

ОТЧЕТ О ВЫПОЛНЕНИИ УЧЕБНОЙ  
(ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ)  
ПРАКТИКИ  
НА ТЕМУ

«Реализация системы оптимизации управления, планирования и контроля  
ресурсов для складского предприятия»

ВЫПОЛНИЛ:  
Студент группы 21.М07-мм,  
Смирнов Ю.К.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕ:  
д.ф.-м.н., профессор Граничин О.Н

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Постановка задачи.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Описание практической задачи.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Обзор.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1. Анализ существующих методов и решение задачи планирования</b>	<b>8</b>
<b>3.3.1. Решение задачи оперативного управления с помощью обобщений Джонсона .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.1. Решение задачи оперативного управления с помощью метода Петрова-Соколицына Алгоритм .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. Анализ складских документов .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3. Штрихкодирование документов .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4. Описание двухуровневой авторизации.....</b>	<b>19</b>
<b>4. Полученные практические результаты .....</b>	<b>21</b>
<b>Заключение .....</b>	<b>22</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>23</b>

## **Введение**

С каждым годом складские предприятия играют все более важную роль в успешном функционировании любого хозяйствующего субъекта. Согласно источнику knightfrank [1] по итогам 2020 года складской рынок явился самым устойчивым сегментом экономики России. В частности, в противоположность другим сегментам коммерческой недвижимости, складская недвижимость выиграла от коронакризиса за счет роста E-commerce, E-grocery и логистических компаний. Инвестиции в склады выросли и в абсолютном, и в относительном выражении, достигнув рекордной доли - 25% от общего объема инвестиций в недвижимость.

Что представляет из себя складское предприятие? Складское предприятие – это материально-техническая инфраструктура, необходимая для обеспечения производства сырьем, материалами и комплектующими, которые поддерживают непрерывность производственных процессов и высокого уровня рентабельности самого производства.

Сам склад – это сложная и неотъемлемая часть функционирования любого производственного предприятия. Грамотная организация рабочих процессов, снабжения и распределении ресурсов, обеспечивает эффективность работы и своевременное выполнение обязанностей перед потребителей.

Выделив основные задачи по управлению складом, а именно:

- Эффективно и оптимально размещать ресурсы на корпоративных складах;
- Выполнение всех операций, необходимых для загрузки и выгрузки продукции на различных этапах продвижения продукции;
- Поддерживать разнообразие и качество поступающих товарно-материальных ценностей, готовой продукции, товаров народного потребления и других ресурсов.

Становится понятно, что для решение описанных задач необходимо использовать специализированные программные продукты, которые

способны справиться с простужаемым объемом информации и координировании действий сотрудников.

В предыдущих практических работах был сделан краткий обзор на существующие системы, выделены их преимущества и недостатки. А также были предложены методы, способные оптимизации работы складского предприятия и увеличить его пропускную способность за счет уменьшения простоев между сборкой заказов.

В данной практической работы, будет предложен способы оптимизации учета документов на складском предприятии, так как хозяйственные операции и бумажная волокита являются неотъемлемой частью любой деятельности производственной деятельности. И автоматизация ряда процессов, также оптимизируют работу склада, сделают ее более проще и эффективнее.

Также более подробно рассказать о применённых методов оптимизации склада, которые за счет уменьшения простоев между сборками заказов позвали оптимизировать склад.

## **1. Постановка задачи**

### **Цель практической работы.**

Основной целью практической работы является реализация способов оптимизации работы складского предприятия за счет автоматизации и алгоритмизации промышленных процессов.

### **Задачи практической работы.**

Поставленная цель, предопределили решение следующих задач:

- Рассмотреть математические модели теории расписания, направленные на уменьшение простоев сборки заказов;
- Изучить складские документы, фиксирующие различные хозяйственные операции;
- Изучить технологию штрихкодирования;
- Реализовать систему контроля документов.

## **2. Описание практической задачи**

Рассмотрим практическую задачу, показывающую целесообразность применения методов на базе описанного процесса производства на предприятии АО «Диета 18».

