

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ ANYLOGIC ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИТ-АУТСОРСИНГА

Парамейчук К.В., магистрант, Тихоокеанский государственный университет, e-mail: 2022104301@togudv.ru
Серебрякова Т.А., к.э.н., доцент, Тихоокеанский государственный университет, e-mail: 003035@pnu.edu.ru

В статье представлен метод имитационного моделирования транспортного предприятия ИТ-аутсорсинга с использованием среды Anylogic. Проведённый анализ показал, что при недостаточном количестве автомобилей в системе возникает высокий риск отказов в обслуживании. Результаты моделирования выявили зависимость вероятности отказов и времени простоя от числа транспортных средств. Для достижения баланса между доступностью машин и минимизацией их простоя необходимо учитывать интенсивность заявок и критичность отсутствия транспорта. Разработанный инструмент позволяет обоснованно определять оптимальное количество автомобилей для небольшой зоны обслуживания в пределах краевого центра, обеспечивая эффективное планирование ресурсов.

Ключевые слова: моделирование, аутсорсинг, ИТ, Anylogic, транспортные услуги, транспорт.

APPLICATION OF SIMULATION MODELING IN ANYLOGIC SOFTWARE ENVIRONMENT FOR OPTIMIZATION OF TRANSPORT SUPPORT FOR IT-OUTSOURCING

Parameichuk K., master's program student, Pacific National University, e-mail: 2022104301@togudv.ru
Serebryakova T., Ph.D., associate professor, Pacific National University, e-mail: 003035@pnu.edu.ru

The article presents a method for simulation modeling of an IT outsourcing transport enterprise using the AnyLogic environment. The analysis revealed that an insufficient number of vehicles in the system leads to a high risk of service failures, while an excess of vehicles results in significant idle time, reducing resource utilization efficiency. The simulation results demonstrated the dependency of failure probability and idle time on the number of available vehicles. To achieve a balance between vehicle availability and idle time minimization, it is necessary to consider the intensity of requests and the criticality of vehicle unavailability. The developed tool provides a substantiated approach to determining the optimal number of vehicles for a small service area within a regional center, ensuring effective resource planning.

Keywords: modeling, outsourcing, IT, Anylogic, transportation services, transportation.

Введение

При передаче ИТ-функций на аутсорсинг компании сталкиваются с рядом ключевых задач. Во-первых, важно определить, какие ИТ-услуги можно передать на внешнее управление без ущерба для основного бизнеса. Это может включать техническую поддержку, обслуживание серверов, разработку программного обеспечения и обеспечение кибербезопасности. Важным аспектом становится также четкое выполнение услуг без простоев и задержек, при котором возникает потребность в транспортном обеспечении деятельности. Статистика затрат в месяц на обслуживание одного автомобиля в собственности и на аутсорсинге показана на рисунке 1.

Оптимизация транспортных процессов на предприятиях ИТ-аутсорсинга, в свою очередь, позволяет снизить издержки на обслуживание транспортных средств, топливо и штат водителей. Даже крупные логистические холдинги используют аутсорсинг автомобилей как ключевое средство повышения производительности труда и снижения издержек на производстве, например, компания ВРК-1 полностью взяла на себя сервисное обслуживание всего парка вагонов ОАО РЖД [1], но при этом для перевозки запасных частей использует не железнодорожный транспорт, а автомобильный, который предоставлен аутсорсинговой компанией СКА [3]. Такое разделение позволяет обеспечивать максимально высокую скорость ремонта за счет поставки необходимых для обслуживания запчастей и ремонта.

Методы исследования

Аутсорсинговым компаниям требуется инструмент для оптимизации транспорта также, как и прочим предприятиям. В первую очередь требуется знать потребность в автотранспорте необходимого для перевозки сотрудников и оборудования для регламентных работ. Таким образом возникает потребность в имитационном моделировании транспортных процессов как основного метода данного исследования. Также в данном исследовании применяется компьютерный эксперимент.

В текущий момент времени пул программ для имитационного моделирования транспортного аутсорсинга невелик из-за невозможности лицензирования ПО из недружественных стран, однако, отечественные разработчики имеют большой опыт в создании подобных приложений. Приложения для имитационного моделирования представлены в таблице 1.

