

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

_____ 2020 г.
« ___ » _____

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой ЭВМ

_____ Г.И. Радченко
_____ 2020 г.

Разработка программы для подсчета количества и раскройки отделочных
материалов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Руководитель работы,

к.т.н., доцент каф. ЭВМ

_____ И.Л. Кафтанников

« ___ » _____ 2020 г.

Автор работы,

студент группы КЭ-222

_____ В.В. Лебедев

« ___ » _____ 2020 г.

Нормоконтролёр,

ст. преп. каф. ЭВМ

_____ С.В. Сяськов

« ___ » _____ 2020 г.

Челябинск-2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ЭВМ
_____ Г.И. Радченко
« ___ » _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу магистра
студенту группы КЭ-222
Лебедеву Владиславу Викторовичу
обучающемуся по направлению
09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

1. **Тема работы:** «Разработка программы для подсчета количества и раскройки отделочных материалов» утверждена приказом по университету от 24 апреля 2020 г. №627
2. **Срок сдачи студентом законченной работы:** 1 июня 2020 г.
3. **Исходные данные к работе:**
 - Канторович, Л.В. Математико-экономические работы / Л.В. Канторович. – Новосибирск: Наука, 2011. – 760 с.;
 - Канторович, Л.В. Экономика и математика / Л.В. Канторович. – СПб.: Нестор-История, 2012. – 364 с.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов:

- анализ предметной области и аналогичных решений;
- формирование требований к разрабатываемому приложению;
- выбор средств реализации;
- разработка алгоритмов приложения;
- создание пользовательского интерфейса;
- тестирование разработанного приложения.

5. Дата выдачи задания: 1 февраля 2020 г.

Руководитель работы _____ /И.Л. Кафтанников /

Студент _____ /В.В. Лебедев /

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Этап	Срок сдачи	Подпись руководителя
Введение и обзор литературы	01.03.2020	
Формирование требований к системе	01.04.2020	
Реализация основных модулей системы	01.05.2020	
Тестирование, отладка, эксперименты	15.05.2020	
Компоновка текста работы и сдача на нормоконтроль	24.05.2020	
Подготовка презентации и доклада	30.05.2020	

Руководитель работы _____ /И.Л. Кафтанников /

Студент _____ /В.В. Лебедев /

АННОТАЦИЯ

Автор Лебедев В.В. Разработка программы для подсчета количества и раскройки отделочных материалов. – Челябинск: ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) ВШЭКН; 2020, 109 с., 35 ил., 9 табл., библиогр. список – 20 наим.

Работа посвящена разработке программного комплекса для подсчета количества и раскройки отделочных и облицовочных материалов.

Данная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения и библиографического списка.

В первой главе представлен обзор предметной области, обзор аналогичных решений и их сводный анализ. Во второй главе – определение функциональных и нефункциональных требований, описаны сценарии использования и выбраны средства разработки. В третьей главе описана реализация программного продукта. В четвертой главе – функциональное тестирование и сравнительный анализ реализованных алгоритмов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛОССАРИЙ	8
ВВЕДЕНИЕ.....	9
1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ	11
1.1 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ РАСКРОЯ МАТЕРИАЛОВ.	11
1.2 ОБЗОР ПРОЕКТОВ, РЕШАЮЩИХ АНАЛОГИЧНЫЕ ЗАДАЧИ	13
1.2.1 AllCalc (Калькулятор отделочных работ)	13
1.2.2 Аттрактив (Расчет стройматериалов для ремонта)	14
1.2.3 МойДомик (Калькулятор вагонки)	15
1.2.4 Стройрасчет (Калькулятор расчета террасной доски)	17
1.2.5 Калк.Про (Калькулятор гипсокартона на стены)	18
1.2.6 Сотдел (Калькулятор сайдинга)	20
1.2.7 СвойДом (Калькулятор количества досок на обшивку стен)	21
1.2.8 Сравнение аналогичных проектов	22
ВЫВОД.....	23
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ	24
2.1 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРИЛОЖЕНИЮ	24
2.2 НЕФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРИЛОЖЕНИЮ	24
2.3 ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	25
2.4 ВЫБОР ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИНСТРУМЕНТОВ	26
2.4.1 JavaScript.....	26
2.4.2 HTML	26
2.4.3 CSS	27
2.4.4 Canvas	27
2.4.5 Twitter Bootstrap	28
2.4.6 JQuery.....	29
2.4.7 Brackets	29
ВЫВОД.....	29

3. РЕАЛИЗАЦИЯ.....	30
3.1 ИНТЕРФЕЙС	30
3.1.1 Объекты для расчета	31
3.1.2 Материалы	32
3.1.3 Блок расчетов	34
3.1.4 Формирование заказа на раскрой	37
3.2 РЕАЛИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ ЗАГОТОВОК	38
3.3 АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА	40
3.3.1 Реализация алгоритма выбора карт раскроя без параметров.....	40
3.3.2 Реализация алгоритма выбора карт раскроя с минимальным остатком.....	41
3.3.3 Реализация алгоритма выбора карт с максимальной применимостью из карт с минимальным остатком	41
ВЫВОД.....	41
4. ТЕСТИРОВАНИЕ.....	42
4.1 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ.....	42
4.2 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ АЛГОРИТМОВ	47
4.2.1 Начальные данные	47
4.2.2 Результаты расчетов.....	48
ВЫВОД.....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	58
ПРИЛОЖЕНИЕ А	60
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	72

ГЛОССАРИЙ

- 1) Заготовка - разрезанный материал, готовый к использованию.
- 2) Заказ на раскрой – таблица, в которой указано количество и размер заготовок, которые потребуются для обшивки объекта расчета.
- 3) Объект расчета – объектом для расчета может быть стена, пол или потолок, включающий в себя до нескольких проемов.
- 4) План раскроя – документ, содержащий информацию о том, каким образом нужно произвести раскрой той или иной единицы материала. Состоит из количества единиц материала, с указанием карты раскроя по каждой единице.
- 5) Пол – внутренняя часть комнаты или помещения, служащая в качестве основания, перекрытия между нижним этажом или подвалом.
- 6) Потолок – нижняя часть ограждающей конструкции, ограничивающей помещение сверху.
- 7) Проем – не обшиваемый прямоугольный кусок стены, пола или потолка.
- 8) Стена – структурный элемент в архитектуре и строительстве, создающий внешний периметр здания или помещения в виде вертикальной ограждающей конструкции, отделяющей помещение от окружающего пространства или соседних комнат, может содержать различные проемы, например, окна и двери.

ВВЕДЕНИЕ

При строительстве и ремонте зданий практически всегда требуется отделка фасада и внутренних помещений. Отделку фасада и отделку внутренних помещений можно выполнить с помощью различных материалов, например, такими: сайдинг, вагонка, панели ПВХ, плитка и прочие. Проведение отделочных и строительных работ невозможно без применения математических вычислений, ведь используемый материал закупается исходя из подсчитанного расхода, зачастую с большим запасом.

Задачу рационального раскроя сформулировал советский ученый Канторович, еще в 1939 году в своей работе «Математические методы организации и планирования производства» [1]. Эта задача состоит в разработке такого плана, который обеспечивает необходимый комплект изделий при минимальных отходах при раскрое материалов или обеспечивает максимальное число комплектов изделий. Целью решения задачи является выполнение плана при минимальном количестве отходов.

В наше время эта задача приобретает все большую актуальность: появляется огромное количество различных отделочных материалов по разным ценам и при их рациональном использовании можно сэкономить крупную сумму, особенно это актуально для отделки больших зданий или при бюджетном ремонте или строительстве.

Подобного рода задачи существуют в различных отраслях промышленности и имеют большой экономический потенциал.

Практически все материалы, используемые в промышленности, поступают на производство в виде стандартных форм заданного размера, а их дальнейшее использование без деления на части практически всегда невозможно. Например, при отделке сайдинг разрезается на меньшие части. Из-за сложности предварительного расчета появляется немалое количество отходов, которое нельзя применить в дальнейшем. Это происходит из-за сложных поверхностей, которые зачастую содержат различные проемы.

Минимальное повышение эффективности раскроя материала может обеспечить значимый экономический эффект, особенно при больших объемах строительства или ремонта.

В рамках выпускной квалификационной работы рассмотрена разработка веб-приложения для рационального расчета количества и раскройки отделочных материалов.

Целью работы является разработка веб-приложения для рационального расчета количества и раскройки отделочных материалов.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

- 1) провести анализ предметной области и сравнительный анализ существующих решений;
- 2) сформировать требования к разрабатываемому приложению и выбрать средства разработки;
- 3) реализовать приложение, следуя сформированным требованиям, с помощью выбранных средств разработки;
- 4) произвести тестирование приложения.

1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ

В данной главе производится анализ предметной области и рассматриваются аналогичные проекты, решающие задачи подсчета количества отделочных материалов, найденные в свободном доступе.

На сегодняшний день существует ряд сервисов, обеспечивающих подобную функциональность. Все эти сервисы имеют некоторые недостатки. Самые часто встречающиеся недостатки – отсутствие визуализации раскроя, отсутствие возможности задания точных координат и отсутствие применения алгоритмов рационального раскроя.

Стоит подробно изучить аналогичные решения для того, чтобы учесть их сильные и слабые стороны при разработке собственного приложения.

1.1 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ РАСКРОЯ МАТЕРИАЛОВ.

Данная задача состоит в разработке такого плана, который обеспечивает необходимый комплект изделий при минимальных отходах (по длине, площади, массе, стоимости и др.) при раскрое материалов или обеспечивает максимальное число комплектов изделий.

Целью решения задачи является выполнение плана при минимальном количестве отходов. Задача состоит из целевой функции и ограничений. В нашем случае количество изделий строго запланировано, таким образом, данный параметр не описывает целевую функцию, а относится к ограничению, невыполнение которого означает, что задача не решена. Критерием эффективности выполнения плана служит параметр «количество отходов», который необходимо свести к минимуму. Требуется найти такие сочетания различных вариантов разрезания поставляемых материалов, чтобы поступивший заказ на раскрой был полностью удовлетворен с минимальными потерями (отходами).

Практически все материалы, используемые в промышленности, поступают на производство в виде стандартных форм заданного размера. В большинстве случаев непосредственное использование таких материалов, как правило, невозможно.

Предварительно их разделяют на заготовки необходимых размеров. Разделить их можно, используя различные способы раскроя материала.

Задача оптимального раскроя состоит в том, чтобы выбрать один или несколько способов раскроя материала и определить, какое количество материала следует раскраивать, применяя каждый из выбранных способов.

Задачи такого типа возникают во многих отраслях промышленности: лесобработывающей, лесной, металлургии и машиностроении, легкой промышленности.

Выделяют два этапа решения задачи оптимального раскроя.

На первом этапе определяются рациональные способы раскроя материала.

На втором этапе решается задача линейного программирования для определения интенсивности использования рациональных способов раскроя.

В теории одна из моделей задачи раскроя имеет вид задачи целочисленного линейного программирования:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^p x_{ji} \rightarrow \min$$
$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^p a_{jik} x_{ji} \geq b_k, \text{ где } k = 1, \dots, q$$

где:

j – индекс материала, $j=1, \dots, n$;

i – индекс способа раскроя единицы материала, $i = 1, \dots, p$;

x_{ji} – количество единиц материала, раскраиваемых по i -му способу (интенсивность использования способа раскроя);

a_{jik} — количество (целое число) заготовок вида k , полученных при раскрое единицы j -го материала i -м способом;

b_k – число заготовок вида k в комплекте поставляемому заказчику;

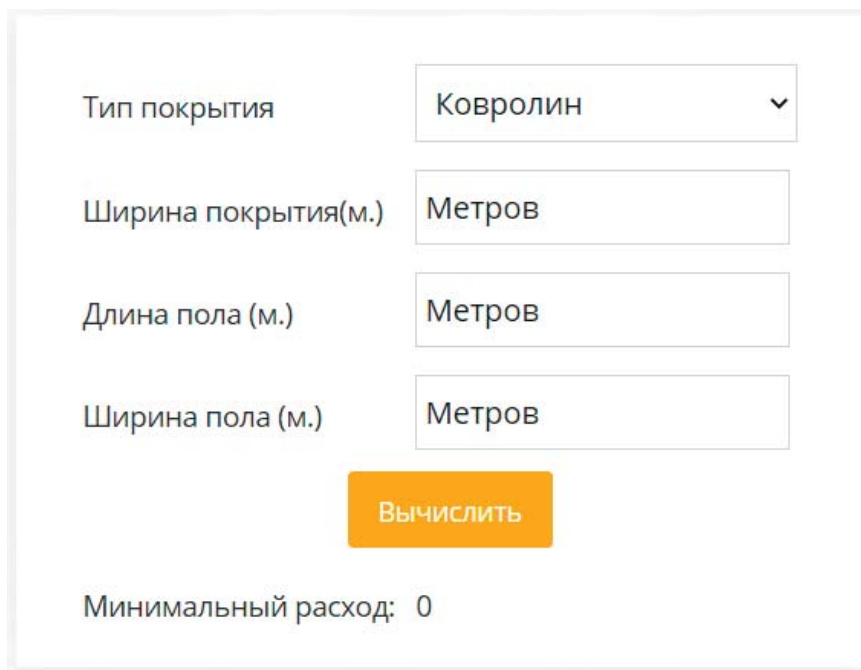
k – индекс вида заготовки, $k=1, \dots, q$.

