного пункта, которая занята жилыми зданиями, зелеными насаждениями, спортивными сооружениями и местами кратковременного отдыха). В этой зоне запрещено строительство транспортных, промышленных и других предприятий, которые загрязняют окружающую среду.

В проекте были выбраны такие материалы, как AlMgSi – алюминиевые профили и каркас конструкции, а также антистатический пластик – для модулей.

5.2.1 Пластик

Одним из наиболее популярных в производстве материалов является пластик. Обусловлено это прежде всего низкой стоимостью и широким применением в различных областях. В проекте данный материал используется в модульных блоках для хранения и транспортировки плат.

При всех преимуществах данного материала, существует и негативная сторона – это сложность утилизации. Помимо этого, при нагреве материала образуются пары ядовитого акрилонитрила. На производстве необходимы закрытые боксы с мощными вытяжками, а также обеспечение дистанционного управления процессом.

Воздействие пластика на атмосферу очень негативное, так как для производства пластика требуется сжигать приблизительно 44-47 галлонов нефти в год, а при сжигании самого пластика в атмосферу выделяется огромное количество углекислого газа, что приводит к загрязнению воздуха, а также дальнейшему глобальному потеплению.

Воздействие пластика на гидросферу также опасно, ведь большая часть морского мусора составляет именно пластик. А срок разложения данного материала, по разным источникам он достигает до 1000 лет.

Что касемо влияния пластика на литосферу, то тут стоит отметить факт, что хлорированный пластик выделяет химические вещества, которые

через почву могут попасть в грунтовые воды и другие источники воды. Данный процесс может нанести серьезный ущерб здоровью животных.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Согласно ГОСТ Р 22.0.02–94, чрезвычайной ситуаций является состояние, при котором в результате источника возникновения чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, а также возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, экономике и окружающей природной среде.

Источником чрезвычайной ситуации является природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, с/х животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация.

При возникновении чрезвычайной ситуации, существуют первичные и вторичные поражающие факторы.

Возможные первичные факторы на производстве электронных компонентов в городе Томск: обрушение здания производства, воздействие молнии. Возможные вторичные поражающие факторы: взрывы оборудования, пожары, заражение.

К метеорологическим опасным явлениям можно отнести: крупный град, сильные морозы.

Среди техногенных ЧС наиболее часто имеют место пожары. Основными показателями пожарной опасности являются: температура самовоспламенения, концентрационные пределы воспламенения, температура воспламенения и температура вспышки. Влияние поражающих факторов пожара на промышленный объект необходимо определить заблаговременно, еще на этапе его проектирования. Прогноз зон ЧС разрабатывается на промышленном предприятии при условии наиболее неблагоприятного сценария развития пожара. Цель данного прогноза – ответить на вопрос какое

размещение пожароопасных объектов является наиболее оптимальным с точки зрения безопасности объекта, т.е. экономические и людские потери должны быть минимальные. Ограничения распространения пожаров и загорания внутри зданий достигается применением специальных конструктивных элементов. Предотвращение пожара достигается:

- устранением образования горячей среды;
- устранением образования в горячей среде (или внесения в нее) источника зажигания;
- поддержания температуры горячей среды ниже максимально допустимой;
- поддержания в горячей среде давления ниже максимально допустимого.

Система противопожарной защиты – это комплекс организационных мероприятий и технических средств направленных на предотвращение воздействия на людей поражающих факторов пожара и уменьшение материального ущерба от него.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для обеспечения безопасного труда необходимо предпринимать меры по обеспечению безопасных условий труда при производстве печатных плат.

Для работы со сплавами допускаются лица, достигшие совершеннолетия, а также прошедшие медицинское освидетельствование и инструктаж по охране труда. Необходимо, чтобы каждый сотрудник выполнял работу по своей специальности. Каждый работник обязан соблюдать правила внутреннего распорядка, а также требования по выполнению режима труда и отдыха и соблюдать правила личной гигиены. Рабочая одежда сотрудника должна состоять из плотной хлопчатобумажной ткани, срок носки которой составляет один год, обязательное наличие рукавов и косынки или шапочки из той же ткани, которая бы прикрывала волосы, также перчатки, срок носки которых составляет три месяца и защитные очки. Очки необходимы для

защиты глаз от травмирования брызгами припоя. Перчатки необходимы для защиты от возможных ожогов рук при групповой пайке. Носка рабочей одежды должна быть такой, чтобы ничего не стесняло движений, а волосы обязательно убраны под головной убор.

Требуется обязательное соблюдения требованиям пожарной безопасности: знание расположения средств пожаротушения, при возгорании вызывать пожарную охрану и принимать меры по тушению пожара.

До работы допускаются только при условии исправности оборудования, приборов и инструментов. О каждой неисправности и возможной опасности на производстве необходимо сообщать мастеру. Не оставлять включенное в электросеть оборудование без присмотра, даже если необходимо удалиться на небольшой промежуток времени.

Рабочее место паяльщика необходимо оборудовать вытяжной вентиляцией и дополнительным освещением, а также обеспечить свободные проходы. В рабочей зоне все легко воспламеняющиеся жидкости необходимо расположить в закрывающиеся тары и под вытяжной вентиляцией, дальше от нагревательных приборов, ее количество должно быть равной сменной потребности. Отходы производства, слив остатков легковоспламеняющихся жидкостей производится в металлические и плотно закрывающиеся емкости из неискрообразующего материала. Необходимо поддержание порядка и чистоты на рабочем месте, избегать загромождения проходов. Раз в неделю производится генеральная уборка рабочего места.

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 («Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»), установлена норма поднятия тяжести вручную, составляющая 10 кг для женщин и 30 кг для мужчин.

При возникшей травме или болезни во время работы необходимо прервать рабочую деятельность и сообщить о случившемся мастеру с дельнейшим обращением в медпункт. Для устранения травм необходимо уметь оказывать первую доврачебную помощь. А также на участке должна

находиться медицинская аптечка, включающая в себя средства оказания первой помощи.