В штатном режиме работы предприятия начальник склада, производит контроль по приемке и отгрузке товара со склада и управляет процессом из выполнения. Начальник смены курирует распределение ресурсов и средств на смену. Операторы - персонал, ведущие хозяйственный учет по заказам - работают в тандеме с начальником смены. Грузчики, штабелеры и контроллер качества – складской персонал, подчиняющиеся указанию начальника смены. Основной задачей является сбор и подготовка товара к отгрузке. По такой структуре производство на предприятии справляется с выполнением всех заказов в поставленный срок.

Предположим, что в одну из рабочих смен складу необходимо отгрузить 320 заказов. Для одной смены – это достаточно крупный заказ, который вполне может превысить производительные возможности склада. В этом случае выполнение всех заказов в срок, выполняемых складским предприятием, находится под угрозой срыва. В связи с этим начальник смены должен рассчитать необходимый объем технического оборудования и персонала, ставя перед ними задачу - выполнить все заказы в соответствии с установленными временными границами, указанные в договорах с контрагентами, а если – это сделать невозможно, то выполнить заказы с минимальными возможными санкциями для предприятия в целом.

Как уже рассказывалось в предшествующей учебно-практической работе складское предприятие АО «Диета 18» использует программу управление складом 3.0 (1C:WMS 3.0) от компании Axelot. Данное программное обеспечение не дает гарантии, что будет предложено оптимальное решение для сборки всех заказов одновременно и в срок. А также система не предполагает осуществляет контроля статусов документов, использующиеся в хозяйственных операциях.

Поэтому доработка системы по управлению складскими ресурсами будет является достаточно актуальной темой исследования. Преимущество разрабатываемой доработки в том, что она сможет:

1. Адаптировать и грамотно использовать ресурсы и средства склада, распределять заказы в режиме реального времени;
2. Оценивать загруженность складского предприятия;
3. Увеличить пропускную способность складского предприятия.

В данной практической работе предлагается решение в виде разработки дополнительного сервиса, который основываясь на нормативные акты и хозяйственных документов сможет автоматически составить оптимальную последовательность при сборке заказов.

Таким образом, исходя из актуальности и степени научной разработанности данной проблемы, можно сделать вывод о целесообразности проведения комплексных исследований по разработке ИС в компаниях занимающимися импортом товара из разных стран и дальнейшей его перепродажи на территории России.

### **3. Обзор**

#### **3.1. Анализ существующих методов и решение задачи планирования**

Для выбора необходимого метода к составлению плана выполнения работ, сформулировал следующие требования:

1. Метод должен иметь вычислительную простоту, подходящую для создания имитационного моделирования;
2. Метод должен быть ориентирован на решение поставленных практических задач;
3. Метод должен составлять оптимальное по времени расписание.

В предыдущий учебной практической работе был сделан краткий обзор по существующим решением. Основываясь на описанных выше критериях, распишем выбранные методы, позволяющие решить проблем планирование.

#### **3.3.1. Решение задачи оперативного управления с помощью обобщений Джонсона**

Общий случай задачи выбора последовательности обработки деталей на двух станках (в нашем случае зон), если детали (в нашем случае товары) должны пройти обработку на одном станке, а затем на втором и на станке не может обрабатываться больше одной детали, рассмотрел в 1954 г. С. Джонсон.

Классической прикладной интерпретацией задачи 2-х машин является составление оптимального расписания конвейерной обработки партии деталей на 2-х станках.

Используя обобщенный метод, рассмотрим участок с 4 производственными зонами. Собираемые заказы должны последовательно пройти все точки сборки последовательно. Требуется выбрать такую очередность сборки товара, которая обеспечит наименьшее меньшее суммарное время. Это время рассчитывается от момента начала действий по сборке первого заказа в первой зоне до окончания работы по в четвертой.

