

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»

Институт архитектуры и строительство имени Т. Басенова
Кафедра «Строительство и строительные материалы»

Балтабаева Дильназ Думанкызы

Разработка технологического процесса и планирования цеха в г. Семей по
производству деревянных щитовых панелей для модульных домов, с
организацией ведения механической обработки древесных материалов
полного цикла, мощностью 360 условных комплектных домов в год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

6В07308 – «Технология расчета и проектирования деревянных конструкций»

Алматы 2025 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»

Институт архитектуры и строительство имени Т. Басенова
Кафедра «Строительство и строительные материалы»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедры
Шаяхметов С. Б.
д. т. н., профессор
«10» 06 2025 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

На тему: «Разработка технологического процесса и планирования цеха в г. Семей по производству деревянных щитовых панелей для модульных домов, с организацией ведения механической обработки древесных материалов, облицованных строганым шпоном. Мощностью 360 условных комплектных домов в год»

6B07308 – «Технология расчета и проектирования деревянных конструкций»

Выполнил Балтабаева Д. Д. Балтабаева Д. Д.

Рецензент
к. т. н., асоц. профессор
Курманбекова Э.Б.
«10» 06 2025 г.

Руководитель
к. т. н., асоц. Профессор
Усипбеков Е. Е.
«10» 06 2025 г.

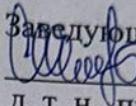
Подпись Курманбекова Э.Б.
заверяю
HR департамент
«10» 06 2025 г.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»

Институт архитектуры и строительство имени Т. Басенова
Кафедра «Строительство и строительные материалы»
6B07308 – «Технология расчета и проектирования деревянных конструкций»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедры
 Шаяхметов С. Б.
д. т. н., профессор
«25» 05 2025 г.

ЗАДАНИЕ на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Балтабаевой Дильназ Думанкызы

Тема: «Разработка технологического процесса и планирования цеха в г. Семей по производству деревянных щитовых панелей для модульных домов, с организацией ведения механической обработки древесных материалов полного цикла, мощностью 360 условных комплектных домов в год»

Утверждена Приказом Ректора Университета

Срок сдачи законченной работы – «25» 05 2025 г.

Исходные данные к дипломному проекту: район строительства г. Семей, Деревянные щитовые панели. Программа производства – 360 шт/год.

Перечень подлежащих разработке вопросов:

- а) Архитектурно-аналитический раздел
- б) Расчетно-конструктивный раздел
- в) Организационно-технологический раздел
- г) Экономический раздел

Перечень графического материала:

- а) Деревянные щитовые панели для модульных домов - 2 листов.
- б) План цеха, генеральный план, спецификация - 2 листов.

Рекомендуемая основная литература:

- а) Методические пособия
- б) Свод стандартов республики Казахстан

ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

№	Разделы	30%	60%	90%	100%	Примечание
1	Архитектурно-аналитический	28.12.2024 08.01.2025				
2	Расчетно-конструктивный		08.01.2025 23.02.2025			
3	Организационно-технологический			24.02.2025 20.04.2025		
4	Экономический				07.04.2025 20.04.2025	
5	Предзащита	14.04.2025 – 25.04.2025				
6	Контроль качества (ПЗ)	21.04.2025 – 16.05.2025				
7	Антиплагиат	08.05.2025 – 21.05.2025				
8	Нормоконтроль Контроль качества (чертежи)	12.05.2025 – 05.06.2025				
9	Защита	09.06.2025 – 28.09.2025				

Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименование разделов	Консультанты, И. О. Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Конструкторский	Усипбеков Е. Е., к. т. н., ассоц. Профессор	23.01.25	
Расчетный	Усипбеков Е. Е., к. т. н., ассоц. Профессор	26.02.25	
Технологический	Усипбеков Е. Е., к. т. н., ассоц. Профессор	06.04.25	
Экономический	Усипбеков Е. Е., к. т. н., ассоц. Профессор	20.04.25	
Нормоконтролер	Оспанова А. Т., м. т. н., преподаватель	03.06.25	
Контроль качества	Таубаева А.Е., м. т. н., ассистент		27.05.25

Руководитель дипломного проекта

Задания принял к исполнению обучающийся

Дата

Усипбеков Е. Е.
 Балтабаева Д. Д.
« 04 » 06. 2025 г.

Алматы 2025

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс Семей қаласында CLT панельдерін өндіру цехын жобалауға арналған. Жоба төтенше жағдайларда уақытша және тұрақты объектілерді жедел орналастыру үшін блочно-модульдік құрылыс технологияларын пайдалануға негізделген. Мақсаты — өндіріс цехын тиімді жоспарлап, материалдарды таңдау, жұмыс орындарын, қойма мен көлік ағымдарын ұйымдастыру. Экономикалық және экологиялық тиімділікке, модульдерді қайта қолдану мүмкіндігіне назар аударылады. Жұмыста инфрақұрылымды қалпына келтірудегі модульдік құрылыстың рөлі қарастырылып, қажетті аудандар есептеледі.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена проектированию цеха по производству CLT-панелей в городе Семей (Казахстан) с применением технологий блочно-модульного строительства для оперативного развёртывания объектов в чрезвычайных ситуациях. Цель — разработка эффективной планировки производства с учетом всех процессов: от выбора материалов (сендвич-панели, металлические конструкции) до организации рабочих мест, складов и логистики. Особое внимание уделено экономической и экологической эффективности, а также возможности повторного использования модулей. Работа включает расчеты площадей и рассматривает роль модульных зданий в быстром восстановлении инфраструктуры.

ABSTRACT

This thesis focuses on designing a CLT panel production workshop in Semey, Kazakhstan, using block-modular construction technologies for rapid deployment in emergencies. The goal is to create an efficient layout that covers material selection (sandwich panels, metal structures), workplace organization, storage, and logistics. Special attention is paid to economic and environmental efficiency, and to the reusability of modular blocks. The work includes area calculations and highlights the importance of modular buildings in the fast recovery of infrastructure in disaster-affected zones.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1. Конструкторская часть	9
1.1 Спецификация сборочных единиц и деталей изделия	10
1.2 Эскиз изделия	11
1.3 Описание изделия	11
1.3.1 Общий вид и габаритные размеры	12
1.3.2 Описание конструкции и материалов	13
2. Расчетная часть	16
2.1 Расчет расхода древесных и облицовочных материалов	16
2.1.1 Основные данные для расчета	16
2.1.2 Определение расхода материалов в деталях	17
2.1.3 Определение расхода материалов в заготовках	17
2.1.4 Определение расхода материалов в заготовках с учетом технологических потерь	18
2.1.5 Определение расхода материалов в заготовках с учетом полезного выхода при раскрой	19
2.1.6 Разработка карт раскроя листовых и плитных материалов	19
2.1.7 Определение процента чистого выхода материалов	21
2.2 Разработка спецификации на сырье и материалы	21
2.3 Расчет количества отходов по видам материалов, по стадиям обработки	22
2.3.1 Исходные данные для расчета количества отходов	22
2.3.2 Расчет количества отходов при раскрое	24
2.3.3 Расчет количества отходов при обработке черновых заготовок	25
2.3.4 Расчет количества отходов при обработке чистовых заготовок	27
2.3.5 Расчет количества технологических отходов	27
2.3.6 Расчет общего количества отходов	28
2.3.7 Расчет количества деловых отходов	28
2.3.8 Расчет количества топливных отходов	29
2.4 Разработка баланса сырья и материалов	30
2.5 Расчет потребности шлифовальных материалов	33
2.5.1 Расчет площадей шлифуемых поверхностей	34
2.5.2 Расчет потребности в шлифовальной шкурке	37
2.6 Расчет материалоемкости изделия	37
3. Проектирование технологического процесса	39
3.1 Разработка технологических карт	39
3.1.1 Необходимые данные для разработки технологических карт	39
3.1.2 Методика разработки технологических карт	40
3.2 Разработка схемы технологического процесса	44
3.3 Расчет производительности оборудования	45
4. Расчет площади цеха	47

4.1 Расчет площади цеха, занятой под оборудование и рабочие места	47
4.2 Расчет дневной программы выпуска изделия	49
4.3 Расчет площади цеха, занятой под технологические выдержки и буферные запасы	52
4.4 Расчет площади цеха под бытовые и вспомогательные помещения	52
4.5 Расчет общей площади цеха	53
5. Разработка плана цеха	54
5.1 Установление предварительных размеров цеха	54
6. Экономическая часть	55
6.1 Расчет стоимости сырья и материалов	55
6.2. Определение трудоемкости в чел/час.	56
6.3 Определение расценки на изделие	57
6.4 Расчет численности и тарифного фонда заработной платы основных производственных рабочих	58
7. Заключение	66
Список литературы	67
Приложение А	68
Приложение Б	69
Приложение В	70
Приложение Г	71
Приложение Д	72
Приложение Е	73
Приложение Ё	74

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность дипломного проекта:

В современном строительном секторе отмечается устойчивая тенденция к интеграции инновационных материалов и технологий, среди которых особое место занимает применение перекрестно-клееных деревянных плит (CLT). Данная технология получила широкое распространение в европейских странах и демонстрирует высокую эффективность при возведении как индивидуальных малоэтажных, так и многоэтажных жилых и коммерческих зданий. CLT позиционируется как экологически предпочтительная альтернатива традиционным железобетонным конструкциям, что обусловлено использованием возобновляемого сырья и снижением углеродного следа. В отличие от композитных многослойных строительных панелей, CLT-панели характеризуются монолитностью материала, изготавливаясь исключительно из древесины. Данные панели обладают высокими показателями несущей способности, сохраняя геометрическую стабильность и демонстрируя равномерную статическую прочность во всех плоскостях, что обеспечивает надежность и долговечность возводимых конструкций.

Цель дипломного проекта:

Настоящий дипломный проект направлен на разработку комплексного технологического процесса и планирования производственного цеха, расположенного в городе Семей, для осуществления полноценного производства деревянных щитовых панелей, предназначенных для использования в модульном домостроении. Проект предусматривает организацию механической обработки древесных материалов на всех этапах производственного цикла, с проектной мощностью, обеспечивающей выпуск эквивалента 360 условных комплектных домов в год.

Объект проектирования:

Объектом настоящего дипломного проекта являются перекрестно-клееные деревянные панели CLT, предназначенные для применения в модульных зданиях гражданского назначения.

1. Конструкторская часть

1.1. Спецификации сборочных единиц и деталей изделия

Экологически чистый дом из плитных CLT материалов.

Описание дома и его конструктивных элементов:

1. Стена без оконных и дверных проемов размерами 6000x2700мм.
 - Конструкция: 5-и слойная CLT-панель толщиной 200 мм.
 - Тепло-звукоизоляции: Ветрозащитная мембрана, каркасная обрешётка (50 мм) – пространство для утеплителя и скрытой проводки, утеплитель (эковата толщиной 50 мм), пароизоляционная мембрана – защищает утеплитель от внутренней влаги.
1. Стена без оконных и дверных проемов размерами 3000x2700мм.
 - Конструкция: 5-и слойная CLT-панель толщиной 200 мм.
 - Тепло-звукоизоляции: Ветрозащитная мембрана, каркасная обрешётка (50 мм) – пространство для утеплителя и скрытой проводки, утеплитель (эковата толщиной 50 мм), пароизоляционная мембрана – защищает утеплитель от внутренней влаги.
2. Стена с дверным проемом размерами 6000x2700мм.
 - Конструкция: 5-и слойная CLT-панель толщиной 200 мм.
 - Тепло-звукоизоляции: Ветрозащитная мембрана, каркасная обрешётка (50 мм) – пространство для утеплителя и скрытой проводки, утеплитель (эковата толщиной 50 мм), пароизоляционная мембрана – защищает утеплитель от внутренней влаги.
 - Дверной проём: стандартный 900 мм × 2100 мм.
 - Особенности устройства дверного проёма в несущей CLT-стене:
3. Стена с оконным проемом размерами 3000x2700мм.
 - Конструкция: 5-и слойная CLT-панель толщиной 200 мм.
 - Тепло-звукоизоляции: Ветрозащитная мембрана, каркасная обрешётка (50 мм) – пространство для утеплителя и скрытой проводки, утеплитель (эковата толщиной 50 мм), пароизоляционная мембрана – защищает утеплитель от внутренней влаги.
 - Оконный проём: 1500 мм × 1200 мм (двухкамерный стеклопакет с энергоэффективным покрытием).
 - Оконный профиль: деревянный или алюминиевый, с высоким коэффициентом теплоизоляции.
 - Нижняя часть стены до подоконника — из цельной CLT-панели, верхняя — также из CLT, но с усилением вокруг проёма.

Дом спроектирован с учётом современных требований к экологичности и энергоэффективности. Использование CLT-панелей позволяет сократить сроки строительства, обеспечить надёжность конструкции и создать комфортный микроклимат внутри помещений.

Таблица 1 - Спецификация на щитовую сборочную единицу

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.		
				ДОКУМЕНТАЦИЯ				
			ДП 01.00.000000	Сборочный чертеж				
				ДЕТАЛИ				
			ДП 01.01.000000	Стена 1				
			ДП 01.01.010000	Плита CLT, СТ РК EN 16351-2021				
				6000×2700×200	1			
			ДП 01.02.000000	Стена 2				
			ДП 01.02.010000	Плита CLT, СТ РК EN 16351-2021				
				3000×2700×200	1			
			ДП 01.03.000000	Стена 3 с дверным проемом				
			ДП 01.03.010000	Плита CLT, СТ РК EN 16351-2021				
				6000×2700×200	1			
			ДП 01.04.000000	Стена 4 с оконным проемом				
			ДП 01.04.010000	Плита CLT, СТ РК EN 16351-2021				
				3000×2700×200	1			
				СТАНДАРТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ				
			ДП 01.05.000000	Фурнитура X-RAD,				
				ПРОЧИЕ ИЗДЕЛИЯ				
					6B07308 Технология расчета и проектирования деревянных конструкций			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Дом из CLT	лист	лист	листов
Разработал		Балтабаева Д.						
Проверил		Усипбеков.Е.Е.						
Н - контр.						ТриПДК		
Утв.								

1.2. Эскиз изделия

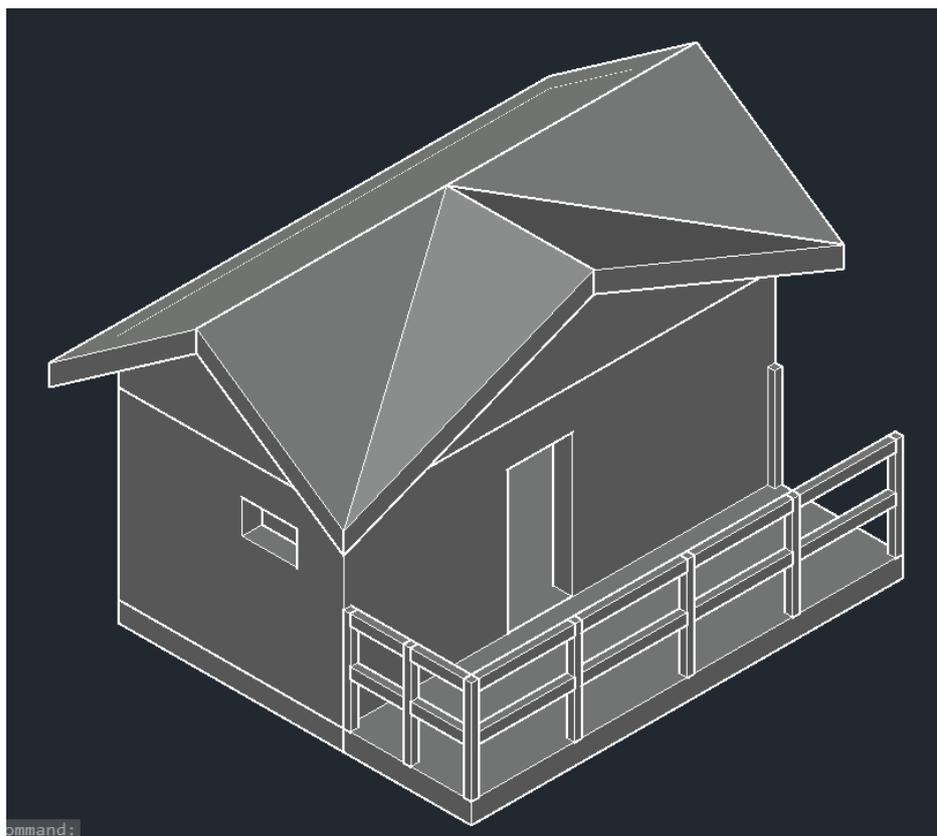


Рисунок 1 - Эскиз изделия

1.3. Описание изделия

В современной строительной практике наблюдается тенденция к использованию модульных конструкций для возведения зданий различной площади и функционального назначения, включая офисные помещения, торговые точки, банковские филиалы, образовательные учреждения (школы, детские сады), жилые комплексы (общежития) и медицинские учреждения (больницы). Диапазон применения быстровозводимых зданий является весьма широким и определяется исключительно потребностями заказчика и возможностями проектирования.

Конструкции, сформированные из модульных блоков, обладают интегрированными инженерными системами, обеспечивающими электроэнергию, климатический контроль, водоснабжение и водоотведение.

Одним из ключевых преимуществ блочно-модульных зданий является их адаптивность к условиям, требующим оперативного развертывания социально значимых объектов в удаленных и труднодоступных регионах, на строительных площадках, в вахтовых поселках, а также в локациях, где возникает необходимость в срочном создании жилых, административных или складских

помещений. Важным аспектом является возможность их быстрой установки и последующего демонтажа с минимальными экономическими издержками при необходимости релокации.

Приоритетность для чрезвычайных ситуаций:

В контексте чрезвычайных ситуаций, когда население может внезапно лишиться жилья (например, в результате стихийных бедствий, техногенных катастроф), блочно-модульные здания представляют собой высокоэффективное решение благодаря следующим характеристикам:

Оперативность развертывания: Модульная конструкция позволяет в кратчайшие сроки возводить временное или постоянное жилье, административные пункты управления, медицинские изоляторы и другие критически важные объекты.

