

Н.А. Стадник

(г. Казань, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ СКЛАДСКОГО ПОМЕЩЕНИЯ

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR ORGANIZATION OF WORKS OF THE WAREHOUSE ROOM

Рассматривается разработка информационной системы для организации работы комплекса беспилотных погрузчиков, функционирующих на территории склада, приведено сравнение ПО имитационного моделирования и построена имитационная модель склада.

The article discusses the development of an information system for organizing the operation of a complex of unmanned loaders operating on the territory of a warehouse, a comparison of simulation software is given and a simulation model of a warehouse is built.

Ключевые слова: информационная система, имитационное моделирование, беспилотный транспорт.

Keywords: information system, simulation, unmanned vehicles.

В настоящее время использование вилочных погрузчиков на складах приводит к ошибкам на производстве из-за человеческого фактора. Потери прибыли компании от утери, повреждения, списания товара составляют более 2% от товарооборота. Управление штатом вилочных погрузчиков на среднем складе требует от 100 до 200 человек рабочего персонала, за рабочий день один водитель в сумме сортирует более 1200 наименований товаров и преодолевает расстояние в 10-15 километров. Поэтому внедрение на склад комплекса беспилотных погрузчиков и разработка информационной системы организации их работ путем построения и тестирования имитационной модели приведет к увеличению производительности работы склада.

Для моделирования процессов, связанных с транспортировкой, упаковкой и хранением грузов на складе, а также с управлением и обеспечением функциональности комплекса беспилотных погрузчиков, требуется выбрать подходящее программное обеспечение для построения имитационной модели.

На сегодняшний день рынок ПО для ИМ обладает широким ассортиментом продуктов, использующихся по всему миру для решения задач ИМ в различных областях, от цепочек поставок до социальных процессов и обороны. Многообразие ПО для ИМ представлено следующими продуктами: AnyLogic, Arena, Enterprise Dynamics, ExtendSim Pro, FlexSim, GPSS World, ProModel Optimization Suite, SAS Simulation Studio, Simio Enterprise Edition, Simul8 Professional, Plant Simulation, Witness [1].

Сравнение программного обеспечения для имитационного моделирования проводилось по 5-ти объективным параметрам: количество категорий моделирования, количество совместимых программ, количество инструментов для анализа статистики, количество методов оптимизации, количество типов экспериментов, возможных для запуска. Итоговая оценка вычислялась по формуле: $B = f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5$, где B – значение итоговой оценки, f_{1-5} – значения пяти оценочных параметров соответственно.

Результаты оценки ПО приведены гистограммой на рис. 1.

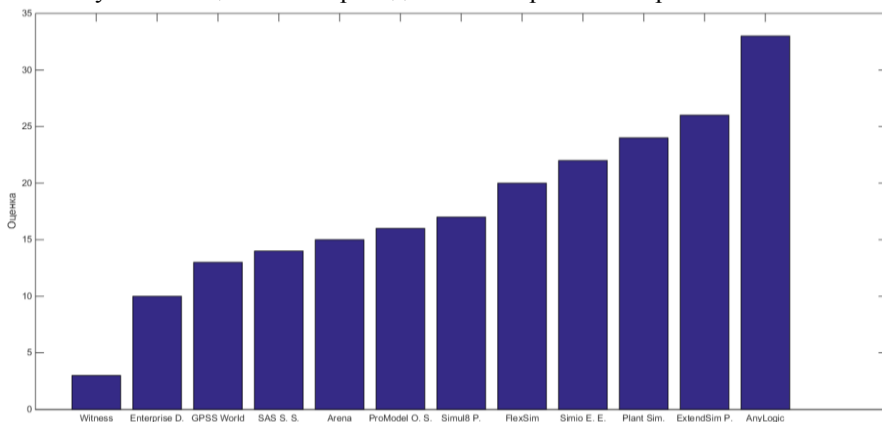


Рис. 1. Результаты оценки ПО имитационного моделирования

Лучший результат среди программ показала программная платформа для имитационного моделирования AnyLogic, поскольку является наиболее универсальной, совместимой со многим ПО, многофункциональной, обладающей широким набором инструментов по оптимизации, анализу, прогнозированию и проведению имитационных экспериментов [2].

