

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 004.8

ПОДХОД К РЕШЕНИЮ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МАРШРУТНО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ЦЕЛЕВОЙ ПОСТАВКИ И РЕСУРСНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Е.В. Акодит (Тверь)

В условиях стихийных бедствий возникает острая необходимость организации доставки грузов в агрессивную и динамично меняющуюся среду, что требует особого подхода к планированию и управлению логистикой. Основные трудности обусловлены отсутствием гарантий доставки грузов до конечного пункта, ограниченностью временных и материальных ресурсов, а также стохастическим характером факторов, влияющих на маршруты и распределение ресурсов.

Для эффективного решения важно объединить множество частных задач в единую стохастическую маршрутно-распределительную задачу целевой поставки с ресурсными ограничениями. Эта задача относится к классу NP-трудных, которая в общем случае решается методом полного перебора, что на практике невозможно из-за экспоненциального роста вычислительной сложности. Традиционные методы оптимизации не способны обеспечить требуемое качество решения за приемлемое время, а математическое сообщество в целом уделяет этой проблеме ограниченное внимание.

В докладе представлена формальная математическая постановка задачи и предложен комплексный подход, основанный на сочетании интеллектуальных и классических методов. Ключевая идея – построение интеллектуальной прогнозной модели, которая своевременно обрабатывает большие объёмы входных данных и генерирует множество вариантов маршрутов, ранжируя их по заданным критериям.

Проведен анализ существующих сегодня технологий искусственного интеллекта, на основе которого выбраны подходящие для решения задачи. Так, для определения состава и численности транспортных средств, назначенных для доставки заданного объема груза, предложена методика с использованием генетических алгоритмов. Разработана функция приспособленности, учитывающая объём грузов, количество обслуживаемых потребителей, потери транспорта в процессе доставки и выделенные финансовые ресурсы. Разработаны правила формирования первой особи и популяции, описаны правила инициализации популяции, операции скрещивания, мутации и отбора, что обеспечивает эффективный эволюционный поиск оптимальных решений. На конкретных примерах проанализированы условия задачи и ее вычислительная сложность.

Для проведения дискретно-событийного стохастического моделирования процесса доставки заданных объемов груза применён аппарат клеточных автоматов, позволяющий параллельно искать множество вариантов маршрутов, превосходя традиционные методы по скорости и адаптивности. Также применён агентный подход в сочетании с традиционными (неинтеллектуальными) средствами, где транспортные средства и элементы агрессивной среды представлены интеллектуальными агентами, чье поведение и взаимодействие регулируются специально разработанными правилами.

Внедрение технологий искусственного интеллекта в решение стохастической маршрутно-распределительной задачи с ресурсными ограничениями существенно повышает качество и надёжность доставки грузов в условиях неопределённости и экстремальных ситуаций. Такой подход обеспечивает адаптивность, гибкость и приближает решения к практическим требованиям эффективной логистики в агрессивных средах.

Литература

1. **Бобров К. А., Шульман В. Д., Власов К. П.** Анализ технологий распознавания текста из изображения // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. Т. 3, № 2 (66). С. 124-127.
2. **Комков А. А., Мазаев В. П., Рязанова С. В., Самочатов Д. Н., Кошкина Е. В.** Первое исследование медицинской информационной системы RUPATIENT по автоматическому распознаванию медицинской документации на основе «машинного обучения» // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021. Т. 20. № 8. С. 91-96.
3. **Ефимов И. А.** RPA. Автоматизация бизнес-процессов в IT-сфере // Вестник науки. 2023. № 6 (63). С. 116-123.
4. **Bokolo, A.** Simplifying seamless interoperability of digital systems in smart cities using APIs: a systematic literature review / A. Bokolo // Journal of Urban Technologies. Routledge, 2025. P. 1-34.
5. **Павлов А. К., Привалов А. Н.** Обзор методов автоматизации разработки документов в организации // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. Т. 6, № 3 (93). С. 196-199.
6. **Казакова Е. М.** Применение метода роя частиц в задачах оптимизации // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 5 (109). С. 48-57.
7. **Cuevas E., Rosas Caro J. C., Alejo Reyes A., González Ayala P., Rodriguez A.** The Simulated Annealing Method // Optimization in Industrial Engineering. Synthesis Lectures on Engineering, Science, and Technology. 2025. P. 153-158.
8. **Сазонова А. С., Ашеко А. С.** Применение муравьиного алгоритма для решения задач коммивояжера путём создания имитационной модели муравьиной колонии // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении: сборник научных статей Всероссийской конференции. Курск, 2023. С. 7-14.
9. **Thompson J.** Genetic Algorithms and Applications // Kulkarni A. J., Gandomi A. H. (eds). Handbook of Formal Optimization. Springer, Singapore, 2024. P. 981-1006.