Автономность инженерных систем: Интегрированные системы жизнеобеспечения (электричество, водоснабжение и т.д.) способствуют созданию автономных и функциональных пространств даже при отсутствии развитой инфраструктуры на пострадавших территориях.

Мобильность и возможность передислокации: После стабилизации ситуации модульные здания могут быть относительно легко демонтированы и перевезены на новые участки, что обеспечивает гибкость в использовании ресурсов.

Экономическая эффективность: Быстрое возведение и возможность повторного использования снижают общие затраты на обеспечение пострадавшего населения необходимыми помещениями.

Таким образом, технология блочно-модульного строительства является стратегически важной для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации, обеспечивая возможность быстрого создания жизнеобеспечивающей инфраструктуры для пострадавшего населения с минимальными временными и экономическими затратами.

Модульные здания представляют собой секционные сборные блоки, которые состоят из нескольких блоков, называемых модулями. Секции модулей производятся на удаленном объекте (чаще всего заводах), затем транспортируются на предполагаемое место пользования. Причем изготовление таких блоков происходит уже с внешней и внутренней отделкой, заранее выбранной заказчиком, тем самым сокращая сроки сдачи объекта в эксплуатацию.

Таким образом, блочно-модульное строительство представляет собой не только эффективный, но и экологически ответственный подход к созданию инфраструктуры в условиях чрезвычайных ситуаций. Оно гарантирует скорость, мобильность и экономическую целесообразность, что делает его оптимальным решением для восстановления жизнедеятельности пострадавших территорий и обеспечения пострадавшего населения необходимыми условиями для проживания и работы.

1.3.1. Общий вид и габаритные размеры

Таблица 2 - Пример спецификации деталей, входящих в изделие

№	Наименование деталей	Кол-во	Габаритные размеры		
			Д	Ш	Т
1	2	3	4	5	6
1	Стена 1	1	6000	2700	200
2	Стена 2	1	3000	2700	200
3	Стена 3	1	6000	2700	200
4	Стена 4	1	3000	2700	200

1.3.2. Описание конструкции и материалов

CLT панель EN 1995-1-1 – многослойная массивная конструкция, в которой ламели уложены послойно и склеены между собой во взаимно перпендикулярном направлении (Cross-Laminated Timber), так как древесина является анизотропным материалом – т.е. материалом с разными свойствами по направлению), то перекрестная склейка приводит к получению строительного материала с максимальными высокими несущими свойствами, высокой стабильностью в процессе транспортировки и эксплуатации домостроения. При этом минимизируются недостатки деревянных конструкций. Совокупность этих свойств позволяют изготавливать CLT панели в виде высокоточных готовых деталей домокомплекта в заводских условиях и возводить домостроения по технологии «несущая панель».

До того, как появился первый дом из CLT-панелей, более 80 процентов деревянного строительства приходилось на каркасное, остальные варианты – это бревно, брус, друп-лог, фахверк и проч. Все они имеют определенные недостатки, которые разработчики стремились устранить.

Первыми способ опробовали в Швейцарии. Европейцы попробовали сложить в ряды деревянные ламели, в несколько слоев, располагая каждый последующий слой перпендикулярно предыдущему. После склеивания изделие прошло спрессовку. В итоге получился материал с высокими несущими характеристиками и хорошей жесткостью.

В современном, доработанном варианте CLT-панели появились в Австралии спустя шесть лет. В то время резко возрос общий интерес к экологичным домам, где приятно находиться и легко дышать. Новый материал быстро прижился и начал активно использоваться не только на солнечном

материке, но и в Европе, Америке. Наиболее распространены дома из CLT в западноевропейских странах.



Рисунок 2 - Изображение 5-и слойной CLT панели

Инновационное соединение CLT плит – X-RAD.

С технической точки зрения X-RAD является двухточечной механической системой соединения, размещенной в углах CLT-панелей.

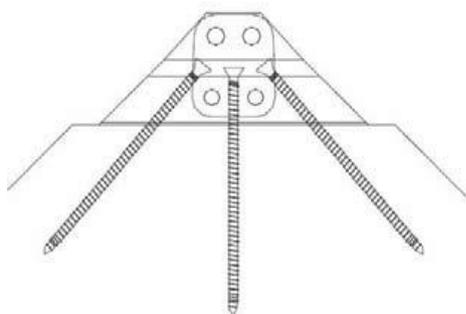


Рисунок 3 - Схематическое изображение узла X-RAD вид спереди

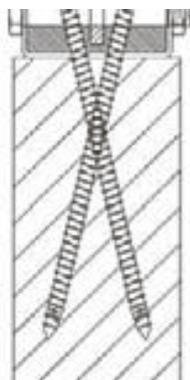


Рисунок 3.1 - Схематическое изображение узла X-RAD вид сбоку

Саморезы устанавливаются под двумя разными углами наклона так, чтобы усилие на извлечение было максимальным. Поскольку винты подвергаются воздействию растягивающих усилий, соединения более прочны по сравнению с традиционными, в которых усилие сдвига является основным воздействием.

Предложенная система обладает высокими эксплуатационными характеристиками (прочностью и жесткостью), обеспечиваемыми использованием саморезов, расположенных под углом друг к другу. Благодаря своеобразному расположению крепежных элементов узел X-RAD может надежно соединять между собой CLT-панели. После появления на строительных площадках панелей с новой конструкцией узлов соединения процесс сборки домов значительно сократился (в соответствии с рисунком 3).

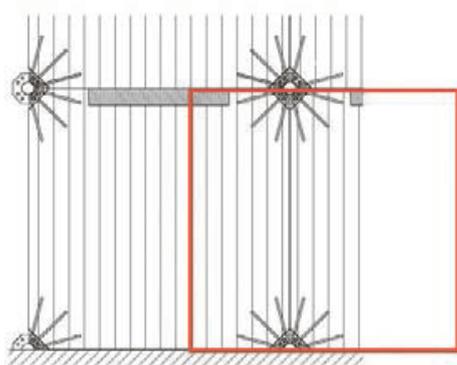


Рисунок 4 - Схематическое представление системы крепления X-RAD

2. Расчетная часть

2.1. Расчет расхода древесных и облицовочных материалов

Основной задачей расчета потребного количества сырья и материалов является разработка научно обоснованных норм расхода, которые позволяют максимально эффективно и рационально использовать материалы в процессе производства. Правильное определение нормы расхода играет ключевую роль в планировании производственного процесса, поскольку она служит основой для точного вычисления потребности в материалах на различных этапах, будь то месяц, квартал или год. Установление этих норм позволяет не только избежать излишних затрат, но и обеспечить бесперебойную работу предприятия, своевременно обеспечивая его всеми необходимыми материалами для выполнения производственных планов.

2.1.1. Основные данные для расчета

Для расчета расхода материалов используются следующие исходные данные:

- точные размеры деталей (длина, ширина, толщина);
- количество деталей, входящих в изделие;
- кратность заготовок;
- припуски на обработку;
- программа выпуска изделий;
- технологический процесс изготовления изделий;
- коэффициенты, отражающие полезные выходы заготовок;
- коэффициенты, учитывающие технологические отходы.

Основными источниками для получения этих данных являются:

- конструкторские чертежи изделия;
- спецификации деталей изделия;
- техническое описание изделия;
- технологические карты изготовления деталей;
- схема технологического процесса производства изделия;
- утвержденные нормативы использования материалов.

Порядок расчета расхода древесных и облицовочных материалов включает следующие этапы:

1. Определяются точные размеры деталей, которые составляют изделие.
2. Рассчитывается потребление материала на изделие с учетом деталей.
3. Учитываются припуски на обработку и размеры заготовок.
4. Рассчитывается расход материала для изготовления заготовок.

5. Разрабатываются карты раскроя для плитных и листовых материалов.
6. Рассчитывается расход материала на изделие в сырье.
7. Определяется процент чистого выхода материалов.
8. Рассчитывается потребность в древесных и облицовочных материалах на одно изделие, а затем на всю программу выпуска.

Результаты расчета потребного количества материалов должны быть представлены в виде «ведомости расхода древесных материалов» на одно изделие и на запланированную программу (в соответствии с таблицей 3).

2.1.2 Определение расхода материалов в деталях

На основе ранее разработанных структурных схем изделия, чертежей и спецификаций определяются размеры деталей, материалы и их количество в изделии. Эти данные вносятся в графы 1-7 «ведомости расчета древесных и облицовочных материалов» (далее – «ведомость») таблицы 3.

В графе 8 указывается единица измерения расхода материалов.

Для расчета расхода материалов по габаритным чистовым размерам деталей вычисляется количество материала, необходимое для каждой детали, и данные заполняются в графу 9 «ведомости».

Результаты расчетов заносятся в графу 9 «ведомости» по всем деталям для каждого типа материала.

2.1.3 Определение расхода материалов в заготовках

По ГОСТ 7307 «Детали из древесины и древесных материалов». Припуски на механическую обработку» устанавливаются нормы припусков на обработку заготовок. Определение величины припусков является важным этапом расчета, поскольку от этого зависит точность изготовления деталей. Размеры припусков по длине, ширине и толщине зависят от множества факторов и должны учитывать все операции, которые воздействуют на размеры заготовок в процессе их обработки, то есть преобразования заготовок в готовые детали.

Размер припусков определяется с учетом приложений 5-14:

- для пиломатериалов — припуски на длину, ширину и толщину;
- для плитных материалов, строганого шпона, листовых и рулонных материалов — припуски на длину и ширину;
- для кромоочных материалов — припуски на длину и ширину.

С учетом припусков в графах 10, 11 и 12 (таблица 3) «ведомости» рассчитываются размеры заготовок. Габаритные размеры заготовок (графы 10, 11, 12) вычисляются как сумма размеров деталей и припусков на обработку:

Полученные данные записываются в графы 10, 11 и 12 таблицы 6 «ведомости».

Примечание: при раскросе материалов на чистовые заготовки припуски не учитываются, и графы 10, 11 и 12 не заполняются. При раскросе ламинированных древесных плит на чистовые заготовки, которые будут подвергаться облицовке кромок, припуск дается только на фрезерование кромок с обеих сторон в пределах 4-6 мм.

Для пиломатериалов из хвойных и лиственных пород, с учетом размеров заготовок по сечению, выбирается стандартная толщина в соответствии с ГОСТ 8486-99 и ГОСТ 7897-83 (см. прил. 1; 2; 3; 4), и эти данные заносятся в графу 13 «ведомости».

Количество расходуемого материала на изделие определяется как произведение размеров заготовок на их количество в изделии, то есть:

Результаты расчетов заносятся в графу 14 таблицы 3 для каждой детали.

2.1.4. Определение расхода материалов в заготовках с учетом технологических потерь

В процессе обработки часть заготовок может быть отбракована из-за выявления скрытых дефектов материалов, а также потеряна при настройке станков и других операциях технологического процесса. Эти потери могут составлять от 1,5 до 10 %. В деревообрабатывающей отрасли установлен нормативный процент запаса для учета технологических потерь по различным видам материалов (см. приложения 16, 17, 18). Для упрощения расчетов используется коэффициент технологических потерь (Кт п.), который учитывает установленный процент отходов. Этот коэффициент принимается согласно таблицам приложений 15-18 и заносится в графу 15 «ведомости» (таблица 3).

Содержание материалов в заготовках определяется с учетом технологических потерь, используя формулу:

$$\text{Гр. 16} = \text{гр. 14} \times \text{гр. 15.} \quad (1.0)$$

Результаты расчетов заносятся в графу 16 «ведомости» (таблица 3) для каждой детали.

2.1.5 Определение расхода материалов в заготовках с учетом полезного выхода при раскросе

Эффективность использования материалов при раскросе является ключевым аспектом современного производства.

Полезный выход заготовок зависит от множества факторов, таких как дефекты древесины, структурные отклонения, видимые и скрытые природные дефекты, требования к качеству заготовок, а также от используемого

оборудования и инструментов, размеров заготовок, условий труда и квалификации рабочих.

Оценка эффективности использования материалов проводится через расчет процента полезного выхода (Рпв), который представляет собой отношение объема материала, оставшегося в полученных заготовках, к общему количеству раскроенного материала. Формула для расчета выглядит следующим образом:

$$Р_{пв} = (\sum V_з) \times 100\% / \sum V_с. \quad (2.0)$$

Для упрощения расчетов используется коэффициент полезного выхода (Кпв), который рассчитывается по формуле:

$$К_{пв} = 100 / Р_{пв}. \quad (2.1)$$

Таким образом, расход материалов определяется с учетом полезного выхода заготовок из исходного сырья.

Процент полезного выхода для большинства материалов (кроме плитных, листовых и рулонных) принимается по данным из приложения 15 и заносится в графу 17 «ведомости» (таблица 3).

Для плитных и листовых материалов (например, столярных плит, древесностружечных и древесноволокнистых плит, фанеры, ДБСП и облицовочных материалов) процент полезного выхода рассчитывается на основе карт раскроя, которые разрабатываются в разделе

2.1.6 «Разработка карт раскроя листовых и плитных материалов».

Рассчитывается действительная потребность в материалах по формуле

$$Гр. 18 = гр. 16 \times гр. 17. \quad (3.0)$$

Для плитных и листовых материалов (например, столярных плит, древесностружечных и древесноволокнистых плит, фанеры, ДБСП и облицовочных материалов) процент полезного выхода рассчитывается на основе карт раскроя, которые разрабатываются в разделе

Процент полезного выхода для большинства материалов (кроме плитных, листовых и рулонных) принимается по данным из приложения 15 и заносится в графу 17 «ведомости» (таблица 3).

Таблица 4. Пример спецификации заготовок изделия

Наименование деталей	Кол-во в изделии, шт.	Размеры в заготовке, мм			Площадь заготовок, м ²	Всего на программу, 10000 изд.
		Д	Ш	Т		
1	2	3	4	5	6	7
1. Стена 1	1	6000	270	20	16,2	162000
2. Стена 2	1	3000	270	20	8,1	81000
3. Стена 3	1	6000	270	20	16,2	162000
4. Стена 4	1	3000	270	20	8,1	81000

1.Определение габаритов здания

Размеры здания для проектирования составляют 6000 мм в длину, 3000 мм в ширину и 2700 мм в высоту (для стен). Эти габариты являются исходными для расчета общей площади стен, а также для определения необходимого количества материалов. Важно отметить, что эти размеры учитывают только основную часть здания, а именно внешние стены. При этом для окончательного проектирования необходимо учитывать дополнительные элементы, такие как окна, двери и другие архитектурные особенности, которые могут повлиять на расчеты, например, на количество и распределение материалов.

2.Определение конструкции щитовой панели

Щитовая панель представляет собой многослойную конструкцию, которая состоит из нескольких важных компонентов, обеспечивающих ее прочность, тепло- и звукоизоляцию. Стандартная щитовая панель включает:

3.Обшивку, выполненную из ОСБ (ориентированно-стружечной плиты), которая является долговечным и устойчивым к внешним воздействиям материалом. ОСБ обладает высокой прочностью на сдвиг и изгиб, что делает ее идеальной для использования в строительстве наружных стен.

4.Утеплитель — минеральная вата, которая обеспечивает отличные теплоизоляционные свойства. Минеральная вата является экологически безопасным и огнестойким материалом, что делает ее эффективным решением для утепления стен в зданиях.

Пример одной панели имеет размеры 2700 мм × 1250 мм. Обвязка панели выполняется по периметру, с добавлением горизонтальных связей для повышения жесткости и стабильности конструкции. Такой подход позволяет равномерно распределить нагрузки по всей панели и повышает ее долговечность. Использование панелей с подобной конструкцией значительно ускоряет процесс строительства и уменьшает количество отходов.

2.1.7. Определение процента чистого выхода материалов

Для вычисления необходимого объема бруса, который потребуется для изготовления 15 панелей, было установлено, что чистый объем материала составляет 0,89 м³. Однако, с учетом возможных технологических потерь, для закупки было предусмотрено увеличение объема материала на 15%. В результате объем закупаемого материала составил 1,02 м³.

Чистый выход материала, то есть доля фактически использованного материала от общего объема закупленного, можно рассчитать по следующей формуле:

$$\text{Чистый выход} = 0,89 / 1,02 \times 100 \approx 87,25\% \quad (4.0)$$

Таким образом, процент чистого выхода материала составляет примерно 87%. Это означает, что около 13% материала будет потеряно в процессе обработки, что соответствует нормам технологических потерь. Такой расчет важен для более точного планирования закупок и эффективного использования ресурсов в строительном процессе. Учет этого показателя позволяет минимизировать излишки материалов и снизить затраты, что является необходимым для соблюдения бюджетных ограничений и достижения оптимальной экономии.

2.2. Разработка спецификации на сырье и материалы

Расчет потребности в древесных материалах завершается составлением спецификации, которая может быть представлена в виде таблицы 5.

Таблица 5. Пример спецификации древесных и облицовочных материалов для изготовления изделия.

Наименование материалов	ГОСТ, ТУ, сорт, марка, порода	Размеры материала, Мм			Ед. изм.	Количество материала	
		Д	Ш	Т		На изделие	На задан прогр. 10000 изд.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.CLT	EN 1995-1-1	6000	2700	200	м ²	4,0146	40146
		3000	2700	200	м ²	3,2912	32912

2.3. Расчет отходов по видам материалов, по стадиям обработки

В процессе производства из исходных материалов формируются заготовки, однако часть материалов неизбежно превращается в отходы, такие как обрезки, стружки, опилки и пыль. Разработка и внедрение эффективных методов рационального использования этих отходов является важной задачей на стадии технологической подготовки производства.

Для повышения эффективности использования древесных материалов в современном производстве необходимо, во-первых, применять высокоточное оборудование и инструменты, что позволяет снизить размеры припусков, а во-вторых, перерабатывать часть образующихся отходов. Нормативы расхода материалов, которые лежат в основе расчетов потребности материалов на единицу продукции, регулярно пересматриваются в связи с постоянным совершенствованием технологий и применяемого оборудования.