Создание имитационной модели происходило в выбранной среде ИМ на базе модели склада транспортной компании, являющегося промежуточной точкой в системе грузоперевозок. Количественный масштаб симуляции относительно проектируемой модели уменьшен в целях ресурсосбережения и приемлемой скорости визуальной демонстрации работы имитационной модели.

Имитационная модель склада визуально представляет собой помещение, разграниченное на следующие зоны: зона поставки грузов, зона отправки грузов, зона ожидания отправки, 16 зон хранения грузов для 16 типов грузов, зона простоя погрузчиков. Зона поставки грузов включает в себя 5 точек поставки для грузовых автомобилей и 150 паллет для хранения грузов. Зона отправки грузов включает в себя 7 точек отправки для грузовых автомобилей и 252 паллеты для хранения грузов. Зона ожидания отправки включает в себя 90 паллет для хранения грузов. Каждая из зон хранения состоит из 380 паллет. Зона простоя погрузчиков вмещает 44 единицы беспилотных погрузчиков. Каждый прибывающий или отбывающий грузовик вмещает в себя не более 15

грузов, за час к складу прибывает по 10 грузовиков для погрузки и для выгрузки товара. Каждый из убывающих грузовиков увозит со склада не менее 10 грузов.

Модель склада имитационной модели представлена на рис. 2.

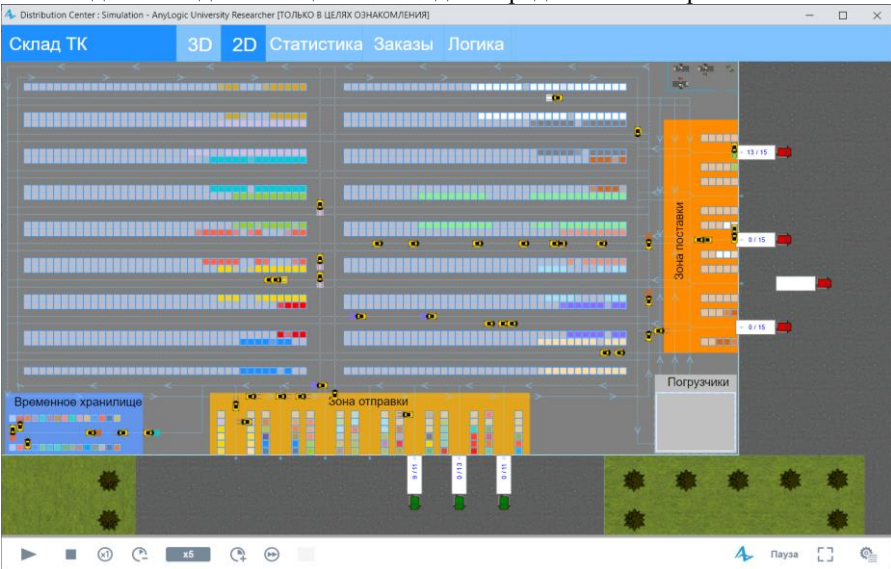


Рис. 2. Двумерная модель помещения склада

Логика работы имитационной модели представлена на рис. 3.