При пайке контактных пружин их необходимо придерживать специальным пинцетом во избежание возможного резкого разжатия и дальнейшего выброса расплавленного припоя. Распайка пружинящих деталей производится только в защитных очках. При работе не отвлекаться и быть сосредоточенным, не отвлекать других. Необходимо следить, чтобы в расплавленный припой не попадали капли воды, иначе может произойти разбрызгивание припоя. Излишки припоя удаляются с паяльника при помощи ткани.

Список используемых источников

1. Aziel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aziel.ru/antistaticheskoe-oborudovanie-ustrojstva-zashhita/antistaticheskie-pakety-upakovka-kassetnitsy-dlya-radiodetalej-i-komponentov/podstavki-PP/>. – Антистатический подставки для печатных плат. – (Дата обращения 03.06.18.)
2. Радиомонтаж, все для производства электроники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://erpribor.ru/vivod.html?itemid=2762>. – ESD–подставки для печатных плат. – (Дата обращения 03.06.18.)
3. Perel Russia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.perel-russia.ru/catalog/antistaticheskaya_tara/. – Антистатическая тара. – (Дата обращения 03.06.18.)
4. ГОСТ 23752-79. Платы печатные. Общие технические условия [Текст]. – Москва: ИПК Изд-во стандартов, 1991
5. Станислав Гафт, Новые требования при работе с электронными компонентами с повышенной чувствительностью к влажности в условиях перехода к бессвинцовым технологиям [Электронный ресурс]/ С. Гафт //Технологии в электронной промышленности: науч. журн. – 2005. –, №5. Режим доступа: http://www.tech-e.ru/pdf/2005_05_76.pdf. – (Дата ображения 03.06.18)
6. Дж. К. Джонс, Методы проектирования. – Москва: Мир, 1986. – 328 с.
7. StudFiles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/1741142/page:2/>. – Методика проектирования в дизайне. – (Дата обращения 03.06.18.)
8. Белла Мартин, Универсальные методы дизайна: 100 эффективных решений для наиболее сложных проблем дизайна. – Спб.: Питер. – 208 с.
9. Йозеф Мюллер-Брокманн, Модульные системы в графическом дизайне: пособие для графических дизайнеров, типографов и оформителей выставок. – Москва: Издательство студии Артемия Лебедева, 2014. – 187 с.

10. Кимберли Элам, Геометрия дизайна: пропорции и композиция. – Москва: Питер, 2011. – 109 с.
11. Г.П. Фетисов, Материаловедение технология металлов. – Москва: Книга по требованию, 2008. – 620 с.
12. В.Г. Сорокин, Марочник сталей и сплавов. – Москва: книга по требованию. – 640 с.
13. Е.Б. Володина, Материаловедение для дизайнеров интерьера: прописные истины дизайна. – 375 с.
14. Лахтин Ю.М., Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
15. Тимоти Самара, Структура дизайна: стильное руководство. – Москва: РИП-холдинг, 2008. – 272 с.
16. Steven Heller, Graphic style lab: develop your style with 50 hands-on exercise. – USA: by Rockport Publishers, 2015. – 195 с.
17. Jessica Hische, In Progress: see inside a lettering artist`s sketchbook and process from pencil to vector. – San Francisco: Louise Fili, 2015. – 280 с.
18. Erik Olofsson, Design Sketching. – Sweden: KEEDS Design Books AB, 2005. – 103 с.
19. К. Голомбински, Добавь воздуха: основы визуального дизайна для графики веб и мультимедиа. – Москва: Питер, 2013. – 275 с.
20. Е. Бурдонская, Формообразование в дизайне среды. Метод стилизации. – Москва: МГХПУ им. С.Г. Строгонова, 2008 – 236 с.
21. Сомов Ю.С., Композиция в технике. – Москва: Машиностроение, 1987. – 288с.
22. Рунге, Манусевич, Эргономика в дизайне среды. Учебное пособие. – Москва: Архитектура – С., 2016. – 320 с.
23. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования

24. ССБТ. Эргономика. Ручная обработка грузов, часть 1 – Поднятие и переноска. Общие технические требования
25. Джозеф Альберс, Взаимодействие цвета: классический учебник для начинающих абстракционистов. – Москва: КоЛибри, 2017. – 2016 с.
26. Иоханнес Иттен, Искусство цвета. – Москва: Издатель Дмитрий Аронов, 2018. – 96 с.
27. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE. – Статическое электричество. – (Дата обращения 03.06.08)
28. ГОСТ 9.402-2004 ЕСЗКС Единая система покрытия от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию [Текст]. – Москва: ИПК Изд-во стандартов, 2004
29. Тьялве Э., Краткий курс промышленного дизайна. – Москва: Машиностроение, 1984. – 192 с
30. Справочник проектировщика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://seniga.ru/index.php/sapr/ssapr/62-solidworks.html>. – Система автоматизированного проектирования SolidWorks. – (Дата обращения 03.06.18)
31. А.В. Харьковский, 3Ds Max, учебный курс. – Москва: Астрель, 2012. – 480 с.
32. ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам [Текст]. – Москва: ИПК Изд-во стандартов, 1995
33. Wikipro [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wikipro.ru/wiki/alyuminievyyj-profil/>. – Алюминиевый профиль. – (Дата обращения 03.06.18)