Количество отходов рассчитывается по этапам обработки материалов, исходя из общих данных о расходе каждого типа материала, и проводится дифференцированно для каждого вида материала. В качестве единицы измерения обычно используется та единица, которая применяется при поставке материалов на предприятие.

2.3.1. Исходные данные для расчета количества отходов

Перед тем как начать расчет отходов, необходимо подготовить исходные данные о расходе сырья и материалов. Эти данные играют ключевую роль в определении объема отходов на разных этапах производства.

Распределение отходов по типам материалов и стадиям технологического процесса изготовления деталей, принятое в данной отрасли, представлено в таблице 6. Это распределение важно для более точного расчета и планирования, поскольку оно позволяет учитывать все возможные потери на различных этапах производства, начиная от первичной обработки материалов и заканчивая финальными операциями. Правильный учет отходов помогает оптимизировать использование ресурсов и уменьшить потери, что в свою очередь влияет на экономическую эффективность производства. Это распределение важно для более точного расчета и планирования, поскольку оно позволяет учитывать все возможные потери на различных этапах производства, начиная от первичной обработки материалов и заканчивая финальными операциями. Распределение отходов по типам материалов и стадиям технологического процесса изготовления деталей, принятое в данной отрасли, представлено в таблице 6. Это распределение важно для более точного расчета и планирования, поскольку оно позволяет учитывать все возможные потери на различных этапах производства, начиная от первичной обработки материалов и заканчивая финальными операциями.

Таблица 6. Распределение отходов по видам материалов и стадиям обработки.

№ п/п	Стадии обработки	Распределение по видам, %		
		Обрезки	Стружки	Опилки и пыль
1	2	3	4	5
1	Отходы при раскрое	75	-	25
2	Отходы при обработке черновых заготовок (удаление припусков)	20	70	10
3	Отходы при обработке чистовых заготовок (фрезерование, шлифование)	8	82	10
4	Отходы технологические (отбраковка)	100	-	-

Все остальные данные для расчетов берутся из «Ведомости» (таблица 6), которая служит основным источником информации о расходе материалов на различных стадиях производства. Исходными данными для расчетов являются итоговые суммы по соответствующим графам «Ведомости», которые затем переводятся в кубические метры (м³) и заносятся в таблицу 6.

В графе 3 таблицы 7 представлена сумма данных из графы 9 (ΣГр.9) таблицы 4, которая отражает объем деталей на единицу изделия, пересчитанный в м³. Этот расчет выполняется по формуле:

$$\text{Гр.3} = \Sigma \text{Гр.9} \times \text{Пгод} = 9.337517100 \times 25000 = 233437 \text{ м}^3 \quad (5.0)$$

Далее, данные из графы 17 «Ведомости» — «Объем заготовок на изделие» пересчитываются в м³ и заносятся в графу 4 таблицы 7. Расчет производится аналогично и представлен в следующем виде:

$$\text{Гр.4} = 1.010973 \times 25000 = 25274 \text{ м}^3 \quad (5.1)$$

Наконец, объем материалов с учетом полезного выхода из исходного сырья, который указан в графе 22 «Ведомости», пересчитывается в м³ и вносится в графу 6 таблицы 7. Формула для расчета следующая:

$$\text{Гр.6} = 9.30058 \times 25000 = 232514 \text{ м}^3 \quad (5.2)$$

Эти пересчитанные данные являются основой для дальнейших расчетов, которые позволяют точно определить потребность в материалах, учитывая все необходимые поправки на технологические потери, полезный выход и другие факторы. Такой подход обеспечивает более высокую точность расчетов и

позволяет эффективно планировать расход материалов на каждом этапе производства.

2.3.2. Расчет количества отходов при раскрое

Материалы должны раскраиваться таким образом, чтобы максимально увеличить выход заготовок, при этом соблюдая технические требования к их качеству. В процессе раскроя неизбежно образуются отходы, которые включают обрезки, опилки и пыль.

Общее количество отходов при раскрое материалов ($V_{отхраскр}$) определяется как разница между итоговой суммой по графе 18 и итоговой суммой по графе 16 в «Ведомости». Расчет выглядит следующим образом:

$$V_{отхраскр} = \Sigma Гр.22 - \Sigma Гр.17 = 93,0058 - 10,10973 = 8,2896 \text{ м}^3 \quad (6.0)$$

С учетом данных, приведенных в таблице 10, количество отходов определяется расчетным путем. Из этого объема отходов: обрезки ($V_{обрраск}$) составляют 75% от общего объема отходов:

$$V_{обрраск} = 0,75 \times 8,2896 = 6,2172 \text{ м}^3 \quad (6.1)$$

Опилки и пыль ($V_{опраскр}$) составляют 25% от объема обрезков:

$$V_{опраскр} = 0,25 \times 6,2172 = 1,5543 \text{ м}^3 \quad (6.2)$$

Результаты расчетов заносятся в графы 7, 8 и 9 таблицы 7, где отражены объемы обрезков, опилок и пыли, образующихся в процессе раскроя материалов.

2.3.3. Расчет количества отходов при обработке черновых заготовок

Поступающие для обработки брусковые черновые заготовки не имеют чистовых установочных баз, поэтому их обработка начинается с выравнивания одной пласти, что позволяет получить первую чистовую установочную базу. Затем обрабатывается противоположная пласт и кромки, после чего заготовка торцуется до нужного размера по длине, при этом удаляются

припуски по сечению и длине. В процессе обработки образуются отходы, включая обрезки, стружки, опилки и пыль.

Общее количество отходов на изделие, вызванное удалением припусков при обработке черновых заготовок, вычисляется как разница между итоговой суммой графы 14 и графой 9 в «Ведомости»:

$$V_{отхчерн.заг.} = \Sigma \Gamma_{р.22} - \Sigma \Gamma_{р.9} = 9,30058 - 9,3375 = 0,0369$$

(7.0)

Согласно данным из таблицы 5, определяется количество отходов по типам, после чего полученные значения заносятся в графы 11, 12 и 13 таблицы 7.

Таблица 7 - Пример расчета отходов по видам материалов

№ п / п	Наименование материала	Годовой расход на программу, м ³				Отходы от раскроя, м ³			Отходы от первичной обработки, м ³			Отходы от повторной обработки, м ²			Отходы техно логи ческ ие, обре з ки, м ²	Общее количество отходов, м ²					
		в чис лоте	в заг. с при пуск	с уче том по терь	сыр ья	все го	в том числе		всег о	в том числе			всег о: 2- 5% от гр..3	В том числе			всег о	В том числе			
							Об рез ки 25 %	Оп ил ки 75 %		Об рез ки 20 %	Ст ру жк и 70 %	оп ил ки 10 %		об рез ки 8%		Ст ру жк и 82 %		Оп ил ки 10 %	обре з	стру ж	опи л
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	CLT	2334 37	25 274	5000 0	2325 14	8,28 96	6,2 17 2	1,5 54 3	0,77 223	0,1 54 4	0,5 40	0,0 77 2	3,73 5	0,7 46 96	7,6 56 75	0,9 33 75	8,28 95	13,6 05	7,11 8	8,19 6	2,56 5

2.3.4. Расчет количества отходов при обработке чистовых заготовок

Обработка чистовых заготовок включает ряд операций, направленных на преобразование заготовки в деталь нужной формы и с требуемой шероховатостью поверхности, таких как фрезерование, сверление, шлифование и другие процессы. На этой стадии образуются отходы в виде обрезков, стружек, опилок и пыли. Для деревообрабатывающей отрасли принято учитывать, что отходы составляют от 2 до 5 процентов от общего объема материала, использованного в чистовых заготовках.

Для расчета количества отходов при обработке чистовых заготовок используется следующая формула:

$$V_{отхчист.заг.}=(0,02 \text{ до } 0,05) \times 9,3375=3,735 \quad (8.0)$$

где $\Sigma \Gamma.9$ — это суммарное количество материала в чистовых заготовках, которое отражается в итоговой сумме по графе 11 таблицы 3 «Ведомости».

Полученное значение суммарных отходов при обработке чистовых заготовок ($V_{отхчист.заг.}$) в м³ записывается в графу 14 таблицы 7 «Отходы от повторной обработки, всего». Далее, количество отходов по видам определяется в соответствии с данными из таблицы 6 и заносится в графы 15, 16 и 17 таблицы 7.

2.3.5. Расчет количества технологических отходов

Технологические отходы, также называемые отбраковкой, возникают в процессе производства по нескольким причинам. Во-первых, часть заготовок используется для настройки станков, что неизбежно приводит к некоторым потерям материала. Во-вторых, заготовки могут быть отбракованы в процессе обработки из-за обнаружения скрытых дефектов древесных материалов, таких как трещины или другие пороки, которые невозможно было заметить на начальном этапе.

Все эти отходы, как правило, представляют собой обрезки. Для расчета суммарного объема технологических отходов используется разница между итоговыми значениями графы 18 и графы 16 в «Ведомости». Это дает точную оценку потерь, связанных с обработкой материалов:

$$V_{отхтехн.}=\Sigma \Gamma.22-\Sigma \Gamma.17=9,3005-1,010973=8,2895 \quad (9.0)$$

Затем полученные данные о суммарных технологических отходах (Vотхтехн.) заносятся в графу 18 таблицы, которая отображает «Отходы технологические, обрезки». Этот расчет позволяет более точно оценить потери материала на данном этапе производства и является важным для оптимизации процессов и минимизации отходов в производственной цепочке.

2.3.6. Расчет общего количества отходов

Общее количество отходов в процессе производства рассчитывается как сумма значений из граф 7, 10, 14 и 18 таблицы 9 для каждого типа материала. Это позволяет получить полное представление о потерях, возникающих в результате различных этапов обработки.

Отходы делятся по типам: обрезки, стружки, опилки и пыль. Для каждого типа материала количество отходов суммируется отдельно, что позволяет более точно отслеживать их распределение и природу. Полученные результаты заносятся в графы 19, 20, 21 и 22 таблицы 9 в зависимости от типа отходов.

После того как общий объем отходов был вычислен, проводится их анализ. Важно оценить, возможно ли повторное использование этих отходов для изготовления более мелких деталей или даже для создания товаров народного потребления. Часть отходов может быть возвращена в производственный процесс и использована в качестве вторичного сырья. Такие отходы называют деловыми, так как их переработка и повторное использование могут стать источником дополнительных ресурсов для предприятия.

Использование деловых отходов зависит от типа материала, а также от возможности его переработки. Например, древесные отходы, такие как стружки и опилки, могут быть переработаны и использованы для производства новых материалов, таких как прессованные плиты, или в качестве топлива для отопления. Важно, чтобы процесс переработки был экономически оправдан, что позволяет снизить затраты на покупку новых материалов и минимизировать количество отходов, выбрасываемых на свалки.

2.3.7. Расчет количества деловых отходов

В рамках дипломного проекта вопрос о повторном использовании отходов в качестве вторичного сырья решается индивидуально для каждого конкретного случая, в зависимости от возможностей и технических условий производства. Важно учитывать, что переработка отходов требует наличия соответствующего оборудования и технологий, а также экономической целесообразности, поскольку не все отходы могут быть эффективно возвращены в производственный процесс.

Количество деловых отходов рассчитывается отдельно для каждого типа материала, включая обрезки, стружки, опилки и пыль. Эти данные позволяют

оценить, какой объем отходов может быть переработан и использован повторно, что способствует сокращению затрат на закупку новых материалов и снижению уровня экологического воздействия производства. При этом необходимо учитывать специфические характеристики материалов, так как не все виды отходов могут быть использованы в качестве вторичного сырья без значительных затрат на переработку.

Общее количество деловых отходов находится как их сумма:

$$W_{\text{отх. общ. дел.}} = W_{\text{отх. обр. дел.}} + W_{\text{стр дел}} + W_{\text{опил дел}} \quad (10.0)$$

$$W_{\text{отх. общ. дел.}} = 7,118 + 8,196 + 2,565 = 17,879 \quad (10.1)$$

2.3.8. Расчет количества топливных отходов

Отходы, которые не могут быть использованы в производственных процессах, называются топливными. Эти отходы, как правило, продаются населению в качестве дров или сжигаются в котельных предприятия. Важно отметить, что переработка топливных отходов может быть экономически выгодной, поскольку это позволяет использовать их в качестве источника энергии для отопления или других нужд предприятия.

Количество топливных отходов рассчитывается как разница между общим объемом отходов и объемом деловых отходов для каждого типа материала. Этот расчет позволяет точно определить, какие отходы могут быть переработаны или сожжены, а какие — направлены на повторное использование в производственных процессах. Учет топливных отходов имеет также важное значение с экологической точки зрения, так как их сжигание в котельных может быть частью стратегии по снижению количества отходов, направляемых на свалки.

$$W_{\text{отх. общ. топл.}} = W_{\text{отх. общ.}} - W_{\text{отх. общ. дел.}} \quad (11.0)$$

$$W_{\text{отх. общ. топл.}} = 82,896 - 17,879 = 65,02 \quad (11.1)$$

Пиломатериал тв. листв. пород: $82,896 - 17,879 = 65,02 \text{ м}^3$

2.4. Расчет потребности клеевых материалов

Расчет расхода клея для одного изделия выполняется на основе данных из таблицы 6, которая представляет собой «Ведомость расчета древесных и облицовочных материалов». В этом расчете учитываются особенности технологии изготовления деталей, а также способ склеивания, который влияет на общую эффективность использования клея. На точность расчетов также оказывает влияние выбранная группа сложности склеиваемых и облицовываемых поверхностей, так как каждый тип поверхности имеет свои характеристики, определяющие потери клея при его нанесении.

Для корректного учета потерь клея важно разделить поверхности на три группы сложности. Эти группы основываются на отраслевых признаках, которые помогают точно определить, сколько клея потребуется для нанесения на различные виды деталей. Первая группа включает в себя пласти щитовых элементов, которые имеют более гладкие и однородные поверхности. Клеевой расход на таких деталях минимален, так как поверхность ровная и склеивание происходит быстро и эффективно. Вторая группа состоит из кромок щитовых элементов, а также плоских и кромочных поверхностей брусковых деталей. Эти поверхности сложнее, так как имеют неровности и небольшие дефекты, что увеличивает потери клея при его нанесении. Третья группа включает торцевые и полуторцевые поверхности шиповых соединений, которые требуют более тщательной обработки и аккуратного нанесения клея из-за своей структуры и специфики соединений.

При расчете расхода клея важно учитывать не только вид материала, но и способ его обработки, а также параметры самого клея. В зависимости от типа клеевого состава и особенностей поверхности, на которую он наносится, расчет может изменяться. Результаты этих расчетов должны быть четко зафиксированы и представлены в таблице 8. В графе 2 этой таблицы указывается наименование каждой детали, а в графе 3 – вид материала, на который наносится клей, что позволяет детализировать расход для каждой конкретной категории изделий.

Таким образом, расчет расхода клея является комплексным процессом, требующим учета множества факторов, включая особенности поверхности, технологию изготовления и тип материала. Эти данные помогают более точно прогнозировать потребности в клее, минимизируя потери и обеспечивая эффективность работы.

По отраслевым признакам поверхности всех деталей классифицируют на три группы сложности:

- 1-ая группа – пласти щитовых элементов;
 - 2-ая группа – кромки щитовых элементов, пласти и кромки брусковых деталей;
 - 3-я группа – торцевые и полуторцевые поверхности шиповых соединений.
- Результаты расчетов сводятся в таблицу 8.
Гр.2 – вписывается наименование деталей.

Таблица 8 - Пример расчета расхода клея

№ п/п	Наименование детали	Наименование матер, на который наносят клей.	Наименование клеевого материала	Способ нанесения клея	Способ склеив.	Группа сложной поверхности	Кол-во деталей в изд.	Кол-во склеиваемых поверх.	Размеры поверхн, на которые наносится клей, мм		Площадь поверхности склеивания. м. ²	Норматив расхода клея кг/м ²	Расход клея, кг
									Д	Ш			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Стена 1	CLT	WR-05	валицы	горячий	1	1	1	6000	2700	17,4	0,315	5,481
2	Стена 2	CLT	WR-05	валицы	горячий	1	1	1	3000	2700	11,4	0,315	3,591
3	Стена 3	CLT	WR-05	валицы	горячий	1	1	1	6000	2700	17,4	0,315	5,481
	Стена 4	CLT	WR-05	валицы	горячий	1	1	1	3000	2700	11,4	0,315	3,591
	Итого												18,144

В таблице 4 для расчета расхода клея заполняются следующие графы:

- Гр. 4 — в этой графе указывается марка клея, которая используется в процессе склеивания, в соответствии с техническими требованиями.
- Гр. 5 — выбирается способ нанесения клея, который определяется технологией изготовления изделия.
- Гр. 6 — здесь указывается метод склеивания, также соответствующий выбранной технологии.
- Гр. 7 — в данной графе определяется группа сложности поверхности, на которую наносится клей.
- Гр. 8 — вносится количество деталей в изделии, что необходимо для определения общего расхода клея.
- Гр. 9 — указывается количество склеиваемых поверхностей, что важно для дальнейшего расчета расхода клея.
- Гр. 10, Гр. 11 — эти графы содержат информацию о размерах склеиваемых поверхностей щитов и брусков (длина и ширина) в метрах, что берется из таблицы 3. При облицовывании пластей щитов принимаются размеры заготовок с припусками, а при облицовывании кромок указываются чистовые размеры кромок после обрезки щитов по периметру.
- Гр. 12 — рассчитывается площадь склеиваемой поверхности в м², которая получается по формуле:

$$\text{Гр.12}=\text{Гр.10}\times\text{Гр.11}\times\text{Гр.9}\quad \text{Гр. 12} = \text{Гр. 10} \quad (12.0)$$

- Гр. 13 — здесь указывается норматив расхода клея, который принимается согласно справочным данным из приложений 19, 20, 21.
- Гр. 14 — рассчитывается норматив расхода клея на каждую деталь или заготовку, исходя из данных в графах 12 и 13:

$$\text{Гр.14}=\text{Гр.12}\times\text{Гр.13}\quad \text{Гр. 14} = \text{Гр. 12} \quad (12.1)$$

После выполнения всех расчетов клея для каждой детали или заготовки, определяется суммарный расход клея на одно изделие, который рассчитывается как сумма всех значений в графе 14 ($\sum \text{Гр.14}$).

