МИНОБРНАУКИ РОССИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Факультет прикладной математики, информатики и механики Кафедра<*Наименование кафедры>*

*<Тема выпускной квалификационной работы>*

ВКР *<бакалаврская работа / дипломная работа / магистерская диссертация*>

< *Код, наименование направления подготовки / специальности*>

<*Наименование профиля / специализации (если указана во ФГОС)*>

Зав. кафедрой *<уч. степень, звание>* <*расшифровка подписи> 20\_г.*

Обучающийся < *расшифровка подписи>*

Руководитель *<уч. степень, звание>* < *расшифровка подписи>*

Воронеж 20

Оглавление

[1.Введение 3](#_Toc104143076)

1. **Введение**
   1. ***Проблематика задачи***

В современной логистике в последнее время становится крайне актуальным вопрос оптимизации доставки грузов. Важнейшую роль в доставке играет способ укладки грузов в кузов машины, которая будет развозить грузы. Это обуславливается несколькими факторами. Во-первых, чем больше суммарное количество грузов, поместившихся в грузовик, тем меньше затраты на топливо, а в условиях загруженного городского трафика это особенно важно. Во-вторых, важен порядок укладки упаковок. Если нужная в данном пункте коробка будет в конце кузова, то для того чтобы её достать придётся потратить время на частичную разгрузку кузова – это не оптимально, следовательно, этого нужно избегать.

Вышеописанная задача может быть сведена к задаче трёхмерной укладки коробок (параллелепипедов) в заданный кузов (объём). Данная задача давно известна и глубоко исследована в математике **([1])** и является NP полной задачей (т.е. не имеет точного решения за полиномиальное решение). Исходя из этого практический смысл имеют эвристические подходы к решению данной задачи. Далее будет рассмотрено несколько эвристических подходов, они буду сравниваться и лучшие из них в отношении поставленной задачи будут использованы в реализации алгоритма.

* 1. ***Инструменты реализации приложения***

Кроме математической составляющей поставленной задачи следует рассмотреть и её техническую сторону, то есть программную реализацию. Для реализации задачи для начала следует сравнить стеки современных технологий и выбрать подходящий набор.

Поскольку задача подразумевает реализацию алгоритма, для которого будет разработан некоторый интерфейс для передачи данных функции алгоритма и интерфейс для получения результата работы алгоритма, то становится ясно, что главная сложность в алгоритмизации задачи, а не в построении большой архитектуры приложения.

Сравним три стека технологий. Два из них похожи – это Java и .Net (C#). Раньше C# был ограниченным из-за отсутствия поддержки macOS и Linux-подобных систем, но с появлением преемника .Net Framework в лице .Net Core возникла возможность писать кроссплатформенные приложения. В свою очередь, Java является проверенным решением, с помощью которого можно реализовывать web-приложения как с помощью рендеринга на сервере, так и с совмещением с популярными фреймворками JavaScript. Хотя на C# возможна реализация вышеописанных вариантов, Java выигрывает в написании реализации мобильного приложения из-за Kotlin. В целом, обе технологии подходят для реализации задачи, но являются громоздкими и избыточными решениями, которые подразумевают классическую структуру приложения включающую реляционную базу данных и backend приложение. Кроме того, в последнее время монолитная структура web-приложения становится менее популярной (такие технологии как .Net MVC, JSP), а значит поддержка и сообщество у данных инструментов сокращается.

Как было сказано ранее, у приложения не будет сложной архитектуры, основные данные которые оно будет хранить – пользователи и результаты их укладок (т.е. простейшая статистика). Для данной задачи идеально подходит Firebase – решение от Google, представляющее собой NoSQL облачную базу данных и по сути готовый backend. Firebase часто используется для стартапов и простых приложений, не содержащих сложной бизнес логики, что как раз и совпадает с нашим случаем.

Для реализации основной части приложения предлагается использовать ставший уже классическим frontend фреймворк React.js. React позволяет динамически отрисовывать элементы страницы, в зависимости от данных бизнес логики (хуки useState, useEffect). Эта функция будет крайне удобна при визуализации укладки. В сравнении со своими прямыми конкурентами Angular.js и Vue.js, React имеет более лёгкую и настраиваемую структуру, в отличии от Angular, и большее сообщество, в сравнении с Vue.js. Также стоит отметить, что для React существует множество пакетов для интеграции с Firebase.

Для удобства пользователя и наглядности работы алгоритма имеет смысл разработки 3D визуализации укладки. Существует библиотека-обёртка над WebGL (аналог OpenGL, для веб-браузеров) под названием Three.js, которая предоставляет удобный интерфейс пользования для frontend разработки. Конкретно для React, Three.js содержит библиотеку-адаптер react-three-fiber, позволяющую пользоваться функциями Three.js в декларативном стиле компонентов React.

***1.3 Постановка задачи***

Конечной целью данной выпускной квалификационной работы является разработка алгоритма, осуществляющего вычисление оптимальной трёхмерной укладки грузов, и приложения, которое предоставляет интерфейс для введения данных укладки и получения результата работы алгоритма.

Конкретно при выполнении работы необходимо решить следующие задачи:

* Касательно алгоритма:
  + Рассмотреть основные эвристические решения задачи трёхмерной укладки;
  + На основе рассмотренных эвристических решений составить алгоритм оптимальный в рамках текущей задачи;
  + Оценить оптимальность укладки для реализованного алгоритма использую подсчёт объёмов;
  + Оценить оптимальность на выборке случайно сгенерированных данных.
* Касательно приложения требуется реализовать:
  + Дружелюбный интерфейс для ввода данных о контейнере и упаковках;
  + Экспорт данных результата работы алгоритма укладки в формате JSON;
  + Генератор случайных погрузок. То есть, должна происходить генерация некоторого количества контейнеров с их размерами (случайные числа должны быть ограничены диапазоном);
  + 3D просмотр укладки;
  + Две роли – гость и пользователь;
  + Результаты укладок должны сохранятся в общую таблицу для каждого пользователя.