

УДК: 004.02

DOI: 10.30987/2658-6436-2021-2-24-31

В.В. Ковалев, Е.Э. Аверченкова, А.В. Аверченков

ЗАДАЧА О НАЗНАЧЕНИЯХ – КАК ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПРОЦЕССА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ТОВАРООБОРОТЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ФИРМЫ

Показаны особенности принятия решения на логистическом предприятии. Решение задачи о назначениях на примере конкретной товарной позиции позволило определить направления повышения эффективности функционирования складского комплекса, предложено распределение товара по ячейкам, найден оптимальный вариант хранения товара на складе конкретного логистического предприятия.

Ключевые слова: задача о назначениях, принятие логистических решений.

V.V. Kovalev, E.E. Averchenkova, A.V. Averchenkov

ASSIGNMENT PROBLEM AS A DECISION SUPPORT PROCESS TOOLKIT IN THE LOGISTIC FIRM TURNOVER

The features of the decision-making at a logistics enterprise are shown. The assignment problem solution on the example of a specific commodity item made it possible to determine the directions of increasing the efficiency of the warehouse complex functioning, to propose the distribution of goods by cells, to find the optimal option for storing goods in the warehouse of a specific logistics enterprise.

Keywords: assignment task, making logical decisions.

Введение

Среди оптимизационных задач, применяемых в управленческих науках, наиболее известной является транспортная задача как разновидность задачи линейного программирования. Она подразумевает нахождение оптимального плана перевозки однородной, взаимозаменяемой продукции при условии минимизации затрат перевозку и максимизации степени важности продукции на перевозку. При добавлении дополнительных условий задачи она становится многокритериальной.

Задача о назначениях является частным случаем транспортной задачи, она предусматривает, что для выполнения каждой работы требуется один и только один ресурс (одна единица товара, одна автомашина и т.д.), а каждый ресурс может быть использован на одной и только одной работе. Таким образом, ресурсы не делимы между работами, а работы не делимы между ресурсами. В наиболее общей форме задача о назначениях формулируется следующим образом. Имеется некоторое число работ и некоторое число исполнителей. Любой исполнитель может быть назначен на выполнение любой (но только одной) работы, но с неодинаковыми затратами. Нужно распределить работы так, чтобы выполнить работы с

минимальными затратами. Если число работ и исполнителей совпадает, то задача называется линейной задачей о назначениях. Обычно, если говорят о задаче о назначениях без дополнительных условий, имеют в виду линейную задачу о назначениях.

В трудах Орлова А.И. [1] и Литвака Б.Г. [2] были представлены теории и практики разработки управленческих решений на основе организационно-экономического моделирования. Рассмотрены основы теории принятия решений, технология и процедуры разработки и принятия управленческих решений. Разобраны оптимизационные и вероятностно-статистические методы принятия решений. Большое внимание уделено экспертным технологиям. Приведены как традиционные, так и недавно разработанные методы принятия решений, даны примеры их применения для решения практических задач.

Постановка задачи

Решение задачи о назначении приведено в данной статье на примере ООО «Брянская складская компания «Логистикс», которая осуществляет краткосрочное и долгосрочное ответственное хранение грузов (от суток до нескольких месяцев), стеллажное и напольное хранение (высотой до 10-15 м), погрузо-разгрузочные ручные и механизированные работы; сортировку и комплектацию заказов, ополечивание, компьютерный учет, маркировку, стикеровку товаров.

Складской комплекс находится в г. Брянске, с удобным подъездом. Также у компании есть собственная железнодорожная ветка, что позволяет отправлять товарную продукцию в любую точку Российской Федерации железнодорожным транспортом. Также ООО «Брянская складская компания «Логистикс» осуществляет доставку грузов по Брянску и Брянской области, в продовольственные и строительные магазины, а также в крупные сетевые торговые центры, такие как Линия, Лента, ОБИ и другие.

Единый погрузочно-разгрузочный фронт позволяет обрабатывать 32 транзитные фуры (в том числе нового поколения) одновременно с высокой интенсивностью. Помещения складского комплекса сухие, светлые, отапливаемые. Ровный пол с антипылевым покрытием, стеллажное и напольное хранение. Стоянки комплекса рассчитаны на 200 автофургонов и 165 легковых автомашин.