Такой подход позволяет точно учесть расход клея на каждом этапе производства, что является важным для оптимизации затрат и повышения эффективности использования материалов.

2.5. Расчет потребности шлифовальных материалов

Расчеты производятся на основе предварительно установленных размеров деталей и заготовок, а также с учетом требований к изделию, технического описания и технологических карт, которые описывают процесс его изготовления.

2.5.1. Расчет площадей шлифуемых поверхностей

Для расчета расхода шлифовальной шкурки необходимо определить площади шлифуемых поверхностей. Результаты расчетов заносятся в таблицу 9.

- Гр. 2 — указывается наименование шлифуемой (калибруемой) детали и наименование операции.
- Гр. 3 — указывается обозначение детали по чертежу.
- Гр. 4 — в этой графе записывается наименование операции (калибрование или чистовое шлифование).
- Гр. 5 — в соответствии с технологией указывается вид шлифовальной шкурки, используемой для обработки.
- Гр. 6 — здесь вписывается количество шлифуемых (калибруемых) деталей.
- Гр. 7 — указывается общее количество шлифуемых поверхностей на каждой детали.
- Гр. 8 и Гр. 9 — в этих графах фиксируются длина и ширина шлифуемых поверхностей в метрах.
- Гр. 10 — указывается вид шлифуемой (калибруемой) поверхности.
- Гр. 11 — определяется общая площадь шлифования в м² по формуле:

$$\text{Гр.11}=\text{Гр.8}\times\text{Гр.9}\times\text{Гр.7}$$

Этот расчет позволяет точно определить потребность в шлифовальной шкурке, исходя из площади шлифуемых поверхностей и количества обработанных деталей, что необходимо для оптимизации расхода материалов в процессе производства.

Таблица 9 - Расчет площадей шлифуемых поверхностей

№ п/ п	Наименование Детали	Обозначение по чертежу	Наименовани е операции	Вид шлиф- шкурки	Кол- во дета лей в изде лии	Кол-во шлифу е мых поверх ностей	Размеры шлифуемой поверхности, м.		Вид повер хност и	Площ шлиф о, м ² .
							Д	Ш		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Стена 1	ДП.01.01.01.00	Шлифование	Шлифовал ьная шкурка	1	4	6000	2700	пласть	34,8
2	Стена 2	ДП.01.01.02.00			1	4	6000	2700	пласть	22,8
3	Стена 3	ДП.01.01.03.00			1	4	6000	2700	пласть	34,8
4	Стена 4	ДП.01.01.04.00			1	4	6000	2700	пласть	22,8
	ИТОГО									115,2

Таблица 10. Расчет расхода шлифовальной шкурки

№ п/п	Наименование операции	Наименование шлиф шкурки	Способ шлифования	Площадь шлиф-ых поверх- ей, м ²	Норма расхода, м ² / м ²	Норма расхода, м ² .			
						№80-50	№25-16	№12- 10	№10- 8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Шлифование	Шлифшкурка на полотне № 80-50 №25-16	машинный (щитовые)	17,4 11,4	0,02 0,02	0,315	0,0606		
	ИТОГО					0,315	0,0606	0,1866	0,5622

2.5.2. Расчет потребности в шлифовальной шкурке

После того как были рассчитаны площади, подлежащие шлифованию (или калиброванию), производится расчет расхода шлифовальной шкурки. Результаты этих расчетов оформляются в таблице 10.

- Гр. 2 — в этой графе указывается наименование операции шлифования.

- Гр. 3 — вписывается вид и номер шкурки, которые используются для шлифования.

- Гр. 4 — здесь указывается способ шлифования и тип детали, для которой выполняется операция.

- Гр. 5 — в этой графе фиксируется площадь шлифования, которая была рассчитана ранее и приведена в таблице 12.

- Гр. 6 — выбирается норма расхода шлифовальной шкурки, в зависимости от цели операции (облицовывание или отделка). Для расчетов следует использовать данные из приложений 20 и 21. Σ Гр.7, Σ Гр.8, Σ Гр.9, Σ Гр.10

2.6. Расчет материалоемкости изделия

Таблица 11. Расчет материалоемкости изделия

Наименование материалов	Ед. изм	ГОСТ, ТУ, марка, сорт	Размеры, мм Д x Ш x Т	Цена, тенге	Расход на изделие	Стоимость на изд, тенге
1	2	3	4	5	6	7
CLT	м ²	EN 1995-1-1	6000 x 2700 x 200 3000 x 2700 x 200	72 061 72061	4,0146 3,2912	289 296 237 167,1
Клей WR-05	кг	EN 204	6000 x 2700 x 4 3000 x 2700 x 4	600 600	18,144 18,144	10 886,4 10 886,4
Шл. шк. на полот.						
X-RAD	шт			45000	0,5622	25 299
Итого:						57353 4,9

- Гр. 1 — в этой графе указывается наименование всех материалов, необходимых для изготовления изделия.

- Гр. 2 — здесь указывается единица измерения для каждого вида материала.

- Гр. 3 — в этой графе приводится стандарт на материал, который используется в производственном процессе.
- Гр. 4 — указываются стандартные размеры материалов, которые применяются при изготовлении изделия.
- Гр. 5 — в этой графе фиксируется цена за единицу материала, которая может быть взята из прайс-листов, интернет-источников или данных предприятий-поставщиков.
- Гр. 6 — вносится расход материала на единицу изделия, который определяется по итогам расчетов потребности в материалах.
- Гр. 7 — рассчитывается стоимость каждого вида материала, необходимого для изготовления изделия.
- После того как таблица 10 будет заполнена, определяется материалоемкость изделия, что рассчитывается как сумма всех значений в графе 7 ($\sum \text{Гр.7}$). Это позволяет оценить затраты на материалы и помогает в дальнейшем анализе эффективности использования ресурсов в процессе производства.

3. Проектирование технологического процесса

3.1 Разработка технологических карт

Технологическая карта является основным документом в производственном процессе, который определяет состав и последовательность операций обработки, размеры обрабатываемых заготовок, используемое оборудование, режимы выполнения операций, а также применяемые инструменты и приспособления. В документе также указывается количество работников, их состав, квалификация и условия оплаты труда. Технологическая карта является обязательной при разработке технологического процесса, поскольку она обеспечивает наглядность, высокую информативность и служит основой для эффективного планирования.

Карты технологического процесса разрабатываются для 2–4 наиболее сложных деталей, охватывая все этапы технологического процесса, включая обработку всех деталей изделия в проектируемом цеху.

Карты технологического процесса для сборочных единиц и деталей изделия составляются по утвержденным типовым формам, как указано в «Инструкции по составлению технологических карт на изделие». Эти карты разрабатываются для цехов (участков) раскроя, механической обработки, склеивания, облицовывания и повторной обработки.

3.1.1. Необходимые данные для разработки техкарт

Для составления технологических карт используются следующие исходные документы:

- программа выпуска изделий;
- чертеж или эскиз детали (сборочной единицы) и спецификации, подготовленные в рамках курсового проекта по дисциплине «Конструирование изделия из древесины»;
- техническое описание изделия;
- технические условия и стандарты на материалы;
- типовые технологические процессы для изготовления подобных изделий;
- типовые технологические режимы обработки;
- типаж деревообрабатывающего оборудования и его технологические возможности;
- перспективные технологические процессы для изготовления аналогичных изделий;
- тарифно-квалификационный справочник профессий в деревообрабатывающей отрасли;

- информационные материалы о опыте производства аналогичных изделий, включая литературные и интернет-источники.

При разработке технологических карт необходимо учитывать задачи отрасли на ближайшие годы, новейшие достижения науки и техники, а также опыт передовых предприятий. Важным аспектом является максимальная механизация и автоматизация производственных процессов, использование новых прогрессивных материалов и технологий. Также необходимо выбрать наиболее эффективные способы и средства для изготовления каждой детали, поскольку от этого напрямую зависит эффективность производственного процесса.

3.1.2. Методика разработки технологических карт

Производство CLT-панелей проходит в несколько ключевых этапов, начиная с подготовки древесины и заканчивая готовыми многослойными панелями, готовыми к использованию в строительстве.

1. Сушка древесины

Цель: Снижение влажности древесины до 14%, что способствует лучшему склеиванию и повышает прочность готовых панелей.

Процесс: Древесина загружается в конвекционные или вакуумные сушильные камеры, где контролируются температура, влажность и время сушки. Влажность древесины постоянно отслеживается с помощью автоматической системы контроля влажности.

Оборудование: Сушильная камера EcoWood-NEO 50.

2. Цех CLT

Цель: Подготовка древесины к дальнейшему использованию.

Процесс: Древесина выдерживается не менее 2-х суток в специально подготовленном цехе, поддерживающем стабильную температуру и влажность, которые фиксируются термогидрографом. Пиломатериалы сортируются в соответствии с европейскими стандартами EN 14081. Древесина с неправильным влагосодержанием или дефектами отсортировывается автоматически.

3. Сращивание пиломатериалов по длине

Цель: Создание длинных заготовок для будущих слоев CLT.

Процесс: Шипы, необходимые для соединения ламелей, нарезаются параллельно ширине заготовки на шипорезном станке, сначала с одной стороны заготовок, затем с другой.

На поверхность всей длины зарезанного шипа наносится клей (раздельным способом на обе стороны стыкуемых деталей гребенками).

Стыкуемые заготовки спрессовываются при давлении пресса до 11 Н/мм². Ламели торцуются до нужной длины и складываются на накопительный стол. Для склеивания применяется клеевая система мирового лидера Akzo Nobel.

Оборудование: Линия сращивания Kontizink LH-S80 Ledinek Slovenia.

4. Прессование по кромке

Цель: Прессование ламелей до нужной длины и их укладка для дальнейшей обработки.

Процесс: Склеенные по длине ламели подаются с накопительных столов на строгальный станок и в зоны Z-прессов Ledinek (для продольных и поперечных щитов).

Клей-расплав на синтетической основе наносится на торцевую поверхность ламели бесконтактным способом.

Щиты (слои) плит прессуются нужной длины и заданной толщины.

Сформированные щиты с продольным расположением ламелей передаются на этажный склад в зону прессования плит. Щиты с поперечным расположением ламелей укладываются на транспортере после Z-пресса 3,5.

Оборудование: Z-прессы Ledinek.

5. Прессование плит

Цель: Формирование многослойных панелей с ортогональным расположением слоев.

Процесс: Устройство с двумя порталами с вакуумом берет длинные и короткие слои с предварительно подготовленных станций и передает их на стол для формирования панели. После укладки каждого ряда стол едет к станции нанесения клея, где наносится однокомпонентный полиуретановый клей Loctite HB S109 PURBOND. После того, как клей в прессе затвердел, из прижимных балок спускается воздух, они поднимаются вверх. Стол с панелью выезжает назад из прессы.

Температура и относительная влажность воздуха в цехе поддерживается непрерывно, контролируется давление и время прессования, толщина клеевого шва.

Оборудование: X-пресс Ledinek.

6. Шлифование плит и визуальная экспертиза

Цель: Обработка поверхности панелей для устранения дефектов и достижения необходимой шероховатости.

Процесс: Панели шлифуются на станке с 2 головками, после чего каждая плита осматривается для выявления и устранения визуальных дефектов.

Оборудование: Шлифовальный станок с 2-мя головками COMBI 2.6/360.

7. Обработка плит и маркировка

Цель: Выполнение необходимых операций по обработке плит согласно проекту.

Процесс: Обработывающий центр SCM AREA XL (Италия), оснащённый системой ЧПУ, представляет собой конструкцию с неподвижным столом и подвижным порталом, на котором установлен обработывающий агрегат. Этот центр выполняет обработку плит по периметру и осуществляет необходимые операции по изготовлению пазов, отверстий, а также дверных и оконных проемов для элементов домов в соответствии с конструкторским заданием.

Оборудование: Обработывающий центр SCM AREA XL.

8. Контроль качества

После завершения всех операций панель проходит финальный контроль

качества, где проверяется прочность клеевых швов и функциональность оборудования.

Результаты испытаний документируются и хранятся в лаборатории.

9. Упаковка и складирование

Готовые панели упаковываются и укладываются на склад для дальнейшего хранения или транспортировки.

Краткое описание технологического процесса:

Исходное сырье – обрезной пиломатериал, естественной влажности, специфицированный по геометрическим размерам. На первом этапе, доски тщательно контролируются, подсортируются и укладываются в сушильные штабеля на прокладках для предварительного проветривания и избегания поражения древесины грибами.

По мере накопления партии однотипных пиломатериалов, соответствующим объему загрузки одной сушильной камеры, пакеты перемещаются в сушку, где происходит принудительное удаление влаги из пиломатериала. Сушка должна производиться быстро, равномерно и с минимизацией потерь на растрескивание. Для этого конвективные сушильные камеры должны быть правильно скомплектованы по обеспечению воздушного потока, теплообмена, системе увлажнения, дефлекторам и т.д. От качества сушки напрямую будет зависеть качество производимой CLT панели, а также К выхода и в итоге себестоимость.

После сушки пакеты пиломатериала перемещаются в остывочное отделение, которое, как правило, организуется непосредственно в производственном помещении, температурно-влажностной режим которого T не менее 20 град.С, влажность не менее 50%. Поддержание такого режима необходимо для предотвращения пересыхания заготовок в процессе их хранения и обработки и поддерживания древесины в температурном режиме, необходимым по техническим условиям применяемой клеевой системы на всем протяжении технологического потока.

После того, как сухой пиломатериал стабилизируется по температуре, он поштучно поступает на участок контроля параметров по влажности и кривизне и далее поступает на черновую калибровку на строгальном станке, при этом создаются четкая геометрия поверхности для базирования детали для последующей обработки и вскрываются внутренние дефекты. Автоматические линии распознают дефекты и отбраковывают некачественные доски. Обрезка и торцевание досок под заданные размеры.

После заготовки сортируются на будущее использование во внутренних или внешних слоях CLT – внутренние ламели по максимальным прочностным критериям, внешние – по внешней эстетике.

Сортированные заготовки партиями направляются в линию торцевого сращивания, где продольно сплачиваются на соединение минишип. После торцевого сращивания ламели складываются на время адгезии клея.

Следующий технологический этап - формирование клеевого поля и запрессовка. Заготовки калибруются для снятия наплывов клея и придания

точных размеров в четырехстороннем станке и автоматически поступают на наборную станцию, совмещенную с прессом. Набор производится автоматически, послойно с промежуточным нанесением клеевого состава, после набора клеевое поле автоматически загружается в пресс. Современные наборные станции автоматически оставляют пустыми места будущих проемов под оконные и дверные блоки, что приводит к очень существенному снижению себестоимости.

После запрессовки готовая панель перемещается на участок калибровки, где происходит обработка по плоскости для придания точных размеров по толщине с одновременным снятием наплывов клея. Обработка ведется на широкоформатных калибровально-шлифовальном станке.

Далее участок ОТК и ручного ремонта дефектов, вскрытых при чистовой калибровке.

Прошедшая ОТК панель CLT перемещается на участок нарезки сборочных соединений, где при помощи обрабатывающего центра производится точная форматная обрезка CLT панели в размер, засверливание сборочных отверстий и нарезка профильных стыков.

Далее готовая деталь домокомплекта упаковывается и направляется на склад готовой продукции.

3.2 Разработка схемы технологического процесса

Технологическая маршрутная схема (или схема техпроцесса) производства изделия или его элементов на участке, в цехе или на предприятии не является обязательным документом, но, благодаря своей наглядности и информативности, широко используется в учебном процессе для расчета количества и загрузки оборудования.

Маршрутная схема составляется на основе разработанных карт технологического процесса изготовления деталей, чтобы наглядно представить последовательность выполнения операций обработки, начиная от раскроя и заканчивая комплектровкой деталей или сборкой изделия. Схема позволяет четко увидеть порядок расположения оборудования в технологическом процессе.

Последовательность разработки технологического маршрута:

1. Заполняется верхняя часть схемы, где приводится эскиз детали, ее наименование и размеры как в чистовых, так и в заготовочных размерах.

2. По вертикали вносятся все узлы и детали, входящие в состав изделия, которые подлежат обработке, с указанием их количества, размеров и материалов, из которых они изготовлены (информация берется из «ведомости расчета материалов», таблицы 3, или из спецификаций на детали).

3. По горизонтали в верхней части схемы записываются наименования операций в последовательности их выполнения. Рядом с ними указывается маркировка используемого оборудования для всех деталей, входящих в изделие.

4. Если операция имеет место на пересечении вертикальной и горизонтальной линии, то ставится кружок (или другая геометрическая фигура). Если операции нет, горизонтальная линия продолжается на следующую строку.

5. Каждая маршрутная схема для детали или сборочной единицы представлена в виде горизонтальной линии, с кружками, обозначающими выполнение операций на соответствующих этапах.

6. На этапах соединения элементов в сборочные единицы маршрутные линии деталей объединяются в линии сборочных единиц, а затем линии сборочных единиц сливаются с линиями деталей в единую линию изделия.

7. Схема считается правильно составленной, если маршруты деталей, перемещающихся от операции к операции, не пересекаются и не образуют петлеобразных движений.

Рабочие места и технологические выдержки считаются отдельными операциями в технологическом процессе.

После составления схемы технологического процесса выполняется расчет производительности оборудования и рабочих мест, что позволяет эффективно планировать производственные мощности и оптимизировать процессы.