Отметим, что достигнуть самую выигрышную позиция во времени можно только за счет выполнение параллельной сборки заказов. Поэтому для получения оптимального времени на первое место в очередности будем ставить заказы с меньшим временем обработки в первой зоне, а на последнее



место будем ставить заказ, который имеет минимальное время обработки на второй зоне. Если распространить описанные правила на всю совокупность заказа в день отгрузки, то получим алгоритм Джонсона.

Для решения задачи оптимизации склада по Джонсону введем следующие математические обозначения

$$n|m|F|F_{max}$$

Здесь  $n$  – количество запланированных заказов,  $m$  – количество зон обработки заказа,  $F$  – параметр, который определяет, что выполняемая работа производится в системе конвейерного типа.  $F_{max}$  – параметр минимизации простоев, возникающих при выполнении работ.

Также обозначим длительность работ множества ресурсов и средств на различных этапах производства. Тогда пусть  $A_i$  – длительность работы первого множества ресурсов и средств для  $i$ -й работы на первом этапе производства;  $B_i$  – длительность работы второго множества ресурсов и средств для  $i$ -й работы на втором этапе производства;  $C_i$  – длительность работы третьего множества ресурсов и средств для  $i$ -й работы на третьем этапе производства;  $D_i$  – длительность работы второго множества ресурсов и средств для  $i$ -й работы на втором этапе производства;  $F_i$  – общая длительность прохождения  $i$ -й работы;

Здесь также необходимо пояснить, что при осуществлении складской отгрузки множество затрачиваемых ресурсов и средств бригады в определенный момент времени не может выполнять более одной работы, также одна работа не может выполняться двумя множествами одновременно. Длительность работ затрачиваемое на каждом этапе производства устанавливаются техническими нормами и заранее известны.

Задача данного метода упорядочить  $n$ -ное количество заказов таким образом, чтобы минимизировать максимальную длительность выполнения работ  $F_{max}$ . Так как данный параметр не зависит от последовательности

выполнения работ, то минимизировать возможные простои можно только за счет их упорядочивания. Тогда

$$F_{max} = \sum_{i=1}^n A_i + B_i + C_i + D_n + X_1 + X_2 + X_3 + X_3,$$

Где  $X_1, X_2, X_3$  – суммарные времена простоя первого, второго, третьего и четвертого множества ресурсов и средств соответственно, появившегося при выполнении всех работ;

Пример. Пусть исходные данные для задачи, представленные в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Исходная таблица данных

Номер заказа	Время выполнения на первом этапе ( $A_i$ )	Время выполнения на втором этапе ( $B_i$ )	Время выполнения на третьем этапе ( $C_i$ )	Время выполнения на третьем этапе ( $D_i$ )
31	5	3	2	1
32	2	3	3	3
33	0	6	1	3
34	1	1	3	3
35	3	2	4	3

Составим план выполнения работ (расписание) в соответствии с алгоритмом Джонсона для 4 станков.

**Шаг 1.** Рассчитаем вспомогательные суммы, которые позволят свести задачу Джонсана из 4 производственных зон в 2. Обозначим получившиеся данные времени работы, как  $A_i$  и  $B_i$ . Получившийся результат зафиксировал в таблице 3.2

Таблица 3.2. Результат вычисления вспомогательных сумм

Номер заказа	Вспомогательна сумма ( $A_i$ )	Вспомогательна сумма ( $B_i$ )
31	13	8
32	11	12
33	13	11
34	6	10
35	11	13

Шаг 2. Из получившихся сумм составим план выполнения работ (Расписание):