.

1.2 ОБЗОР ПРОЕКТОВ, РЕШАЮЩИХ АНАЛОГИЧНЫЕ ЗАДАЧИ

1.2.1 AllCalc (Калькулятор отделочных работ)

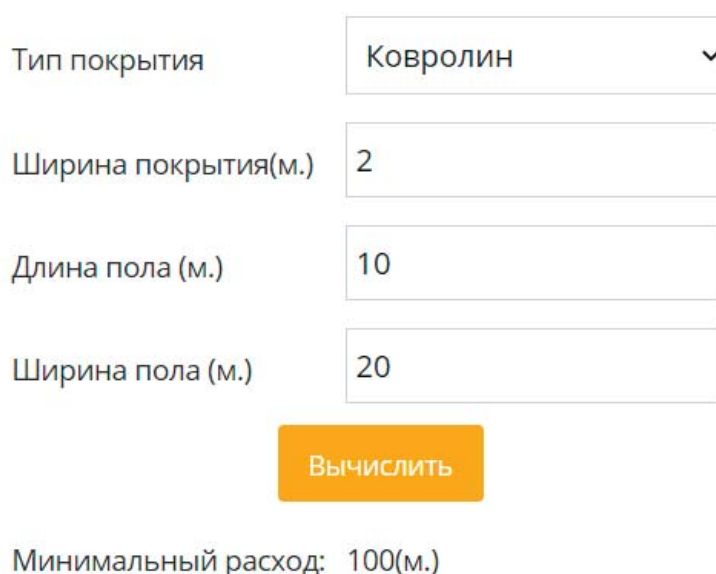
Данное решение [2] предназначено для расчета количества материала для покрытия пола (рисунок 1). Для расчета количества материала требуется выбрать тип покрытия, ввести его ширину и габариты комнаты.



The screenshot shows a web-based calculator interface. It features four input fields arranged vertically. The first is a dropdown menu labeled 'Тип покрытия' (Coverage type) with 'Ковролин' (Carpet) selected. The second is a text input labeled 'Ширина покрытия(м.)' (Coverage width (m.)) with 'Метров' (Meters) entered. The third is a text input labeled 'Длина пола (м.)' (Floor length (m.)) with 'Метров' (Meters) entered. The fourth is a text input labeled 'Ширина пола (м.)' (Floor width (m.)) with 'Метров' (Meters) entered. Below these fields is an orange button labeled 'Вычислить' (Calculate). At the bottom, the text 'Минимальный расход: 0' (Minimum consumption: 0) is displayed.

Рисунок 1 – Экранная форма «AllCalc»

При нажатии кнопки «Вычислить», предварительно заполнив требуемые поля формы, мы получим минимальную длину требуемого материала (рисунок 2).



This screenshot shows the same calculator interface as Figure 1, but with numerical values entered in the input fields. The 'Тип покрытия' dropdown remains 'Ковролин'. The 'Ширина покрытия(м.)' field now contains the number '2'. The 'Длина пола (м.)' field contains '10'. The 'Ширина пола (м.)' field contains '20'. The orange 'Вычислить' button is still present. Below the button, the text 'Минимальный расход: 100(м.)' (Minimum consumption: 100(m.)) is displayed, indicating the result of the calculation.

Рисунок 2 – Результат вычислений AllCalc

Можно заметить, что при расчете не учитывается длина покрытия, таким образом после раскроя материала может образоваться значительное количество отходов.

Недостатки данного решения:

- отсутствие визуализации раскроя;
- отсутствие рационального раскроя;
- отсутствие подсчета стоимости;
- невозможность задать точные координаты рассчитываемой поверхности;
- отсутствие одновременного расчета для нескольких поверхностей.

1.2.2 Аттрактив (Расчет стройматериалов для ремонта)

Данное решение [3] предназначено для расчета стройматериалов для ремонта (рисунок 3). Для расчета количества стройматериалов для потолка, стен и пола, необходимо заполнить только их площадь.

Расчет стройматериалов для ремонта

При помощи этого калькулятора вы можете рассчитать примерное количество материалов для ремонта **потолка**, **стен** или **пола**. Для этого укажите **площадь** соответствующей поверхности отдельно для потолка, стен и/или пола.

0 М² 0 М² 0 М²

потолок стены пол

считать

Мы также дополнили наши расчеты информацией о *средних расходах*, связанных с **доставкой** материалов и их **подъемом** на этаж. В целом, этот калькулятор поможет рассчитать стоимость ремонта с материалами. Основные сведения о том, как формируется бюджет на собственно работы, читайте в нашей статье [«Сколько стоит ремонт квартиры»](#).

Рисунок 3 – Экранная форма «Аттрактив»

При нажатии кнопки «Считать», предварительно заполнив поля, в результате мы получаем таблицу с материалами (рисунок 4). Как мы видим, расчет некоторых параметров идет с помощью периметра, заметим, что мы вводим только площадь, а при различных формах помещения, периметр может отличаться, соответственно расчеты не являются точными.

Расход материалов для площади 11 м² – ПОТОЛОК					
<p>1. В качестве основы для расчета принято задание на устройство подвесного потолка из ГКЛ в один лист (согласно спецификации «Кнауф» — тип П113) с последующим многослойным шпатлеванием (Vetonit LR+ и Ротбанд Паста профи) и оклейкой «паутинкой». Расчеты произведены на основании методических рекомендаций «Кнауф».</p> <p>2. Общая длина профилей ПН28/27 соответствует периметру помещения. Их крепление производится дюбелем с шагом 2 шт. на 1 пог. м. Товарная длина одного профиля = 3 м (в результатах расчетов не указан).</p>					
#	Наименование	Объем	Кол-во	Остаток*	Цена
1.	ГКЛВ 2,5 X 1,20 X 0,125	11 м2	4 лист	1 м2	1444 руб.
2.	Профиль ПП 60/27	33 м	11 шт.	0 м	1991 руб.
3.	Соединитель одноуровневый	22 шт.	22 шт.	0 шт.	330 руб.

Рисунок 4 – Результат вычислений Аттрактив

Недостатки данного решения:

- отсутствие визуализации раскроя;
- отсутствие рационального раскроя;
- отсутствие выбора материала;
- невозможность задать точные координаты рассчитываемой поверхности.

1.2.3 МойДомик (Калькулятор вагонки)

Данное решение [4] предназначено для расчета количества вагонки, требуемого для обшивки стен (рисунок 5). Для расчета необходимо заполнить следующие поля: количество окон и их габариты, количество дверей и их габариты, периметр комнаты и высоту стен.

Количество окон, штук	<input type="text" value="1"/>
Высота окна, миллиметров	<input type="text" value="1000"/>
Ширина окна, миллиметров	<input type="text" value="800"/>
Количество дверей, штук	<input type="text" value="1"/>
Высота двери, миллиметров	<input type="text" value="1900"/>
Ширина двери, миллиметров	<input type="text" value="800"/>
Периметр комнаты, миллиметров	<input type="text" value="20000"/>
Высота стен, миллиметров	<input type="text" value="2200"/>
<input type="button" value="Рассчитать"/>	
Объем вагонки, квадратных метров	<input type="text" value="0"/>

Рисунок 5 – Экранная форма «МойДомик»

При нажатии кнопки «Рассчитать», предварительно заполнив поля, в результате мы получаем объем вагонки в квадратных метрах (рисунок 6).

Количество окон, штук	<input type="text" value="1"/>
Высота окна, миллиметров	<input type="text" value="1000"/>
Ширина окна, миллиметров	<input type="text" value="800"/>
Количество дверей, штук	<input type="text" value="1"/>
Высота двери, миллиметров	<input type="text" value="1900"/>
Ширина двери, миллиметров	<input type="text" value="800"/>
Периметр комнаты, миллиметров	<input type="text" value="20000"/>
Высота стен, миллиметров	<input type="text" value="2200"/>
<input type="button" value="Рассчитать"/>	
Объем вагонки, квадратных метров	<input type="text" value="41.7"/>

Рисунок 6 – Результат вычислений МойДомик

Недостатки данного решения:

- отсутствие визуализации раскроя;
- отсутствие рационального раскроя;
- отсутствие выбора материала;
- отсутствие подсчета стоимости;
- отсутствие одновременного расчета для нескольких поверхностей.

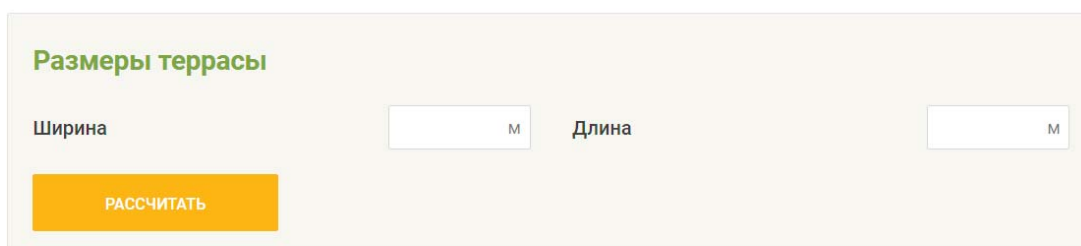
1.2.4 Стройрасчет (Калькулятор расчета террасной доски)

Данное решение [5] предназначено для расчета количества террасной доски (рисунок 7). Для расчета необходимо заполнить только длину и ширину, так как расчет материала производится только для квадратных и прямоугольных поверхностей.

Калькулятор расчета террасной доски

Для расчета террасы необходимо ввести всего два параметра – ширину и длину будущего сооружения.

Поскольку терраса, как правило, имеет квадратную либо прямоугольную форму, для расчета достаточно знать длину и ширину. Например, 6х3 метра.



В результате, калькулятор выдаст точную площадь вашей будущей террасы и ряд других полезных данных.

- количество террасной доски размерами 150x25 мм и 200x25 мм;

Рисунок 7 – Экранная форма «Стройрасчет»

При нажатии кнопки «Рассчитать», предварительно заполнив поля, в результате мы получаем площадь террасы, расчет количества досок в погонных метрах, без конкретного количества требуемого материала (рисунок 8). Стоит отметить, что расчет представлен по двум материалам.

Размеры террасы

Ширина м Длина м

РАССЧИТАТЬ

Результаты расчета

Площадь террасы: м²

Доска шириною и высотой 150x25 мм

Количество: пог. м

Объем: м³

Доска шириною и высотой 200x25 мм

Количество: пог. м

Объем: м³

Рисунок 8 – Результат вычислений Стройрасчет

Недостатки данного решения:

- отсутствие визуализации раскроя;
- отсутствие рационального раскроя;
- отсутствие выбора материала;
- отсутствие подсчета стоимости;
- невозможность задать точные координаты рассчитываемой поверхности;
- отсутствие одновременного расчета для нескольких поверхностей.

1.2.5 Калк.Про (Калькулятор гипсокартона на стены)

Данное решение [6] предназначено для расчета количества гипсокартона, необходимого для обшивки стен (рисунок 9). Для расчета необходимо указать только высоту и длину стены, дверные проемы и окна при расчете не учитываются.

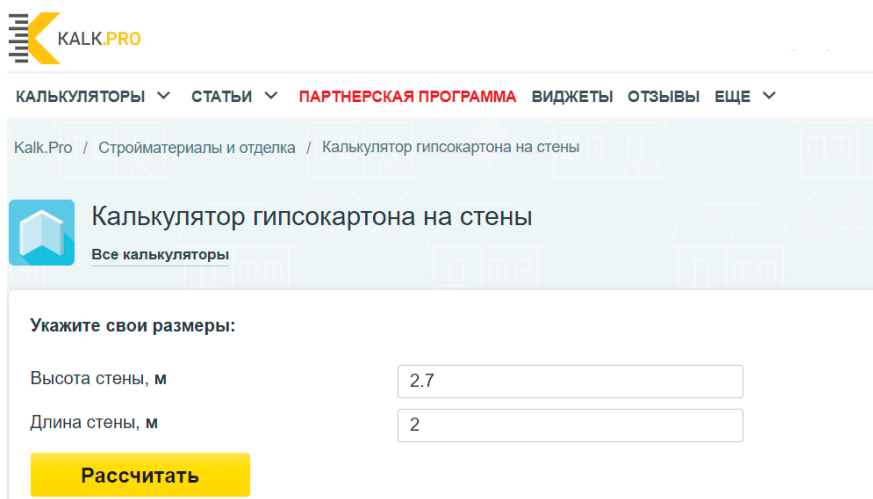


Рисунок 9 – Экранная форма «Калк.Про»

При нажатии кнопки «Рассчитать», предварительно заполнив поля, в результате мы получаем площадь гипсокартонного листа и количество сопутствующих материалов (рисунок 10).