34. Алюминиевый информационный портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://aluminium-guide.ru/defekty-anodirovaniya-alyuminievyyh-profilej-klassifikaciya/>. – Дефекты анодирования: классификация. – (Дата обращения 03.06.18)
35. Технологии порошкового окрашивания [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.okb-potok.ru/articles/131>. – Порошковая покраска профиля и основные этапы. – (Дата обращения 03.06.18)
36. RAL [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ral.ru/>. – Продукция RAL. – (Дата обращения 03.06.18)
37. Алюминиевый конструкционный профиль [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rsi-llc.ru/catalog/127/740/>. –Трехсторонний кубический соединитель к профилям серии 40– (Дата обращения 03.06.18)
38. Г. Крисциан, Визуализация идей. набросок. Эскиз. Раскадровка. – Германия: Издательство Verlag Hermann, 2007. – 204 с.
39. Стасюк, Макетирование. – Москва: Архитектура-С, 2010 г.
40. Калыкова, Макетирование. – Москва: Архитектура – С, 2004. – 96 с.
41. Смирнов В.А., Профессиональное моделирование и техническое моделирование: краткий курс. – Спб.: Проспект, 2016. – 161 с.
42. Джеймс Феличи, Типографика: шрифт, верстка, дизайн. – Спб.: БХВ-Петербург, 2004. –496 с.: ил.
43. Рэнди. – Крам, Инфографика. Визуальное представление данных. – Москва: Питер, 2015. – 382 с.
44. Тимоти Самара, Эволюция дизайна: от теории к практике. – Москва: РИП-холдинг, 2009. – 272 с.
45. David Harris, The art of calligraphy. – London: Dorling Kindersley Limited, 1995. – 128 с.
46. Елена Черневич, Русский графический дизайн. – Москва: Внешсигма, 1997. – 158 с.

47. Koos Eissen, *Sketching: drawing techniques for product designers*. – Singapore, 2008. – 243 с.
48. Сьюзан Уэйншенк, *100 главных принципа дизайна: как удержать внимание*. – Москва: Питер, 2012. – 272 с.
49. Дэвид Аакер, *Создание сильных брендов*. – Москва: издательский дом Гребенникова, 2003. – 433 с.
50. Каспер Дж. Веркман, *Товарные знаки: создание, психология, восприятие*. – Москва: Прогресс, 1986. – 520 с.
51. Эмиль Рудер, *Типографика*. – Москва: Книга, 1982. – 290 с.
52. Koos Eissen, *Sketching: the basic*. – The Netherlands: BIS Publishers, 2011. – 204 с.
53. Сомов Ю.С., *Композиция в технике*. – Москва: Машиностроение, 1987. – 288с.
54. Рунге В.Ф., *История дизайна науки и техники – 1*. – Москва: Издательство Архитектура-С, 2006. – 368 с.
55. Рунге В.Ф., *История дизайна науки и техники – 2*. – Москва: Издательство Архитектура-С, 2007. – 432 с.
56. Холмянский Л.М., *Дизайн*. – Москва: Просвещение, 1985. – 240 с.
57. Рунге В.Ф., *Основы теории методологии дизайна*. – Москва: МЗ-Пресс, 2003. – 252 с.
58. ГОСТ 2.119-73. ЕСКДД. Эскизный проект [Текст]. – Москва: ИПК Изд-во стандартов *1999, 2009.
59. Элис Туэмлоу, *Графический дизайн, фирменный стиль: новейшие технологии и креативные идеи*. – Москва: Астрель. – 250 с.
60. Робин Уильямс, *Не дизайнерская книга о дизайне: основы дизайна и типографии для новичков*. – Спб: ИД «Весь», 2003. – 128 с., илл.
61. Джеймс Феличи, *Типографика: шрифт, верстка, дизайн*. – Спб.: БХВ-Петербург, 2004. –496 с.: ил.
62. Дэвид Эйри, *Логотип и фирменный стиль: руководство дизайнера*. – Москва: Питер, 2011. – 216 с.

63. Бенуа Эльбрюнн, Логотип. – Спб.: Издательский дом «Нева», 2003. – 130 с.
64. О. Яцюк, Основы графического дизайна на базе компьютерных технологий. – Спб.: "Бхв-Петербург», 2004 – 226 с.
65. А. Лебедев, Ководство. – Москва: Издательство студии Артемия Лебедева, 2013. – 536 с.
66. Клаус Шваб, Четвертая промышленная революция. – Москва: Эксмо, 2016. – 208 с.
67. Юрий Гордон, Книга про буквы от Аа до Яя. – Москва, издательство Студии Артемия Лебедева, 2013, 594 с.
68. Ральф Каплан, С помощью дизайна: почему не было замков на дверях ванных комнат в отеле «Людовик XIV» и другие примеры. – Москва, Издательство Студии Артемия Лебедева, 2014. – 328 с.
69. Пол Рэнд, Дизайн: форма и хаос (второе издание). – Москва: Издательство Студии Артемия Лебедева. – 244 с.
70. Йозеф Мюллер-Брокман, Модульные системы в графическом дизайне. Пособие для графиков, типографов и оформителей выставок (второе издание). – Москва, Издательство Студии Артемия Лебедева. – 184 с.
71. Ян Чихольд, Облик книги: избранные статьи о книжном оформлении и типографии. – Москва, Издательство Студии Артемия Лебедева. – 228 с.
72. Майкл Джанда, Сожги свое портфолио! То, чему не учат в дизайнерских школах. – Спб.: Питер, 2018. – 384 с.
73. Дэвид Лауэр, Основы дизайна. – Москва: Питер, 2014. – 304 с.
74. Иоханнес Иттен, Искусство формы. Мой форкурс в Баухаузе и других школах. – Москва: Издатель Дмитрий Аронов, 2018. – 136 с.
75. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Металлорежущие инструменты. Учебник (гриф УМО). Томск: изд-во Тосмкого ин-та, 2003 – 392 с.
76. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Резание материалов. Учебник (гриф УМО). М: Машиностроение, 2007 – 304 с.

