

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ОБЪЕМА И ПОРЯДКА ПОГРУЗКИ ТОВАРОВ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ**

*Глеб Константинович Фаршатов*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, обучающийся, тел. (905)930-44-99, e-mail: farshatov1@gmail.com

*Пётр Юрьевич Бугаков*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)343-18-53, e-mail: peter-bugakov@yandex.ru

В современном мире транспортировка товаров является основополагающим моментом в любой производственной компании. Высокая степень автоматизации процессов транспортировки позволяет компаниям экономить большое количество времени и ресурсов, что в свою очередь существенно увеличивает прибыль компании. Данная работа затрагивает процесс расчета погрузки товара, тем самым автоматизируя существенную часть работы кладовщика и позволяя осуществлять более качественную, а также надежную погрузку.

Разработанный в рамках данной работы программный комплекс TTT System позволяет автоматизировать процесс расчета погрузки товара путем создания трехмерной модели погрузки товара в грузовой контейнер транспорта и формирования отчета-инструкции, в которой поэтапно показан процесс погрузки товара. Для комфортной работы данный комплекс имеет множество дополнительных встроенных модулей для обеспечения комплексного решения поставленной перед пользователем задачи погрузки товара.

**Ключевые слова:** транспортировка, автоматизация, программирование, разработка приложений, погрузка, трехмерное моделирование

## **DEVELOPMENT OF A SOFTWARE PACKAGE FOR AUTOMATED CALCULATION OF THE VOLUME AND ORDER OF LOADING OF GOODS AT TRANSPORTATION**

*Gleb K. Farshatov*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (905)930-44-99, e-mail: farshatov1@gmail.com

*Peter Yu. Bugakov*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, phone: (383)343-18-53, e-mail: peter-bugakov@yandex.ru

In the modern world, the transportation of goods is a fundamental point in any production company. A high degree of automation of transportation processes allows companies to save a large amount of time and resources, which significantly increases the company's profit. The work affects the process of calculating the loading of goods, thereby automating a significant part of the work of the loader.

The TTT System software package developed in the framework of this work allows automating the process of calculating the loading of goods by creating a three-dimensional model of loading

goods into a cargo container and generating a report-instruction, which shows the process of loading goods in stages. For comfortable operation, this complex has many additional built-in modules for a comprehensive solution of the task of loading goods.

**Keywords:** transportation, automation, programming, application development, loading, three-dimensional modeling

## *Введение*

На текущий момент транспортировка товаров является основополагающим моментом в любой производственной компании. Корректный расчет погрузки товара является одним из важнейших этапов при транспортировке товаров, поскольку от качества выполнения данного этапа будет зависеть эффективность выполнения доставки в целом. Не редки случаи, когда из-за некорректного расчета часть товаров осталась не догруженной или оказалась не в той части кузова, в которой должна быть. Подобные ошибки существенно увеличивают время и стоимость транспортировки товаров. Для решения данной проблемы необходимо разработать специализированное программное обеспечение, которое будет автоматически рассчитывать наиболее эффективные способы погрузки товаров и давать рекомендации для улучшения скорости и качества транспортировки.

Цель работы: проанализировать работу предприятия, разработать алгоритм погрузки, реализовать программный комплекс для автоматизированного расчета погрузки объема и порядка погрузки товаров при транспортировке на основе существующей электронной базы данных предприятия. Выполнить формирование отчета-инструкции на основе обработанных данных.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ работы предприятия;
- выбрать инструментальные средства и определить математическую основу разработки;
- разработать и протестировать программное обеспечение автоматизировать процесс расчета погрузки товара путем создания трехмерной модели погрузки товара в грузовой контейнер транспорта и формирования отчета-инструкции, в которой поэтапно показан процесс погрузки товара.

## *Методы и материалы*

Данная разработка велась для предприятия ООО «Туко-Туко», вследствие чего перед началом работы было выполнено комплексное исследование его бизнес-процессов. В результате данного исследования были получены следующие выводы:

- реализация разрабатываемого программного комплекса автоматизирует два этапа работы предприятия и позволяет решить поставленную проблему;

- входом в систему является массив данных о клиентах и их заказов на рассматриваемую дату, а выходом должна стать отчет-инструкция, наглядно демонстрирующая процесс погрузки товарных единиц в контейнер транспорта;
- данные, на основании которых должна осуществляться работа программного комплекса, могут быть экспортированы из информационной системы.

