

обучающих, так и в тестовых наборах. Это позволяет сохранить соотношение классов и улучшает обобщающую способность модели.

Кроме того, были произведены визуальные улучшения. Размер точек рассеяния был увеличен для лучшей видимости, а также добавлены цвета границ точек, чтобы обозначить их более четко. Заголовки и подписи осей были улучшены с увеличением размера шрифта, что делает графики более читаемыми. Включение цветовой шкалы помогает пояснить, что представляют собой используемые цвета, улучшая понимание визуализируемых данных.

Сделанные улучшения включают несколько важных изменений, направленных на повышение стабильности и читаемости реализации классификации метода.

Метод ближайшего соседа – это мощный инструмент в арсенале методов машинного обучения. Его простота и универсальность делают его подходящим для разнообразных задач, однако важно помнить о его ограничениях. Правильный выбор параметров и предварительная обработка данных могут значительно повысить эффективность этого метода.

#### **Список использованных источников**

4. Shakhbanov.org: Подробное описание метода k ближайших соседей (k-NN), включая алгоритм обучения и примеры применения.

5. DeepMachineLearning.ru: Описание метода K ближайших соседей с акцентом на идею метода и его применение для классификации и регрессии.

6. Publications.hse.ru: Сравнительный анализ структур данных для приближенного поиска ближайшего соседа.

УДК 005.591.6

**Е.Е. Косенко**  
ЮФУ  
Таганрог, Россия

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧНОЙ СРЕДЫ**

*Аннотация. Исследование посвящено преодолению ограничений классических транспортных моделей в условиях современной сложной логистики.*

*Обоснована необходимость перехода к многоиндексным моделям. Предложена архитектура автоматизированной системы на основе модульного принципа, включающая базу знаний и инструменты интеллектуального анализа данных для генерации практических рекомендаций.*

**E.E. Kosenko**

SFedU

Taganrog, Russia

## **IMPROVING THE MECHANISMS OF MATERIAL FLOW DISTRIBUTION IN A DYNAMIC ENVIRONMENT**

***Abstract.** The research is devoted to overcoming the constraints of classical transportation models under the conditions of contemporary complex logistics systems. The work provides a rationale for the transition to multi-index models. An architecture for an automated system, based on a modular principle, is proposed. This system includes a knowledge base and data mining tools for the generation of practical recommendations.*

Проблема оптимизации перевозок однородных продуктов от точек производства к точкам потребления, известная как традиционная транспортная задача, составляет одну из фундаментальных основ в области исследования операций и математического моделирования логистических процессов. Ее главная цель состоит в таком планировании грузопотоков, при котором совокупные расходы на всю транспортировку достигают своего минимального значения.

Современные логистические и транспортные сети функционируют в обстановке, для которой характерны высокая структурная сложность, постоянная изменчивость и значительный уровень стохастичности. Эти обстоятельства создают серьезные препятствия для применения устаревших двухиндексных моделей, поскольку последние не способны адекватно отразить всю специфику и важные нюансы реальных процессов доставки и распределения материальных ценностей в условиях современной глобальной экономики. Проведенный анализ научной литературы и практических задач позволяет сделать обоснованный вывод о том, что стандартная модель транспортной задачи обладает ограниченной применимостью для описания полного спектра особенностей, присущих нынешним системам грузоперевозок. В частности, она оставляет без внимания такие существенные аспекты, как разнотипность перевозимых материалов и широкий парк используемых для этого транспортных средств. Помимо этого, модель не предусматривает возможности оптимизации логистической цепи за счет создания и размещения промежуточных хабов – распределительных центров, способных

существенно сократить итоговые операционные издержки. Также игнорируется влияние факторов неопределенности внешней среды, колебаний объемов спроса и общей экономической составляющей [1]. Учет перечисленных условий становится возможным при переходе к построению и анализу более сложных – многоиндексных моделей, предназначенных для планирования распределения ресурсов. Теоретическим основам и методам решения многомерных задач линейного программирования посвящен целый ряд научных работ. В этих трудах авторы детально исследуют фундаментальные свойства подобных задач, изучают подходы к снижению их размерности, а также проводят тщательный анализ вопросов, связанных с вырожденностью и совместностью систем накладываемых ограничений.