Теоретические исследования

Важным звеном логистической цепочки для производственных предприятий, складских компаний и розничных сетей является склад распределения, эффективность функционирования которого существенно влияет на эффективность бизнеса в целом. Одним из инструментов повышения эффективности функционирования складского комплекса является внедрение современного программного обеспечения, которое обеспечивает управление складскими бизнес-процессами. При этом наиболее подходящими методами организации работы складского комплекса являются адресная система хранения, обеспечивающая оптимизацию размещения товара на складе с учетом характеристик склада и товара, а также системное управление загрузкой/отгрузкой товара. Для автоматизации бизнес-процессов дистрибьюторские и складские компании внедряют ERS-системы.

Логистическая модель товарооборота на складе ООО «БСК «Логистикс»

В любой организации должна существовать система управления всеми локальными процессами. Каждый этап должен выполняться своевременно, это позволит организации быстро и качественно выполнять заказы, что в свою очередь позволит извлечь большую прибыль. Рассмотрим логистическую модель товарооборота на складе ООО «БСК «Логистикс» (рис. 1).

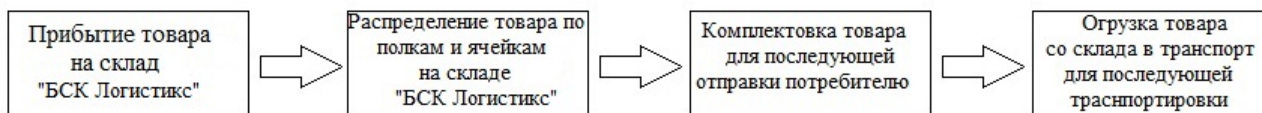


Рис. 1. Операции логистической модели товарооборота на складе ООО «БСК «Логистикс»

Анализ перечисленных операций показывает, что логистический процесс на складе ООО «БСК «Логистикс» можно разделить на две основные группы - цепочки операций, связанные с:

- логистической координацией закупок и последующей реализацией;
- товарооборотом и документооборотом на складе.

Рассмотрим логистическую модель товарооборота на складе на ООО «БСК «Логистикс». В таблице 1 рассмотрен процесс перемещения позиции «Клей Момент Монтаж МВ-50».

Таблица 1. Логистическая модель товарооборота на складе ООО «БСК «Логистикс»

Этапы процесса управления товарооборотом	Прибытие товара на склад «БСК «Логистикс»	Распределение товара по стеллажам и ячейкам на складе «БСК «Логистикс»	Комплектование товара для последующей отправки потребителя	Отгрузка товара со склада в транспорт для последующей транспортировки
Товарная позиция «КлейМомент Монтаж МВ-50»	Проверяется на целостность и считается точное количество продукции (12 шт. в коробке, 80 коробок в паллете)	Компьютерная программа определяет место, куда необходимо выставить товар. С помощью названия, артикула и штрихового кода	По накладной собирается товар (коробки или штуки), отвозится на комплектовку. Отгружается в сектор хранения «S» перед отправкой	Из сектора хранения «S» товар загружают в транзитные фуры и отправляют потребителям

Рассмотрим представленную в табличном формате логистическую модель товарооборота. Прежде всего, необходимо учесть особенности размещения и хранения товаров на складе ООО «БСК «Логистикс». Обеспечивается доступ ко всем предметам, оставляется место для движения автопогрузчика и другой техники. Формируется удобная система поиска. И при этом пространство используется максимально эффективно. Продукция на складе не может лежать беспорядочно. Нужна единая система хранения [7, с. 131].

Система логистики складского помещения на изучаемом предприятии делится на 4 этапа:

1. Прибытие товара на склад «БСК «Логистикс». Доставленный груз разгружают, он хранится в соответствующем сектор отгрузки. Далее происходит проверка товара по документам (количество паллетов, коробок, ящиков, мешков), производится визуальный осмотр, фиксируются повреждения. Все полученные данные заносятся в электронную таблицу.

2. Распределение товара по стеллажам и ячейкам на складе «БСК «Логистикс». Ранее проверенный товар расставляют по стеллажам и ячейкам, соответствующим своему порядковому номеру.

3. Комплектовка товара для последующей отправки потребителя. На данном этапе происходит сбор товара по накладной – документу, в котором прописаны данные о единице товара (количество, артикул, штриховой код), которые нужно собрать. После сбора поддоны с товаром перемещают в сектор комплектовки, где специально обученный сотрудник

(комплектовщик) сверяет товар с накладной, комплектует в коробки и перемещает в сектор хранения «S». Этап сбора продукции плавно перетекает в отгрузку.