Основой работы программного комплекса необходимо разработать алгоритм, способный описать порядок погрузки товара в соответствии с ожиданиями пользователей. На вход алгоритма подается массив данных о товарных единицах, которые необходимо погрузить, а также их распределение по клиентам. Выходом данного модуля должен стать массив координат точек каждой погрузочной единицы и ее тип.

Работа данного алгоритма основывается на функциях создания массива-описания занятого пространства в контейнере, получения координат для каждой погрузочной единицы. Сначала создается описание занятого пространства в контейнере в виде массива. Затем программа по заданным входным параметрам груза, а также занятому пространству поочередно определяет координаты Z, Y и X для текущего груза. Далее программа приступает к расчету координат следующей погрузочной единицы с учетом погруженного ранее груза. Данный процесс происходит до тех пор, пока не будет погружен весь товар или не закончится место в контейнере транспорта. Если на каком-либо из этапов не получается получить координату, то алгоритм возвращается на предыдущий этап и пытается получить другую возможную комбинацию координат. Общая работа алгоритма представлена на рис. 1.

Помимо анализа работы предприятия необходимо рассмотреть функциональные особенности существующих программных средств, которые могут решить поставленную проблему. Для анализа были выбраны три основных решения: Searates, Packer3d, Goodloading. В результате детального изучения данных программных продуктов можно сделать вывод, что они не обеспечивают полноценное решение сформулированной проблемы. Основной причиной этого стала невозможность учета очередности выгрузки товарных единиц, что, в свою очередь, и является основной проблемой исследования [1–4].

Так же был выполнен анализ языков программирования, инструментальных средств, графических и картографических программных интерфейсов (API), при помощи которых можно осуществить данную разработку. Результатом данного анализа стал выбор языка программирования C++. К достоинствам, определившим выбор, относятся обширная база библиотек и меньшее потребление ресурсов вычислительной машины. Средой разработки была выбран Embarcadero C++ Builder из-за наличия VCL-компонентов, предназначенных для быстрого создания приложений с графическим пользовательским интерфейсом. В качестве графического API решено использовать OpenGL для обеспечения наибольшей совместимости с оборудованием. Для отображения карты и маршрута следования выбран картографический API OpenStreetMap за счет свободно распространяемой лицензии [5–13].