Сама структура многоиндексной постановки закономерно приводит к необходимости явного включения в модель фактора неопределенности, всегда присутствующего при оценке исходных параметров любой математической модели. Это, в свою очередь, порождает целый комплекс новых теоретических и прикладных проблем. Столь сложное представление начальных данных требует и адекватной, понятной для пользователя формы представления итоговых результатов. Следовательно, возникает острая необходимость в правильной интерпретации полученного решения и его грамотном объяснении для специалиста, использующего автоматизированную систему поддержки принятия управленческих решений.

Исходя из этого, представляется абсолютно необходимым включение в состав такой автоматизированной системы специального программного компонента – модуля интерпретации [2]. Его основной задачей должна быть трансформация численных результатов расчетов в набор конкретных практических рекомендаций и предписаний по организации всего комплекса транспортно-распределительных мероприятий. Одним из наиболее действенных и современным инструментов для реализации данной функции выступают технологии интеллектуального анализа данных. Методы, входящие в этот арсенал, были специально разработаны для обнаружения в больших массивах информации скрытых, неочевидных закономерностей, взаимосвязей и зависимостей. Их применение позволяет синтезировать обобщенную, дедуктивную информацию, которая и предоставляется конечному пользователю для принятия взвешенных и обоснованных управленческих решений. Дополнительно, для обеспечения совместимости с другими корпоративными системами, может быть разработан специальный конвертер, переводящий результаты работы

системы в форматы, используемые такими широко распространенными платформами, как «1С:Предприятие» или «Парус» [3].

Динамичная реальная рыночная среда требует постоянного оперативного учета большого числа быстро меняющихся параметров. К ним относятся, например, резкие изменения конъюнктуры рынка, непредсказуемые колебания цен на сырье и материалы, а также скачкообразные изменения потребительского спроса. Все это выдвигает на первый план задачу разработки высокоскоростных и эффективных вычислительных алгоритмов, способных оперативно решать актуальные распределительные задачи.

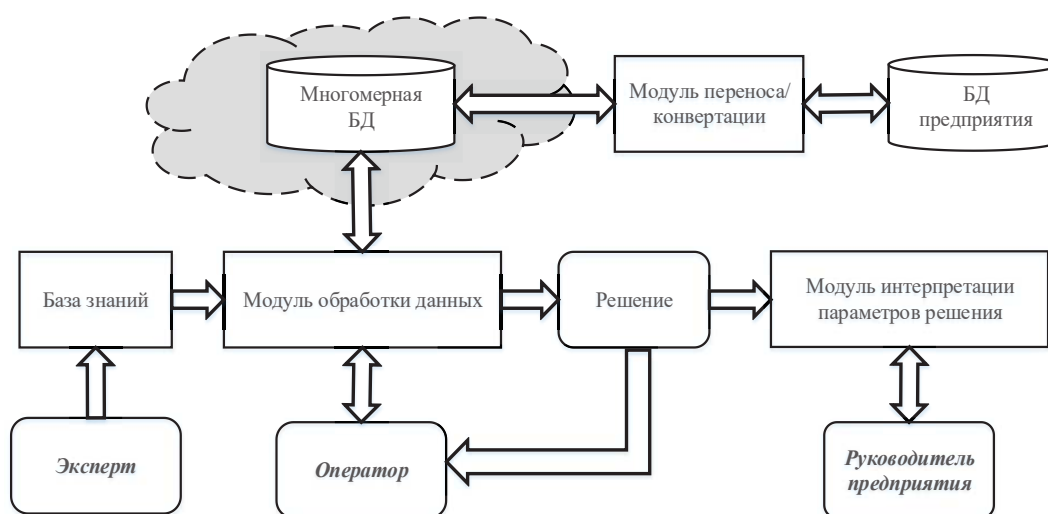
В данном контексте чрезвычайно перспективным выглядит применение технологий, позволяющих осуществлять глубокую аналитическую обработку данных в режиме, максимально приближенном к реальному времени. Речь идет, в частности, о технологиях OLAP (оперативной аналитической обработки), включая их различные реализации: многомерные системы (MOLAP), реляционные системы (ROLAP), а также гибридные подходы (HOLAP), сочетающие достоинства первых двух. При практической реализации указанных вычислительных алгоритмов крайне целесообразно задействовать современные технологии параллельных и распределенных вычислений.