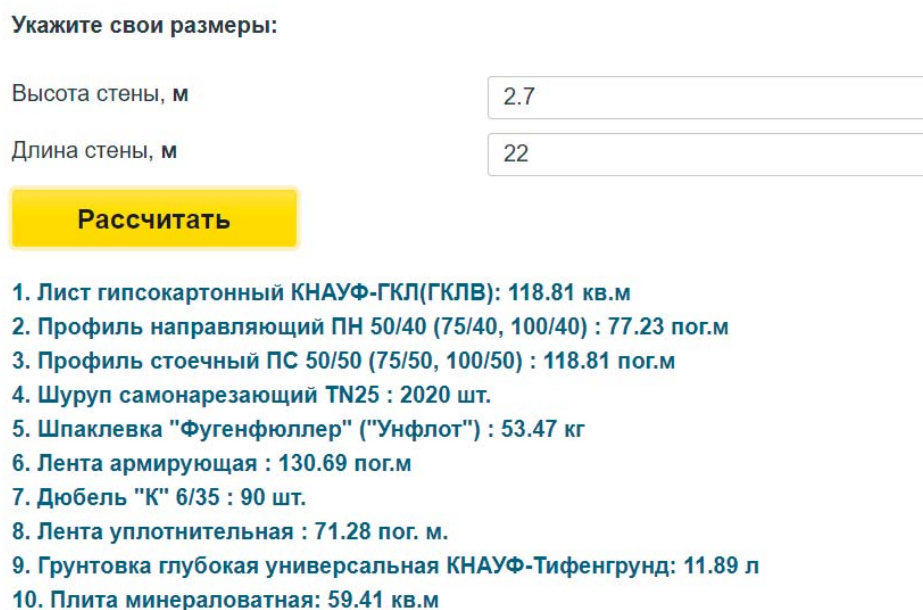


Рисунок 10 – Результат вычислений Калк.Про

Недостатки данного решения:

- отсутствие визуализации раскроя;
- отсутствие рационального раскроя;
- отсутствие выбора материала;
- отсутствие подсчета стоимости;
- отсутствие одновременного расчета для нескольких поверхностей.

1.2.6 Сотдел (Калькулятор сайдинга)

Данное решение [7] предназначено для расчета количества сайдинга, необходимого для обшивки стен (рисунок 11). Для расчета необходимо указать параметры стен, окон, дверей и прочих проемов.

1. Основные элементы
[Что и как считать?](#)

1 стена: высота м. × ширина м. = м² площадь

2 стена: высота м. × ширина м. = м² площадь

3 стена: высота м. × ширина м. = м² площадь

4 стена: высота м. × ширина м. = м² площадь

[Добавить стену](#)

2. Окна, двери, гаражные ворота
[Что и как считать?](#)

1 проем: высота м. × ширина м. × кол-во = м² площадь

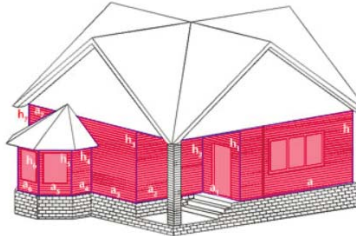
2 проем: высота м. × ширина м. × кол-во = м² площадь

3 проем: высота м. × ширина м. × кол-во = м² площадь

4 проем: высота м. × ширина м. × кол-во = м² площадь

[Добавить проем](#)

1. Основные элементы



Рассчитываем площадь фасада

Условно площадь фасада вашего

.....

Рисунок 11 – Экранная форма «Сотдел»

При нажатии кнопки «Рассчитать», предварительно заполнив поля, в результате мы получаем количество сайдинга в штуках и количество сопутствующих материалов (рисунок 12).

Основные элементы		
1. Сайдинг:	83	шт.
2. Кол-во стартовых планок:	9	шт.
3. Кол-во завершающих планок:	10	шт.
4. Кол-во Н-профилей:	3	шт.
Окна, двери, гаражные ворота		
1. Кол-во наличников:	8	шт.
Углы		
1. Кол-во углов внешних:	2	шт.
2. Кол-во углов внутренних:	2	шт.
Карнизная панель (Фаска)		
1. Кол-во фасок:	1	шт.

Рисунок 12 – Результат вычислений Сотдел

Недостатки данного решения:

- отсутствие визуализации раскроя;
- отсутствие рационального раскроя;
- отсутствие выбора материала;
- отсутствие подсчета стоимости.

1.2.7 СвойДом (Калькулятор количества досок на обшивку стен)

Данное решение [8] предназначено для расчета количества досок, необходимого для обшивки стен (рисунок 13). Для расчета необходимо указать параметры стен, проемов, параметры доски и ее цену, так же необходимо указать требуемый запас.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ		РЕЗУЛЬТАТ	
Общая длина стен (L)	<input type="text"/> м	Площадь стены	<input type="text"/> м ²
Высота стен (H)	<input type="text"/> м	Общее количество досок	<input type="text"/> шт
Площадь проемов (S)	<input type="text"/> м ²	Досок в 1 м ³	<input type="text"/> шт
Длина доски (A)	<input type="text"/> мм	Объем досок	<input type="text"/> м ³
Ширина доски (B)	<input type="text"/> мм	Площадь досок	<input type="text"/> м ²
Высота доски (F)	<input type="text"/> мм	Стоимость из расчета на 1 м ³	<input type="text"/> руб
Цена за 1 м ³	<input type="text"/> руб	Стоимость из расчета на 1 м ²	<input type="text"/> руб
Цена за 1 м ²	<input type="text"/> руб		
Запас	<input type="text"/> %		

Рассчитать Сброс Поделиться... В f t o g+

Рисунок 13 – Экранная форма «СвойДом»

При нажатии кнопки «Рассчитать», предварительно заполнив поля, в результате мы получаем площадь стены, требуемое количество досок и их стоимость (рисунок 14).

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ			РЕЗУЛЬТАТ		
Общая длина стен (L)	5	м	Площадь стены	47.00	м ²
Высота стен (H)	10	м	Общее количество досок	427	шт
Площадь проемов (S)	3	м ²	Досок в 1 м ³	820	шт
Длина доски (A)	1111	мм	Объем досок	0.58	м ³
Ширина доски (B)	111	мм	Площадь досок	52.66	м ²
Высота доски (F)	11	мм	Стоимость из расчета на 1 м ³	714	руб
Цена за 1 м ³	1230	руб	Стоимость из расчета на 1 м ²	6478	руб
Цена за 1 м ²	123	руб			
Запас	12	%			

Рисунок 14 – Результат вычислений СвойДом

Недостатки данного решения:

- отсутствие визуализации раскроя;
- отсутствие рационального раскроя;
- невозможность задать точные координаты рассчитываемой поверхности.

1.2.8 Сравнение аналогичных проектов

В предыдущих пунктах мы рассмотрели семь аналогичных проектов, решающих задачу подсчета количества и раскроя материала. Все они имеют существенное количество недостатков. Самыми часто распространенными недостатками являются: отсутствие визуализации раскроя и отсутствие рационального раскроя материала.

Для удобства сводный анализ по шести важнейшим критериям рассмотренных аналогичных решений приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Сводный анализ рассмотренных аналогов

Критерий	Номер рассматриваемого аналога						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Визуализация раскроя	-	-	-	-	-	-	-
2. Рациональный раскрой	-	-	-	-	-	-	-
3. Выбор материала	+	-	-	-	-	-	+
4. Подсчет стоимости	-	+	-	-	-	-	+
5. Возможность задания точных координат	-	-	+	+	+	+	-
6. Одновременный расчет для нескольких поверхностей	-	+	-	-	-	+	+

Как видно из таблицы 1, рассмотренные приложения удовлетворяют далеко не всем требованиям, поэтому было принято решение реализовать собственное веб-приложение, обеспечивающее необходимый функционал и имеющее удобный интерфейс.

ВЫВОД

В данной главе был проведен обзор предметной области, обзор аналогичных решений и их сравнительный анализ. В результате было получено четкое представление о предметной области, выделены недостатки у существующих решений и было принято решение разрабатывать собственное веб-приложение.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

В данном разделе описаны функциональные и нефункциональные требования к проектируемому приложению, рассмотрены варианты использования.

2.1 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРИЛОЖЕНИЮ

Разрабатываемое веб-приложение должно иметь следующий функционал:

- отображать чертежи объектов расчета на экране;
- поддерживать изменение масштаба и отображение нескольких чертежей объектов расчета одновременно;
- пользователь должен иметь возможность добавлять, редактировать и удалять объект расчета;
- пользователь должен иметь возможность добавлять, редактировать и удалять координаты участков объекта расчета, не подлежащих отделке;
- пользователь должен иметь возможность добавлять, редактировать и удалять материалы для расчета;
- выбор настроек расчета: направление расчета, расчет необходимых заготовок по каждому объекту расчета в отдельности или всем вместе, отдельный расчет заказа на раскрой по каждому объекту расчета или их объединение.

2.2 НЕФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРИЛОЖЕНИЮ

Помимо функциональных требований, можно выделить следующие нефункциональные требования:

- веб-приложение должно иметь интуитивно понятный интерфейс;
- веб-приложение должно иметь адаптивный интерфейс;
- должно быть реализовано с помощью выбранных средств разработки.

Приложение должно корректно работать в следующих браузерах:

- Google Chrome;
- Internet Explorer 10;
- Mozilla Firefox;
- Safari;
- Opera.

2.3 ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Диаграмма прецедентов [9] (диаграмма вариантов использования) – это диаграмма, отражающая отношения между актёрами и прецедентами и являющаяся составной частью модели прецедентов, позволяющей описать систему на концептуальном уровне.

Рассмотрим варианты использования разрабатываемого веб-приложения. Диаграмма вариантов использования представлена на рисунке 15.

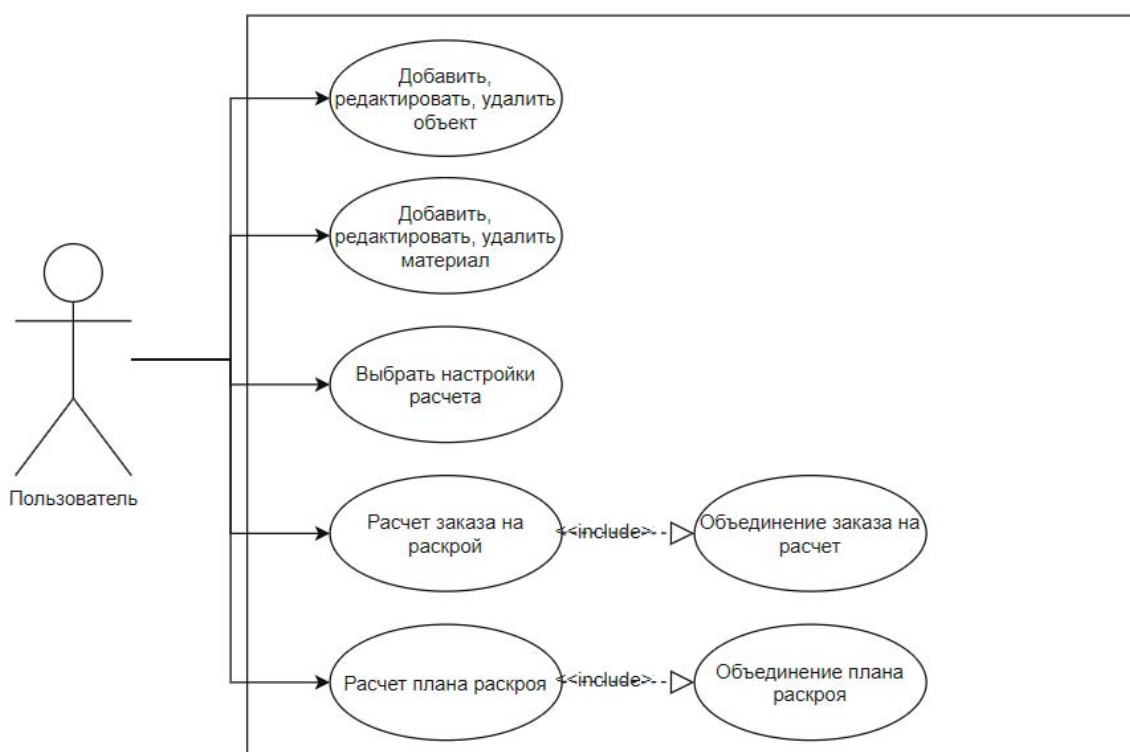


Рисунок 15 – Диаграмма вариантов использования

Пользователь – человек, который взаимодействует с приложением.