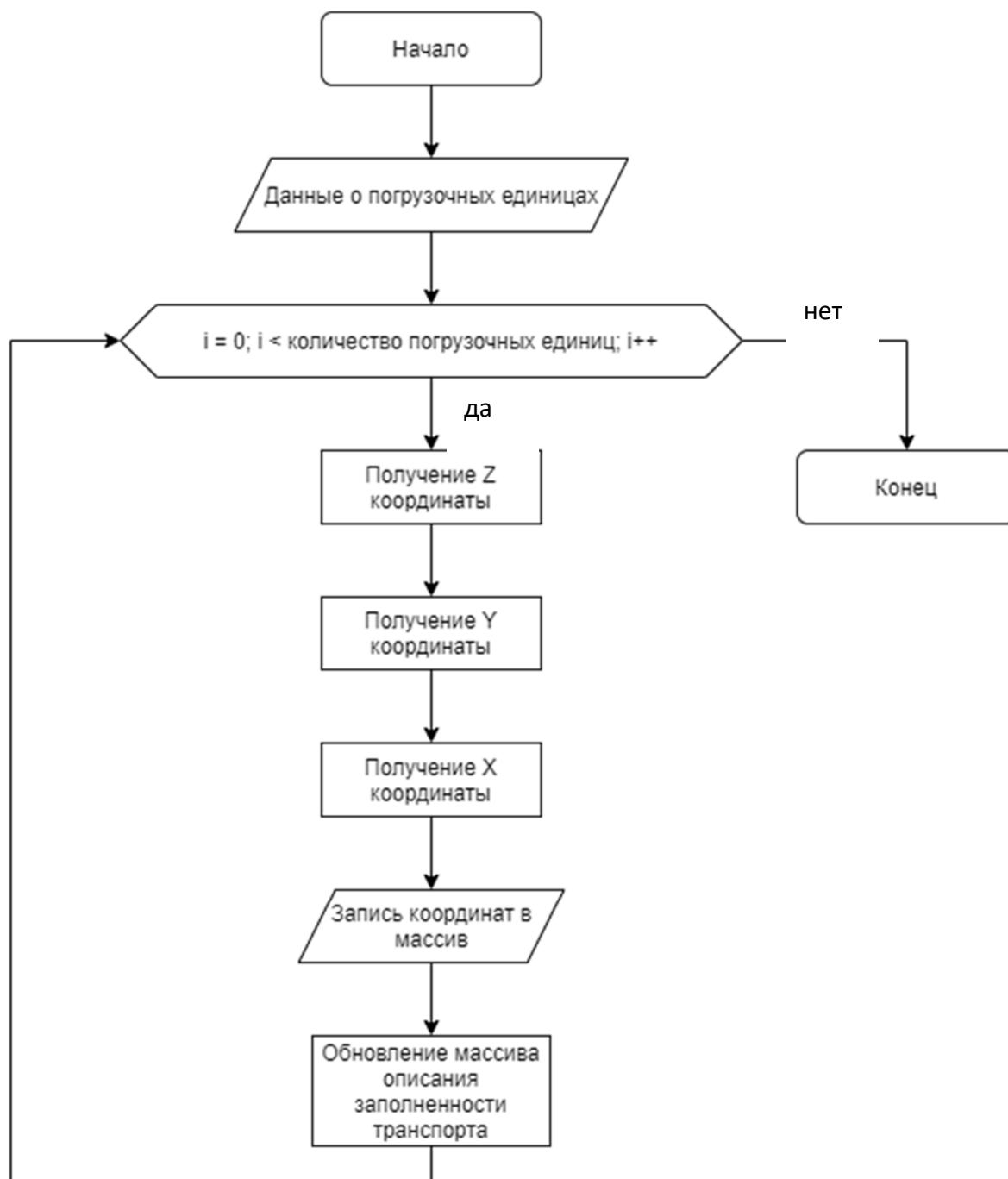


Рис. 1. Общий алгоритм работы погрузки

### ***Результаты***

С использованием описанных технологических решений и инструментальных программных средств был разработан программный комплекс ТТТ System, в полной мере решающий проблемы погрузки товаров в рамках рассматриваемого предприятия. Интерфейс данного модуля представлен на рис. 2.

В свою очередь общий интерфейс программы разделен на три основных блока. Первый блок – это ввод данных если не используется экспорт из информационной

системы компании (рис. 3). В данном блоке располагаются поля с выпадающими значениями, среди которых необходимо выбрать актуальные для формирования текущего заказа. На основании введенных данных программа будет выводить сопроводительную информацию о населенном пункте и адресе выбранного клиента.