- 1)  $A = \{A_i\} = \{31(13), 32(11), 33(13), 34(6), 35(11)\}$ ;  $B = \{B_i\} = \{31(8), 32(12), 33(11), 34(10), 35(13)\}$ . Рассчитаем минимумы для каждой из работ,  $\min\{A_i\} = 6$  – достигается в работе 34;  $\min\{B_i\} = 8$  – достигается в работе 31; Сравнив, получаем, что работа 34 выполняется первая.
- 2)  $A = \{A_i\} = \{31(13), 32(11), 33(13), 35(11)\}$ ;  $B = \{B_i\} = \{31(8), 32(12), 33(11), 35(13)\}$ . Рассчитаем минимумы для каждой из работ,  $\min\{A_i\} = 11$  – достигается в работе 32;  $\min\{B_i\} = 8$  – достигается в работе 31; Сравнив, получаем, что работа 31 выполняется последняя.
- 3)  $A = \{A_i\} = \{32(11), 33(13), 35(11)\}$ ;  $B = \{B_i\} = \{32(12), 33(11), 35(13)\}$ . Рассчитаем минимумы для каждой из работ,  $\min\{A_i\} = 11$  – достигается в работе 32;  $\min\{B_i\} = 11$  – достигается в работе 33; Сравнив, получаем, что работа 33 выполняется предпоследняя.
- 4)  $A = \{A_i\} = \{32(11), 35(11)\}$ ;  $B = \{B_i\} = \{32(12), 35(13)\}$ . Рассчитаем минимумы для каждой из работ,  $\min\{A_i\} = 11$  – достигается в работе 31;  $\min\{B_i\} = 12$  – достигается в работе 32; Сравнив, получаем, что работа 32 выполняется вторая.
- 5)  $A = \{A_i\} = \{35(11)\}$ ;  $B = \{B_i\} = \{35(13)\}$ . Вставляется в середину получившегося расписания.
- 6) Выстраиваем цепочку последовательности выполнения сборки заказов  $\{34, 32, 35, 33, 31\}$ . Составим диаграмму Ганта (см. Рис 3.1)

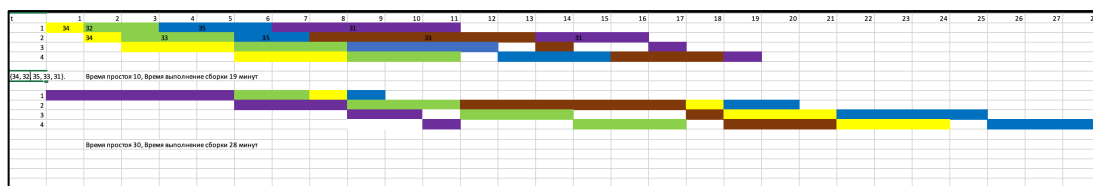


Рис 3.1: Диаграмма Ганта.

Из диаграммы видно, что оптимизация выполнена успешно.

### 3.1.1. Решение задачи оперативного управления с помощью метода Петрова-Соколицына Алгоритм

Алгоритм, разработанный Петровым и Соколицыным, предполагает расчет двух промежуточных сумм и разности. Затем определяется несколько последовательностей запуска партий в обработку по следующим правилам:

- 1) В порядке убывания первой суммы;
- 2) В порядке возрастания второй суммы;
- 3) В порядке убывания разности.

В зависимости от критерия оптимальности выбирается лучшая последовательность

Принцип работы Алгоритма Петрова-Соколицына. Сначала необходимо рассчитать суммы и разность. Сумма 1 – суммарное время обработки детали от первого до предпоследнего станка. Сумма 2 – суммарное время обработки детали от второго до последнего станка. Разность – разница между временем выполнения на последнем и первом производственной зоне.

Таблица 3.2. Исходная таблица данных

Детали	Станки				Сумма 1	Сумма 2	Разность
	1	2	3	4			
1	14	2	10	1	26	13	-13
2	0	0	5	10	5	15	10
3	5	7	7	12	19	26	7
4	0	14	14	10	28	38	10
5	0	8	11	5	19	24	5
6	9	6	0	3	15	9	-6
7	13	11	4	13	28	28	0
8	2	8	12	3	22	23	1
9	13	8	9	12	30	29	-1
10	0	7	8	8	15	23	8

Сортируем таблицу распределения работ в порядке возрастания суммарного времени выполнения от первого до предпоследнего станка.