Краткое описание вариантов использования:

1. Добавить, редактировать, удалить объект. Пользователь добавляет координаты объекта, по которому требуется произвести расчет, так же пользователь может добавить координаты необрабатываемых частей объекта.
2. Добавить, редактировать, удалить материал. Пользователь добавляет характеристики материала, по которому будет идти расчет: длину, ширину и стоимость.

3. Выбрать настройки расчета. Пользователь может выбрать направление раскрой: сверху-вниз, снизу-вверх, слева-направо и справа-налево. Так же пользователь может применить настройку «Объединить задание на раскрой».
4. Расчет заказа на раскрой. В результате выполнения этого пункта пользователь получает таблицу, состоящую из требуемых заготовок и их количества по каждому объекту расчета.
5. Объединение заказа на раскрой. В результате выполнения этого пункта пользователь получает таблицу, состоящую из требуемых заготовок и их количества по всем объектам расчета вместе.
6. Расчет плана раскрой. В результате выполнения этого элемента пользователь получает таблицу, состоящую из требуемых заготовок и их количества, а также список карт раскрой.
7. Объединение плана раскрой. Означает объединение расчетов планов раскрой одновременно для всех заданных поверхностей, с целью снижения количества остатков.

2.4 ВЫБОР ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

2.4.1 JavaScript

Чтобы готовое программное решение можно было запустить на максимально возможном количестве устройств, было принято решение разработки веб-приложения. Такая реализация также позволит использовать одну кодовую базу для всех вариантов операционных систем. Для запуска приложения понадобится лишь браузер. В качестве основного языка программирования выбран JavaScript [9-11]. Скрипты распространяются и выполняются, как простой текст. Им не нужна специальная подготовка или компиляция для запуска. Так же любой современный браузер поддерживает JavaScript.

2.4.2 HTML

HTML-документ [12-14] — это обычный текстовый документ, может быть создан как в обычном текстовом редакторе (Блокнот), так и в специализированном,

с подсветкой кода (Notepad++, Visual Studio Code и т.п.).

HTML-документ состоит из дерева HTML-элементов и текста.

Браузер просматривает (интерпретирует) HTML-документ, выстраивая его структуру (DOM) и отображая ее в соответствии с инструкциями, включенными в этот файл (таблицы стилей, скрипты). Если разметка правильная, то в окне браузера будет отображена HTML-страница, содержащая HTML-элементы.

HTML-документ состоит из двух разделов — заголовка и содержательной части. Раздел заголовков содержит техническую информацию о странице: заголовок, описание, ключевые слова для поисковых машин, кодировку и т.д. Введенная в нем информация не отображается в окне браузера, однако содержит данные, которые указывают браузеру, как следует обрабатывать страницу. В следующем разделе содержатся все содержимое документа.

2.4.3 CSS

CSS [15] - это стандарт, определяющий представление документов, написанных на HTML. CSS — это отдельный язык со своим собственным синтаксисом. С его помощью выстраивается внешний вид сайта. При этом значительно уменьшается объем работы, ведь можно менять внешний вид всего сайта путем изменения всего одной таблицы. Браузер при отображении страницы использует нашу таблицу стилей.

Стиль — это совокупность правил, применяемых к элементу гипертекста и определяющих способ его отображения. Стиль включает все типы элементов дизайна: шрифт, фон, текст, цвета ссылок, поля и расположение объектов на странице.

Таблица стилей — это совокупность стилей, применимых к гипертекстовому документу.

2.4.4 Canvas

Canvas [16] – это HTML элемент, использующийся для рисования графики средствами языков программирования (обычно это JavaScript).

На сегодняшний день все основные браузеры поддерживают работу с canvas.

Тег `canvas` является частью спецификации `WhatWG Web applications 1.0`, также известной как `HTML5`, предназначенный для создания растрового двухмерного изображения при помощи скриптов, обычно на языке `JavaScript`.

Используется, как правило, для отрисовки графиков для статей и игрового поля в некоторых браузерных играх. Но также может использоваться для встраивания видео в страницу и создания полноценного плеера.

`Canvas` может усложнить задачу роботам по распознаванию капчи. При использовании `canvas` с сервера загружается не картинка, а набор точек (или алгоритм прорисовки), по которым браузер прорисовывает картинку (капчу).

2.4.5 Twitter Bootstrap

`Bootstrap` [17] - фреймворк с открытым исходным кодом. Он используется для облегчения создания веб-приложения.

`Bootstrap` разработали Марк Отто и Якоб Торнтон, сотрудники `Twitter`, именно поэтому в названии фигурирует имя компании. Их цель создать единый стандартный набор инструментов для сотрудников компании, ускоряющий их работу.

На сегодняшний день `Bootstrap` перерос рамки одной компании, это открытый продукт, применяемый веб-разработчиками для вёрстки сайтов во всём мире.

Самые типичные задачи уже решены в `Bootstrap`, поэтому не придется писать свой код, например, для создания колонок, разных кнопок, адаптивности, форм, вкладок и так далее.

Главная идея структуризации элементов — сетка. Экран разделен на 12 колонок. Любому элементу можно задать ширину в 1, 2, 3, ..., 12 колонок. `Bootstrap` направлен на создание макета под разные устройства — ноутбуки, планшеты, смартфоны. При этом код пишется один, а масштабирование в зависимости от ширины устройства берёт на себя фреймворк. Компоненты библиотеки написаны и протестированы с учётом работы разных браузеров. Это гарантирует, что макет будет выглядеть одинаково независимо от выбранного браузера.

2.4.6 JQuery

jQuery [18] — набор функций JavaScript, фокусирующийся на взаимодействии JavaScript и HTML. Библиотека jQuery помогает легко получать доступ к любому элементу DOM, обращаться к атрибутам и содержимому элементов DOM, манипулировать ими. Так же у JQuery широкие кроссплатформенные возможности, что позволяет использовать веб приложение с помощью различных браузеров без ошибок.

2.4.7 Brackets

В качестве среды разработки выбран Brackets [19]. Brackets — свободный текстовый редактор для веб-разработчиков. В нем присутствует большое количество функций, необходимых для разработки веб-приложения: Brackets ориентирован на работу с HTML, CSS и JavaScript. Эти же технологии лежат в основе самого редактора, что обеспечивает его кроссплатформенность т. е. совместимость с операционными системами Mac, Windows и Linux. Brackets создан и развивается Adobe Systems под лицензией MIT License и поддерживается на GitHub.

На сегодняшний день сообществом создано множество расширений, добавляющих большинство необходимых инструментов для работы над кодом, таких как система контроля версий Git, просмотр HTML-кода в браузере в реальном времени (Live Preview), синхронизация с FTP (Git-FTP).

ВЫВОД

В данной главе были сформированы функциональные и нефункциональные требования к разрабатываемому программному обеспечению. Так же были рассмотрены варианты использования данного программного обеспечения и инструменты реализации.

3. РЕАЛИЗАЦИЯ

3.1 ИНТЕРФЕЙС

Интерфейс веб-приложения (рисунок 16) состоит из двух областей: область чертежа и панель настроек. Для удобства панель настроек разделена на несколько составляющих:

- 1) список объектов. В данной части пользователь видит текущие объекты для расчета, тут же он может редактировать или удалить имеющиеся, добавить новые;
- 2) список материалов. В данной части пользователь видит текущие материалы для расчета, тут же он может редактировать или удалить имеющиеся, добавить новые;
- 3) настройки расчета. В данной части присутствуют настройки расчета: направление и объединение рассчитываемых поверхностей;
- 4) расчет заказа на раскрой. Завершает панель настроек расчет заказа, здесь пользователь может выбрать расчет заказа на раскрой или расчет плана раскроя.

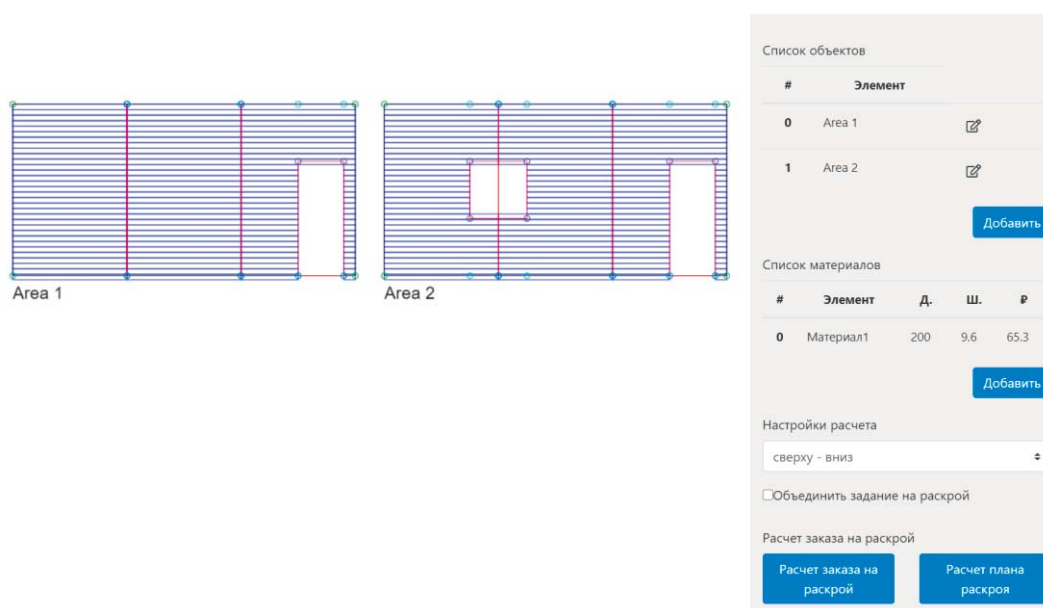
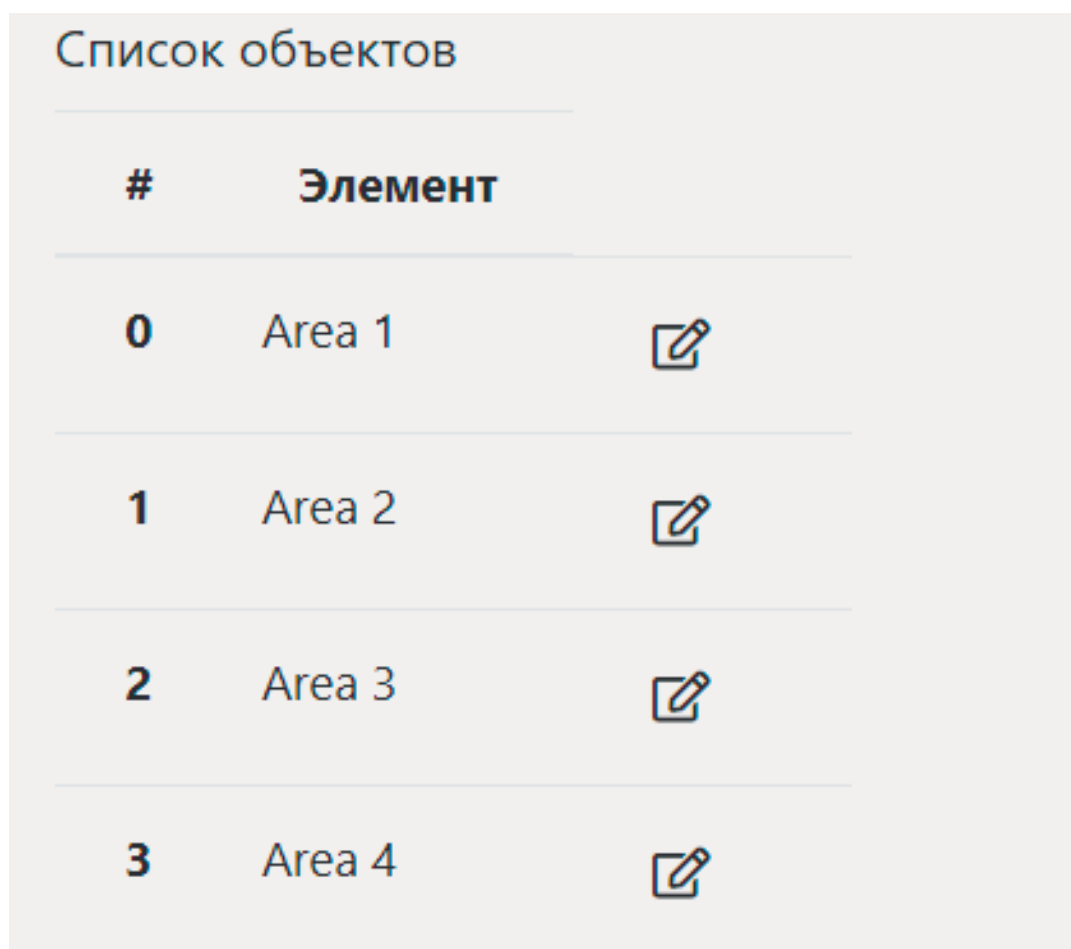


Рисунок 16 – Интерфейс веб-приложения

3.1.1 Объекты для расчета

Объектом для расчета может быть стена, пол или потолок, для него делаются расчет заказа на раскрой и расчет плана раскроя. Каждый объект содержит в себе название, координаты всех вершин и список координат проемов. Добавление объекта в список объектов (рисунок 17) происходит через всплывающее окно (рисунок 18).