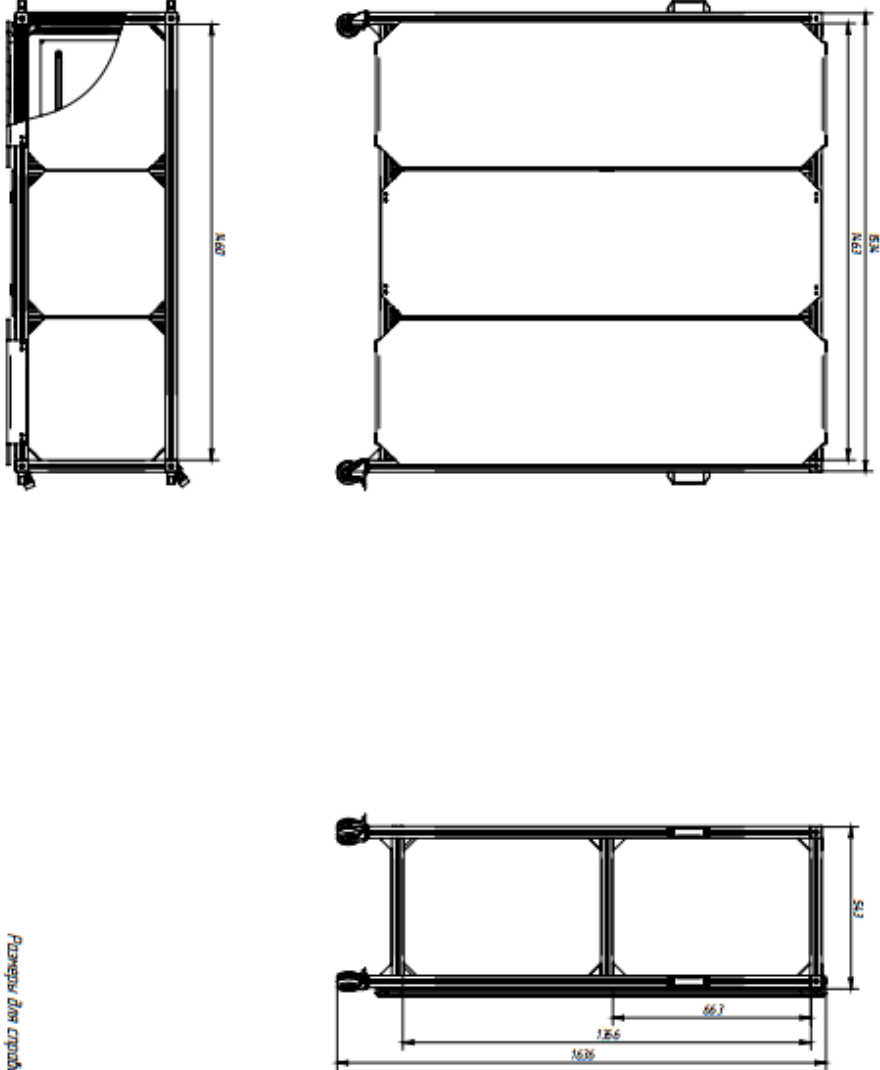
77. Дональд Норман, Дизайн привычных вещей. – М.: Вильямс, 2006.
– 384 с.
78. Дэниел Канеман, Думай медленно, решай быстро. – М.: АСТ, 2017.
– 656 с.
79. Хизер Брэдли, Дизайнъ. Современный креатифф. – М.: Питер,
2016. – 200 с.
80. Джеймс Крейг, Шрифт и дизайн, современная типографика. – М.:
Питер, 2016. – 176 с.

Приложение А – Сравнительный анализ по критериям

	Проектируемая системный хранения	Catec - Dry	Мекко Technology AD-101	Антистатические плоскостонные ящики	Стойка монтажника	Кассетница	Антистатические подставки-держатели
Комплект состоит из нескольких объектов	+	-	-	+	+	+	+
Актуальность	+	+	+	-	-	-	+
Функциональность	+	-	-	-	-	-	-
Возможность транспортирования	+	-	-	+	-	-	-
Удобство хранения	+	-	-	-	-	-	+
Экологически безопасные материалы	+	-	-	+	+	+	+
Модульность	+	-	-	-	+	+	-
Легкость конструкции	+	-	-	+	+	+	+
Разнообразие цветофактурных решений	+	-	-	-	-	-	-
Ценовая политика	+	-	-	-	-	-	-
Износостойкость	+	-	-	-	+	+	+
Возможность замены отдельных частей	+	-	-	-	-	-	-

Приложение Б – Сборочный чертеж системы хранения

Имя, № галка	Лист, № дата	Взам.имя, №	Имя, №дубль	Лист, № дата	Справа, №	Лица, др.имя
--------------	--------------	-------------	-------------	--------------	-----------	--------------



Размеры для справок

№	Имя	Утверждаю	Дата	Подпись	<p>ФОРМА XXXXXXXX.015СБ</p> <p>Система хранения и выгрузки/поддона автоматизированный ленточный конвейер</p> <p>Автоматический конвейер</p>

