

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Даффи, Т. Конструктивизм: Руководство по изучению образовательных телекоммуникационных технологий / Т. Даффи, Т. Каннингем. – Нью-Йорк: Мак Миллан, 1996. – С. 170–198.
2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Образование в Республике Беларусь. – Минск, 2019. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/78b/78bd508ae57d14b1772e94903ba90b80.pdf>. – Дата доступа: 08.09.2020.
3. Информационно-коммуникационные технологии в системе образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ido.tsu.ru/other\\_res/ep/filosof\\_umk/text/t5\\_1.htm](https://ido.tsu.ru/other_res/ep/filosof_umk/text/t5_1.htm). – Дата доступа: 08.09.2020.

## ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

### APPLICATION FOR SIMULATION OF MASS SERVICE SYSTEMS AND INVENTORY MANAGEMENT TASKS

*А.В. Кравченя<sup>1)</sup>, О.В. Дубровина<sup>2)</sup>*

*Н. V. Krauchenia<sup>1)</sup>, O. Dubrovina<sup>2)</sup>*

Белорусский государственный университет,  
Минск, Беларусь  
Belarusian State University,  
Minsk, Belarus

*e-mail: <sup>1)</sup>Ann-Krav@mail.ru, <sup>2)</sup>dubrovinaov@tut.by*

Разработано приложение для моделирования систем массового обслуживания и задач управления запасами, которое позволит оптимизировать рабочий процесс, регулировать численность сотрудников на складе предприятия, вычислять оптимальную величину партий поставок товаров, определять объемы производимой предприятием продукции.

An application has been developed for modeling queuing systems and inventory management tasks which will optimize the workflow, regulate the number of employees at the enterprise's warehouse, calculate the optimal size of the consignment of goods, determine the volume of products manufactured by the enterprise.

*Ключевые слова:* веб-приложение, figma, mysql, php, javascript, math javascript.

*Keywords:* web application, figma, mysql, php, javascript, math javascript.

Сложный характер рыночной экономики и современный уровень предъявляемых к ней требований приводят к использованию более серьезных методов анализа ее теоретических и практических проблем.

В борьбу за клиента в современной экономике вкладываются огромные средства. По оценкам западных экономистов, завоевание фирмой нового клиента обходится ей в шесть раз дороже, чем удержание существующих покупателей. Если клиент ушел неудовлетворенным, то на его возвращение приходится потратить в 25 раз больше средств [1]. Во многих случаях неудовлетворенность клиента вызвана неудачной организацией его обслуживания (слишком долгое ожидание в очереди, отказ в обслуживании и т.д.). Поэтому очень важно просчитывать риски при разных исходных данных бизнес-планирования и на основе этих данных производить выбор стратегии развития.

В настоящее время методы математического моделирования глубоко интегрированы в модели изучения, проектирования и расчета функционирования объектов малого и среднего бизнеса. В частности, теория массового обслуживания позволяет обеспечить эффективную организацию работы систем логистики.

В качестве исходной задачи изучалась организация экономической деятельности компании ООО «МариДар», проведена формализация ее торговой деятельности компании в виде математических моделей систем массового обслуживания и управления запасами [2]. Сформулированы конкретные задачи на основе данных компании ООО «МариДар», реализаций математических моделей был проведен анализ деятельности компании с помощью специализированного программного обеспечения.

Одним из важных аспектов при разработке и анализе системы управления технологическим процессом является моделирование и исследование системы обслуживания процесса. Одной из главных целей исследования является оптимизация и выявление слабых мест работы компании и снижение количества потерь заявок на обслуживание и увеличение производительности.

Однако так как оптимизацию работы предприятия необходимо проводить регулярно, было разработано специализированное веб-приложение, реализующие описанные в работе [2] модели.

Приложение подразумевает регистрацию и авторизацию пользователя по адресу электронной почты. После успешной авторизации пользователь переходит на одну из страниц для расчета данных (рисунок 1). В полях заданы текущие данные компании, при необходимости эти параметры можно изменить.

**ГРУЗЧИКИ**

Интенсивность транспортных средств для загрузки (т/час)  
2

Количество рампы для загрузки товара (шт)  
2

Количество грузчиков, работающих полный рабочий день  
2

Время разгрузки 1 транспортного средства нанятыми грузчиками  
40

**Рассчитать**

*Рис. 1. Интерфейс приложения*

**Станет:**

**Вероятность того, что все рампы свободны: 20 %**

**Вероятность того, что рампы все заняты: 18 %**

**Среднее число машин в очереди на разгрузку: 1 шт.**

**Среднее время ожидания в очереди: 32 мин**

**Среднее время число машин в системе: 2 шт.**

**Среднее время пребывания машин в системе: 72 мин**  
Так как время простоя транспортного средства на загрузке больше 1 часа, то следует увеличить количество грузчиков.