#	Элемент	
0	Area 1	
1	Area 2	
2	Area 3	
3	Area 4	

Рисунок 17 – Список объектов для расчета

Добавить объект



Название

Координаты точек объекта, см

<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="122"/>	
<input type="text" value="1234"/>	<input type="text" value="12345"/>	

Координаты точек отверстий, см

<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="15"/>	
<input type="text" value="ID"/>	<input type="text" value="X"/>	<input type="text" value="Y"/>	

Закреть

Добавить

Рисунок 18 – Всплывающее окно редактирования объекта расчета.

3.1.2 Материалы

Каждый материал при добавлении в расчет (рисунок 19) должен иметь название, длину, ширину и цену за 1 единицу. После добавления он отображается в общем списке материалов (рисунок 20).

Добавить материал ×

Название

Длина Ширина Цена

Рисунок 19 – Создание материала

Список материалов

#	Элемент	Д.	Ш.	₽
0	Сайдинг 1	600	40	150
1	Сайдинг 2	200	40	100
2	Сайдинг 3	400	40	110

Рисунок 20 – Список материалов

3.1.3 Блок расчетов

Блок расчетов включает в себя возможность настроить ориентацию раскроя материала и включить объединение всех заданий на раскрой в один. Заканчивают блок две кнопки: расчет заказа на раскрой и расчет плана раскроя (рисунок 21).

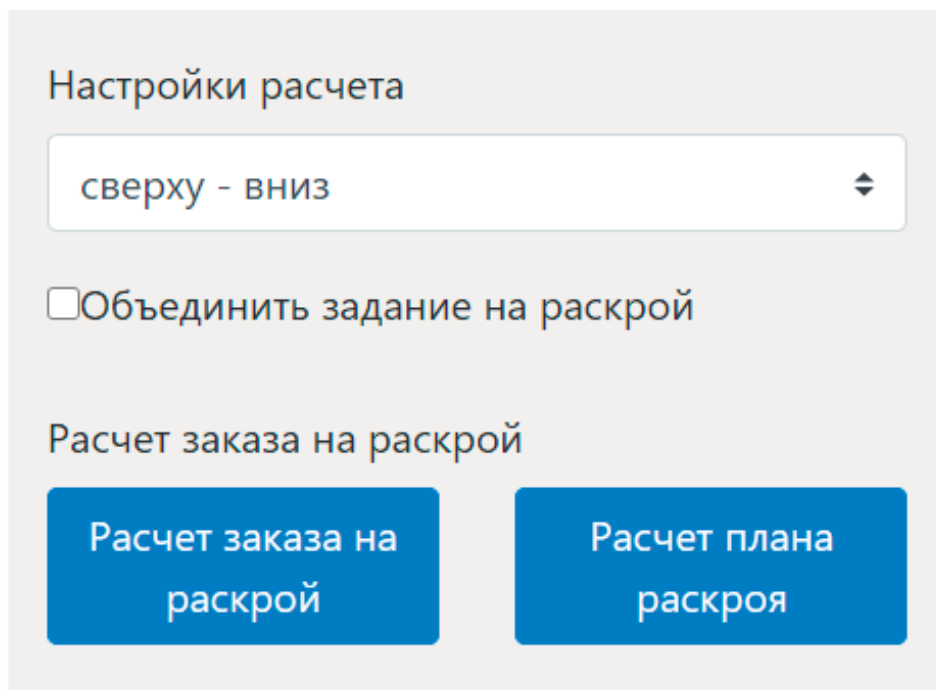


Рисунок 21 – Интерфейс настроек расчета

Направление расчета «сверху-вниз», «снизу-вверх» соответствует горизонтальной укладке материала, а «слева-направо» и «справа-налево» соответствует вертикальной (рисунок 22).

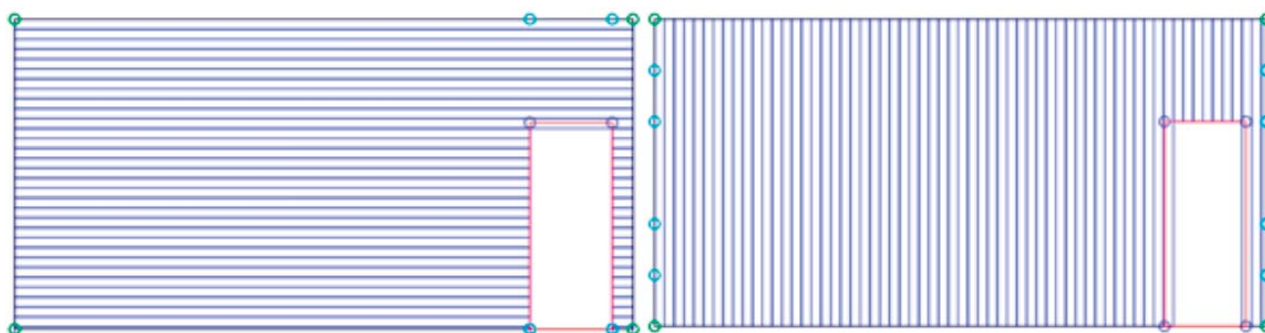


Рисунок 22 – Горизонтальная укладка (слева) и вертикальная укладка (справа)

В результате выполнения расчета заказа на раскрой пользователь получает список деталей с размером и количеством во всплывающем окне (рисунок 23).

Результат расчета заказа на раскрой

Список материалов

#	Элемент	Д.	Ш.	Р
0	Материал1	200	9.6	65.3

Area 1

#	Деталь	Количество
0	20	21
1	100	21
2	200	75

Area 2

#	Деталь	Количество
0	20	21
1	100	21
2	150	18

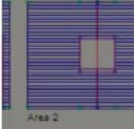


Рисунок 23 – Результат расчета заказа на раскрой

При расчете заказа на раскрой с объединением пользователь получает общий список деталей с размером и количеством во всплывающем окне (рисунок 24).

Результат расчета заказа на раскрой

Список материалов

#	Элемент	Д.	Ш.	Р
0	Материал1	200	9.6	65.3

Общий

#	Деталь	Количество
0	10	28
1	20	231
2	25	42

Рисунок 24 – Результат объединенного расчета заказа на раскрой

При расчете плана раскроя пользователь получает данные раскроя по трем алгоритмам (рисунок 25).

Area 17

Расчет без учета параметров:

Материал	Количество	Количество карт	Остатки	Цена
200	220	13	9580	14366

Расчет с учетом остатка:

Материал	Количество	Количество карт	Остатки	Цена
200	209	13	7380	13647.7

Расчет с учетом используемости и остатков:

Материал	Количество	Количество карт	Остатки	Цена
200	202	10	5980	13190.6

Рисунок 25 – Результат расчета плана раскроя

Кликнув на материал, можно увидеть карты раскроя (рисунок 26)

Area 1

Расчет без учета параметров:

Материал	Количество	Количество карт	Остатки
200	88	4	80

10 x 20 Остаток: 0 Применяемость: 2
1 x 20, 1 x 100 Остаток: 80 Применяемость: 1
2 x 100 Остаток: 0 Применяемость: 10
1 x 200 Остаток: 0 Применяемость: 75

Рисунок 26 – Просмотр карт раскроя

При расчете плана раскроя с объединением пользователь получает список карт, для раскроя деталей для всех объектов (рисунок 27), так же снизу присутствует сравнительная итоговая эффективность, которая показывает в процентах уменьшение остатков и цены, при использовании того или иного алгоритма.

Результат [X]

Общий

Расчет без учета параметров:

Материал	Количество	Количество карт	Остатки	Цена
200	3400	39	92980	222020

Расчет с учетом остатка:

Материал	Количество	Количество карт	Остатки	Цена
200	3222	34	57380	210396.6

Расчет с учетом используемости и остатков:

Материал	Количество	Количество карт	Остатки	Цена
200	3195	27	51980	208633.5

Итоговая эффективность

Процент сохранения ресурсов при расчете с учетом остатка:

Рисунок 27 – Результат объединенного расчета плана раскроя

3.1.4 Формирование заказа на раскрой

Вычисление параметров требуемых деталей производится в режиме реального времени и пересчитывается при изменении какого-либо параметра. Этот алгоритм является модульным и не зависит от других, поэтому его можно использовать тогда, когда необходимо рассчитать заказ на раскрой, для передачи полученных данных для дальнейшего формирования плана раскроя в другой компании.

3.2 РЕАЛИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ ЗАГОТОВОК

1. Берем координаты объекта расчета.

2. Рассчитаем координаты прямоугольной области объекта (листинг А.1 приложения А).

После выполнения получим: координаты левого верхнего и правого нижнего углов объекта.

3. Рассчитаем ширину и высоту объекта (рисунок 28):

$$H = x_2 - x_1$$

$$L = y_2 - y_1$$

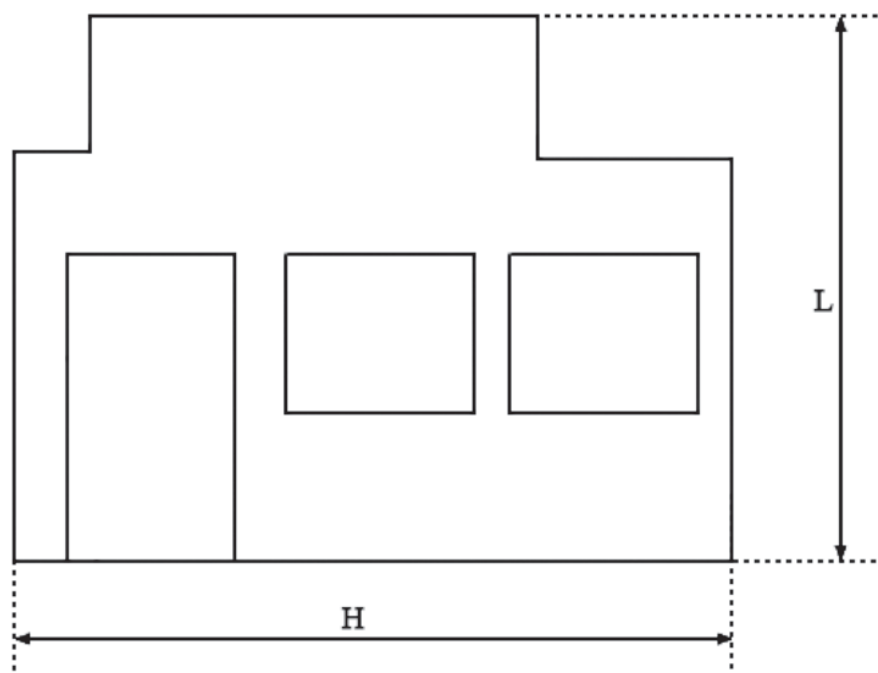


Рисунок 28 – Координаты прямоугольной области объекта

4. Аналогично пунктам 1-3 рассчитаем координаты всех проемов. Получим координаты левого верхнего и правого нижнего углов проема (Рисунок 29).

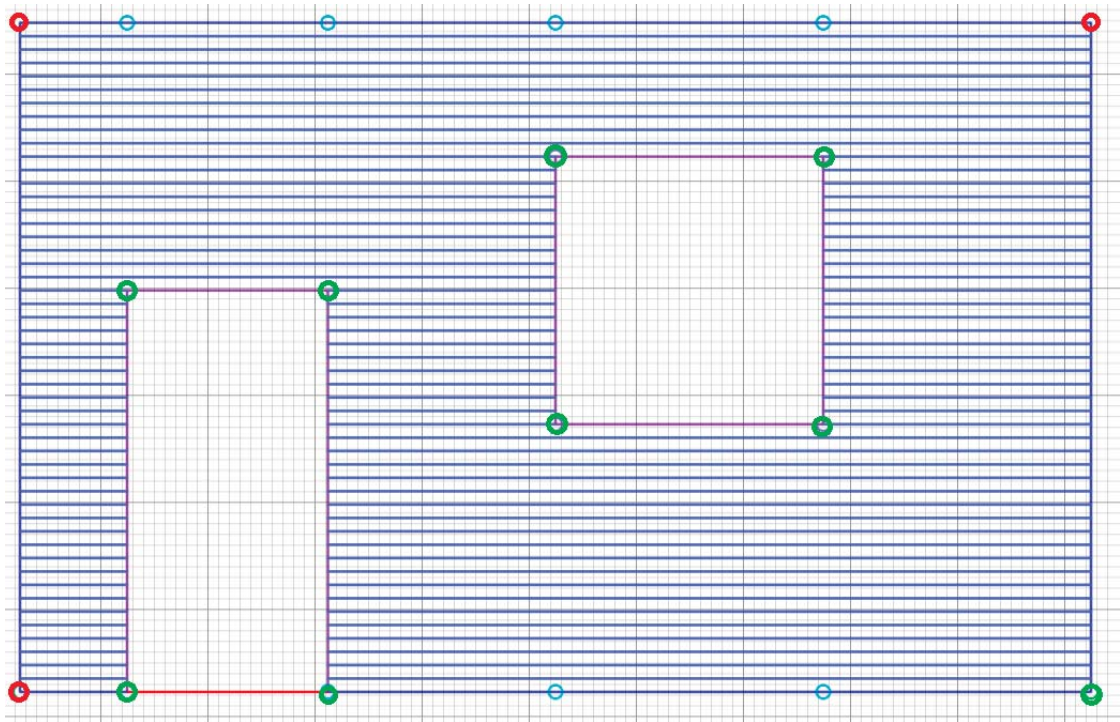


Рисунок 29 – Координаты объекта (красные круги) и вырезов в нем (зеленые)

5. Вычисляем список координат полос стены.