3.3 Расчет производительности оборудования

1. Сменная производительность сушильной камеры EcoWood-NEO 50 (Псм):

$$Псм=100м^3/12 ч=8,33м^3/ч \quad (13.0)$$

2. Норма времени для сушки одного объема материала на сушильной камере рассчитывается по формуле:

$$Ноп=480/8,33=57,6 \text{ мин/м}^3 \quad (13.1)$$

3. Сменная производительность линии сращивания Kontizink LH-S80 (Псм):

$$Псм=120м^3/5мин=24 \text{ м}^3/\text{смену} \quad (13.2)$$

Норма времени для выполнения одной операции на линии сращивания рассчитывается по формуле:

$$Ноп=480/24=20 \text{ мин/операция} \quad (13.3)$$

4. Сменная производительность Z-пресса Ledinek (Псм):

$$Псм=100\text{м}^3/4\text{ч}=25\text{ м}^3/\text{смену} \quad (13.4)$$

Норма времени для выполнения одной операции на прессах рассчитывается по формуле:

$$Ноп=480/25=19,2\text{ мин/операция} \quad (13.5)$$

5. Сменная производительность X-пресса Ledinek (Псм):

$$Псм=150\text{м}^3/5\text{ч}=30\text{ м}^3/\text{смену} \quad (13.6)$$

Норма времени для выполнения одной операции на прессах рассчитывается по формуле:

$$Ноп=480/30=16\text{ мин/операция} \quad (13.7)$$

6. Сменная производительность шлифовального станка COMBI 2.6/360:

$$Псм=80\text{м}^2/10\text{мин}=8\text{м}^2/\text{мин} \quad (13.8)$$

Норма времени для выполнения одной операции на шлифовальном станке рассчитывается по формуле:

$$Ноп=480/8=60\text{ мин/операция} \quad (13.9)$$

4. Расчет площади цеха

4.1. Описание конструкции цеха

Цех состоит из нескольких ключевых зон:

Сушка древесины: Древесина поступает в сушильные камеры для снижения влажности до 12%. После сушки она стабилизируется в штабелях для подготовки к дальнейшей обработке.

Первичная обработка: Пиломатериалы проходят через станок для сортировки по качеству и обрезки до нужных размеров.

Сращивание и прессование: Ламели соединяются по длине с использованием мини-шипового соединения и прессуются для создания длинных заготовок для CLT-панелей.

Прессование плит: Слои панелей прессуются в X-прессе, с нанесением клея для формирования многослойных панелей с ортогональным расположением слоёв.

Шлифовка и финальная обработка: Панели шлифуются для удаления дефектов и подготовки к дальнейшему использованию.

Цех оснащен современным оборудованием, включая сушильную камеру EcoWood-NEO 50, линию сращивания Neorapta, шлифовальный станок COMBI 2.6/360 и обрабатывающий центр SCM AREA XL для точной обработки панелей.

4.1. Расчет площади, занятой под оборудование и рабочие места

- Организация рабочего места включает несколько важных аспектов, которые обеспечивают эффективную работу в производственном процессе. К ним относятся:

- Площади, занятые основным оборудованием и устройствами, которое непосредственно участвует в процессе обработки материалов, включая станки, прессы, линии сращивания, шлифовальные машины и другие ключевые элементы производственной линии.

- Площади, предназначенные для вспомогательных устройств и приспособлений, таких как тумбочки для хранения инструментов, стеллажи для запасных частей, подставки для инструментов, а также дополнительные элементы, которые поддерживают работу основного оборудования.

- Площади, занятые самими рабочими и их подстопами местами, которые включают пространство для комфортной работы сотрудников, например, для перемещения, хранения личных вещей или коротких перерывов. Также учитываются зоны для проведения различных вспомогательных операций, таких как подготовка деталей или контроль качества.

Таблица 12. Расчет площади цеха, занятой под оборудование и рабочие места.

№	Наименование оборудования, рабочих мест	Тип, модель, марка оборудования	Кол-во оборуд., раб. мест одного наименования, шт.	Норма произв. площади на одно рабочее место, м ²	Общая площадь под оборуд., рабочие места, м ²
1	2	3	4	5	6
1	Снижение влажности древесины	Сушильная камера EcoWood-NEO 50	2	37,7	75,4
2	Первичная обработка	Станок 4-сторонний SUPERSET X	2	8	16
3	Сшивка	Пакетоформирующая станция	1	3,3	3,3
		Двусторонний автоматический шипорезный станок	1	1,5	1,5
		Разобщик пакетов	1	15	15
		Устройство предварительной сборки шипового соединения	1	15	15
		Пресс для сращивания по длине со встроенной торцовочной пилой	1	7,2	7,2
4	Вторичная обработка	Калибровально-шлифовальный станок EMC Giant 2200	3	4,84	14,52
5	Участок нарезки сборочных соединений	Автоматизированный центр для деревянного домостроения Weinmann WBZ 160.	2	10	20
Итого					167,92

Графа 2 — указываются наименования оборудования, которое будет использоваться в проектируемом цехе или на участке.

Графа 3 — указывается тип, марка и модель каждого из перечисленных наименований оборудования.

Графа 4 — указывается количество единиц каждого наименования оборудования, которое берется из схемы техпроцесса, с учётом «принятого количества оборудования».

Графа 5 — вносится норма производственной площади для каждого наименования оборудования, которая может быть указана в приложении 21 или рассчитана студентом в рамках ОРМ с учетом габаритных размеров станков и линий.

Графа 6 — рассчитывается общая площадь, занимаемая рабочими местами для каждого наименования оборудования. Расчет производится по формуле:

$$\text{Гр.6} = \text{гр5} \times \text{гр. 4.} \quad (14.0)$$

Для определения общей площади, занятой оборудованием и рабочими местами в цехе, вычисляется сумма всех значений в графе 6: $F_{\text{р.м.}} = \sum \text{Гр 6 в м}^2$

4.2. Расчет дневной программы выпуска изделия

Общая площадь складских помещений определяется как сумма площадей, предназначенных для хранения деталей или заготовок.

Таблица 13. Пример расчета месячной и дневной программы выпуска изделия и деталей.

Наименование изделия и его деталей	Количество деталей в изделии	Количество сборочных единиц или деталей на годовую программу	Количество сборочных единиц или деталей на месячную программу	Дневная программа выпуска сборочных единиц или деталей	Сменная программа выпуска сборочных единиц или деталей
1	2	3	4	5	6
Стена 1	1	360	300000	13636,3	6818
Стена 2	1	360	300000	13636,3	6818
Стена 3	1	360	300000	13636,3	6818
Стена 4	1	360	300000	13636,3	6818

$$\text{Гр. 3} = \text{Пгод} \times \text{гр.2}$$

где Пгод — это годовая программа выпуска изделий.

$$\text{Гр. 4} = \text{Пгод} / 12 \text{ мес}$$

где рассчитывается месячная программа выпуска изделий.

$$\text{Гр. 5} = \text{гр.4} / \text{Ндн.},$$

где Ндн. — количество рабочих дней в месяце (обычно от 20 до 22).

$$\text{Гр. 6} = \text{гр.5} / \text{Нсм},$$

где Нсм — количество рабочих смен в день (1 или 2 смены).

4.3. Расчет площади цеха, занятой под технологические выдержки и буферные запасы

Для расчета площадей, занимаемых складами и технологическими выдержками, используется табличный метод, который позволяет эффективно распределить пространство и учитывать все необходимые параметры.

В графе 2 указываются наименования всех заготовок (деталей, материалов), которые подлежат хранению на складе или в технологической выдержке.

В графе 3 фиксируется количество каждого вида заготовок, которое будет обрабатываться в течение одной смены.

В графе 4 указывается срок хранения заготовок в сменах:

- для входного склада принимается 1 смена;
- для комплектовочного (выходного) склада — 1 смена;
- для технологических выдержек — срок определяется согласно режиму, указанному в технологических картах;
- для буферных складов срок хранения рассчитывается как разница между сменной производительностью предыдущего и последующего оборудования или объемом партии, подлежащей хранению.

В графе 5 рассчитывается общее количество заготовок, подлежащих хранению, которое получается как произведение значений из граф 3 и 4:

$$\text{Гр.5} = \text{Гр.3} \times \text{Гр.4} \quad \text{Гр.5} = \text{Гр.3} \quad (15.0)$$

В графах 6, 7 и 8 указываются размеры заготовок (деталей), которые подлежат хранению, в метрах.

В графах 9, 10 и 11 фиксируются габаритные размеры штабелей заготовок по длине, ширине и высоте. Размеры штабелей выбираются в зависимости от габаритов заготовок и размеров стоп. При укладке заготовок на роликовые конвейеры для расчетов габарит штабеля по длине принимается равным размеру

секции роликового конвейера (1,5 м или 2,0 м). Габарит по ширине составляет от 0,5 до 0,6 м, а по высоте — от 1,5 до 1,7 м. Для небольших заготовок количество штук в штабеле по высоте рассчитывается как частное от деления высоты штабеля на толщину заготовки с учетом коэффициента заполнения:

$$n_{\text{выс}} = H/t \times K_{\text{зп}} \quad (15.1)$$

где: $n_{\text{выс}}$ — количество заготовок по высоте штабеля, шт.;

H — высота штабеля, м;

T — толщина заготовки, м;

$K_{\text{з}}$ — коэффициент заполнения штабелей (для брусковых деталей — 0,75, для щитовых — 0,85).

В графе 12 указывается количество заготовок, которое можно уложить в один штабель. Это количество рассчитывается как произведение числа заготовок по длине, ширине и высоте штабеля:

$$\Gamma_{\text{р.12}} = n_{\text{дл}} \times n_{\text{шс}} \times n_{\text{выс}} \quad (15.2)$$

В графе 13 фиксируется количество штабелей, которые подлежат хранению. Оно рассчитывается как частное от деления общего числа хранимых заготовок на количество заготовок в одном штабеле:

$$\Gamma_{\text{р.13}} = \Gamma_{\text{р.5}} / \Gamma_{\text{р.12}} \quad (15.3)$$

В графе 14 рассчитывается площадь, занимаемая одним штабелем, по формуле:

$$\Gamma_{\text{р.14}} = \Gamma_{\text{р.9}} \times \Gamma_{\text{р.10}} \quad (15.4)$$

В графе 15 определяется площадь, занимаемая штабелями каждого вида заготовок. Она рассчитывается как произведение количества штабелей на площадь одного штабеля:

$$\Gamma_{\text{р.15}} = \Gamma_{\text{р.13}} \times \Gamma_{\text{р.14}} \quad (15.5)$$

Общая суммарная площадь, занятая всеми штабелями, определяется как сумма всех значений в графе 15: $\sum \Gamma_{\text{р.15}}$

Примечание: Расчет площади под технологическую выдержку проведён для хранения заготовок в течение 4-х часов.

$$S_{\text{скл вх(вых)}}=272,64 \times 2=545,28 \text{ м}^2 \quad (15.6)$$

Эти данные позволяют эффективно организовать пространство склада, оптимизировать использование площадей и учесть все необходимые параметры для хранения заготовок и материалов.

Таблица 14. Пример расчета площади цеха, занятой под технологические выдержки (склады, буферные запасы) изделий, материалов или заготовок.

№ п/ п	Наименование заготовок, деталей (или материалов), подлежащих хранению на складе	Кол-во деталей, (заготовок), подлежащих хранению на складе Nсм. шт/см	Срок хранения на skl., T _{хр.} смен	Общее кол-во заготовок (деталей, материалов), хранящихся на складе, шт	Размеры заготовок (деталей или материалов), м			Габаритные размеры штабеля, м			Кол-во заготовок (дет, матер) в штабеле, шт.	Кол-во штабелей (стоп) для хранения на складе шт.	Площадь, занятая под штабель, м ²	Общая площадь, занятая под skl, м ²
					Д	Ш	Т	Д	Ш	Т				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Стена 1	6818	0,5	3409	6	2,7	0,2	2,0	0,6	1,7	2,04	56,8	1,2	68,16
2	Стена 2	6818	0,5	3409	3	2,7	0,2	2,0	0,6	1,7	2,04	56,8	1,2	68,16
3	Стена 3	6818	0,5	3409	6	2,7	0,2	2,0	0,6	1,7	2,04	56,8	1,2	68,16
4	Стена 4	6818	0,5	3409	3	2,7	0,2	2,0	0,6	1,7	2,04	56,8	1,2	68,16
5	И т. д.													
	ИТОГО													272,64

4.4. Расчет площади цеха под бытовые и вспомогательные помещения

Площадь, отведенная для бытовых и вспомогательных помещений, обычно составляет примерно 20% от общей производственной площади. Для расчета площадей, предназначенных для санитарно-бытовых и вспомогательных помещений, необходимо суммировать все ранее рассчитанные площади и умножить полученную сумму на коэффициент 0,2. Таким образом, общая производственная площадь цеха будет вычисляться с учетом данной пропорции.

$$(167,92+272,64+545,28+ 545,28) =1531,12\text{м}^2. \quad (16.0)$$

Площадь под бытовые и вспомогательные помещения.

$$S_{\text{б.}} = 0,2 \times 1531,12=306,2\text{м}^2. \quad (16.1)$$

4.5 Расчет общей площади цеха

Для доставки материалов и заготовок в цех, перемещения штабелей заготовок от станка к станку, а также для проходов работников и обслуживания оборудования необходимы дополнительные площади, которые называют площадями под проходы и проезды. Обычно площадь, выделенная под проходы и проезды, составляет до 40% от общей площади цеха. С учетом этих площадей общая площадь цеха увеличивается на 40%.

$$F_{\text{ц}} = (1531,12+306,2) \times 1,4=30600\text{м}^2. \quad (17.0)$$

5. Разработка плана цеха

5.1. Установление предварительных размеров цеха

Основной задачей разработки плана цеха является эффективная организация рабочих мест, проектирование технологических и транспортных потоков, а также оптимальная расстановка технологического и транспортного оборудования. Целью этого процесса является рациональное использование пространства цеха, удобное расположение оборудования и обеспечение максимальной безопасности в процессе работы.

Планировка оборудования и рабочих мест является заключительным этапом проектирования и одной из самых ответственных задач. Правильная расстановка оборудования влияет на производительность труда, безопасность и комфорт работы в цехе. Работу над этим этапом следует начинать после определения количества необходимого оборудования и общей производственной площади цеха.

Для разработки плана цеха необходимы следующие исходные данные:

- Расчетная производственная площадь цеха, предназначенная для оборудования и рабочих мест;
- Расчетная площадь, отведенная для технологических выдержек и буферных запасов;
- Площадь, выделенная для бытовых и административных помещений;
- Тип и организация рабочих мест для каждого наименования оборудования, выполненные в определенном масштабе (1:100, 1:50, 1:200);
- Тип транспортных средств и способы перемещения материалов;
- Тип и количество стационарного транспортного оборудования;
- Размеры и форма вспомогательных помещений.

После определения исходных данных проводится предварительное проектирование цеха для производства CLT-панелей. Здание цеха будет возведено из металлоконструкций с обшивкой сэндвич-панелями. Толщина стеновых панелей составляет 150 мм, для покрытия — 100 мм, что способствует снижению нагрузки на металлические фермы. Шаг колонн цеха равен 6 м, а ширина пролета — 18 м. Учитывая значительные габариты панелей CLT, данное пространство будет учтено при проектировании.

Для определения длины цеха используется формула:

$$D_{\text{цеха}} = F_{\text{цеха}} / Ш_{\text{цеха}} \quad (18.0)$$

где $F_{\text{цеха}}$ — это рассчитанная площадь цеха, а $Ш_{\text{цеха}}$ — принятая ширина цеха. Полученный результат округляется до ближайшего размера, кратного 6 м,

в большую сторону, что позволяет оптимально использовать пространство и облегчить процесс монтажа.

$D_{\text{цеха}} = 2572,24 : 18 = 428,7\text{м}$. Принимается длина цеха 66 м.

Высота цеха ($V_{\text{ц}}$) может быть выбрана из вариантов: 4, 4,5, 5, 5,5 или 6 м. Однако в случае с цехом для CLT плит следует взять цех высотой до низа фермы – 8, а общую высоту здания 10 м.

Определяется объем цеха:

$$V_{\text{ц}} = F_{\text{цеха}} * B_{\text{ц}}. \quad (19.0)$$

$$V_{\text{ц}} = 30 \times 66 \times 10 = 19800 \text{ м}^3 \quad (19.1)$$

6. Экономическая часть

6.1 Расчет стоимости сырья и материалов

В разделе размещаются таблицы по расчетам себестоимости изделия и получению экономического эффекта от внедрения мероприятий в результате дипломного проектирования.

Раздел выполняется по данным расчета разделов 3,4,5

Таблица 1. - Разработка производственной программы.

№ п/п	Наименование изделия	Единицы измерения	Производствен, программа, шт.	Цена изделия, тенге	Товарная продукция, тыс. тенге
1	2	3	4	5	6
1	Стена 1	м ²	360		
2	Стена 2	м ²	360		
3	Стена 3	м ²	360		
4	Стена 4	м ²	360		

Гр. 2,3,4, - взять по расчетным данным;

Гр. 5,6 - из таблицы 16.

Таблица 2. - Стоимость сырья и материалов.

№ п/п	Наименование сырья и материалов	Ед. ИМ.	Цена за единицу, тенге	Количество		Сумма стоимости сырья и материалов, тыс. тг.
				На един.	На Пгод.	
1	2	3	4	5	6	7
1	Сырье:					
1.1	Пиломатериал хвойной породы "сосна" Т = 40 мм	м ³	2700	2700	360	972
2	Материалы:					
2.1	Клей WR-05	кг.	700	700	360	252
3	Фурнитура и метизы					
3.1	X-RAD	штук	45000	45000	360	16200
Итого материалов и фурнитуры:						17424

Гр. 4 - взять по данным предприятия;

$$\text{Гр.6} = \text{гр.5} * \text{Пгод}; \quad (20.0)$$

$$\text{Гр.7} = \text{гр.6} * \text{гр4} / 1000 \quad (20.1)$$

Таблица 3. - Оценка используемых отходов.