4. Отгрузка товара со склада в транспорт для последующей транспортировки. Следующим и конечным этапом является перемещение товара из сектора хранения «S» в транспортные транзитные фуры и оформление всех соответствующих документов.

Особенности логистики на ООО «БСК «Логистикс»

Определим основные особенности деления складского помещения на зоны. Рассмотрим зоны краткосрочного и длительного хранения. Обычно зоны краткосрочного хранения размещают рядом с местом комплектовки товара. Там хранят товар, пользующийся высоким спросом. Поэтому, чем больше спрос, тем выше товароборот конкретной товарной единицы.

Крупногабаритный и тяжелый груз всегда размещается на нижних полках (ячейках), это облегчает работу сборщикам товара и уменьшает время комплектовки тяжелой продукции, что в свою очередь, позитивно влияет на организацию. Для ценных предметов выделяют места под камерой видеонаблюдения, например - секцию с конфетами [6, с. 26].

Рассмотрим особенности установки стеллажей и полок (ячеек) на складе ООО «БСК «Логистикс». Стеллажи устанавливают на удобном расстоянии друг от друга, чтобы товары можно было легко и быстро собрать отвезти на комплектовку. На крупных складах зачастую устанавливают стеллажи с большими ячейками. Партия товарной продукции размещается целиком, прямо в упаковке (поддоне или ящике).

Отметим основную и главную особенность адресной системы хранения продукции на складе. Чтобы поиски товара занимали меньше времени, на складах применяются различные системы учета и хранения продукции. Опишем подробнее одну из них — адресную. При данной системе каждый стеллаж, полка, ячейка и зона помечается соответствующей буквой и цифрой. Рассмотрим такой пример на рис. 2.

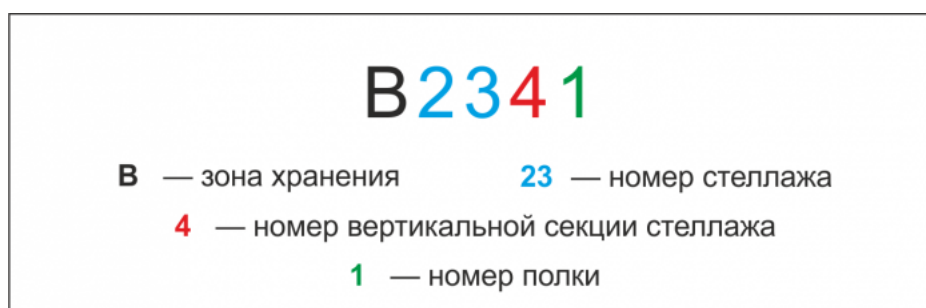


Рис. 2. Статическая адресная позиция «Клей Момент Монтаж МВ-50» с учетом применяемой на ООО «БСК «Логистикс» системы учета продукции

При распределении товара адрес соответствующей ячейки заносится в специальный электронный журнал и заполняют электронную адресную карточку местонахождения. Адресное хранение, применяемое на изучаемом предприятии, бывает двух типов:

1. Статическое. Каждая товарная единица продукции закреплена за определенным местом на стеллаже. Такая адресная модель значительно упрощает процесс выгрузки товара. Работники склада четко знают, куда что класть. Правда, если когда-нибудь товары не поместятся на полке, могут возникнуть трудности.

2. Динамическое. Товар выставляют в любое свободное место и заполняют электронную адресную карточку местонахождения. Вся информация хранится в электронной форме. Сразу видна вся нужная информация: востребованность продукции, объемы товарооборота

Схематическая модель размещённых стеллажей определяет очень важную роль при статическом адресном распределении. Модель, применяемая на предприятии, характеризуется как яркая, наглядная, и самое главное - информативная. В ней отображены все зоны, отсеки, стеллажи (рис. 3).