**Вероятность отсутствия очереди: 64 %**

*Рис. 2. Результаты расчетов*

При нажатии на кнопку «Рассчитать» пользователю будут показаны результаты расчета модели для текущих параметров (рисунок 2), раз-

мещенные в блоке ниже. Все полученные данные представлены в удобном для пользователя виде, даны рекомендации по изменению в работе. Благодаря приведенным расчетам можно сделать выводы о текущей работе компании. При вводе некорректных данных пользователь получает соответствующее сообщение.

Приложение доступно на всех типах устройств.

Прототипы страниц реализованы посредством в онлайн-сервиса Figma [3]. Интерфейс реализован при помощи языка разметки HTML5 и языка описания внешнего вида документа CSS3, адаптивность сайта достигнута при помощи фреймворка Bootstrap [4]. Для реализации регистрации, авторизации и выхода на сайте использовался язык программирования PHP и система управления базами данных phpMyAdmin [5]. Для расчетов использовался язык программирования JavaScript и библиотека Math [6].

Для создания адаптивного меню приложения использовались классы `.navbar` и `.navbar-expand`. Для добавления логотипа компании используется специальный класс `.navbar-brand`. Для группирования и скрытия содержимого адаптивного меню на определенной точке применяется класс `.collapse.navbar-collapse`. Ссылки в навигации меню сделаны на параметрах класса `.nav`, с их собственными классами-модификаторами; и требуют использования классов `.navbar-toggler` для правильного «отзывчивого» поведения.

Для реализации регистрации пользователя на сайте использовалась база данных, реализованная посредством СУБД PhpMyAdmin. База данных состоит из таблицы `users`, в которой содержится вся информация о пользователях: `id`, `username`, `email`, `password`. В столбце `id` хранится порядковый номер пользователей, в `username` содержится информация о именах пользователей. Электронная почта пользователей находится в столбце `email`, пароли хранятся в столбике `password`. В данной таблице хранится информация о тех пользователях, которые успешно прошли регистрацию.

Для математических расчетов были выбран язык программирования JavaScript и его библиотека Math [6], содержащая набор методов, позволяющих сократить объем программного кода и время реализации проекта.

Разработанное приложение позволяет:

- регулировать численность сотрудников на складе предприятия, обеспечивая бесперебойную работу склада;
- определять потребную складскую площадь в зависимости от величины грузопотока товаров различного вида;

- вычислять оптимальную величину партий поставок товаров, не допуская переполнения склада;
- определять объемы производимой предприятием продукции,
- также моменты времени подачи заказов, поступления заказов и возобновления производства.

Программный продукт используется в ООО «МариДар» для оптимизации рабочего процесса.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Легчилина, Е.Ю. Количественные методы в управлении: учебное пособие / Е.Ю. Легчилина, С.В. Базилевич. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 143 с.
2. Кравченя, А.В. Применение системы компьютерной алгебры Matcad для оптимизации работы склада временного хранения торговой компании / А.В. Кравченя // Информационные технологии: теория, опыт, проблемы, перспективы: материалы V Республиканской научнопрактической конференции студентов, магистрантов и аспирантов / редкол.: Н.В. Великоборец (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 67.
3. Figma [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.figma.com>. – Дата доступа: 15.05.2020.
4. Bootstrap в примерах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dmkpress.com/files/PDF/978-5-97060-423-6.pdf>. – Дата доступа: 05.03.2020.
5. Работа с базой данных. MySQL и phpMyAdmin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/web/php/7.1.php>. – Дата доступа: 20.04.2020.
6. Math JS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mathjs.org>. – Дата доступа: 15.04.2020

### МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ QUALI.ME

#### MOBILE APPLICATION FOR THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT QUALI.ME

*Д.Р. Кривулько<sup>1)</sup>, О.В. Дубровина<sup>2)</sup>*

*D. Krivulko<sup>1)</sup>, O. Doubrovina<sup>2)</sup>*

Белорусский государственный университет,  
Минск, Беларусь  
Belarusian State University,  
Minsk, Belarus

*e-mail:* <sup>1)</sup>[dianaromanovnakrivulko@gmail.com](mailto:dianaromanovnakrivulko@gmail.com), <sup>2)</sup>[dubrovinaov@tut.by](mailto:dubrovinaov@tut.by)

В работе описана мобильная версия образовательной среды QualiMe, предназначенная для подготовки по математическим дисциплинам для студентов и школьников. Приложение реализовано в клиент-серверной архитектуре и содержит разделы с теоретическим материалом и набором тестов по каждой их рассмотренных тем.