№ п/п	Наименование отходов	Ед. изм.	Отпускная цена, тенг.	Деловые отходы	Топливные отходы	Стоимость нснол. отходов, тыс. тенге
1	2	3	4	5	6	7
1	CLT	м ³	110000	17,879	65,02	1434,56
	Итого					1434,56

Гр. 2,3.5,6 - взять по данным расчета потребности материалов на изделие;
Гр. 4 - взять по данным предприятия;

$$\text{Гр. 7} = (0,15 * \text{гр.4} * (\text{гр.5} + \text{гр.6})) / 1000. \quad (20.2)$$

Таблица 4 Стоимость электроэнергии, пара, воды и сжатого воздуха.

№ п/п	Показатели	Ед. ИВМ.	Годовой расход	Цена за единицу, тенге	Сумма, тыс, тенге
1	2	3	4	5	6
1.	Электроэнергия	кВт/ч			
1.1	Силовая	кВт/ч	360	14,9	5,364
1.2	Осветительная	кВт/ч	360	14,9	5,364
1.3	На вентиляцию	кВт/ч	360	14,9	5,364
	ИТОГО электроэнергии:				16,092
2	Пар	тонн.			
2.1	На технологические нужды	тонн.	360	40	14,4
2.2	На отопление	тонн.	360	40	14,4
2.3	Приточно-вытяжная	тонн.'	360	40	14,4
	ИТОГО пара:				43,2
3.	Вода	тонн.	360	30	10,8
4.	Сжатый воздух	М ³			
	ИТОГО воды и сжатого воздуха:				10,8

Гр. 4 - взять по данным технологии;
 Гр.5 - взять по данным предприятия;
 Гр.6 = гр.4 * гр.5/ 1000.

6.2. Определение трудоемкости в чел/час.

Выполняется по данным расчета потребности оборудования, учитывая нормы времени на станок или рабочее место в часах на изделие

Таблица 5 Определение трудоемкости в чел/час.

п/п	Наименование оборудования и др. рабочих мест	Кол-во рабочих, обслуживающих станки и рм, шт.	Кол-во станко-часов на изделие, час.	Условия труда	Трудозатраты в чел/часах на издел. По разрядам			Всего чел/часов на изделие
					2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8	10
1	Сушильная камера EcoWood-NEO 50	1	1,32	нормальные	0,96			0,96
2	Станок 4-сторонний SUPERSET XL	1	0,60	нормальные		0,60		0,60
3	Kontizink LH-S80 Ledinek	1	0,33	нормальные			0,33	0,33
4	Z-прессы Ledinek	1	0,32	нормальные		0,32		0,32
5	X-пресс Ledinek	1	0,27	нормальные		0,27		0,27
6	Обрабатывающий центр SCM AREA XL	1	0,70	нормальные			0,70	0,70
7	Пост контроля качества	1	0,20	нормальные		0,20		0,20
8	Упаковка	1	0,42	нормальные		0,42		0,42
	Итого				0,96	1,98	1,03	3,97
	В том числе:							
	С нормальными условиями							3,97
	С вредными условиями							-

Гр. 2,3,4,5 - взять по данным технологии;
 гр. 6,7, 8, 9 проставляются на основе количества рабочих по разрядам;

$$\text{гр. 10} = \text{гр.6} + \text{гр.7} + \text{гр.8} + \text{гр.9};$$

Гр. ИТОГО рассчитывается по разрядам и по условиям труда

6.3 Определение расценки на изделие

Данные граф 3 и 6 должны соответствовать итогам таблицы 5 по разрядам;

Таблица 6. - Расценки на изделие.

Разряды	С нормальными условиями труда			С вредными условиями труда			Итого расценки на изделие, тыс.тенге
	Часовая тариф, ставка, тг.	Чел/час на изделие	Расценка на изделие, тг.	Часовая тариф, ставка, тг.	Чел/час на изделие	Расценка на изделие, тг.	
1	2	3	4	5	6	7	8
II	220	0,96	211,2	250	52800	211,2	422,8
III	230	1,98	455,4	260	118404	455,4	910,8
IV	240	1,03	247,2	270	66744	247,2	494,4
Итого;			913,8			913,8	1828

6.4 Расчет численности и тарифного фонда заработной платы основных производственных рабочих

Таблица 7. - Численность и тарифного фонда заработной платы основных производственных рабочих.

Наименование изделия	Кол-во, шт.	Трудоемкость, чел/час. t		ФЗП		Выполнение норм	Трудоемкость с уч. Нормвыработки,	Эф.фв 1-го ч/ч час	Кол-во рабочих по расч. чел
		На изделие	На программу	На изделие, тг.	На программу, т.тг.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Стена 1	1	3,97	3,97	1828	1,828	110	3,609	1885	0,91
Стена 2	1	3,97	3,97	1828	1,828	110	3,609	1885	0,91
Стена 3	1	3,97	3,97	1828	1,828	110	3,609	1885	0,91
Стена 4	1	3,97	3,97	1828	1,828	110	3,609	1885	0,91
ИТОГО			15,88		7312		14,43		3,64

Гр.3 - взять из таблицы 5. итог гр. 10;

$$\text{гр.4} = \text{гр.2} * \text{гр.3};$$

(20.3)

Таблица 8. - Численность и фонд заработной платы вспомогательных рабочих по цеху.

Наименование профессий	Кол-во рабочих, чел.	Разряда рабочих	Условия труда	Час.тар. ставка (оклад), тг.	Эффектов, фонд времени		ФЗП по тарифу, тыс.тг.
					на чел.	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8
1. По содерж. обор., всего			-				
А) наладчики	2	4	норм.	200000	1	2	400
Б)слесари	2	4	норм.	250000	1	2	500
В)электрики	2	4	норм.	132000	1	2	264
2Содержание зданий							
А) уборщики цехов	4	б/р	норм.	160000	1	4	640
Итого:	10					10	1804

$$\text{Гр.7} = \text{гр.2} * \text{гр.6};$$

(20.4)

Таблица 9. - Расчет годового ФЗП всех рабочих

№ п/п	Наименование профессий	ФЗП по тарифу, тыс.тг.	Доплаты к тар, ФЗП		Итого основная з/пл., тыс.тг.	Дополнительная з/пл.		Итого годовой ФЗП, тыс.тг.
			%	тыс.тг.		%	тыс.тг.	
ч	2	з	4	5	6	7	8	9
1.	Производственные рабочие	1828	17,6	548,4	1845,6	11,5	1857,1	1857,1
2.	Вспомогательные рабочие							
а)	По содержанию оборудования	1164	20	858	1396,8	11,5	1408,3	1408,3
б)	Содержание зданий	640	15	99	736	11,5	820,64	820,64
	Итого:				3978,4			4086,04

Гр.3 - взять из таблиц № 7 и №8

Таблица 10. - Штатное расписание цехового персонала.

№ п/п	Наименование должностей	Количество персонала, чел.	Должностной оклад, тыс.тг.	Годовой ФЗП, тыс. тг.
1	2	3	4	5
1.	Начальник цеха	1	350	4,2
2	Технолог	1	300	3,6
3	Мастер	2	280	6,72
4.				
	Итого:	3		14,52

$$\text{Гр.5} = \text{гр.3} * \text{гр.4} * 12(\text{месяцев}) / 1000 \quad (20.5)$$

Таблица 11. - Стоимость рабочего оборудования.

п/п	Наименование оборудования	Единица измерения	Количество принятых единиц	Цена за единицу оборудования, тг	Стоимость всего принятого оборудования, тыс. тг.
1	2	3	4	5	6
1	Сушильная камера EcoWood-NEO 50	шт.	1	16 210 486	19 452 583
2	Станок 4-сторонний SUPERSET XL	шт.	1	11 870 400	14 244 480
3	Kontizink LH-S80 Ledinek	шт.	1	11 232 000	11 232 000
4	Z-прессы Ledinek	шт.	1	8 460 000	10 152 000
5	X-пресс Ledinek	шт.	1	8 600 000	10 320 000
6	Обработывающий центр SCM AREA XL	шт.	1	15 000 000	18 000 000
	ИТОГО				83 401 063

гр.5 - взять по данным предприятия;

$$\text{гр.6} - (\text{гр.4} * \text{гр5}) * 20 / 100 \quad (20.6)$$

(20 % к общей стоимости оборудования на транспортировку и монтаж).

Таблица 12. - Стоимость прочих основных фондов

№ п/м	Показатели	Сумма, тыс.тг.
1	2	3
1	Стоимость силового оборудования (принять 20% от стоимости рабочего оборудования)	16 680 212
2.	Стоимость сооружений и передаточных устройств (принять 15% от стоимости рабочего и силового оборудования)	15 258 200
3.	Стоимость транспортных средств (принять 10% от стоимости рабочего и силового оборудования)	10 172 100
4.	Стоимость инвентаря и инструмента (принять 6% от стоимости рабочего и силового оборудования)	6 103 300
5.	Стоимость здания (определяется исходя из цены за 1 куб. метр здания: стоимость за 1 куб. метр принять 17 000 тенге или по данным предприятия) $V_{зд.} = -м^3$	17000
6.	Итого:	48 230 812

Таблица 13. - Амортизационные отчисления с учетом затрат на капитальный ремонт

№ п/п	Наименование основных фондов	Стоимость основных фондов, тыс.тг.	Амортизационные отчисления		Затраты на капитальный ремонт, тыс.тг.	Амортизационные затраты с затратами на кал.ремонт,тыс.тг.
			%	Тыс. тенге		
1	2	3	4	5	6	7
1	Оборудование рабочее	48 230,812	20	9 646,162	2 893,849	12 540,011
2.	Силовое оборудование	16 680,212	20	3 336,042	1 000,813	4 336,855
3.	Сооружения и передаточные устройства	15 258,200	8	1 220,656	366,197	1 586,853
4.	♦Транспортные средства	10 172,100	17	1 729,257	518,777	2 248,034
5.	Инвентарь и инструмент	6 103,300	10	610,330	183,099	793,429
6.	Здание	17000	7	1190	357	1547
	Итого:			16 733 637	5 319 093	22 052 730

Гр. 2. и гр.3 - взять из таблиц 11 и 12;

Норма амортизации (гр.4) принять по данным предприятия;

$$\text{Гр.5} = \text{гр.3} * \text{гр.4} / 100; \quad (20.7)$$

$$\text{Гр.7} = \text{гр.5} + \text{гр.6}. \quad (20.8)$$

Таблица 14. - Смета расходов по содержанию и эксплуатации оборудования

№ п/п	Содержание расходов	Сумма, тыс. тг.	Примечание
1	2	3	4
1.	Содержание оборудования и рабочих мест		
а)	Зарплата вспомогательных рабочих (слесарей, электриков, наладчиков)	11 500	Таб. 8. гр.9, (а,б,в)
б)	Отчисления на социальное страхование (соц. налог 20% от зар. платы)	2 300	Стр. 1а) * 20/100
в)	Вспомогательные материалы (принять 25% от зарплаты вспомогательных рабочих)	2 875	Стр. 1а) * 25/100
2.	Капитальный ремонт		
а)	Оборудования рабочего	2 893,8	Таб. 13 гр.6 стр. 1
б)	Оборудования силового	1 000,8	Таб. 13 гр.6 стр.2
в)	Транспортных средств ,	518,8	Таб. 13 гр.6 стр.4
3.	Амортизационные отчисления		
а)	Оборудования рабочего	9 646,2	Таб. 13 гр.5 стр.1
б)	Оборудования силового	3 336,0	Таб. 13 гр.5 стр.2
4.	Возмещение износа инструмента (принять 7% от стоимости рабочего и силового оборудования)	4 645,3	Сумма стр. 1,2 гр.3 таб. 13
5.	Итого учтенных затрат	39 711,6	Сумма строк 1-5
6.	Прочие расходы (3% от стоимости учтенных затрат)	1 191,3	Стр. 6*3/100
7	Итого затрат по смете:	40 902,9	Сумма строк 7 и 8

Смета расходов по содержанию и эксплуатации оборудования включает затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, отчисления на социальное страхование, расходы на материалы, капитальный ремонт оборудования и транспортных средств, амортизационные отчисления, а также возмещение износа инструмента.

Все расходы суммируются для определения общей стоимости содержания и эксплуатации оборудования за определённый период.

Данные расходы необходимы для поддержания оборудования в исправном состоянии и обеспечения бесперебойного производственного процесса, что напрямую влияет на эффективность и себестоимость выпускаемой продукции.

Таблица 15. - Смета цеховых расходов

№ п/п	Содержа мне расходов	Сумма, тыс. тенге	Примечание
1	2	3	4
1.	Содержание цехового персонала:		
а)	Зар. плата ИТР. служащих и МОП	2 700	Итог таб. №10, гр.5, и таб. № 9 итог а) по гр.8
б)	Отчисления на социальное страхование (соц. налог 20% от зар. платы)	540	Стр1 а) * 20%
2.	Капитальный ремонт:		
а)	Зданий	5 100	Таб.№13. гр.6, стр.6
б)	Сооружений и передаточных устройств	1 220	Таб.КеІЗ. гр.6, стр.3
3.	Стоимость электроэнергии (осветительной и на вентиляцию)	850	Таб. №4, гр.6, стр. 1.2.+ 1.3.
4.	Пар на отопление и на вентиляцию	430	Таб. №4,гр.6, стр. 2.2.
5	Расходы по охране труда (принять 5% от годового фонда заработной платы рабочих)	912	Таб.9 (итог гр9*5)/100
6	Цеховые расходы:	11 752	Сумма строк с 1 по 5
7	Прочие расходы (принять в размере 10% от цеховых расходов)	1175	Гр.6* 10%
8.	Итого за трат по смете:	12 927	Стр.6+стр.7

Смета цеховых расходов отражает все затраты, связанные с обеспечением нормальной работы производственного цеха. В неё входят расходы на содержание цехового персонала, включая заработную плату инженерно-технических работников, служащих и рабочих, а также обязательные отчисления на социальное страхование.

Значительную часть составляют затраты на капитальный ремонт зданий и сооружений, которые необходимы для поддержания оборудования и инфраструктуры в исправном состоянии.

Кроме того, учитываются расходы на электроэнергию для освещения и вентиляции, а также на пар для отопления, что обеспечивает комфортные условия труда.

Важное место занимают и затраты на охрану труда, которые способствуют безопасности работников и предотвращению производственных травм.

Все эти статьи расходов суммируются и образуют общую величину цеховых затрат, что позволяет эффективно планировать бюджет и контролировать экономическую эффективность производства.

Таблица 16. - Калькуляция себестоимости изделия

№ п/п	Статьи затрат	Затраты, тыс.тг.		Примечание
		На изделие	на програ мму	
I	2	3	4	5
1.	Сырье за вычетом отходов	15990	360	Сырье по таб2 - итог таб.№3, гр.7
2.	Материалы	Пиломатериал хвойной породы "сосна" Т = 40 мм	360	Материалы по таб2
3.	Топливо на технологические нужды	16,092	360	Таб.4
4.	Электроэнергия силовая	43,2	360	Таб.4
5.	Вода и сжатый воздух	10,8	360	Таб.4
6.	Основная зарплата производственных рабочих	5756,6	360	Таб.№9, итог по стр.1, гр.6
7.	Дополнительная зар.плата производственных рабочих	6418,61	360	Таб.№9, итог по стр.1, гр.8
8»	Отчисления на социальное страхование f(соц. налог 20% от зар. платы)	2 435,04	360	(стр.6+стр.7) * 20%
9.	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	40 902,9	360	Общий итог таб. 14
10.	Цеховые расходы	11 752	360	Таб. №15, гр.3, стр.6
11.	Итого цеховая себестоимость:	83 325,24	360	Сумма строк с 1 по 10
12.	Общезаводские расходы(принять 20% от суммы строк с 6 по 10)	13 453,03	360	По расчету
13.	Итого производственной себестоимости:	96 778,27	360	Стр.11+стр. 12
14.	Коммерческие расходы (принять в размере 6,25% от производственной себестоимости)	6 048,64	360	Стр.13*6,25%
15.	Итого полная себестоимость: »	585 240 722,85	360	Стр.13* стр. 14
16.	Прибыль (принять 20% от полной себестоимости)	117 048 144,57	360	Стр. 15*20%
17.	Товарная продукция	702 288 867,42	360	Стр. 15+стр. 16
18.	НДС (взять 12% от товарной продукции за минусом стоимости сырья, материалов, топлива, э/энергии)	999 902,88	360	По расчету
19.	Отпускная цена	703 288 770,3	360	Стр. 17+стр. 18

Таблица 17. - Техничко-экономические показатели

№ п/п	Показатели	Ед.изм.	Сумма	Примечание
1	2	3	4	5
1.	Товарная продукция	тыс.тг.	999 902,88	Таб.№16. гр. 18
2.	Количество планируемых изделий	шт.	360	Пгод
3.	Численность персонала	чел.	43	По расчету
4.	ФЗП всего персонала	тыс.тг.	6418,61	Итоги таб.№9-Нтаб.М 10
5.	Среднемесячная заработная плата одного работающего	тенге	222,868	Стр.4/стр.3* 1000/12
6.	Выработка продукции на одного работающего	тенге	41 662 620	Стр. 1/стр.3* 1000
7.	Производственная площадь	кв.метр	1980	площадь цеха
8.	Съем продукции с 1-го кв.метра производственной площади	тенге	50 500,14	Стр. 1/стр,7* 1000
9.	Полная себестоимость	тыс.тг.	2,109,633,925	Таб.№16. гр.4, стр. 16
10.	Затраты на 1 тенге товарной продукции	тиын	210 983,883	Стр.9/стр, 1 * 100
11.	Капитальные затраты (стартовый капитал)	тыс.тг.	7 337 371 900	Стоимость основных фондов + стоимость сырья и материалов
12.	Фондовооруженность	тенге	48 230 812	Стоимость основных фондов/стр.3
13.	Прибыль	тыс.тг.	702 288 867,42	Таб.№16, гр. 17
14.	Рентабельность производства	%	9.57	Стр.13/стр.11*100
15.	Рентабельность продукции	%	33.28	Стр. 13/стр.9* 100
16.	Срок окупаемости проекта	лет	10.45	Стр.11/стр.13
17.	Экономическая эффективность	тыс.тг.	702 288 867,42	Стр. 13

Таблица 18. - Структура затрат

№ н/н	Затраты	Сумма, тыс.тг.	Удельный вес, %
1	2	3	4
1.	Сырье и материалы	15 990	40.05%
2.	Зарплата производственных рабочих	12 175,21	30.49%
3.	Цеховые расходы	11 752	29.46%
	Итого:	39 917,21	100%

$$\text{Гр.4} = \text{гр3} * 100 / \text{итог гр.3.}$$

(20.9)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломного проекта была разработана концепция цеха по производству CLT-панелей в городе Семей с применением технологий блочно-модульного строительства. Работа продемонстрировала, что внедрение модульных конструкций позволяет значительно повысить мобильность и оперативность в чрезвычайных ситуациях, обеспечивая быстрое развертывание как временных, так и постоянных объектов инфраструктуры.