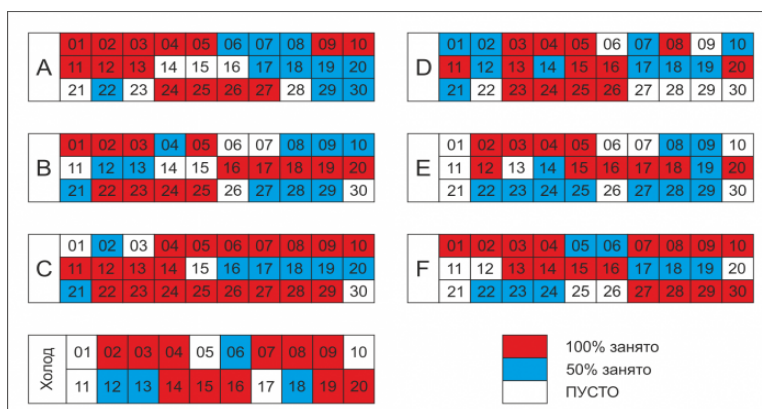


Рис. 3. Статическое адресное распределение товара на складе ООО «БСК «Логистикс» с закреплением товара за каждой ячейкой (Позиция «Клей Момент Монтаж МВ-50» ячейка А-14)

Стеллажи отмечены буквами алфавита (А, В, С, ... F, и т.д.), номера ячеек нумеруются (01, 02, ... 30 и т.д.), красным цветом обозначаются загруженные ячейки на 100 %, синим – на 50 %, а белым пустые, либо резервные.

При статическом типе хранения на плане указываются и названия товаров. Схематическую модель размещают на самое проходимое место, чтобы все сотрудники смогли сориентироваться в ней [2, с. 230].

Опишем особенности размещения продукции на стеллажах на складе ООО «Брянская складская компания «Логистикс». Предметы на стеллажных ячейках хранятся на поддонах в коробках или ящиках. Если погрузка осуществляется автоматически, то используются соответствующие поддоны. На верхние ячейки выставляют товарную продукцию, которая дольше всего хранится на складе. Товары, которые чаще всего фигурируют в накладных у сборщиков, размещают на уровне глаз. Товар выставляют так, чтобы была всегда видна маркировка товара (артикул и штриховой код). Это значительно сокращает процесс сбора товара сборщиками и комплектовщиками.

Чтобы повысить качество выполняемой работы сотрудников и организации, необходимо определить требования хранения на складе ООО «БСК «Логистикс». Необходимо контролировать параметры воздуха (температуру, влажность), обеспечить хорошую вентиляцию помещения, регулярно проводить уборку помещения, соблюдать нормы пожарной безопасности, не оставлять товары в проходах, держать погрузочную технику в специально отведенном месте, своевременно обслуживать и осматривать все механизмы, и не перегружать стеллажи [5, с. 184].

Экспериментальные исследования

Рассмотрим на конкретном примере, как обосновывается принятие логистических решений инструментарием задачи о назначении на примере ООО «БСК «Логистикс». Для решения задачи о назначениях на примере товара «Клей Момент Монтаж МВ-50» составим транспортную матрицу в таблице 2, общий вид которой представлен ниже.

Описывая каждую из ячеек транспортной матрицы, примем в обозначение следующие данные:

- n – количество товара «Клей Момент Монтаж МВ-50», m – количество места для

товара;

- $a_i=1$ – количество ресурса A_i ($i = \overline{1, n}$), например, единица товара «Клей Момент Монтаж МВ-50»;

- $b_j=1$ – позиция хранения B_j ($j = \overline{1, m}$), например, место для хранения товара на стеллажах товарной продукции;

- c_{ij} – характеристика качества выполнения работы размещения в позицию хранения B_j ресурса A_i . Например, сможем ли мы разместить товар на стеллажах или нет.

Таблица 2. Общий вид матрицы в задаче о назначениях

Ресурс «Клей Момент Монтаж МВ-50», A_i	Сектор хранения (стеллажи), B_j					Количество ресурсов
	B_1	B_2	...	...	B_m	
A_1	c_{11}	c_{12}	...	...	c_{1m}	1
A_2	c_{21}	c_{22}	...	...	c_{2m}	1
...
...
A_n	c_{n1}	c_{n2}	...	...	c_{nm}	1

Под искомыми параметрами будем понимать назначения товарной единицы в ячейку и целевая функция, ориентированная на максимум, т.е. на заполнение стеллажа товаром;

1. x_{ij} – факт назначения или не назначения ресурса A_i в позицию хранения B_j :

- если $x_{ij} = 0$, то ресурс не назначен в позицию хранения B_j ;

- если $x_{ij} = 1$, то ресурс назначен в позицию хранения B_j .

2. $L(x)$ – целевая функция, ориентированная на заполняемость полок товарной продукцией, например, «Клей Момент Монтаж МВ-50». Целевая функция направлена на максимум: $L(x) \rightarrow \max$.