Исполнитель: _____

Проверенный: _____

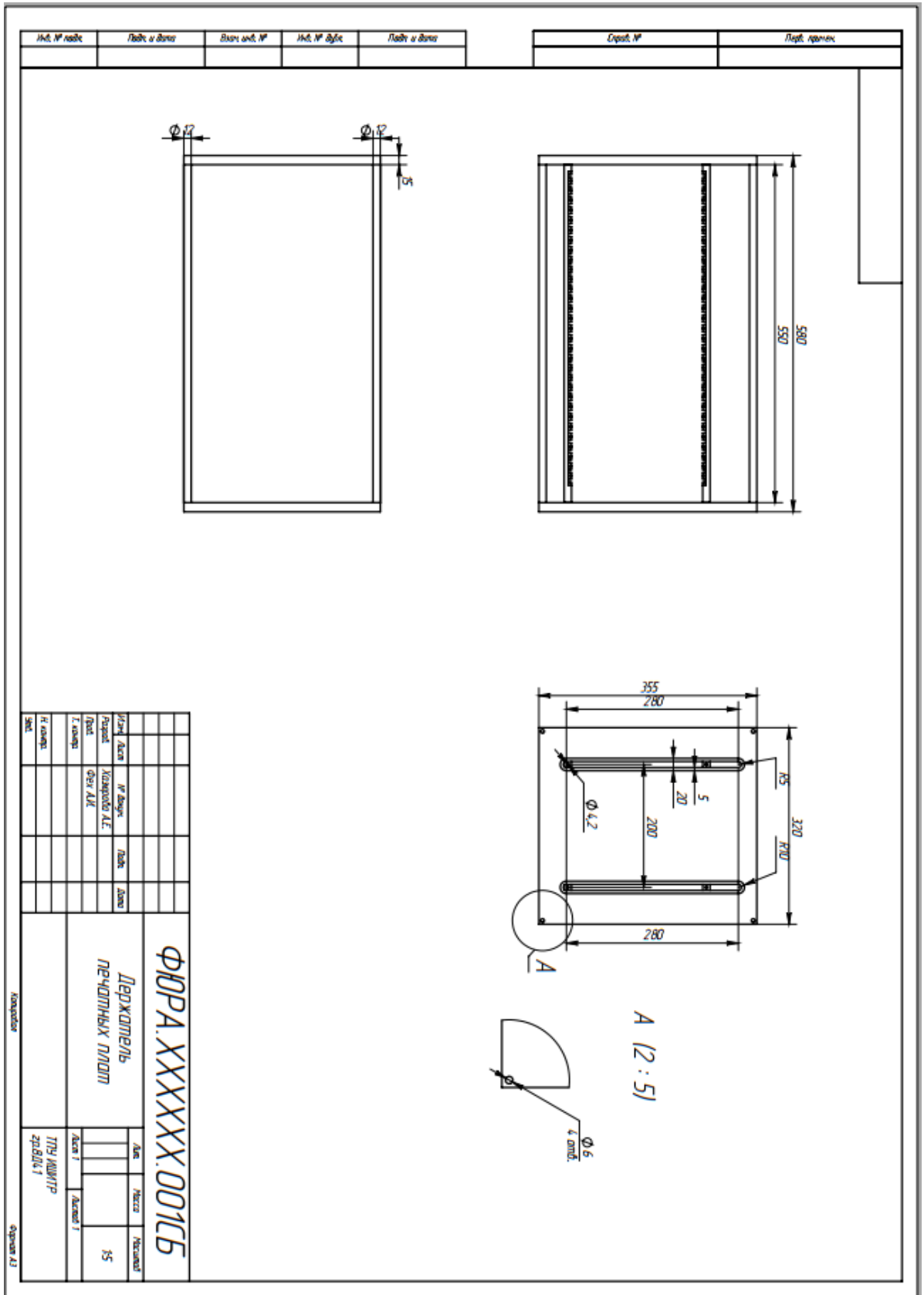
М.П. / Подпись _____

И.П. / Подпись _____

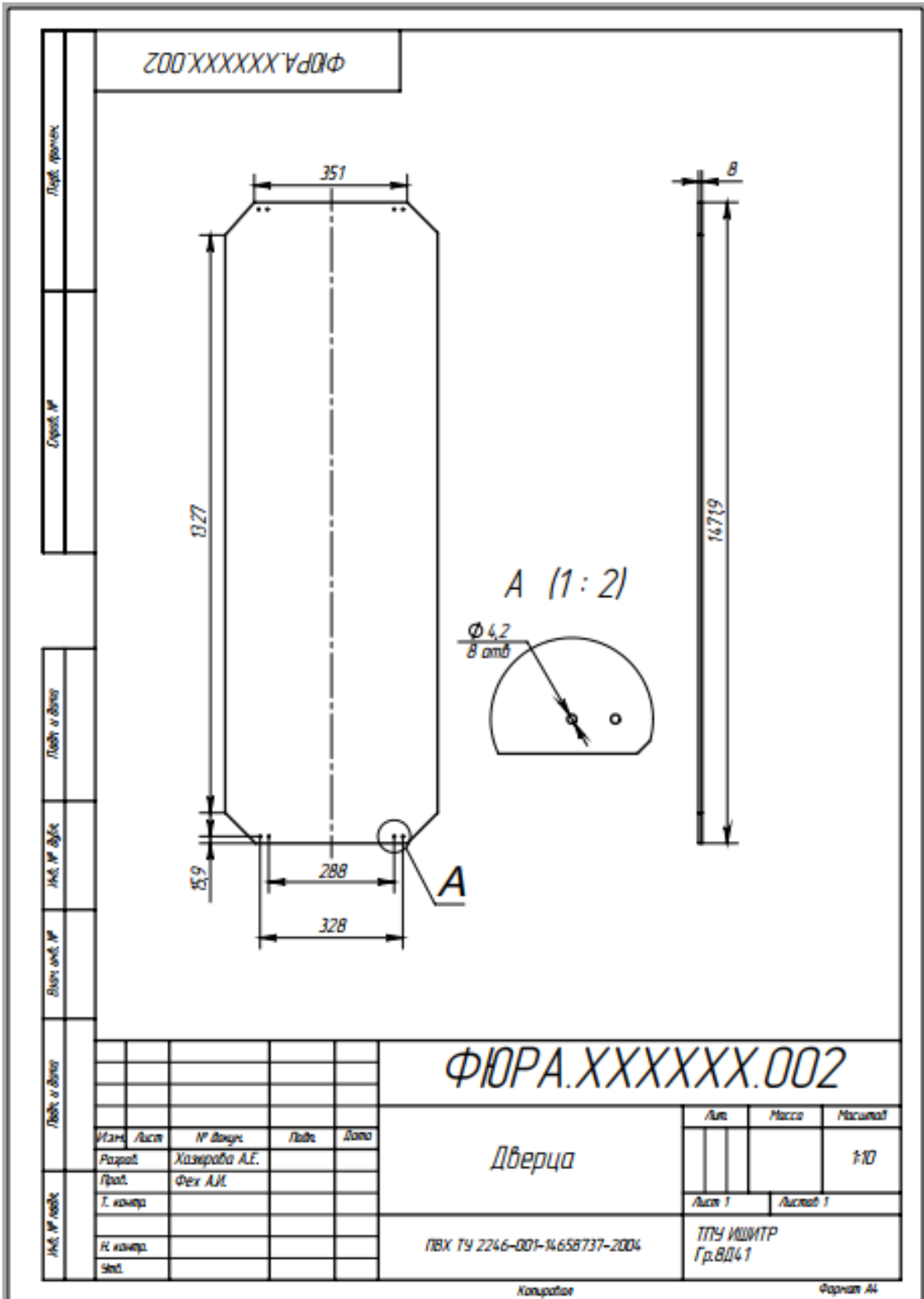
Приложение В – Спецификация

Код	Диаг.	Диаг.	Обозначения	Наименования	Кол.	Примеч.
✓	✓	✓				
✓	✓	✓		<u>Документация</u>		
✓	✓	✓				
АЭ	✓	✓	ФЮРА.ХХХХХХ.0150Б	Сборочный чертеж	1	
✓	✓	✓				
✓	✓	✓		<u>Сборочные единицы</u>		
✓	✓	✓				
АЭ	✓	1	ФЮРА.ХХХХХХ.0010Б	Сборочный чертеж	6	
✓	✓	✓				
✓	✓	✓		<u>Детали</u>		
✓	✓	✓				
АА	✓	2	ФЮРА.ХХХХХХ.00	Дверца	2	
АА	✓	3	ФЮРА.ХХХХХХ.003	Дверца	1	
АА	✓	4	ФЮРА.ХХХХХХ.004	Кожух защитный	3	
АА	✓	5	ФЮРА.ХХХХХХ.005	Кожух защитный	10	