Особое внимание было уделено созданию эффективной производственной планировки, включающей все ключевые этапы: от выбора строительных материалов и организации технологических потоков до проектирования складских и вспомогательных помещений. Также проведён анализ экономической и экологической целесообразности внедрения модульных решений, а их потенциал к повторному использованию повышает устойчивость таких систем в долгосрочной перспективе.

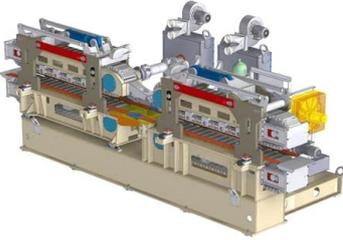
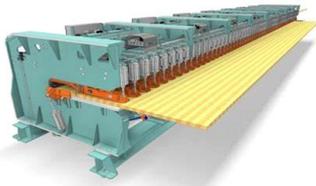
Результаты проекта подтверждают, что технологии блочно-модульного строительства обладают высоким потенциалом для применения в условиях ЧС. Гибкость, автономность, минимальные сроки возведения и возможность адаптации под различные нужды делают модульные здания эффективным инструментом для быстрого восстановления пострадавших территорий.

Таким образом, представленный проект не только решает задачи по организации современного производства CLT-панелей, но и предлагает актуальное решение в области быстровозводимой инфраструктуры, актуальной для Казахстана и других регионов, подверженных природным и техногенным рискам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 СП 16.13330.2017 — Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*.
- 2 СП 118.13330.2012 — Общественные здания и сооружения.
- 3 ГОСТ 32603-2012 — Панели многослойные с утеплителем для строительства.
- 4 Иванов С.А., Петров В.Н. Проектирование производственных зданий. — М.: Стройиздат, 2019.
- 5 Иванов С.А., Петров В.Н. Проектирование производственных зданий. — М.: Стройиздат, 2019.
- 6 Курочкин А.П. Быстровозводимые здания и модульное строительство. — М.: Архитектура-С, 2021.
- 7 Borisova I., Smirnov D. Cross-Laminated Timber: Innovation in Modular Construction. // Journal of Civil Engineering and Architecture, 2020, №6(2), с. 45–53.
- 8 Ivanov V. Modern trends in disaster recovery architecture. // International Construction Journal, 2021, №4, с. 12–20.
- 9 Vilarino C. et al. Sustainable Construction Using CLT and Modular Design. // Sustainable Cities and Society, 2022, Vol. 85, Article 104093.
- 10 Официальный сайт компании KLN Massivholz GmbH — производителя CLT-панелей. URL: <https://www.klh.at>
- 11 Официальный сайт Международного Совета по Модульному Строительству (Modular Building Institute). URL: <https://www.modular.org>
- 12 Боровиков В.И. Экономика строительного производства. — М.: Академия, 2018.
- 13 Акимов А.Н., Солодовникова Т.П. Экологические аспекты строительных технологий. — Екатеринбург: УрФУ, 2020.
- 14 Национальное агентство по противодействию ЧС Республики Казахстан. URL: <https://gov.kz/memleket/entities/qr>
- 15 Официальный сайт Международного Совета по Модульному Строительству (Modular Building Institute). URL: <https://www.modular.org>
- 16 Боровиков В.И. Экономика строительного производства. — М.: Академия, 2018.
- 17 ГОСТ 8486–86 «Плиты древесно-стружечные. Технические условия».
- 18 Акимов А.Н., Солодовникова Т.П. Экологические аспекты строительных технологий. — Екатеринбург: УрФУ, 2020.
- 19 Панов В. И. Технология производства изделий из древесных материалов / В. И. Панов. — Москва: Издательство Лесная промышленность, 1992. — 320 с.

Приложение А

Назначение	Наименование	Характеристики	Вид	
Снижение влажности древесины	Сушильная камера EcoWood-NEO 50	6500 x 5800 x 400		
		Объем загрузки 50 м3		
		Мощность вентиляторов, 3 кВт		
		Диаметр вентилятора 800 мм		
		Кол-во вентиляторов 4 шт.		
		Воздушный поток одного вентилятора 30 000 м³/час		
		Тип нагрева: конвективный		
Первичная обработка	Станок 4-сторонний SUPERSET XL	4850 × 1650 × 1620 мм		
		Мощность: 47,2 кВт		
		Вылет основной пилы, 100 мм		
		Скорость подачи: 5–25 м/мин		
		Частота вращения : 6000 об/мин		
		Диаметр шпинделей: 200 мм		
		Вес: 2950 кг		
		Мощность привода подачи: 2,2 кВт		
Сшивка	Kontizink LH-S80 Ledinek	8000 × 2500 × 2500 мм		
		Мощность: 22 кВт		
		Скорость срачивания: 8–20 м/мин		
		Вес: 4000 кг		
	Z-прессы Ledinek	Частота вращения шипорезных станков: 3000 об/мин	4000 × 2000 × 2500 мм	
			Мощность: 30 кВт	
			Скорость подачи: 6–15 м/мин	
			Максимальное давление: до 10 Н/мм²	
	X-пресс Ledinek	Вес: 5500 кг	5000 × 3000 × 3500 мм	
			Мощность: 45 кВт	
Максимальное давление: 15 Н/мм²				
Вес: 6500 кг				
Вторичная обработка	Обработка центр SCM AREA XL	8000 × 3200 × 3000 мм		
		Мощность: 20 кВт		
		Система управления: ЧПУ с высокой точностью обработки		
		Скорость подачи: 12–25 м/мин		
		Частота вращения шпинделя: 6000 об/мин		
		Вес: 5000 кг		

Приложение Б

Наименование детали	Исходные материалы			Количество деталей в изделии, шт	Размеры			Объем или площадь деталей в одном изделии, м ³ (м ²)	Припуски, мм			Размеры заготовок, мм				Объем или площадь заготовок в одном изделии, м ³ (м ²)	Объем или площадь заготовок в 1000 изделий, м ³ (м ²)	Процент технологических потерь	Объем или площадь заготовок в 1000 изделий с учетом технологических потерь, м ³ (м ²)	Процент выхода заготовок	Объем или площадь материалов в 1000 изделий, м ³ (м ²)	Процент чистого выхода	
	материал	вид	порода		сорт	длина	ширина		толщина	длина	ширина	толщина	длина	ширина	толщина								
															расчетная								стандартная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1. Стена 1					6000	2700	200																
- основа	CLT	CLT	1	1	5970	2685	194,5	3117728025	25	9	8,5	6025	2709	208,5		3403079663	3403080	2		1,087	3130708061	92%	
2. Стена					3000	2700	200																
- основа	CLT	CLT	1	1	2970	2685	194,5	1551030525	25	9	8,5	6025	2709	208,5		3403079663	3403080	2		1,087	3130708061	92%	
3. Стена					6000	2700	200																
- основа	CLT	CLT	1	1	5970	2685	194,5	3117728025	25	9	8,5	6025	2709	208,5		3403079663	3403080	2		1,087	3130708061	92%	
4. Стена					3000	2700	200																
- основа	CLT	CLT	1	1	2970	2685	194,5	1551030525	25	9	8,5	6025	2709	208,5		3403079663	3403080	2		1,087	3130708061	92%	
ИТОГО:				CLT				9337517100								13612318650						12522832245	

Приложение В

Номер		Наименование и содержание операции	Обозначение деталей по чертежу	Размеры деталей после обработки			Оборудование	Инструменты	Инструкции
Участок	Операция			Д	Ш	Т			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	Снижение влажности древесины	ДП 01.01.000000	6000	2700	200	Сушильная камера EcoWood-NEO 50	Мощность вентиляторов, 3 кВт, Кол-во вентиляторов 4 шт.	Роликовая каретка ГОСТ 18880, шириной 380
			ДП 01.02.000000	3000	2700	200			
			ДП 01.03.000000	6000	2700	200			
			ДП 01.04.000000	3000	2700	200			
	2	Выдержка							
2	1	Линия шивки	ДП 01.01.000000	6000	2700	200	Станок 4-сторонний SUPERSET XL.	Количество ножевых валов, 4 шт	Роликовая каретка ГОСТ 18880, шириной 380
			ДП 01.02.000000	3000	2700	200			
			ДП 01.03.000000	6000	2700	200			
			ДП 01.04.000000	3000	2700	200			
	2		Kontizink LH-S80 Ledinek	ДП 01.01.000000	6000	2700	200	Частота вращения шипорезных станков: 3000	Роликовая каретка ГОСТ 18880, шириной 380
				ДП 01.02.000000	3000	2700	200		
				ДП 01.03.000000	6000	2700	200		
				ДП 01.04.000000	3000	2700	200		
	3		Z-прессы Ledinek	ДП 01.01.000000	6000	2700	200	Скорость подачи: 6-15 м/мин	Роликовая каретка ГОСТ 18880, шириной 380
				ДП 01.02.000000	3000	2700	200		
				ДП 01.03.000000	6000	2700	200		
				ДП 01.04.000000	3000	2700	200		
	4		X-прессы Ledinek	ДП 01.01.000000	6000	2700	200	Максимальное давление: 15 Н/мм ²	Роликовая каретка ГОСТ 18880, шириной 380
				ДП 01.02.000000	3000	2700	200		
				ДП 01.03.000000	6000	2700	200		
				ДП 01.04.000000	3000	2700	200		
3	1	Вторичная обработка	ДП 01.01.000000	6000	2700	200	Обработывающий центр SCM AREA XL	Частота вращения шпинделя: 6000 об/мин	Роликовая каретка ГОСТ 18880, шириной 380
			ДП 01.02.000000	3000	2700	200			
			ДП 01.03.000000	6000	2700	200			
			ДП 01.04.000000	3000	2700	200			
4	1	Контроль качества	ДП 01.01.000000	6000	2700	200			Визуально
			ДП 01.02.000000	3000	2700	200			
			ДП 01.03.000000	6000	2700	200			
			ДП 01.04.000000	3000	2700	200			
5	1	Упаковка	ДП 01.01.000000	6000	2700	200			Визуально
			ДП 01.02.000000	3000	2700	200			
			ДП 01.03.000000	6000	2700	200			
			ДП 01.04.000000	3000	2700	200			

Приложение Г

Наименование деталей, сборочных единиц	Количество деталей, шт	Материал (порода, марка)	Размеры в чистоте, мм			Оборудование						
			длина	ширина	толщина	EcoWood-NEO 50 Снижение влажности древесины	SUPERSET XL Первичная обработка	Kontizink LH- Линия сшивки	Z-прессы Ledinek	X-прессы Ledinek	SCM AREA XL Вторичная обработка	Контроль качества
1	2	3	4	5	6	7	9	12	14	15	17	20
1. Стена 1	1		6000	2700	200							О
1.1 Основа	1	CLT плита 200 мм EN 1995-1-1	5970	2685	194,5	О	О	О	О	О	О	
2. Стена 2	1		3000	2700	200							О
2.1 Основа	1	CLT плита 200 мм EN 1995-1-1	2970	2685	194,5	О	О	О	О	О	О	
3. Стена 3	1		6000	2700	200							О
3.1 Основа	1	CLT плита 200 мм EN 1995-1-1	5970	2685	194,5	О	О	О	О	О	О	
4. Стена 4	1		3000	2700	200							О
4.1 Основа	1	CLT плита 200 мм EN 1995-1-1	2970	2685	194,5	О	О	О	О	О	О	

Приложение Д

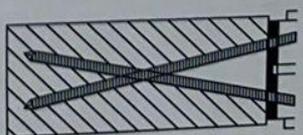
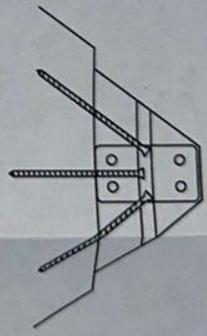
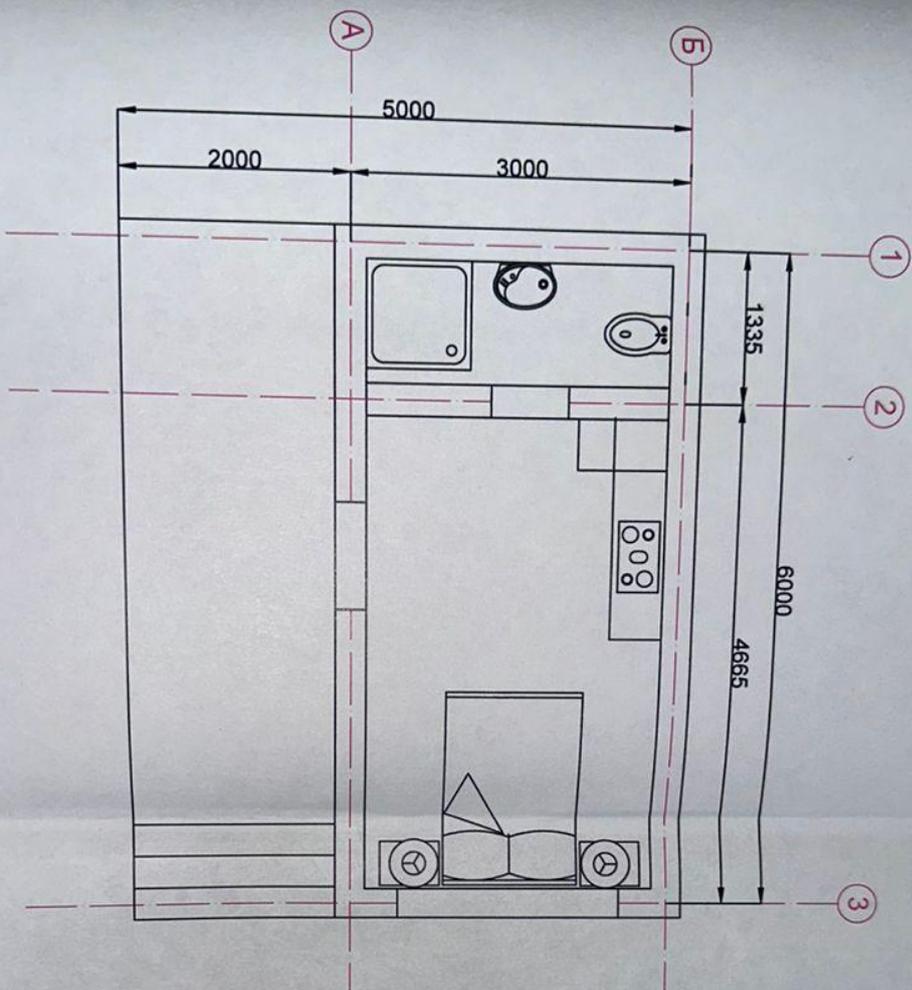
Толщина, мм	Ширина, мм								
16	75	100	125	150	-	-	-	-	-
19	75	100	125	150	175	-	-	-	-
22	75	100	125	150	175	200	225	-	-
25	75	100	125	150	175	200	225	250	275
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	-	100	125	150	175	200	225	250	275
125	-	-	125	150	175	200	225	250	-
150	-	-	-	150	175	200	225	250	-
175	-	-	-	-	175	200	225	250	-
200	-	-	-	-	-	200	225	250	-
250	-	-	-	-	-	-	-	250	-

Приложение Е

Номинальная ширина детали, мм	Припуски на две стороны детали, мм	
	Длина детали	
	до 1500	св. 1500 до 3000
До 150	15	20
Св. 150 до 290	20	25

Приложение Ё

Номинальные размеры детали, мм		Припуски на две стороны детали, мм							
		по толщине при номинальной толщине детали				по ширине при номинальной толщине детали			
длина	ширина	до 30		св. 30 до 95		до 30		св. 30 до 95	
		хвойных	лист-х	хвойных	лист-х	хвойных	лист-х	хвойных	лист-х
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
от 300	до 95	4,0	5,0	4,5	5,5	4,5	5,5	5,0	6,0
		5,0	4,5	5,5	6,0	5,5	5,0	6,0	5,5
до 800	св. 95	4,5	5,5	5,0	6,0	5,0	6,0	5,5	6,5
	до 195	5,5	5,0	6,0	5,5	6,0	5,5	6,5	6,0
св. 800	до 95	4,5	5,5	5,0	6,0	5,0	6,0	5,5	6,5
		5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	5,5	6,5	6,5
до 1600	св. 95	5,0	6,0	5,5	6,5	5,5	6,5	6,0	7,0
	до 195	6,0	5,5	6,5	6,0	6,5	6,0	7,0	6,5
св. 1600	до 95	5,5	6,5	6,0	7,0	6,0	7,0	6,5	7,5
		6,5	6,0	7,0	6,5	7,0	6,5	7,5	7,5
до 2400	св. 95	6,0	7,0	6,5	7,5	6,5	7,5	7,0	8,0
	до 195	7,0	6,5	7,5	7,0	7,5	7,0	8,0	7,5
св. 2400	до 95	6,5	7,5	7,0	8,0	7,0	8,0	7,5	8,5
		7,5	7,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,5	8,5
до 4000	св. 95	7,0	8,0	7,5	8,5	7,5	8,5	8,0	9,0
	до 195	8,0	8,0	8,5	8,5	8,5	8,5	9,0	9,0