Так как материалы могут быть только одинаковой ширины, то берем в качестве ширины отрезков ширину любой полосы материала. Рассматриваем на примере направления расчета «сверху-вниз», для остальных трех направлений вычисления аналогичные. Циклически отнимаем ширину материала от ширины объекта в заданном направлении расчета, пока ширина объекта больше, чем ширина материала (листинг А.2 приложения А). В результате получаем массив с координатами полос стены, указанных на рисунке 30.

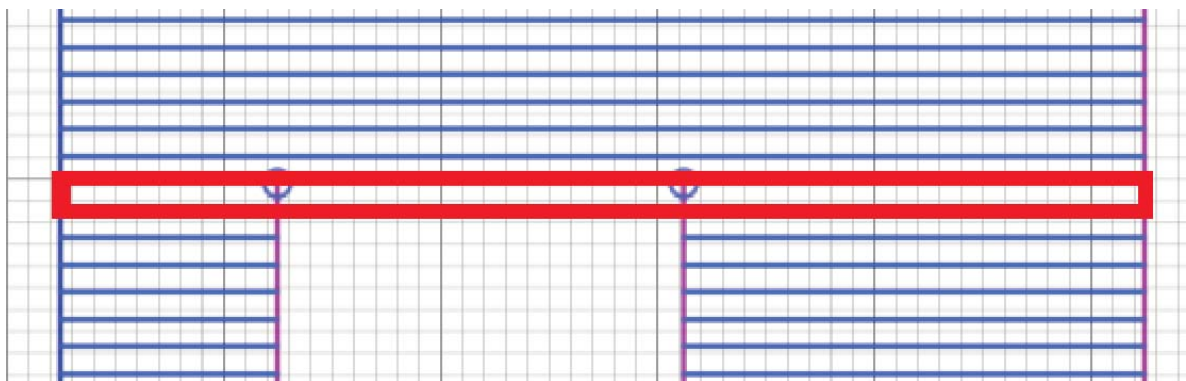


Рисунок 30 – Полоса стены

6. Имея список координат полос стены и проемов, делаем расчет длин и количества заготовок, пример исходного кода представлен в листинге А.3 приложения А.

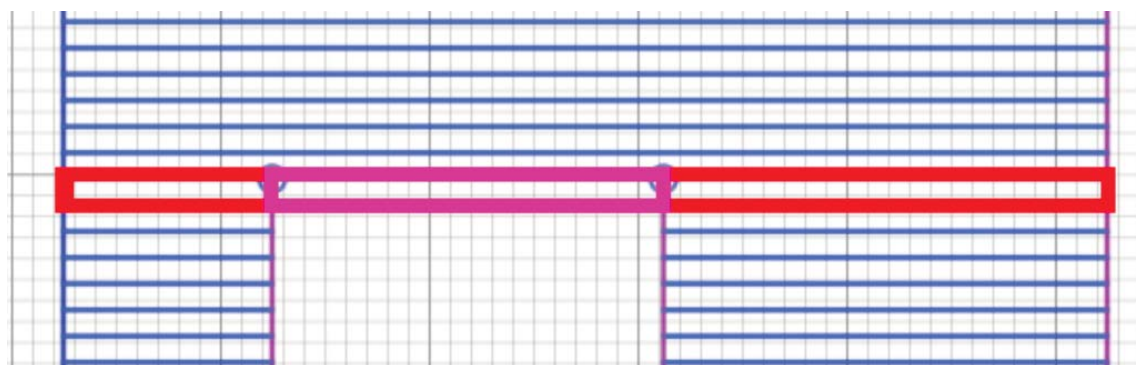


Рисунок 31 – Финальные (красные) и исключенные (фиолетовые) заготовки

7. Вычисляем длины заготовок:

8. Проверяем, есть ли ключ с такой длиной заготовки в массиве. Если есть, то увеличиваем его значение на 1. В противном случае создаем новый ключ со значением 1.

3.3 АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА

В данной работе представлен эвристический метод последовательного выбора карт раскроя с помощью трех алгоритмов, которые отличаются критериями выбора карт. В данной работе разработаны три алгоритма по методу последовательного выбора карт раскроя:

Алгоритм №1. Выбор карт раскроя без параметров;

Алгоритм № 2. Выбор карт раскроя с минимальным остатком;

Алгоритм № 3. Выбор карт с максимальной применимостью из карт с минимальным остатком.

Результатом выполнения алгоритмов является список, состоящий из карт раскроя.

3.3.1 Реализация алгоритма выбора карт раскроя без параметров

В листинге А.4 приложения А представлена часть кода алгоритма выбора карт раскроя без параметров. Алгоритм заключается в последовательном выборе карт раскроя по каждой детали. Данный алгоритм можно сразу обозначить как

самый простой и малоэффективный, так как карты раскроя выбираются без параметров, поэтому следует ожидать большое количество остатков. Подобные алгоритмы применяются в рассмотренных ранее аналогах.

3.3.2 Реализация алгоритма выбора карт раскроя с минимальным остатком

Данный алгоритм реализован путем выбора карт с наименьшим остатком, часть кода представлена в листинге А.5 приложения А. В результате выполнения алгоритма получаем сочетание карт, имеющих минимальный остаток.

3.3.3 Реализация алгоритма выбора карт с максимальной применимостью из карт с минимальным остатком

Недостатком второго алгоритма является то, что при выборе карты с минимальным остатком, не учитывается ее применимость, чтобы повысить эффективность расчета, был разработан третий алгоритм, в котором учитывается применимость карты, часть кода представлена в листинге А.6 приложения А. Данный алгоритм является решением задачи о рациональном раскрое.

ВЫВОД

В данной главе рассмотрена реализация интерфейса программного продукта. Так же рассмотрена реализация алгоритмов расчета. В следующей главе будет выполнен сравнительный анализ их эффективности.

4. ТЕСТИРОВАНИЕ

Существует несколько основных видов тестирования приложений:

1) Функциональное тестирование – тестирование на соответствие начальным требованиям.

2) Лабораторное тестирование – тестирование влияния внешних факторов, таких как качество соединения с Интернет.

3) Тестирование производительности – проводится с целью определения, как быстро работает система или её часть под определённой нагрузкой.

4) Юзабилити-тестирование – это метод тестирования, направленный на установление степени удобства использования, обучаемости, понятности и привлекательности для пользователей разрабатываемого продукта в контексте заданных условий. Выявлять проблемы, связанные со специфическим механизмом интерфейса определять, существуют ли проблемы с удобностью интерфейса для навигации, использования основного функционала.

5) Тестирование безопасности – это стратегия тестирования, используемая для проверки безопасности системы, а также для анализа рисков, связанных с обеспечением целостного подхода к защите приложения, атак хакеров, вирусов, несанкционированного доступа к конфиденциальным данным.

Для тестирования реализованного приложения было выбрано функциональное тестирование.

4.1 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Функциональное тестирование – это тестирование разработанного программного обеспечения в целях проверки реализуемости функциональных требований, то есть способности программного обеспечения в определенных условиях решать задачи, нужные пользователям. Функциональные требования определяют, что именно делает программное обеспечение, какие задачи оно решает.

Результаты функционального тестирования представлены в таблице 2

Таблица 2 – Результаты функционального тестирования

Название теста	Шаги	Ожидаемый результат	Тест пройден?
1. Добавление объекта расчета	<ol style="list-style-type: none"> 1. В блоке список объектов нажать «Добавить» 2. Во всплывающем окне ввести название объекта и его координаты 3. Нажать «Добавить» 	Объект появится в блоке «Список объектов»	Да
2. Редактирование объекта расчета	<ol style="list-style-type: none"> 1. В блоке список объектов около имеющегося объекта нажать значок редактирования 2. Во всплывающем окне изменить название объекта или его координаты 3. Нажать «Сохранить изменения» 	Измененный объект появится в блоке «Список объектов»	Да
3. Удаление объекта расчета	<ol style="list-style-type: none"> 1. В блоке список объектов около имеющегося объекта нажать значок редактирования 2. Во всплывающем окне нажать «Удалить» внизу страницы 	Объект исчезнет из блока «Список объектов»	Да

Название теста	Шаги	Ожидаемый результат	Тест пройден?
4. Добавление материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. В блоке список объектов нажать «Добавить» 2. Во всплывающем окне ввести название материала, его длину, ширину и стоимость за единицу. 3. Нажать «Добавить» 	Материал появится в блоке «Список материалов»	Да
5. Редактирование материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. В блоке список материалов нажать на один из имеющихся материалов. 2. Во всплывающем окне изменить название материала или его параметры 3. Нажать «Сохранить» 	Измененный материал появится в блоке «Список материалов»	Да
6. Удаление материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. В блоке список материалов нажать на один из имеющихся материалов. 2. Во всплывающем окне нажать «Удалить» 	Материал исчезнет из блока «Список материалов»	Да
7. Тестирование направления расчета	<ol style="list-style-type: none"> 1. В блоке «Настройки расчета» нажать на выпадающее меню 	Изменится направление полос раскроя	Да

Название теста	Шаги	Ожидаемый результат	Тест пройден?
	2. Выбрать одно из направлений расчета: «Сверху-вниз», «Снизу-вверх», «Слева-направо», «Справа-налево», по умолчанию стоит «Сверху-вниз».		
8. Расчет заказа на раскрой по нескольким объектам расчета	<ol style="list-style-type: none"> 1. В блоке «Список объектов» добавить несколько объектов 2. В блоке «Список материалов» добавить один или несколько материалов 3. Нажать кнопку «Расчет заказа на раскрой» 	Во всплывающем окне будет выведена таблица с параметрами требуемых деталей, собранные в отдельных таблицах по каждому объекту.	Да
9. Объединение заказа на раскрой по нескольким объектам	<ol style="list-style-type: none"> 1. В блоке «Список объектов» добавить несколько объектов 2. В блоке «Список материалов» добавить один или несколько материалов 3. В блоке «Настройки расчета» поставить галочку 	Во всплывающем окне будет выведена общая для всех объектов таблица с параметрами требуемых деталей.	Да

Название теста	Шаги	Ожидаемый результат	Тест пройден?
	<p>в чек-боксе «Объединить задание на раскрой»</p> <p>4. Нажать кнопку «Расчет заказа на раскрой»</p>		
10. Расчет плана раскроя по нескольким объектам	<p>1. В блоке «Список объектов» добавить несколько объектов</p> <p>2. В блоке «Список материалов» добавить один или несколько материалов</p> <p>3. Нажать кнопку «Расчет плана раскрой»</p>	Во всплывающем окне будет выведено по три таблицы на каждый объект, результат расчета по трем алгоритмам.	Да
11. Объединение плана раскроя по нескольким объектам	<p>1. В блоке «Список объектов» добавить несколько объектов</p> <p>2. В блоке «Список материалов» добавить один или несколько материалов</p> <p>3. В блоке «Настройки расчета» поставить галочку в чек-боксе «Объединить задание на раскрой»</p> <p>4. Нажать кнопку «Расчет плана раскрой»</p>	Во всплывающем окне будет выведено три таблицы для общего расчета объектов, результат расчета по трем алгоритмам. Ниже будет сравнительная эффективность трех алгоритмов.	Да

Название теста	Шаги	Ожидаемый результат	Тест пройден?
12. Поддержка адаптивности экрана приложения	1. Изменить размер окна браузера	Интерфейс веб-приложения адаптируется к новому размеру окна браузера	Да
13. Проверка поддержки изменения масштаба	1. Изменить масштаб с помощью колесика мышки	Масштаб «Области чертежа» уменьшится или увеличится.	Да

4.2 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ АЛГОРИТМОВ

В данном пункте был проведен расчет по 20 объектам и произведен сравнительный анализ эффективности алгоритмов.