Выбор между различными системами взаимодействия происходит по стоимости внедрения, стоимости переобучения штата и стоимости обслуживания. Зачастую бесплатные решения требуют больших затрат на переобучения и сопровождение, что делает их менее привлекательными для внедрения. Также требуется возможность поиска специалистов для работы с приложениями моделирования и возможность моделировать прочие процессы без дополнительного ПО. В России для имитационного моделирования широкое распространение получила платформа AnyLogic. AnyLogic – это система

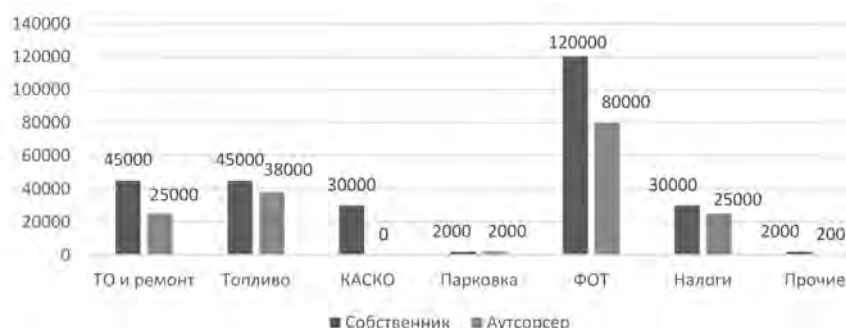


Рис. 1. Затраты на один автомобиль в месяц [2]

Таблица 1. Приложения для моделирования транспортной сети

№	Название	Преимущества	Недостатки
1	Business Studio [4]	поддерживает нотации BPMN и IDEF0	Отсутствие специализированных библиотек и невозможность их дописать, слабые диагностические инструменты
2	ELMA BPM [5]	ELMA позволяет интегрировать процессы с другими корпоративными системами и управлять ими в реальном времени.	Сложности с нотацией BPMN, недостаточная поддержка неисполнимых элементов
3	Anylogic [6]	Поддержка различных видов моделирования, документация на русском языке, интеграция Python.	Высокий порог вхождения для неспециалистов в области программирования
4	Python (SimPy) [7]	Универсальный язык разработки и программирования, широко распространен для разработки приложений машинного обучения и искусственного интеллекта	Несовместимость собственных библиотек, отсутствие документации на русском языке

Таблица 2. Параметры модели транспортного обеспечения аутсорсинга

Параметр	формат	значение
Офисы	список	соответствует офисам Банка ВТБ (9 штук)
Автомобили	натуральное число	от 1 до 5 штуки
Ёмкость автомобиля	натуральное число	2 человека помимо водителя
Запрос на ремонт	объект	текст
Запрос на возврат	объект	текст
Количество машин на базе	натуральное число	переменная

для моделирования и симуляции сложных систем, которая широко используется в различных отраслях, включая банковскую сферу. В контексте транспортных операций AnyLogic позволяет моделировать процессы управления рисками, оптимизировать логистику и планирование ресурсов, а также анализировать различные сценарии для принятия решений. Система поддерживает многометодные модели, объединяя дискретные, системные и агентные подходы, что делает ее особенно полезной для моделирования сложных бизнес-процессов. Кроме того, AnyLogic обеспечивает интеграцию с внешними системами и поддерживает визуализацию данных в реальном времени, что позволяет ИТ-компаниям эффективно управлять и контролировать свои операции.

Подпроцесс расчета потребности в автотранспорте в AnyLogic включает в себя получение данных о потребности в специалистах. Далее производится оценка текущего уровня доступного автотранспорта. На основе этих данных рассчитывается необходимое количество автотранспорта для обеспечения перевозки специалистов. Параметры модели приведены в таблице 2.

Затем моделируется логистика для доставки специалистов к месту работы или обслуживания оборудования, что представлено на рисунке 2. Следует отметить, что для выбора оптимального маршрута доставки специалистов применялся алгоритм Дейкстры [8].

При получении запроса на обслуживание или ремонт вызывает-ся машина, которая везет сотрудников в банковское отделение для обслуживания или ремонта.