Таблица 3.3. Сортировка по сумме 1

Детали	Станки				Сумма 1
	1	2	3	4	
2	0	0	5	10	5
6	9	6	0	3	15
10	0	7	8	8	15
3	5	7	7	12	19
5	0	8	11	5	19
8	2	8	12	3	22
1	14	2	10	1	26
4	0	14	14	10	28
7	13	11	4	13	28
9	13	8	9	12	30

Далее рассчитываем общую длительность производственного цикла для первого случая. В таблице первая строка и первый столбец рассчитываются по предыдущей таблице накопительным итогом. Прочие ячейки рассчитываются как время выполнения соответствующей работы на станке

плюс максимальное из двух значений: времени освобождения этого станка от предыдущей работы и времени окончания этой работы на предыдущем станке.

Таблица 3.4. Таблица, показывающая общую длительность производственного цикла для первого случая

Детали	Станки			
	1	2	3	4
2	0	0	5	15
6	9	15	15	18
10	9	22	30	38
3	14	29	37	50
5	14	37	48	55
8	16	45	60	63
1	30	47	70	71
4	30	61	84	94
7	43	72	88	107
9	56	80	97	119

С помощью полученной таблицы можно построить диаграмму Гантта. Длительность производственного цикла в первом случае равна 199. Затем сортируем таблицу распределения работ в порядке убывания суммарного времени выполнения от второй до последней производственной зоны.

Таблица 3.5. Сортированная таблица по Сумме 2

Работа	Станки				Сумма 2
	1	2	3	4	
4	0	14	14	10	38
9	13	8	9	12	29
7	13	11	4	13	28
3	5	7	7	12	26
5	0	8	11	5	24
8	2	8	12	3	23
10	0	7	8	8	23
2	0	0	5	10	15
1	14	2	10	1	13
6	9	6	0	3	9

Рассчитаем общую длительность производственного цикла для второго случая.

Таблица 3.6. Таблица, показывающая общую длительность производственного цикла для второго случая

Детали	Станки			
	1	2	3	4
4	0	14	28	38
9	13	22	37	50
7	26	37	41	63
3	31	44	51	75
5	31	52	63	80
8	33	60	75	83
10	33	67	83	91
2	33	67	88	101
1	47	69	98	102
6	56	75	98	105

Длительность производственного цикла во случае равна 105. Сортируем таблицу распределения работ в порядке убывания разницы между временем выполнения на последнем и первом станке.

Таблица 3.7. Сортированная таблица по Разности

Работа	Станки				Разность
	1	2	3	4	
2	0	0	5	10	10
4	0	14	14	10	10
10	0	7	8	8	8
3	5	7	7	12	7
5	0	8	11	5	5
8	2	8	12	3	1
7	13	11	4	13	0
9	13	8	9	12	-1
6	9	6	0	3	-6
1	14	2	10	1	-13

Рассчитаем общую длительность производственного цикла для третьего случая.

Таблица 7 – Таблица, показывающая общую длительность производственного цикла для третьего случая

Детали	Станки			
	1	2	3	4
2	0	0	5	15
4	0	14	28	38
10	0	21	36	46
3	5	28	43	58
5	5	36	54	63
8	7	44	66	69
7	20	55	70	83
9	33	63	79	95
6	42	69	79	98
1	56	71	89	99

В третьем случае длительность производственного цикла получилась наименьшей – 99 условных единиц. В результате работы алгоритма Петрова-Соколицына получается три последовательности запуска деталей в производство, из которых выбирается лучшая согласно заданному критерию оптимальности, например, минимальная длительность производственного



цикла. Для рассмотренного примера последовательность запуска деталей составляет: 2 – 4 – 10 – 3 – 5 – 8 – 7 – 9 – 6 – 1.

### **3.2. Анализ складских документов**

В данной главе кратко пробежимся по документам, которые в дальнейшем будут использованы для автоматизации и оптимизации проведения и учета складских операций.