4.2.1 Начальные данные

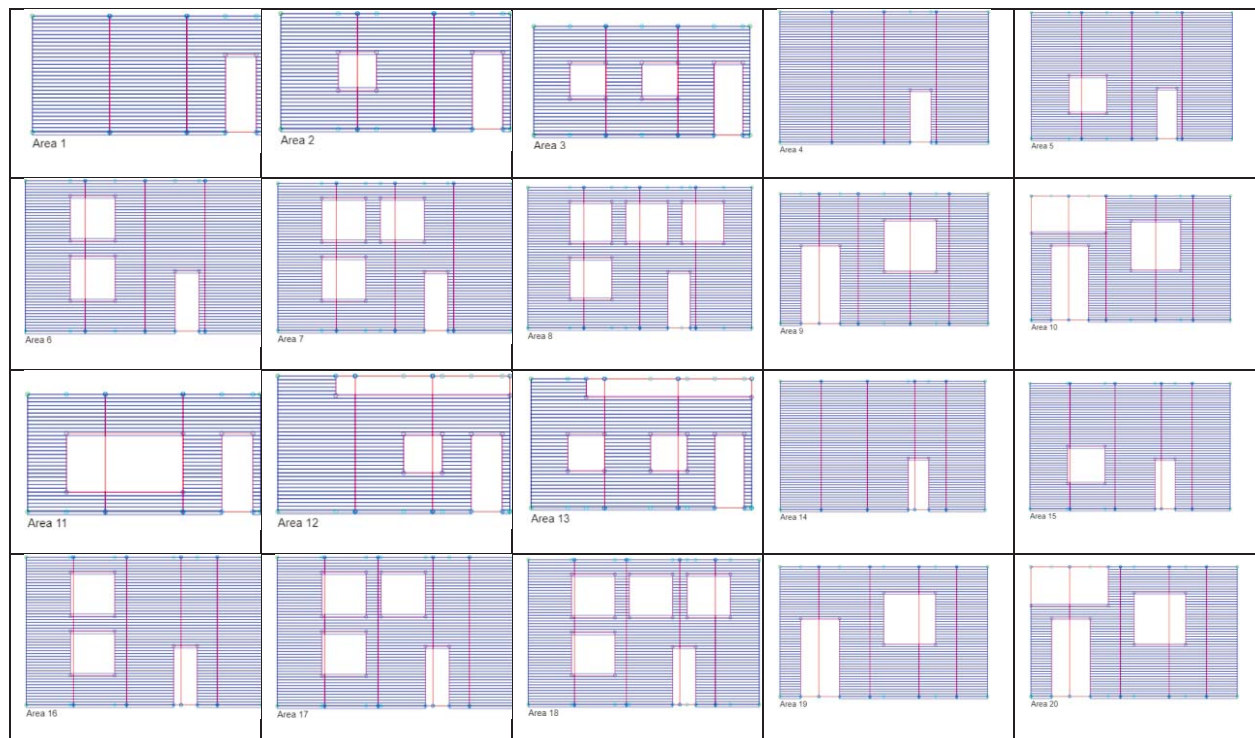
Для анализа был выбран материал «Евровагонка», размеры и цены взяты с сайта строительного магазина «Касторама» [20] (таблица 3).

Таблица 3 – Выбранные материалы для расчета

Материал	Длина, см	Ширина, см	Цена за 1 ед., руб.
Евровагонка 2000 х 96 х 12,5 мм сорт А, хвоя	200	9,6	65,3

В качестве объектов расчета были взяты 20 стен, их чертежи можно увидеть в таблице 4.

Таблица 4 – Чертежи объектов стен, используемых для сравнительного анализа



4.2.2 Результаты расчетов

В результате выполнения расчета заказа на раскрой по каждому объекту отдельно, были получены результаты, представленные в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты расчета заказа на раскрой по каждому объекту

№	Длина детали	Коли- чество	№	Длина детали	Коли- чество	№	Длина детали	Коли- чество
1	20	21	10	100	20	17	10	14
	100	21		150	98		25	14
	200	75		200	33		40	28
2	20	21	11	20	21	68	21	
	100	21		100	36	123	32	
	150	18		200	45	150	28	
	200	57	12	20	21	152	53	
3	20	21		75	10	160	46	
	100	39		100	11	180	25	
	200	57	125	10	185	18		

№	Длина детали	Коли- чество	№	Длина детали	Коли- чество	№	Длина детали	Коли- чество
4	20	21	13	150	5	18	10	14
	100	21		200	65		25	28
	200	191		20	21		40	28
5	20	21	14	75	10	19	68	21
	100	35		100	21		100	14
	150	14		125	10		123	18
	200	163		150	5		150	28
6	20	21	14	200	55	19	152	39
	100	49		68	21		160	46
	159	28		123	32		180	25
	200	135		152	53		185	18
7	20	21	15	160	74	20	53	20
	50	14		180	53		80	32
	100	49		185	32		81	20
	150	28		40	14		117	32
	200	121		68	21		119	53
8	20	21	16	123	32	20	145	33
	40	28		150	14		150	21
	100	49		152	53		189	33
	150	28		160	60		197	21
	200	107		180	39		47	15
9	50	20	16	185	32	20	53	20
	70	32		40	28		80	32
	80	32		68	21		81	20
	100	20		123	32		117	32
	150	128		150	28		119	53
	200	33		152	53		145	33

№	Длина детали	Коли- чество	№	Длина детали	Коли- чество	№	Длина детали	Коли- чество
10	50	20		160	46		150	6
	70	32		180	25		189	33
	80	32		185	32		197	6

После объединения расчета заказа на раскрой были получены следующие данные, представленные в таблице 6

Таблица 6 – Результаты объединенного расчета заказа на раскрой

№	Длина детали, см	Кол-во	№	Длина детали, см	Кол-во
1	10	28	15	119	106
2	20	231	16	123	146
3	25	42	17	125	20
4	40	126	18	145	66
5	47	15	19	150	449
6	50	54	20	152	251
7	53	40	21	159	28
8	68	105	22	160	272
9	70	64	23	180	53
10	75	20	24	185	132
11	80	128	25	189	66
12	81	40	26	197	27
13	100	406	27	200	1137
14	117	64			

Заказав план раскроя по каждому объекту, мы получили следующие данные по остаткам материала, которые указаны в таблице 7.

Таблица 7 – Остатки материала, полученные при расчете плана раскрыя.

Номер объекта	Алгоритм 1	Алгоритм 2	Алгоритм 3
1	80	80	80
2	980	980	980
3	80	80	80
4	80	80	80
5	780	780	780
6	1480	1480	1480
7	1580	1380	780
8	1480	1480	80
9	8000	8000	7000
10	6500	6500	5500
11	180	180	180
12	1330	330	330
13	1330	330	330
14	10080	8080	8080
15	9980	7780	7380
16	9880	7680	6680
17	9580	7380	5980
18	8080	6080	4280
19	11400	5000	5000
20	10700	4900	4900
Итого	93580	68580	59980
Изменение количества остатков по отношению к Алгоритму 1		-26,7%	-35,9%

Для наглядности данные из таблицы сведены в диаграмме, представленной на рисунке 32.

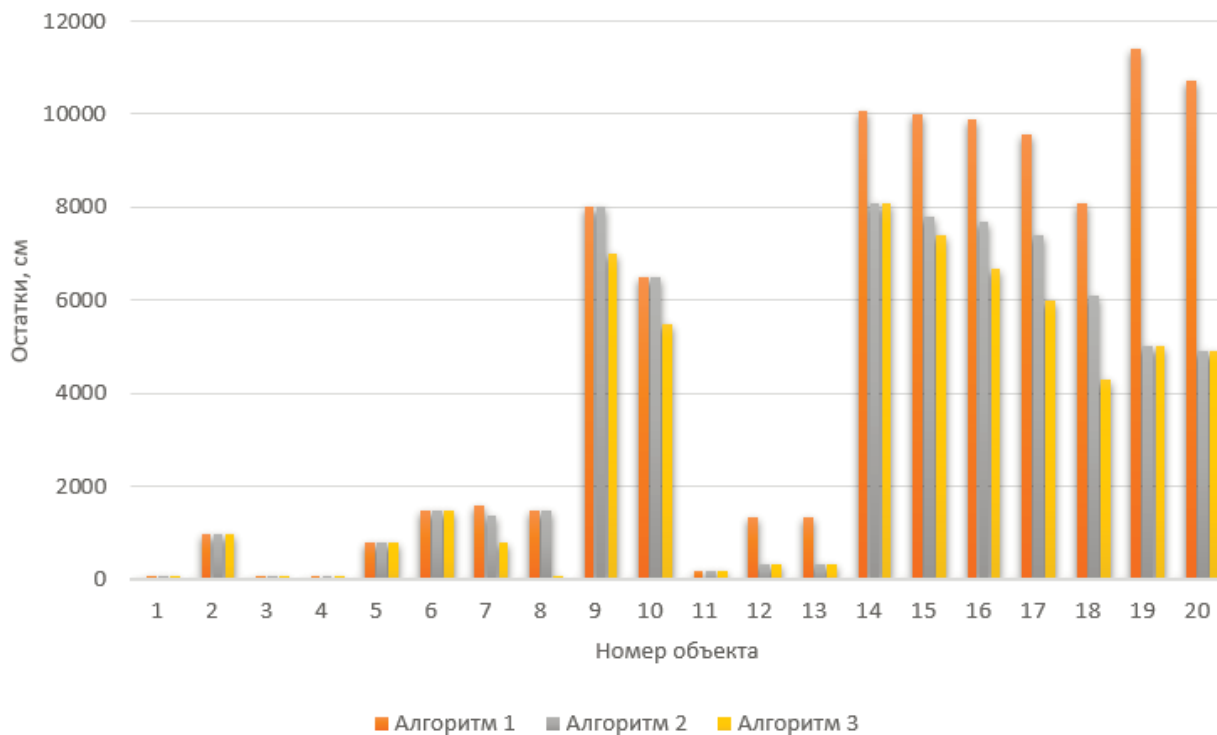


Рисунок 32 – Сравнительная диаграмма количества остатков для расчета плана раскроя по каждому объекту по трем алгоритмам

Таблица 8 – Стоимость необходимых материалов, полученных при расчете плана раскроя по каждому объекту.

Номер объекта	Алгоритм 1	Алгоритм 2	Алгоритм 3
1	5746,4	5746,4	5746,4
2	5746,4	5746,4	5746,4
3	5158,7	5158,7	5158,7
4	13321,2	13321,2	13321,2
5	12864,1	12864,1	12864,1
6	12407	12407	12407
7	11754	11668,7	11492,8
8	11035,7	11035,7	10578,6
9	13582,4	13582,4	13255,9

Номер объекта	Алгоритм 1	Алгоритм 2	Алгоритм 3
10	11623,4	11623,4	11296,9
11	4309,8	4309,8	4309,8
12	6072,9	5746,4	5746,4
13	5746,4	5149,9	5149,9
14	16586,2	15933,2	15933,2
15	15867,9	15149,5	15019
16	15149,6	14431,3	14104,8
17	14366	13647,7	13190,6
18	13190,6	12537,6	11949,9
19	14692,5	12602,9	12602,9
20	12994,7	11101	11101
Итого	222215,9	213763,3	210975,5
Изменение цены по отношению к Алгоритму 1		-3,8%	-5,05%
Экономия в рублях		8452,6	11240,4

Для удобства данные сведены в диаграмму, представленную на рисунке 33.