АА	✓	6	ФЮРА.ХХХХХХ.006	Подставка	6	
✓	✓	✓				
✓	✓	✓		<u>Стандартные изделия</u>		
✓	✓	✓				
✓	✓	2		Болт М4х25 ГОСТ 7805-70	24	
✓	✓	3		Гайка М4 ГОСТ 5915-70	24	
✓	✓	✓				
✓	✓	✓		<u>Прочие</u>		
✓	✓	✓				
✓	✓	3		Профиль 40х40 мм, оцинкованный.	4	L= 1470мм
✓	✓	✓		Паз В мм Арт.08-4040L		
✓	✓	✓				
				ФЮРА.ХХХХХХ.015		
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		
Исполн	Контроль			З.Б.		
Лист	из АК				Лист	Листов
					1	2
Исполн						
З.Б.						
Система хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат						

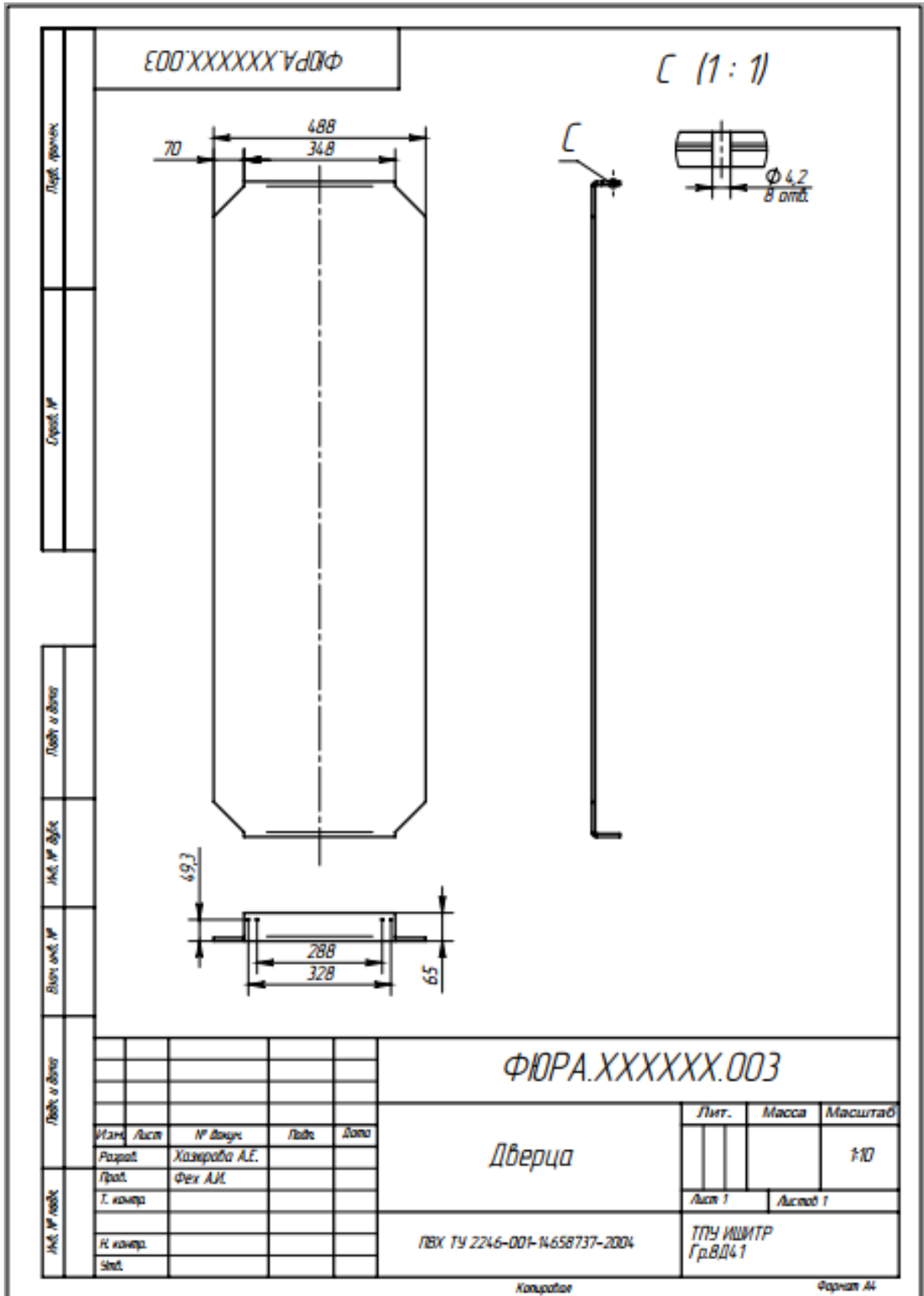
Приложение Д – Сборочный чертеж держателя печатных плат