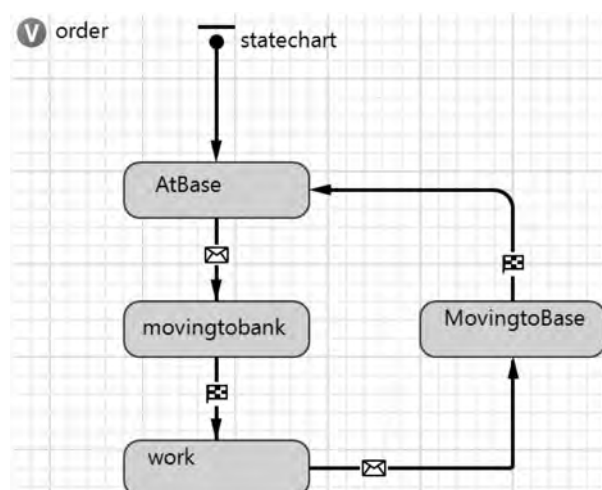


Рис. 2. Алгоритм работы автотранспорта для обеспечения ИТ-аутсорсинга

Итогом создания модели является построение схемы с офисами и моделирование движения транспорта по запросу на ремонт и об-

служивание, что показано на рисунке 3. Данная схема позволяет в режиме реального или ускоренного времени рассмотреть детально работу модели. Географическое расположение офисов оценивалось согласно их реальному местоположению, сезонные изменения интенсивности заявок не рассматривались.



Рис. 3. Моделирование обеспечением транспорта в Anylogic

Результаты исследования

Вероятность отсутствия автомобиля для выполнения заявки существенно снижается по мере увеличения количества автомобилей. При минимальном числе автомобилей (1-2) вероятность того, что на заявку не удастся выделить машину, остаётся достаточно высокой. Однако при увеличении числа автомобилей до 4 эта вероятность падает, что свидетельствует о повышении эффективности выполнения заявок при увеличении транспортных ресурсов. Это проиллюстрировано графиком результатов моделирования на рисунке 4.

Простой автомобилей демонстрирует обратную зависимость: при увеличении числа машин наблюдается рост доли времени простоя. Это связано с тем, что при избытке автомобилей часть из них не задействуется из-за отсутствия необходимости, что ведёт к увеличению времени, когда машины находятся в ожидании новых заявок. Наибольшие простои наблюдаются при максимальном количестве автомобилей (5), что говорит о неэффективном использовании ресурсов при их избытке. Таким образом для обслуживания с такого объема офисов и оборудования будет достаточно 2 автомобилей, что обеспечит низкую вероятность отсутствия транспорта (6%) для работы, но позволит сократить простой автомобилей до 20%, что позволит сэкономить фонд оплаты труда на избыточных водителях и затраты на техническое обслуживание. Таким образом, моделирование обеспечением транспорта в система Anylogic позволяет оценить вероятность простоев и выбрать оптимальное количество транспорта и принять решение о потребности в собственных или автомобилях по аутсорсингу.



Рис. 4. Результаты моделирования простоев и отсутствия транспорта для выполнения производственных задач

Заключение

Результаты проведённой симуляции показали зависимость вероятности невозможности выдачи автомобиля и времени простоя автомобилей от количества доступных транспортных средств в системе. Таким образом, для обеспечения баланса между доступностью машин и минимизацией простоя необходимо оптимально подбирать количество автомобилей в зависимости от интенсивности заявок и критичности отсутствия автомобилей. При небольшом количестве автомобилей наблюдается высокий риск отказов в обслуживании, тогда как при избытке автомобилей значительная их часть будет простаивать, что снижает эффективность ресурсного планирования. Таким образом, полученный программный инструмент позволяет дать мотивированное заключение о потребности транспорта.

Литература:

1. По пути аутсорсинга [Электронный ресурс] // РЖД-Партнер. URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/po-puti-aoutsorsinga/>
2. Курганов, В. М. Транспортный аутсорсинг крупных предприятий / В. М. Курганов, М. В. Грязнов // Логистика - евразийский мост:

материалы XIII Международной научно-практической конференции, Красноярск, 25–29 апреля 2018 года. Том Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2018. – С. 119-123. – EDN XYVRVB.

3. Официальный сайт ОАО «Первая ВРК» [Электронный ресурс]. URL: <http://1vrk.ru/>
4. Официальный сайт Business Studio [Электронный ресурс]. URL: <https://www.businessstudio.ru/>
5. Официальный сайт ELMA BPM [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elma-bpm.ru/>
6. Официальный сайт AnyLogic [Электронный ресурс]. URL: <https://www.anylogic.ru/>
7. Официальный сайт SymPy [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sympy.org/ru/>
8. Вострых А. В., Шуракова Д. Г., Анашечкин А.Д. Решение задачи выбора оптимального маршрута следования сил и средств подразделений МЧС России к месту возникновения происшествий с помощью алгоритма Дейкстры // Управления рисками в техносфере. 2024. С. 68.