**Товарная накладная ТОРГ-12** — первичный учетный документ, на основании которого оформляется отпуск товарно-материальных ценностей сторонним организациям и ведется учет соответствующих операций. Согласно законам №402-ФЗ «О бухгалтерском учете» и №63-ФЗ «Об Электронной подписи», товарную накладную можно сформировать и хранить как в бумажном виде, так и в электронном. Более того, Приказом ФНС России от 21.03.2012 № ММВ-7-6/172@ был утвержден рекомендуемый формат XML-файла электронной ТОРГ-12. Составленные в таком формате товарные накладные налогоплательщики смогут направлять в налоговую по Интернету (ТКС).

**Универсальный передаточный документ (УПД)** — первичный документ, содержащий одновременно все обязательные реквизиты, предусмотренные законодательством и для счетов-фактур, и для первичных учётных документов, например, актов и товарных накладных.

**Транспортная накладная (ТН)** — накладная, предназначенная для оформления перевозки грузов, отправляемых по железным дорогам, водным путям, воздушным и автомобильным транспортом, является первичным документом.

### **3.3. Штрихкодирование документов**

Штрихкод — это графическое изображение, содержащее закодированные буквы и цифры, необходимое для автоматизации учета. Оно представлено в виде комбинации черных полос разной ширины с набором цифр под ними или прямоугольного поля, заполненного черно-белыми модулями.

Сегодня практически во всех областях экономики: торговле, промышленности, транспортной сфере, рекламе и других местах, где необходима оптимизация учета продукции, материалов или событий.

В разрабатываемой системе штрихкоды будут использоваться для идентификации главных складских документов. Они содержат информацию, которая о дате документа и принадлежности к оперённому рейсу.

Рассмотрим существующие виды штрих кодов:

- линейный —
- двумерный —

### **Линейный штрих код**

Линейный (одномерный или 1D-) штрих код, который представляет из себя черно белый графический рисунок, состоящий из комбинации черных полос с определенной ширины и пробелов между собой. Под линиями располагаются цифры, которые дублирующие информацию.

#### **Характерные особенности штрихкода:**

- распознается любым видом сканера;
- применяется для автоматизации товарных оборотов;
- занимает большую площадь на этикетке, упаковке;

с трудом читается или не читается вовсе, если имеет какие-либо **повреждения**.

### **Двумерный штрихкод**

Двумерный (2D-) штрихкод — изображение в виде прямоугольника или квадрата, которое считывается сразу в двух плоскостях. Такой способ организации шифрования позволяет экономить место на месте расположения, а также позволяет достаточно большой объем данных об объекте.

#### **Характерные особенности штрихкода:**

- состоит из последовательности фигур и модулей;
- для считывания необходим 2D-сканер, обычный линейный с этой задачей не справляется;
- распознается, даже когда есть серьезные повреждения, например, при возникновении царапины.

### 3.4. Описание двухуровневой авторизации

В данном разделе рассмотрим один из возможных способ реализации подключения и получение данных из центральной базы данных из разработанного web-интерфейса.

#### **Распределенный сервер авторизации и базы данных.**

В данном разделе будет рассмотрим информация, как можно обмениваться данными с информационной базой, используя веб-интерфейс

Рассмотрим структуры реализованную модель подключения пользователей к базе данных (см. Рис 4.1)