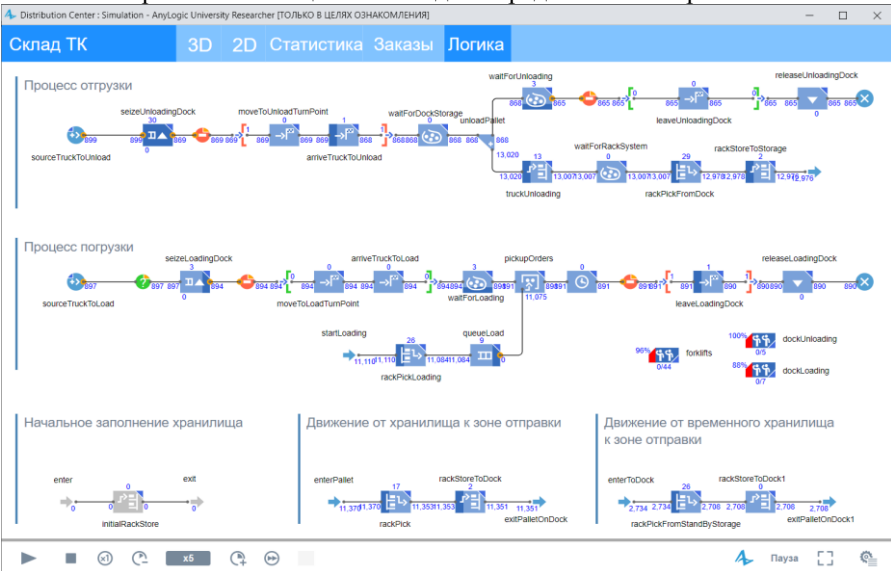


Рис. 3. Логика работы имитационной модели

В ходе тестирования имитационной модели на обработке 10000 заказов были получены следующие статистические показатели, представленные на рис. 4.

Параметры запуска имитационной модели																	
Кол-во	БПП				Типы грузов				Доки поставки				Доки отправки				
	44				16				5				7				
Параметры эксперимента по имитационному моделированию																	
Кол-во	БПП для отгрузки		БПП для погрузки		Поставки в час		Отправки в час		Заказы в час		Размер грузовика		Мин. заказ		Макс. заказ		
	10		10		10		10		10		15		10		15		
Среднее время процессов																	
Время (сек.)	Разгрузка грузовика				Загрузка грузовика				Ожидание сборки заказа		Сборка заказа		Ожидание погрузки заказа		Опускание паллет		Поднятие паллет
	89				116				45		78		37		20		24
Средний объем использования																	
Объем (доли %)	Комплекс БПП				Хранилища				Зона поставки				Зона отправки				
	0.97				0.42				0.99				0.91				
Средняя доля заказов																	
Доля (доли %)	Очередь				Ждут перевозки				Перевозятся				Ждут погрузки				
	0.57				0.04				0.04				0.35				
Среднее количество грузов в хранилищах по их типам																	
Кол-во	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
	96	309	62	21	139	235	81	47	81	85	345	64	380	124	380	169	

Рис. 4. Статистические показатели работы имитационной модели

Исходя из полученных статистических данных, проанализировав средний объем использования комплекса БПП, хранилищ, зон поставки и отправки, можно сделать вывод, что спроектированная имитационная модель работает с высокой стабильностью, однако имеет высокую загруженность. Для исключения застоев в процессе транспортировки для данной имитационной модели рекомендуется увеличить количество паллет в зоне поставки до 160, а количество погрузчиков в комплексе БПП до 50.

Таким образом, проектирование и анализ работы имитационной модели склада транспортной компании с интегрированным комплексом беспилотных погрузчиков доказывает, что данная имитационная модель способна оптимизировать работу по транспортировке грузов на территории склада. В связи с этим, разработанная информационная система способна оптимизировать работу склада за счет автоматизации транспортировки грузов.

Список литературы

1. Якимов, И.М. Сравнение систем структурного и имитационного моделирования по модели М/М/5./ И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин // Вестник Казан. технол. ун-та. – Казань, 2017. – Т.20. – №16. – С.113.
2. Боев, В.Д. Исследование адекватности GPSS World и AnyLogic при моделировании дискретно-событийных процессов: монография / В.Д. Боев. – СПб.: ВАС, 2011. – С.349-351.

Материал поступил в редколлегию 13.10.20.