На складе ООО «БСК «Логистикс» происходит заполнение ячеек в стеллажах, их необходимо заполнить товаром «Клей Момент Монтаж МВ-50». Размеры поддона с клеем: 2м*1,5м*1,7м. Размер стеллажа, м: 4м*2м*2м.

Ограничения связаны с емкостью зон в секторе хранения на складе ООО «БСК «Логистикс». Различают 4 типа зон хранения, они находятся на одном расстоянии друг от друга и имеют одинаковую вместимость. Зададим модель целевой функции (ЦФ) и заданных ограничений задачи о назначениях на складе ООО «БСК «Логистикс»:

$$L(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min ;$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \quad (i = \overline{1, n}), \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (j = \overline{1, m}), \\ x_{ij} = \begin{cases} 0, \\ 1, \end{cases} \quad (i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}). \end{cases} \quad (1)$$

Структура данной задачи позволяет применить так называемый "венгерский метод" ее решения. Так как, такие задачи обычно решаются в Excel симплекс-методом, в экспериментальной части статьи построим модель задачи о назначениях с применением замены ЦФ $L(x)$ на $L_1(x) = -L(x)$. Следует отметить, что в решении задачи произойдет изменение ЦФ $L_1(x) \rightarrow \min$, она поменяется на ЦФ $L(x) \rightarrow \max$. Имея ограничения и данные о размерах стеллажа и поддонов с клеем составим итоговую таблицу 3 распределения товара «Клей Момент Монтаж МВ-50» на складе ООО «БСК «Логистикс». Для решения задачи были использованы ресурсы Excel и опция «Поиск решения».

Таблица 3. Распределение товара «Клей Момент Монтаж МВ-50» на складе ООО «БСК «Логистикс»

Ресурс «Клей Момент Монтаж МВ-50», A_j	Сектор хранения (стеллажи), B_j					Количество ресурсов
	Полка №1	Полка №2	Полка №3	Полка №4	Полка №5	
Поддон с клеем №1	1	0	0	0	0	1
Поддон с клеем № 2	0	0	1	0	0	1
Поддон с клеем № 3	0	0	0	1	0	1
Поддон с клеем № 4	0	1	0	0	0	1
Поддон с клеем № 5	0	0	0	0	1	1
Количество полок	1	1	1	1	1	$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j$

После того, как данные были перенесены в Excel и были добавлены соответствующие ограничения, была использована опция «Поиск решения». С учетом соотношения размеров полок и поддонов была составлена схема размещения товара. Было получено, что товар «Клей Момент Монтаж МВ-50» на складе ООО «БСК «Логистикс», можно разместить не на всех полках, а только на тех, где отсутствует другой товар или есть свободное место. Например, полка №1 заполнялась полностью товаром с поддона №1, а полка №2 – с поддона №4. Таким образом, полученная схема размещения товара на складе может рассматриваться как основание для принятия соответствующих логистических решений.

Заключение

Важным звеном логистической цепочки для производственных предприятий, складских компаний и розничных сетей является склад распределения, эффективность функционирования которого существенно влияет на эффективность бизнеса в целом. Рассмотрены особенности логистической модели товародвижения, применяемой на складе ООО «БСК «Логистикс». Также на примере решения задачи о назначениях был рассмотрен этап распределения товара по ячейкам и найдем оптимальный вариант хранения товара «Клей Момент Монтаж МВ-50» на складе ООО «БСК «Логистикс». Предложенная схема распределения товара учитывает его первичное размещение на соответствующих поддонах, а потом – и его перемещение на полки хранения. Инструментарий задачи о назначениях позволил обеспечить эффективное размещение, что стало основанием для принятия логистического решения.