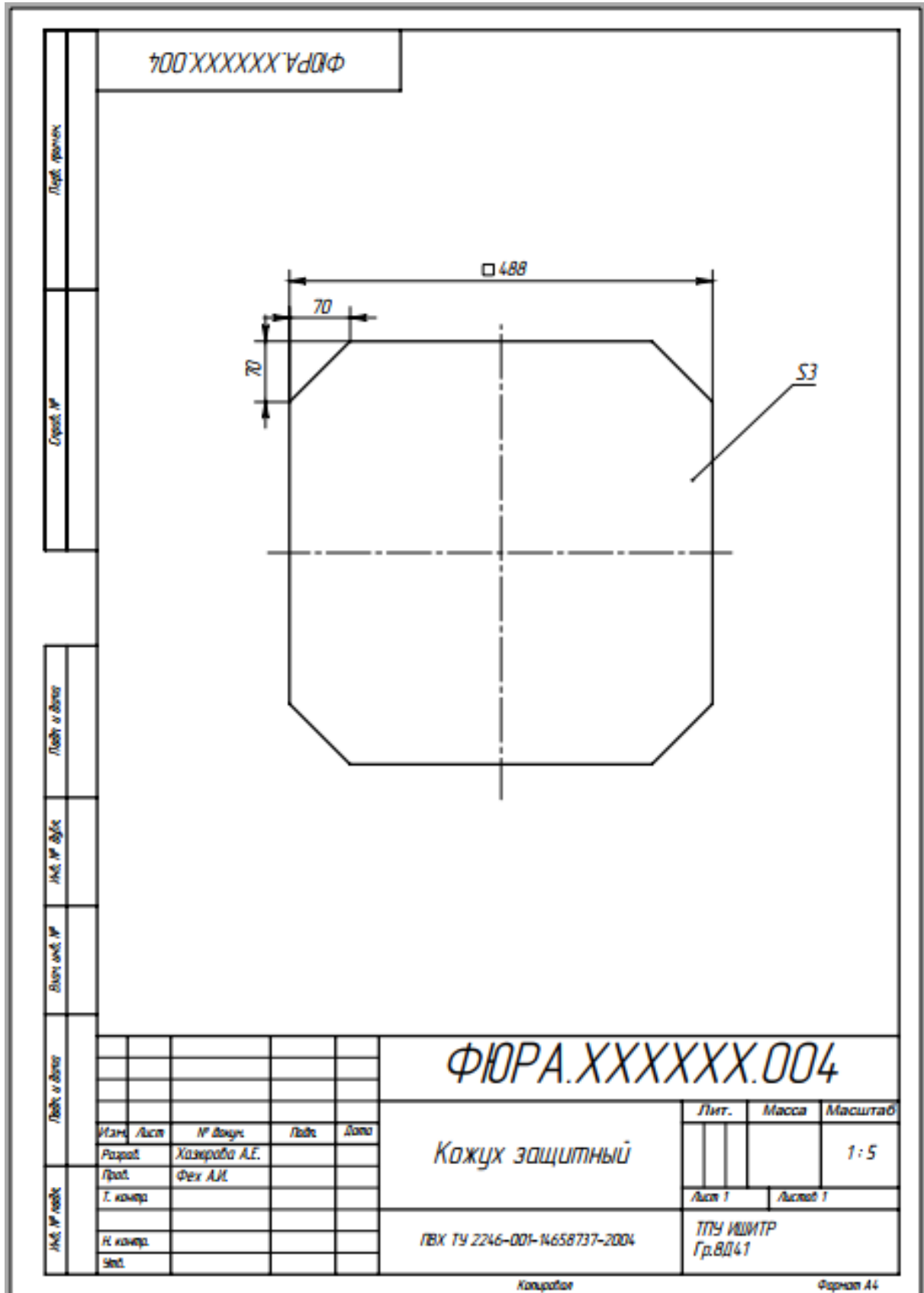
Приложение Ж – Дверца



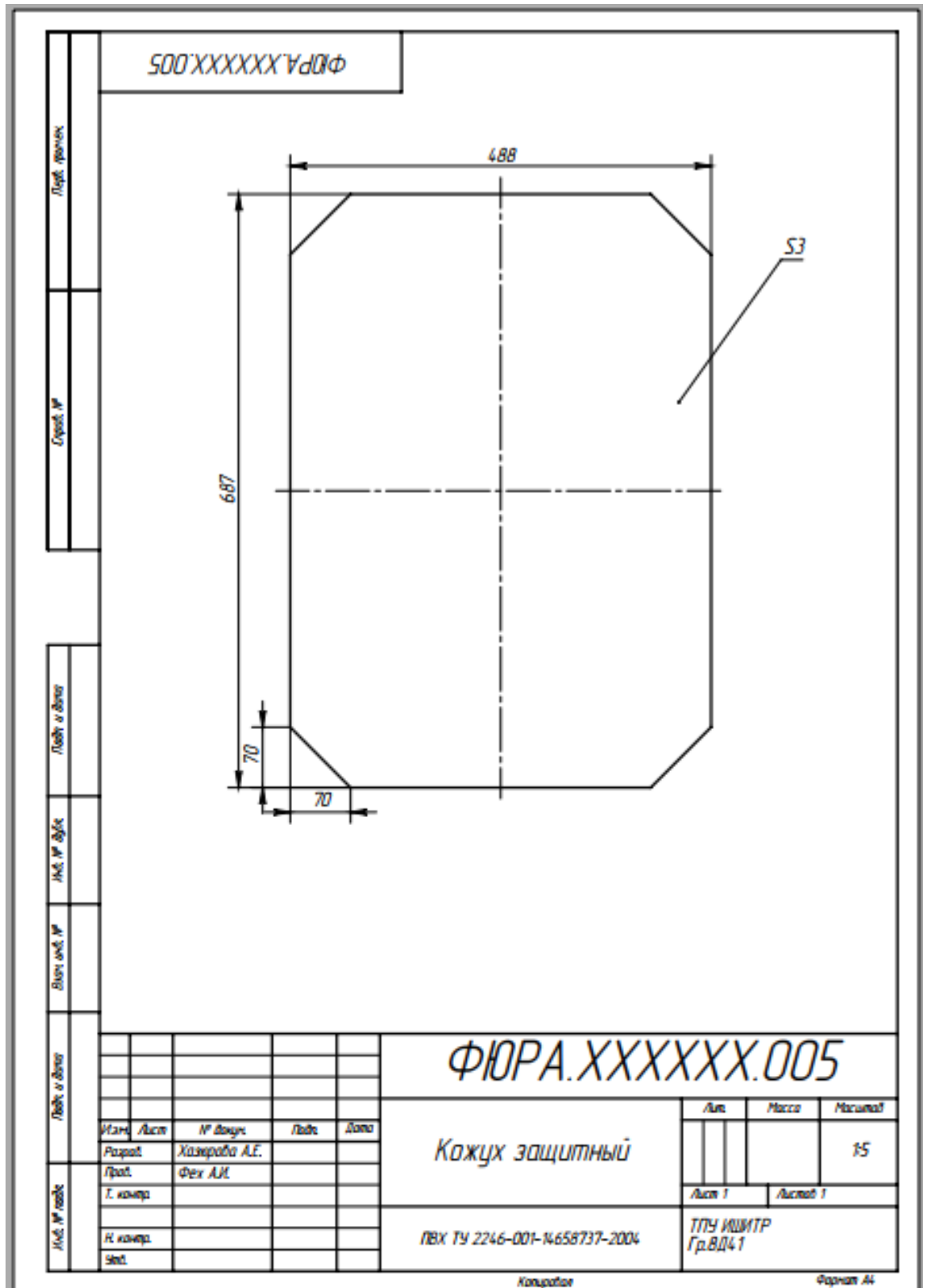
Приложение 3 – Дверца



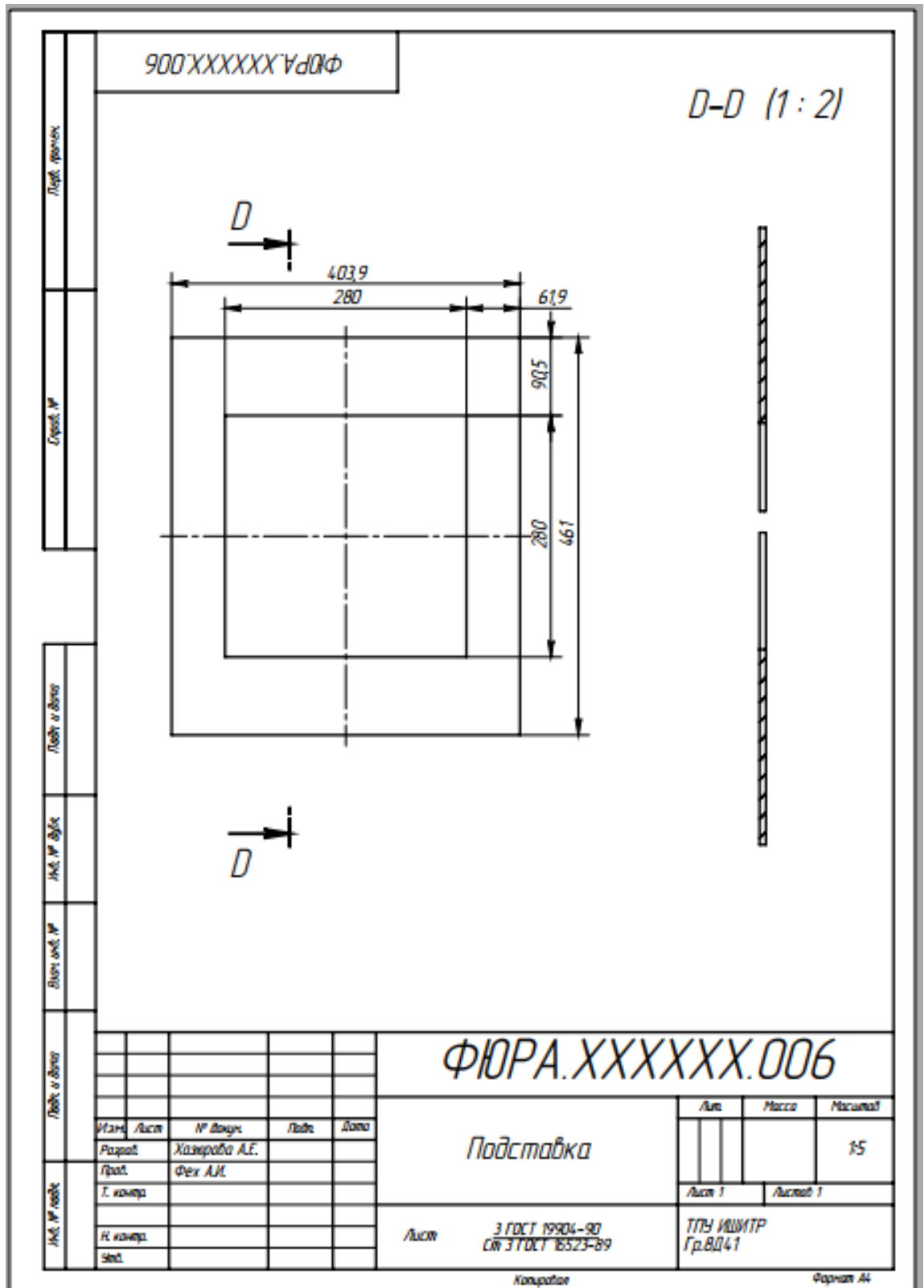
Приложение И – Кожух защитный



Приложение К – Кожух защитный



Приложение Л – Подставка



Лист: 1

Листов: 1

Изм. № 01

Внес. инст. №

Листы в сборе

Изм. № 01

Внес. инст. №

Листы в сборе

Изм. № 01

Внес. инст. №

Листы в сборе

Изм. № 01

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разработ.		Хазеграба А.Е.		
Проект.		Фех А.И.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Испол.				

ФЮРА.ХХХХХХ.006		
Подставка		
Лист	Масса	Масштаб
1		1:5
Лист 1	Листов 1	
Лист		ТТУ ИШМТР Гр.ВД41
Лист		3 ГОСТ 19904-90 СИЗ ГОСТ 16523-89

Конструктор

Формат А4