№	Назначение	Площадь, S, м ²
1	Общая площадь	18
2	Ступень	12.502
3	Уборная	3.178

Имя	Лист	№ форм	Дата	Длина
Зад. инженер	Шароветов С.В.		10.08	
Руководитель	Усупбеков Е.Е.		13.08	
И. контрол.	Оспанова А.Т.		13.08	
К. контрол.	Торобева А.Б.		22.08	
Разработчик	Багмбетов Д.Д.		10.08	

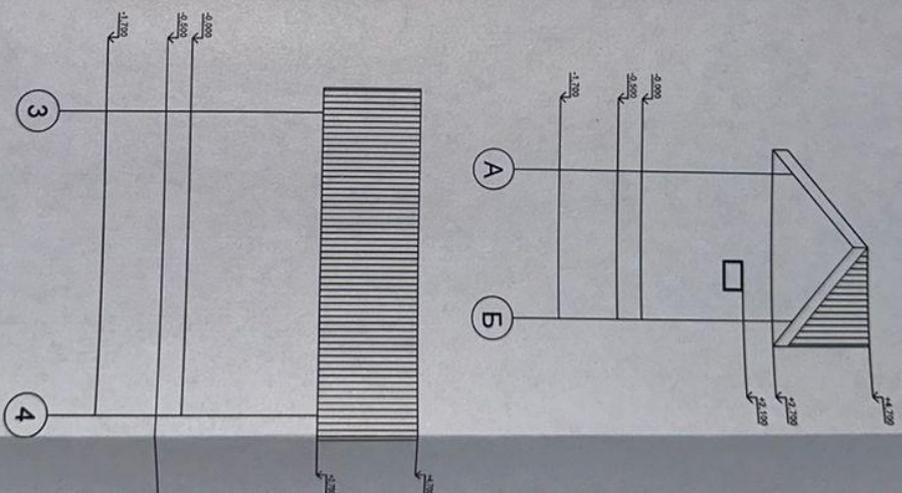
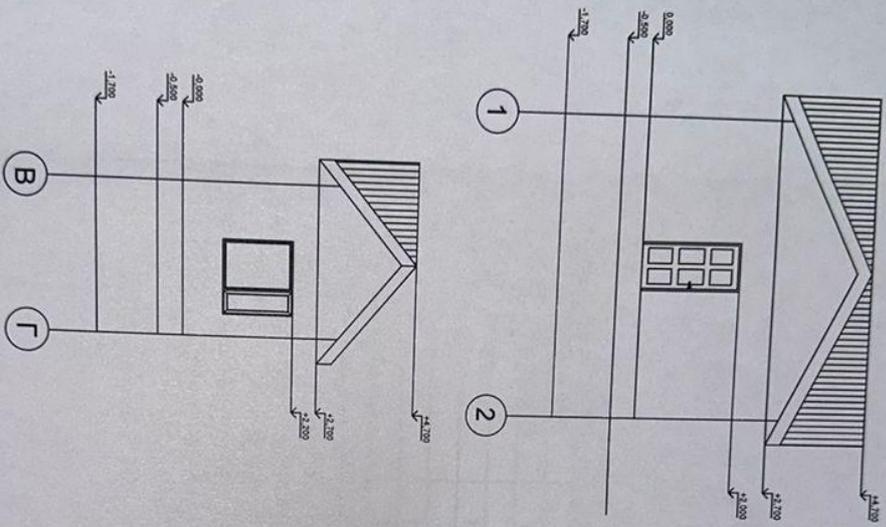
Казниту ук. К. И. Саппаева

Модульный дом

План

ТриЛДК

Лист	Масса	Масштаб
Лист		1:100
Лист		



Имя	Лисун	№	горыш	Почт	Дата
Заб. материал	Шпаклевка	С.Б.			
Проектировщик	Куликов	Е.Е.			
И. компроле	Осипов	А.Г.			
К. компроле	Торбеев	А.Е.			
Разработчик	Баландинов	Д.Д.			

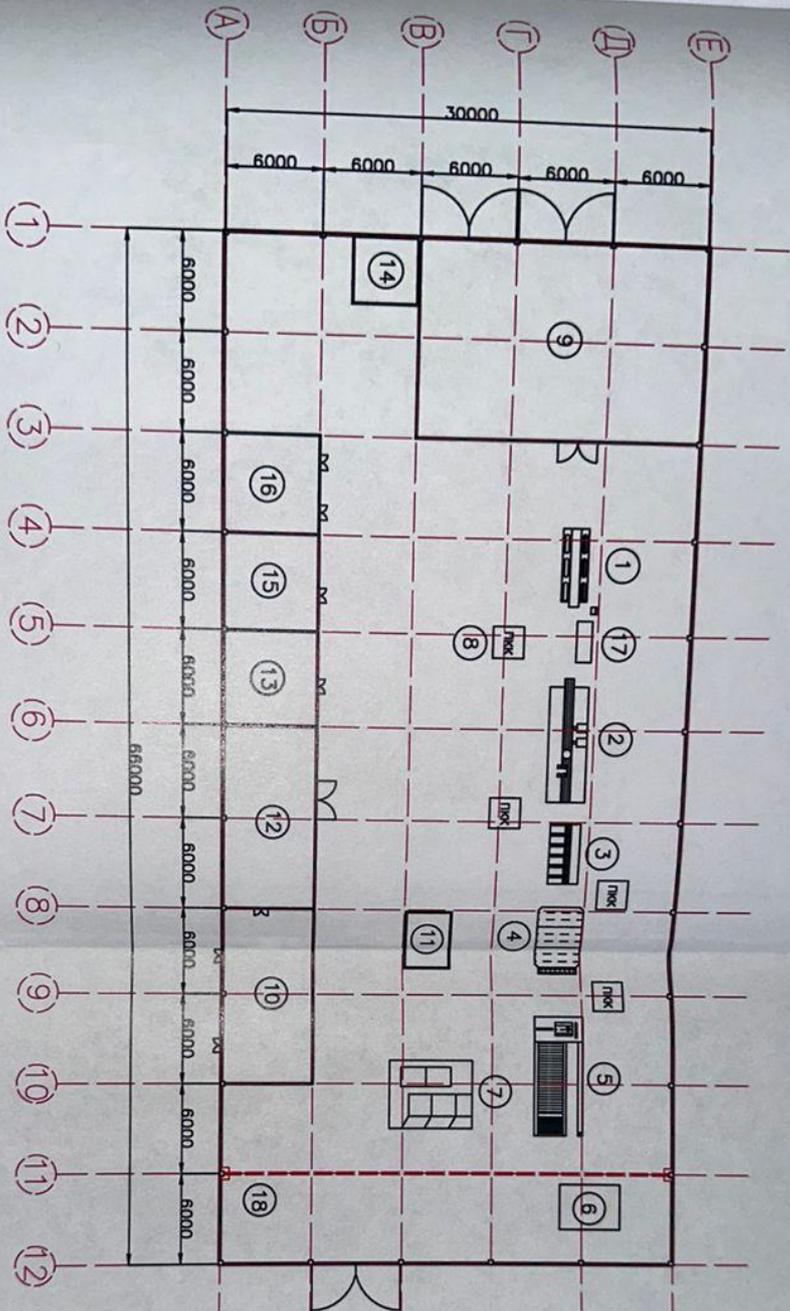
КазНПТУ ич К. И. Саммаева

Моголжыный дом

Досары

Трулдк

Масштаб: 1:100



№	Наименование	Примечание, S, м2
1	Сканер A-стартовый SUPERSET XL	7,857
2	Kentlitzk LH-580 Lednek	20
3	Z-проект Lednek	8
4	X-проект Lednek	15
5	Оборудование центр СЧН АВЕА XL	25,6
6	Плита функционального контроля качества	12
7	Устройство управления замковой продукцией	25,3
8	Плита контроля качества	4
9	Контора бюджетки	214,5
10	Ледогорюшка	71,1
11	Кабинка мастера цена	11,31
12	Склад промывки касс	71,1
13	Индукционная плита	35,4
14	Эквипирование	15,6
15	Бюджетные повешенка	35,4
16	С/У	35,4
17	Бюджетный стул	2,425
18	Мастерский стел	1980

Имя		Иван	№ документа	Иван	Дата
Задание		Иван	Иван	Иван	Иван
Проектирование		Иван	Иван	Иван	Иван
И контроль		Иван	Иван	Иван	Иван
К контролю		Иван	Иван	Иван	Иван
Разработчик		Иван	Иван	Иван	Иван

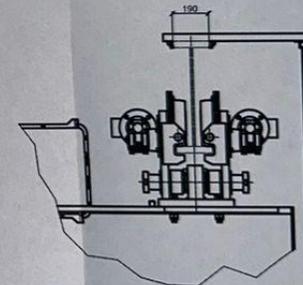
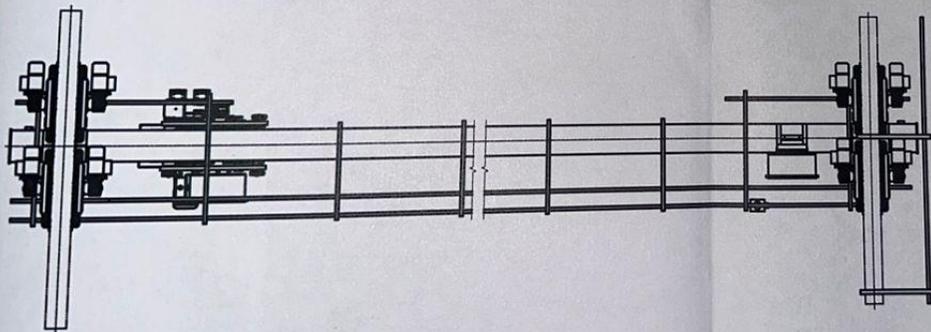
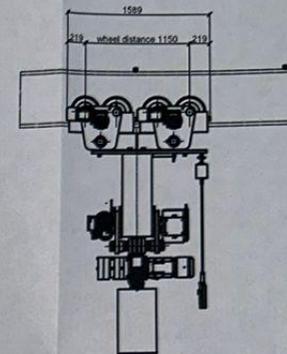
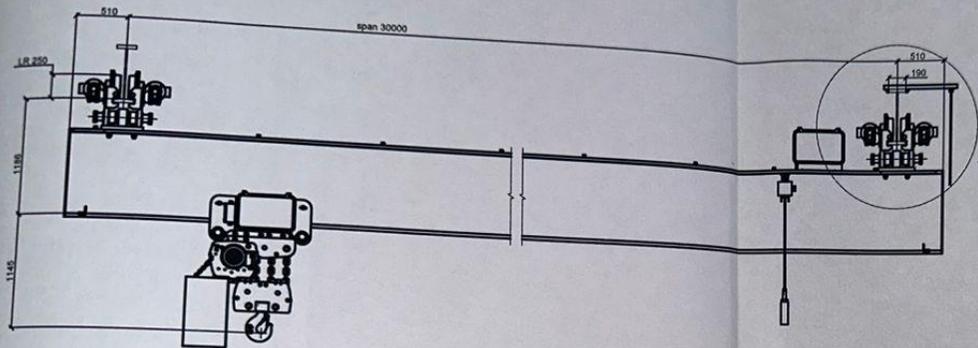
Континент ум К И Самсонова

Цель

План

Масштаб: 1:100

ТРУДЛК



Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
Заб. инженер		Шахматов С.Б.	<i>[Signature]</i>	01.06
Руководитель		Усильбеков Е.Е.	<i>[Signature]</i>	13.09
Н. контроль		Оспанова А.Т.	<i>[Signature]</i>	02.08
К. контроль		Тоубаева А.Е.	<i>[Signature]</i>	17.08
Разработал		Балтабаева Д.Д.	<i>[Signature]</i>	12.04

КазНИТУ им. К. И. Сатпаева

Мостовой кран

Лист	Масса	Масштаб
		1:100
Лист	Листов	

ТРИПДК

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

На дипломный проект
(наименование вида работы)

Балтабаева Дильназ Думанкызы
(Ф.И.О. обучающегося)

6В07308 «Технология расчета и проектирования деревянных конструкций»
(шифр и наименование ОП)

Тема: «Разработка технологического процесса и планирования цеха в г. Семей по производству деревянных щитовых панелей для модульных домов, с организацией ведения механической обработки древесных материалов полного цикла. Мощностью 360 домов в год».

В дипломной работе рассматривается проектирование цеха для производства CLT-панелей в городе Семей с акцентом на использование современных технологий блочно-модульного строительства для обеспечения мобильности и оперативности в чрезвычайных ситуациях.

Целью работы является разработка комплексного технологического процесса и планирования производственного цеха с учетом всех необходимых производственных процессов, а также использование модульных зданий для быстрого развертывания временных и постоянных объектов в зоне бедствия.

Дипломный проект включает такие разделы как:

Конструкторская часть, Расчетная часть, Разработка спецификации на сырье и материалы, Расчет количества отходов по видам материалов, по стадиям обработки, Разработка баланса сырья и материалов, Проектирование технологического процесса, Разработка технологических карт, Расчет производительности оборудования, Расчет площади цеха, занятой под оборудование и рабочие места, Список литературы.

Дипломный проект выполнен в полном объеме и соответствует предъявляемым требованиям.

Студентом разработан оптимальный технологический процесс производства деревянных щитовых панелей, включающий полный цикл механической обработки древесных материалов. Выполнено грамотное планирование цеха, учитывающее поточность производства и эффективное размещение оборудования для достижения заявленной мощности – 360 модульных домов в год.

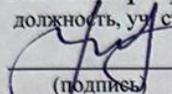
В работе продемонстрированы достаточные инженерные знания в области деревообработки и производственного планирования, умение применять современные подходы к организации технологических процессов и логистике производства. Проект имеет высокую практическую значимость для развития индустриального домостроения в регионе.

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И.САТПАЕВА»

Дипломный проект допускается к защите перед итоговой аттестационной комиссией. На основании представленной работы и продемонстрированных компетенций **Балтабаева Д.Д.** заслуживает присуждения академической степени «**Бакалавр техники и технологий**».

Научный руководитель

Ассоц.проф., к.т.н.
должность, уч. степень, звание)

 Усипбеков Е.Е.
(подпись)

«09 06» 2025 г.

РЕЦЕНЗИЯ

На дипломный проект

(наименование вида работы)

Балтабаевой Дильназ Думанкызы

(Ф.И.О. обучающегося)

6В07308 «Технология проектирования и расчета деревянных конструкций»

(шифр и наименование ОП)

На тему: «Разработка технологического процесса и планирования цеха в г. Семей по производству деревянных щитовых панелей для модульных домов, с организацией ведения механической обработки древесных материалов полного цикла. Мощностью 360 домов в год».

Выполнено:

- а) графическая часть на 10 листах
- б) пояснительная записка на 54 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

1. Разработчик ДП использует для использования в модульном строительстве CLT панели. Чем это обосновано и его преимущества? Ведь есть традиционные более доступные материалы, такие как керамический кирпич, газо/пеноблоки или способ каркасного деревянного строительства.
2. Недостаточное внимание в ДП уделено к системе контроля качества на всех этапах производства. Какие методы и средства контроля будут использоваться? Как будет осуществляться входной, операционный и выходной контроль?
3. Производство CLT панелей связано с получением древесных отходов. Как будут утилизироваться древесные отходы (опилки, стружка, обрезки)? Предусмотрены ли возможности для их переработки или продажи?
4. Почему именно данный участок в г. Семей был выбран для размещения Вашего предприятия? Какие факторы (транспортная доступность, наличие коммуникаций, удаленность от жилых зон, возможность расширения) были учтены?
5. По тексту имеются орфографические и пунктуационные ошибки требующие устранения.

Оценка работы

Представленный дипломный проект демонстрирует достаточный уровень профессиональной подготовки выпускника и понимание темы.

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И.САТПАЕВА»

Работа отличается актуальностью и практической значимостью, поскольку затрагивает важные аспекты развития строительной индустрии и удовлетворения растущего спроса на модульные дома быстрого возведения, особенно в условиях ЧС.

В целом дипломный проект Балтабаевой Дильназ Думанкызы на тему «Разработка технологического процесса и планирования цеха в г. Семей по производству деревянных щитовых панелей для модульных домов, с организацией ведения механической обработки древесных материалов полного цикла. Мощностью 360 домов в год» представленную на соискание степени бакалавра техники и технологии по образовательной программе 6В07308 – Технология проектирования и расчета деревянных конструкций соответствует по структуре и составу требованиям подготовки дипломных проектов и рекомендуется к защите, а автор дипломного проекта заслуживает оценки хорошо.

Рецензент

Ассоц.профессор, канд.техн.наук

(должность, уч. степень, звание)

Курманбекова Э.Б. _____



Подпись Курманбековой Э.Б.
заверяю _____
HR департамент _____
« » 20

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Балтабаева Дильназ Думанкызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: «Разработка технологического процесса и планирования цеха в г. Семей по производству деревянных щитовых панелей для модульных домов, с организацией ведения механической обработки древесных материалов полного цикла. Мощностью 360 домов в год»

Научный руководитель: Саулет Шаяхметов

Коэффициент Подобия 1: 2.3

Коэффициент Подобия 2: 0.6

Микропробелы: 66

Знаки из других алфавитов: 65

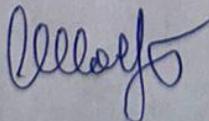
Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата



Заведующий кафедрой

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Балтабаева Дильназ Думанкызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: «Разработка технологического процесса и планирования цеха в г. Семей по производству деревянных щитовых панелей для модульных домов, с организацией ведения механической обработки древесных материалов полного цикла. Мощностью 360 домов в год»

Научный руководитель: Саулет Шаяхметов

Коэффициент Подобия 1: 2.3

Коэффициент Подобия 2: 0.6

Микропробелы: 66

Знаки из здругих алфавитов: 65

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата

проверяющий эксперт