Разрабатываемая математическая модель и комплекс методов, предназначенных для отыскания оптимального плана перевозок, должны изначально проектироваться с учетом работы в условиях высокой размерности задачи. Соответственно, и сами методы решения задач распределения ресурсов должны обладать способностью эффективно справляться с подобными сложными, многомерными случаями без потери точности и скорости.

Также представляется рациональным активное использование многомерных систем управления базами данных, развернутых на специализированных программно-аппаратных платформах, наряду с применением передовых технологий облачного хранения информации, обеспечивающих надежность, масштабируемость и безопасность данных.

В самом общем виде архитектура автоматизированной системы, предназначенной для решения задач распределения ресурсов, должна быть построена по модульному принципу, что обеспечивает ее гибкость, масштабируемость и простоту обслуживания (рис.1). Центральным, системообразующим элементом всей архитектуры является «Модуль обработки данных». На него возлагается основная вычислительная нагрузка, связанная с непосредственным решением

многоиндексной задачи распределения ресурсов. Процесс формирования и подготовки исходных данных, необходимых для работы этого модуля, обеспечивается за счет взаимодействия с многомерной базой данных. Наполнение этой базы данными может осуществляться двумя основными способами: путем их прямого ввода пользователями или путем автоматизированного переноса и последующего преобразования информации из существующих на предприятии баз данных. Для реализации второй возможности в системе должен присутствовать специализированный модуль, отвечающий за операции переноса и конвертации данных.



**Рис. 1 - Обобщенная структурная схема автоматизированной системы для решения задач распределения ресурсов**

Для размещения и функционирования самой многомерной базы данных в современных условиях наиболее эффективно привлекать облачные технологии, которые предлагают высокий уровень доступности и масштабируемости ресурсов. Функции, связанные с формированием логики работы всей системы, правил анализа и принципов интерпретации исходных параметров, должны быть возложены на специальную Базу знаний. Содержание этой базы формируется на основе формализованного опыта и знаний ведущих специалистов-экспертов в данной предметной области.

Результат, полученный после решения многоиндексной задачи, должен быть преобразован из чисто численного представления в форму, понятную и удобную для конечного пользователя системы – например, для руководителя или логиста предприятия. Эту важнейшую функцию выполняет «Модуль интерпретации параметров решения». Его работа заключается в установлении однозначного соответствия между численными значениями переменных в решении и

определенными лингвистическими конструкциями и терминами (такими как наименования конкретных поставщиков, потребителей, типов ресурсов и т.д.), которые используются в словесной, естественной постановке хозяйственной задачи.

Итогом работы всей системы становится формирование комплекса четких, обоснованных и предметных рекомендаций для лица, принимающего решения. Эти рекомендации предоставляют руководителю предприятия необходимую информационную поддержку для выбора оптимальной стратегии в области управления и распределения материальных ресурсов.

### **Список использованных источников**

1. Bozhenyuk A.V., Kosenko O.V. Method of solving multi-index distribution tasks with fuzzy parameters. Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine. Proceedings of the IV International research conference "Information technologies in Science, Management, Social sphere and Medicine" (ITSMSSM 2017). Shenzhen, 2017. С. 68-72.

2. Косенко Е.Е. Инновационные решения для управления вывозом ТБО: три модификации для оптимизации процессов. Информационные технологии, системный анализ и управление (ИТСАУ-2024). Сборник трудов XXII Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. В 2-х томах. Таганрог, 2024. С. 134-138.

3. Валеева Д. Х., Решетова Т. В., Пашковская О. В. Преимущества использования корпоративной информационной системы 1С: Предприятие на примере торговой организации // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-ispolzovaniya-korporativnoy-informatsionnoy-sistemy-1s-predpriyatie-na-primere-torgovoy-organizatsii> (дата обращения: 01.11.2025).