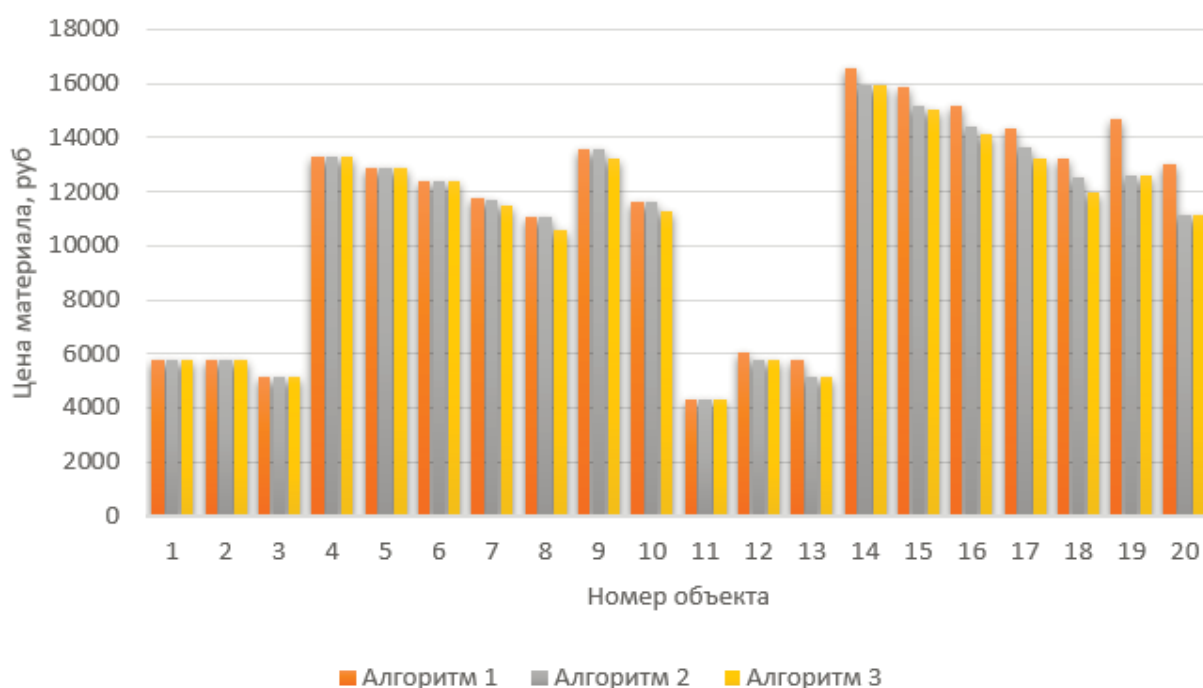


Рисунок 33 – Сравнительная диаграмма стоимости необходимых материалов, полученных после расчета плана раскрыя по каждому объекту

Таблица 9 – Сводная таблица результатов, полученных при объединенном расчете плана раскрыя.

	Алгоритм 1	Алгоритм 2	Алгоритм 3
Количество материала	3400	3222	3195
Количество карт раскрыя	39	34	27
Остатки	92980	53780	51980
Изменение количества остатков по отношению к Алгоритму 1		-42,1%	-44,1%
Цена	222020	210396,6	208633,5
Изменение цены по отношению к Алгоритму 1		-11623,4	-13386,5

Данные из таблицы 9 для удобства отражены на рисунках 34 и 35.

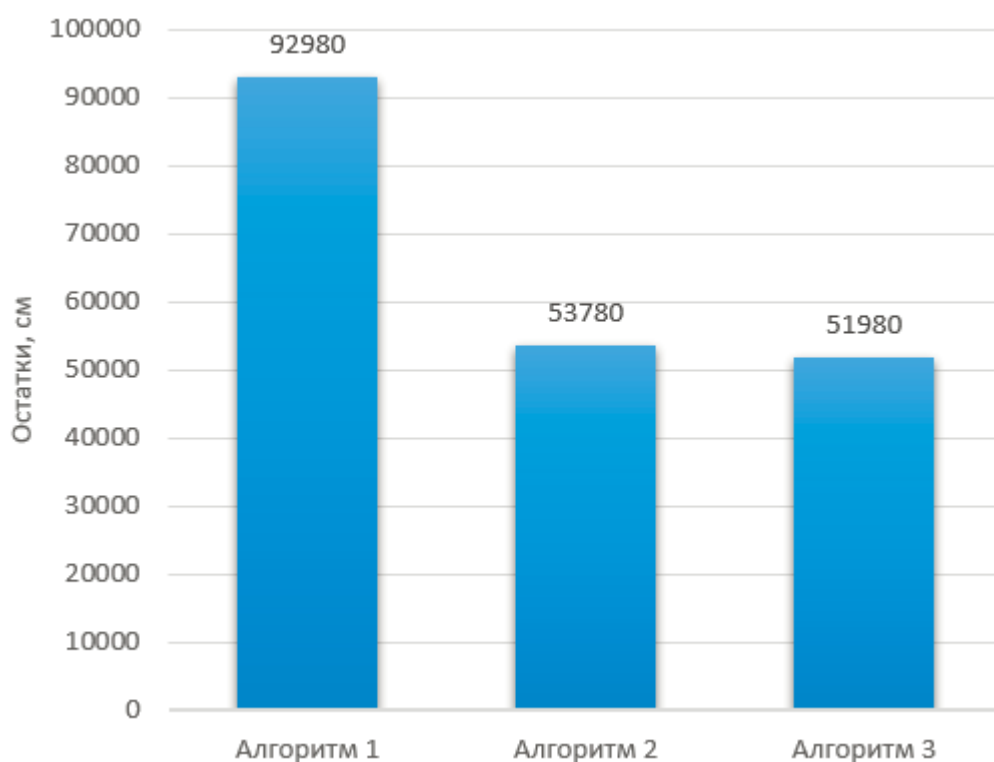


Рисунок 34 – Диаграмма сравнения остатков материалов, полученных при объединенном плане раскроя по трем алгоритмам

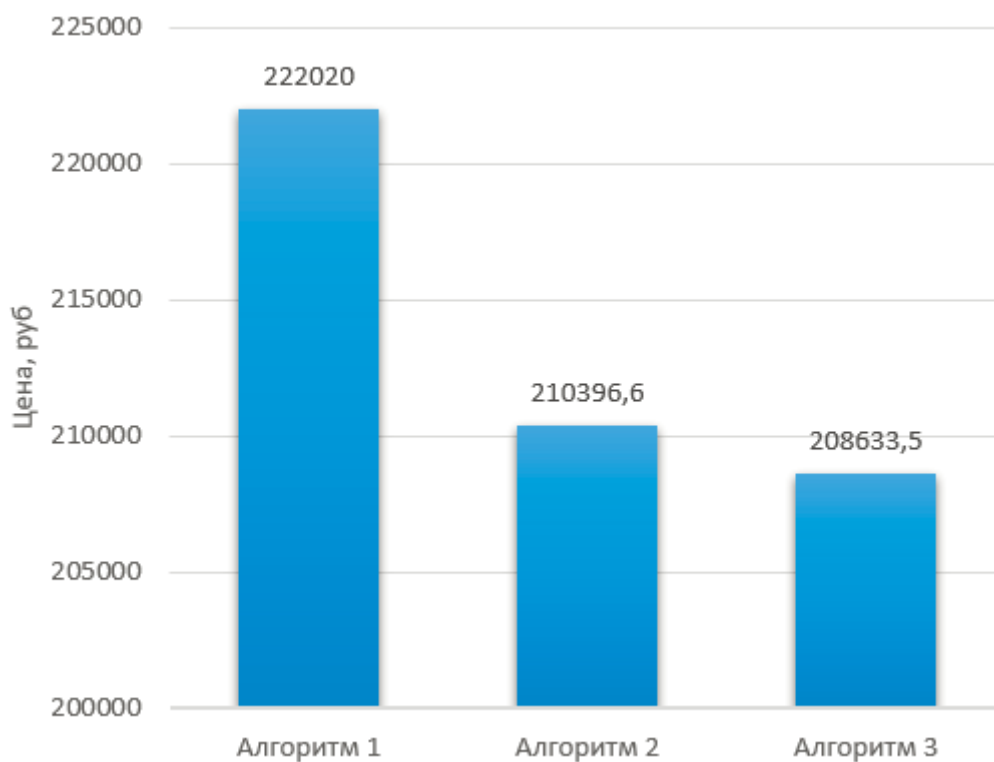


Рисунок 35 – Диаграмма сравнения цен на используемые материалы, полученных при объединенном плане раскроя по трем алгоритмам

Исходя из данных таблиц 7-9 и диаграмм на рисунках 32-35, можно сделать вывод, что самым эффективным является Алгоритм №3 и значительно снижает количество остатков, а объединение расчета плана раскроя дополнительно снижает остатки материала и стоимость.

Снижение отходов при объединении плана раскроя, обуславливается тем, что при объединении заказа раскроя по всем объектам, получается большее количество карт раскроя.

Так же мы можем заметить на рисунках 32-33, что по некоторым расчетам алгоритмы дают одинаковый результат, это можно объяснить тем, что некоторые из объектов имеют довольно простую форму и небольшое количество карт раскроя, поэтому вариаций не так много.

ВЫВОД

В данной главе было проведено функциональное тестирование разработанного приложения, для его проведения было разработано 13 функциональных тестов, для каждого из которых были описаны этапы тестирования и ожидаемые результаты, все тесты пройдены успешно.

Так же в данной главе был проведен сравнительный анализ эффективности разработанных алгоритмов, на 20 тестовых объектах, в результате анализа видно, что самым эффективным алгоритмом является Алгоритм №3, а объединение расчета плана раскроя дает дополнительный экономический эффект.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы были разработано веб-приложение для подсчета количества и раскройки отделочных материалов. Для достижения этой цели были выполнены следующие задачи:

- 1) произведен обзор предметной области;
- 2) проведен обзор аналогичных решений;
- 3) проведен сравнительный анализ аналогичных решений;
- 4) проведен обзор инструментов для реализации проекта;
- 5) сформированы функциональные и нефункциональные требования;
- 6) рассмотрены варианты использования;
- 7) реализовано веб-приложение для подсчета количества и раскройки отделочных материалов;
- 8) проведено функциональное тестирование;
- 9) проведен сравнительный анализ разработанных алгоритмов.

Все поставленные задачи были решены, цель достигнута.

Разработанное приложение имеет перспективы дальнейшего развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Канторович, Л.В. Математико-экономические работы / Л.В. Канторович. – Новосибирск: Наука, 2011. – 760 с.
- 2 Расчет напольного покрытия. [Электронный ресурс]. URL: <https://allcalc.ru/node/212/>. (Дата обращения февраль 2020).
- 3 Расчет стройматериалов для ремонта. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.attractif.ru/kalkulator.php/>. (Дата обращения февраль 2020).
- 4 Калькулятор вагонки – онлайн расчет количества вагонки для стен дома и бани. [Электронный ресурс]. URL: <http://moymodik.net/stroitelnyy-onlayn-kalkulyator/otdelochnye-raboty/87-raschet-kolichestva-vagonki.html/>. (Дата обращения февраль 2020).
- 5 Расчет террасной доски: онлайн-калькулятор террасы. [Электронный ресурс]. URL: <https://stroyraschet.com/kalkulyator-rascheta-terrasnoj-doski/>. (Дата обращения февраль 2020).
- 6 Калькулятор гипсокартона на стены. [Электронный ресурс]. URL: <https://kalk.pro/finish/peregorodka-iz-gipsokartona/>. (Дата обращения февраль 2020).
- 7 Калькулятор сайдинга: расчет on-line количества сайдинга на дом. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sotdel.ru/calculator-sajdinga.html/>. (Дата обращения февраль 2020).
- 8 Расчет количества досок на обшивку стен. [Электронный ресурс]. URL: <http://svoydomtoday.ru/building-onlayn-calculators/182-raschet-kolichestva-dosok-na-stenu.html/>. (Дата обращения февраль 2020).
- 9 Ларман, К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования. Введение в объектно-ориентированный анализ, проектирование и итеративную разработку / К. Ларман – М.: Гостехиздат, 2017. – 736 с.
- 10 Дронов, В.А. JavaScript и AJAX в Web-дизайне / В.А. Дронов. – М.: БХВ-Петербург, 2015. – 736 с.
- 11 Дронов, В.А. JavaScript. Народные советы / В.А. Дронов. – М.: БХВ-Петербург, 2016. – 458 с.

- 12 Исси Коэн, Л. Полный справочник по HTML, CSS и JavaScript / Д. Исси Коэн, Л. Исси Коэн – М.: ЭКОМ Паблишерз , 2016. – 311 с.
- 13 Справочник по HTML. [Электронный ресурс]. URL: <http://htmlbook.ru/html>. (Дата обращения февраль 2020).
- 14 Хоган, Б. Книга веб-программиста: секреты профессиональной разработки веб-сайтов /Б. Хоган, К. Уоррен, М. Узбер, К. Джонсон, А. Годин – СПб.: Питер, 2013. – 288 с.
- 15 Роббинс, Д. HTML5, CSS3 и JavaScript исчерпывающее руководство / Д. Роббинс – М.: ЭКСМО, 2014. – 247 с.
- 16 Руководство по Canvas - Интерфейсы веб API | MDN. [Электронный ресурс] https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/API/Canvas_API/Tutorial (дата обращения: 14.04.2020)
- 17 Introduction · Bootstrap v4.3. [электронный ресурс] URL: <https://getbootstrap.com/docs/4.3/gettingstarted/introduction> (дата обращения: 14.04.2020)
- 18 Макфарланд, Д. JavaScript и jQuery. Исчерпывающее руководство / Д. Макфарланд – М.: ЭКСМО, 2015. – 880 с.
- 19 Brackets – Brackets API. [электронный ресурс] URL: <https://brackets.io/docs/current/modules/brackets.html> (дата обращения: 14.04.2020).
- 20 Castorama – гипермаркеты товаров для дома, дачи и ремонта. [электронный ресурс] URL: <https://www.castorama.ru/> (дата обращения: май 2020).