Список литературы:

1. Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений: учеб. для вузов / А.И. Орлов. — Москва: КНОРУС, 2017. — 568 с. — ISBN 978-5-406-04089-8.
2. Литвак, Б.Г. Экспертные оценки и принятие

References:

1. Orlov, A. I. Organizational and economic modeling: theory of decision-making: textbook. for universities / A. I. Orlov. - Moscow: KNORUS, 2017. - 568 p — - ISBN 978-5-406-04089-8.
2. Litvak, B. G. Expert assessments and decision-

- решений. / Б.Г. Литвак — Москва: Патент, 1996. — 271 с. — ISBN 5-7518-0010-9.
3. Гуськова, Е.А. Разработка организационно-экономических методов повышения эффективности деятельности промышленного предприятия на основе эконометрического подхода: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: автореферат на соискание ученой степени кандидата экономических наук. / Е.А. Гуськова; Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана — Москва, 2015. — 123 с.
4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. — Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : официальный сайт. — 1994. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/9009340> (дата обращения: 20.04.2021).
5. Орлов, А.И. Статистические методы прогнозирования / А.И. Орлов. // Малая российская энциклопедия прогнозистики/ — Москва: Институт экономических стратегий, 2017. — с.148-153. — ISBN 5-93618-125-1.
6. Аверченков, А.В., Моделирование социально-экономического развития Брянской области для информационной советующей системы. / А. В. Аверченков, Е. Э. Аверченкова, Д. И. Гончаров. — Брянск: Вестник БГТУ, 2017 №4(57). — с. 137-143.
7. Аверченкова, Е.Э., Автоматизированное принятие управленческих решений на основе моделей и алгоритмов информационной советующей системы. / Е. Э. Аверченкова, А. В. Аверченков. — Брянск: БГТУ, май-июнь 2016 №3 (95). — с. 31-39.
- making. / B. G. Litvak-Moscow: Patent, 1996 — - 271 p. - ISBN 5-7518-0010-9.
3. Guskova, E. A. Development of organizational and economic methods for improving the efficiency of an industrial enterprise on the basis of an econometric approach: specialty 08.00.05 "Economics and management of the national economy": abstract for the degree of Candidate of Economic Sciences / E. A. Guskova; Bauman Moscow State Technical University-Moscow, 2015. - 123 p.
4. Methodological recommendations for evaluating the effectiveness of investment projects and their selection for financing. - Text : electronic // Electronic fund of legal and normative-technical documents: official website. - 1994. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/9009340> (accessed: 20.04.2021).
5. Orlov, A. I. Statistical methods of forecasting / A. I. Orlov. // Small Russian Encyclopedia of Prognostics/ - Moscow: Institute of Economic Strategies, 2017. - p. 148-153 — - ISBN 5-93618-125-1.
6. Averchenkov, A.V., Modeling of the socio-economic development of the Bryansk region for the information advising system . / A.V. Averchenkov, E. E. Averchenkova, D. I. Goncharov. - Bryansk: Bulletin of BSTU, 2017 No. 4 (57). - p. 137-143.
7. Averchenkova, E. E., Automated management decision-making based on models and algorithms of the information advising system. / E. E. Averchenkova, A.V. Averchenkov. - Bryansk: Information Systems and Technologies of BSTU, May-June 2016 No. 3 (95). - pp. 31-39.

Статья поступила в редколлегию 29.04.2021.

Рецензент:

д-р. экон. наук, проф., Брянский государственный технический университет

Герасенкова Т.М.

Статья принята к публикации 14.05.2021.

Сведения об авторах:

Ковалев Владимир Владимирович

магистрант кафедры «Цифровая экономика»
ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»
Тел.: +7-996-448-68-79
E-mail: jonbarrimor@gmail.com

Аверченкова Елена Эдуардовна

кандидат технических наук, доцент кафедры
«Цифровая экономика» ФГБОУ ВО «Брянский
государственный технический университет»
ORCID 0000-0003-2098-6156
Тел.: +7-903-869-13-30
E-mail: lena_ki@inbox.ru

Аверченков Андрей Владимирович

доктор технических наук, доцент,
Заведующий кафедрой «Компьютерные технологии
и системы» ФГБОУ ВО «Брянский
государственный технический университет»
Тел.: +7 (4832) 58-83-62
E-mail: mahar@mail.ru

Information about authors:

Kovalev V.V.

Master's student of the Department "Digital
Economics" the Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education (FSBEI HE) "Bryansk
State Technical University"
E-mail: jonbarrimor@gmail.com

Averchenkova E.E.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of
the Department "Digital Economics" Federal State
Budgetary Educational Institution of Higher Education
(FSBEI HE) "Bryansk State Technical University"
Тел.: +7-903-869-13-30
E-mail: lena_ki@inbox.ru

Averchenkov A.V.

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department "Computer Technologies and
Systems" of the Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education (FSBEI HE) "Bryansk
State Technical University"
Тел.: +7 (4832) 58-83-62
E-mail: mahar@mail.ru