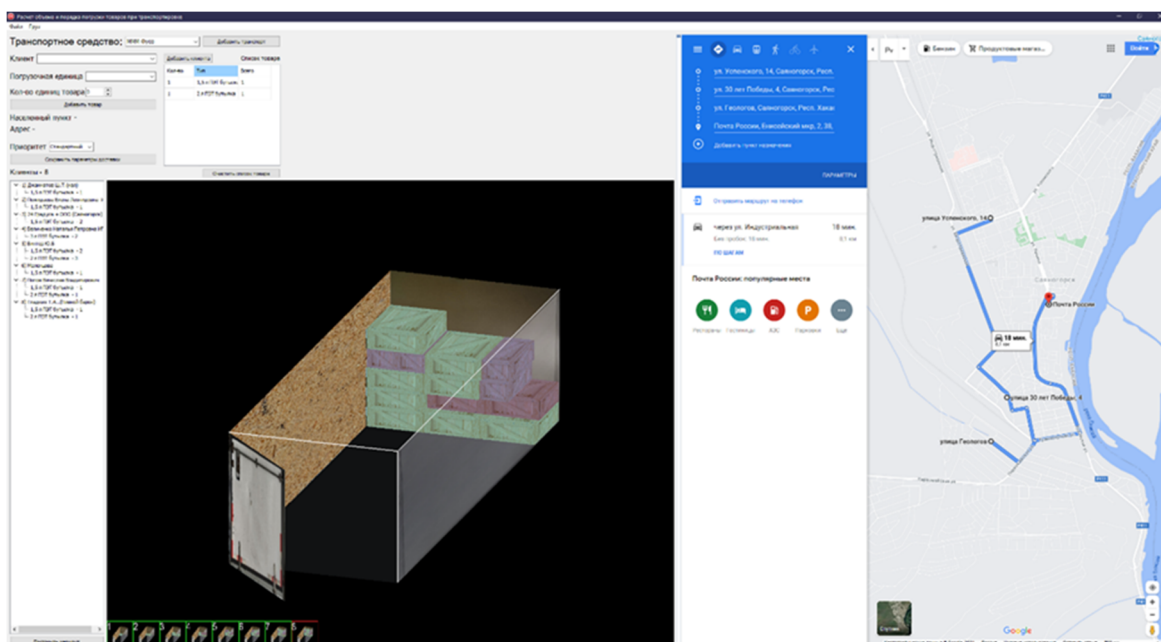


Рис. 2. Общий интерфейс программы

Транспортное средство: Газель Добавить транспорт

Клиент  Добавить клиента Список товара

Погрузочная единица

Кол-во единиц товара  Добавить товар

Населенный пункт -  
Адрес -

Приоритет  Сохранить параметры доставки

Кол-во	Тип	Всего

Рис. 3. Блок ввода данных

Вторым блоком является графический модуль, на котором выводится трехмерная модель погрузки товарных единиц (рис. 4). Модуль создает модели груза, помещенные в транспортный контейнер с учетом размеров реальных объектов. Для наглядной демонстрации процесса погрузки в модуле предусмотрено меню, позволяющее включать и выключать отображение погрузочных единиц относительно заказов каждого клиента.

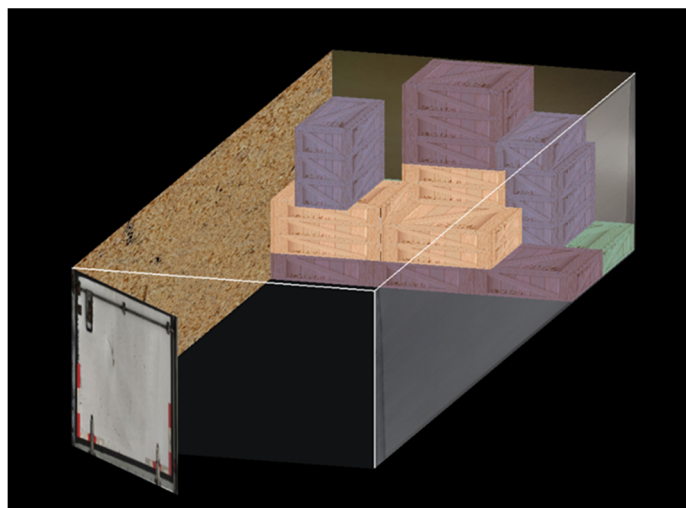


Рис. 4. Пример работы графического модуля

Третьем же блоком является остальная вспомогательная часть интерфейса (рис. 2), на которой расположены: карта с маршрутом следования транспорта, древовидная структура для отображения совокупности заказов в рамках данного сеанса транспортировки, а также различные элементы управления для работы с функционалом программы. Кроме рассмотренного основного интерфейса в программы имеется еще множество дополнительных окон для работы с функционалом программы. Результатом же работы программы является формирование отчета-инструкции (рис. 5) в свою очередь по которому работники склада смогут осуществить качественную погрузку товара.

Отчет

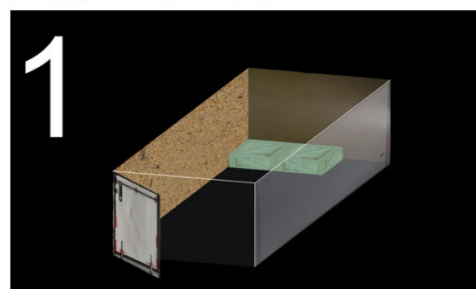
Маршрут:

24 Градуса + ООО (Саяногорск) ->Беличенко Наталья Петровна ИП ->Винтер Ю.Б ->Джаннатов Ш.Т.(нал) ->Пожидаева Елена Леонидовна ИП ->Попов Вячеслав Владимирович ->Меленцова ->Гладких Т.А..(Пивной барон) ->

Ссылка на маршрут:

[https://www.google.ru/maps/dir/Саяногорск г, улица 30 лет Победы, 4/Саяногорск г, улица Геологов, корпус а/Саяногорск г, Енисейский микрорайон, 9/Саяногорск г, Успенского, 14/Саяногорск г, Заводской микрорайон, 44/Саяногорск г, Советский микрорайон, 22/Саяногорск г, Советский микрорайон, 28/Саяногорск г, Центральный микрорайон, 37/](https://www.google.ru/maps/dir/Саяногорск%20г,%20улица%2030%20лет%20Победы,%204/Саяногорск%20г,%20улица%20Геологов,%20корпус%20а/Саяногорск%20г,%20Енисейский%20микрорайон,%209/Саяногорск%20г,%20Успенского,%2014/Саяногорск%20г,%20Заводской%20микрорайон,%2044/Саяногорск%20г,%20Советский%20микрорайон,%2022/Саяногорск%20г,%20Советский%20микрорайон,%2028/Саяногорск%20г,%20Центральный%20микрорайон,%2037/)

1.24 Градуса + ООО (Саяногорск)



2.Беличенко Наталья Петровна ИП

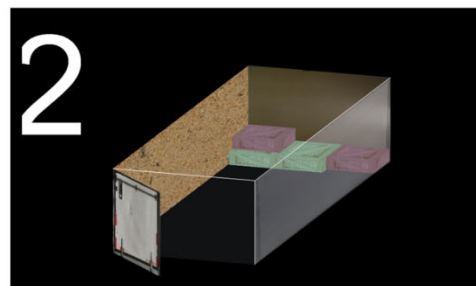


Рис. 5. Пример отчета-инструкции

## Заключение

Разработанное программное обеспечение по большей мере универсально и может быть использовано для автоматизации процесса погрузки товарных единиц во множестве различных предприятий.

Для данного же предприятия внедрения программного комплекса TTS System позволило комплексно решить все поставленные проблемы транспортировки, что привело к уменьшению издержек на транспортировку за счет уменьшения времени необходимого на осуществление качественной погрузки и исключения человеческого фактора.

*Разработанная программа прошла государственную регистрацию интеллектуальной собственности, получено соответствующее свидетельство № 2021616279 от 20.04.2021 г.*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Георгий Потапов. Веб & ГИС [Электронный ресурс]. URL: <http://blog.kosmos-nimki.ru/2009/12/04/web-gis09-post> (дата обращения: 1.05.2021).
2. Программы для логистов-Он-лайн калькуляторы расчета загрузки транспортных средств и контейнеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://sferaved.ru/programmy\\_dlya\\_logistov](https://sferaved.ru/programmy_dlya_logistov) (дата обращения: 22.04.2021).
3. Оптимальное планирование грузового пространства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.goodloading.com/ru> (дата обращения: 26.04.2021).
4. Packer3d Программы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.packer3d.ru/program/about> (дата обращения: 29.04.2021).
5. Культин Н. Б. Основы программирования в Delphi XE : учеб. пособие. – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.
6. Сиддхартха Рао Освой самостоятельно C++ за 21 день СЕДЬМОЕ ИЗДАНИЕ : учеб. пособие. – М. : Вильямс, 2013.
7. А.М. Кучлинг, М.-А. Лембург, К.-П. Йи, Д. Ксиллаг, Х.Г. Петрилли, Б.А. Варсав, Дж.К. Ахлстром, Дж. Роскинд, Н.Шеменор, С. Мулендер. Язык программирования Python : учеб. пособие. – СПб.: Питер, 2011. – 454 с.
8. Девис Т., Нейдер Дж., Шрайнер Д. OpenGL Руководство по программированию. Библиотека программиста 4-е издание : учеб. пособие. – СПб.: Питер, 2006. – 624 с.
9. Frank D. Luna. Introduction to 3D GAME PROGRAMMING WITH DIRECTX 12. – Mercury Learning and Information, 2016.
10. Селлерс Г. Vulkan. Руководство разработчика : учеб. пособие. М.: ДМК Пресс, 2017. – 394 с.
11. Visual Studio C/C++ IDE and Compiler for Windows [Электронный ресурс]. URL: <https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/features/cplusplus> (дата обращения: 1.05.2021).
12. Qt Creator - A Cross-platform IDE for Application Development [Электронный ресурс]. URL: <https://www.qt.io/product/development-tools> (дата обращения: 1.05.2021).
13. Карты Google Википедия [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Карты\\_Google](https://ru.wikipedia.org/wiki/Карты_Google) (дата обращения: 1.05.2021).

© Г. К. Фаршатов, П. Ю. Бугаков, 2021