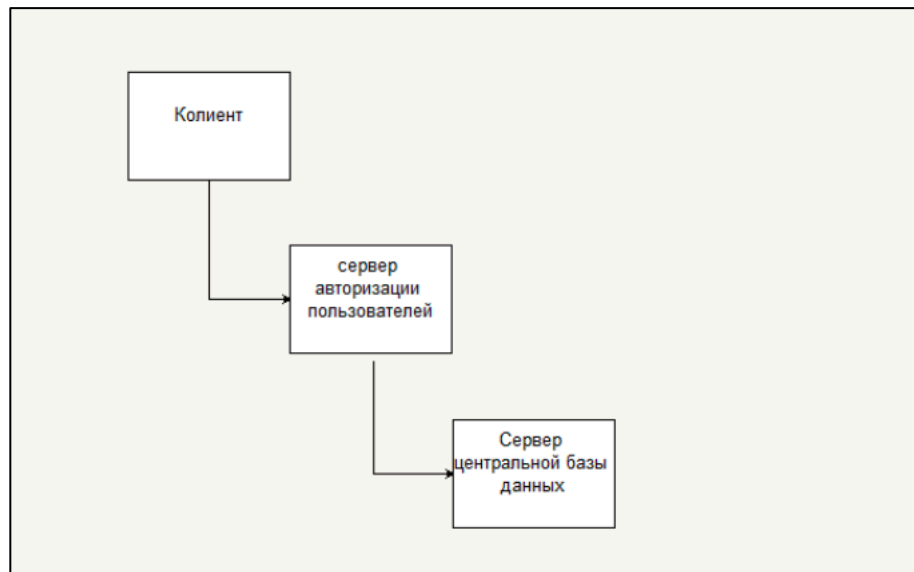


Рис 4.1: Модель подключения пользователя к системе.

Опишем процессы, происходящие при авторизации пользователя в системе:

1. На первом этапе, пользователю необходимо осуществить подключение к «Сервер авторизации пользователей», введя данные авторизации;
2. На втором этапе «Сервер авторизации проверит валидность полученных данных от клиента, и если данные не противоречат заданным условиям, то произведет подключение в виде возвращения прямой ссылки адреса к «Серверу центральной базы данных»;
3. На третьем этапе пользователь имея ссылку на подключение к центральной БД, отправляет запрос о получении необходимой информацией;
4. На последнем, 4 этапе пользователь получает необходимую информацию с центрально сервера.

#### **Организации двухуровневой идентификацией**

Реализована система двухфакторной авторизации, пользователь для регистрации в системе вводит логин, ему приходит смс со случайно сгенерированным кодом, он вводит этот пароль и получает доступ к центральной базе данных. Рассмотрим данных процесс более подробно в виде графика:

## 1. Первый этап – проверка пользователя и внесение информации о факте авторизации в



Рис 4.2. Описание первого этапа регистрации

## 2. Второй этап – процесс регистрации клиента в центральной базе;

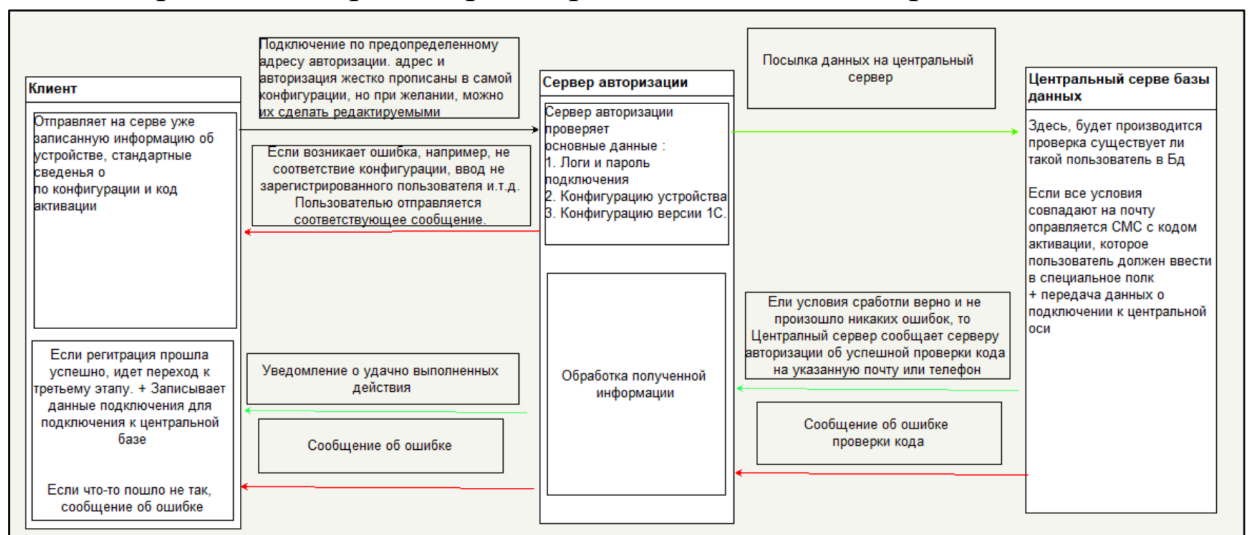


Рис 4.3. Описание второго этапа регистрации

## 3. Третий этап – возможность выполнения синхронизации данных на web-сайт.

#### **4. Полученные практические результаты**

Результат аплодирования разработанную систему на примере реальной задачи в условиях, возникающих на складском предприятии.

В ходе выполнения практической работы были получены результаты, с которыми можно ознакомиться, перейдя по ссылке на GitHub репозитории:

<https://github.com/SmukerSPB/MT>

<https://github.com/SmukerSPB/VKR>

## **Заключение**

В ходе практической работы рассмотрены методы и средства необходимые для реализации системы, на основе которых можно решить задачи связанные с оптимизации управления, планирования и контролем использования ресурсов складскими предприятиями. Были достигнуты поставленные задачи:

1. Изучил предметную область и обосновал актуальность тем
2. Сформировал постановку практической задачи.
3. Провел анализ существующих математических моделей задачи планирования
4. Предложил способ решения поставленной задачи на тему: «Реализация системы оптимизации управления, планирования и контроля ресурсов для складского предприятия»

Решения автономных систем для управления ресурсами предприятия открывают новые возможности для повышения качества и эффективности бизнеса.

Разрабатываемое промышленные приложения обеспечит многофункциональные возможности управления ресурсами в условиях высокой неопределенности.

## Список литературы

1. [Электронный ресурс] Складской рынок России: итоги 2020 и прогнозы развития – аналитические материалы Группы «ДЕЛОВОЙ ПРОФИЛЬ» (delprof.ru)
2. Черняховская Л.Р. Моделирование систем. Конспект лекций / УФА: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2007. – 81с.
3. Андрейчиков, А.В. Интеллектуальные информационные системы : учебник / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 424 с.
4. Land A.H., and Doig A.G. An automatic method of solving discrete programming problems. *Econometrica*. v28 (1960), pp 497-520.
5. Little J.D.C., Murty K.G., Sweeney D.W., and Karel C. An algorithm for the traveling salesman problem. *Operations Research*. v11 (1963), pp 972-989.
6. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование М. Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1969.
7. Береснев В.Л., Гимади Э.Х., Дементьев В.Т. Экстремальные задачи стандартизации. Новосибирск. Наука, 1978.
8. [Электронный ресурс] <https://uchimatchast.ru/teoriya/algorithm-littlametodresheniya-zadachi-kommivoyazhera/>, дата обращения 31.05.2022
9. Сушков Ю.А. Об одном способе организации случайного поиска. *Автоматика и вычислительная техника*, 1974, № 6, 41-48.
10. Растринин Л.А. Статистические методы поиска. М.: Наука, 1968.  
Жиглявский А.А. Математическая теория глобального случайного поиска. М.: Изд-во. ЛГУ, 1985. 11. Жиглявский А.А., Жилинская А.Г. Методы поиска глобального экстремума. М.: Наука, 1991
11. [Электронный ресурс] 1С 8.3 Штрих-код (barcode), QRCode - Программист 1С Минск. Автоматизация бизнеса. (koder.by)
12. [Электронный ресурс] <https://scanport.ru/blog/shtrih-kod-chto-eto-kakim-byvaet-i-kak-ispolzuetsya/>
13. Бурдюк В.Я., Шкурба В.В. Теория расписаний. Задачи и методы решений // *Кибернетика*. 1971. № 1. С. 89–102.
14. Буркова В.Н. Математические основы управления проектами. М.: Высшая школа, 2005, 432 с.