

Научная статья / Research Article

УДК 656

DOI: 10.36718/2500-1825-2023-4-94-108

Екатерина Владимировна Ценина^{1✉}, Евгений Игоревич Гусаков²

^{1,2} Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

¹ cakie@yandex.ru

² Evgenii_g@outlook.com

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В статье рассматривается повышение эффективности организации грузоперевозок на основе внедрения автоматического планирования маршрутов на предприятии. Цель исследования заключается в оценке эффективности внедрения системы транспортного планирования на предприятии с помощью имитационного моделирования, которое позволяет симитировать отсутствующие данные для построения более точного прогноза работы информационной системы. Задачи исследования состояли в оценке эффекта от использования специализированного программного обеспечения, которое позволяет осуществлять перемаршрутизацию после получения заказов от розничных сетей в режиме реального времени. На примере конкретного предприятия рассмотрен алгоритм решения типовых для производственных предприятий проблем распределения продукции по фиксированным маршрутам. С помощью метода Монте-Карло смоделирован и рассчитан эффект внедрения специализированного программного обеспечения (ПО), позволяющего осуществлять перемаршрутизацию после получения заказов от розничных сетей в режиме реального времени. В ходе работы модели было совершено 100 итераций. Авторами статьи исследованы основные причины сложностей учета различных факторов при оценке эффективности внедрения информационных технологий на предприятии, в частности, трудности может создавать отсутствие данных. Основываясь на информации о финансовых издержках на реализацию проекта и потенциальных данных о денежных потоках с учетом сокращений убытков после внедрения ПО, полученных с помощью моделирования, был рассчитан NPV проекта. Результатом моделирования стало годовое значение прибыли/убытка в абсолютном выражении и доля маршрутов, оказавшихся убыточными. Использование имитационного моделирования наглядно демонстрирует превосходство каждого из сценариев внедрения ПО над текущей схемой организации грузоперевозок компании с финансовой точки зрения, делает прогноз поступления денежных средств более точным.

Ключевые слова: управление цепями поставок, транспортная логистика, эффективность, информационные системы в логистике

Для цитирования: Ценина Е.В., Гусаков Е.И. Оценка эффективности внедрения системы транспортного планирования на предприятии с применением имитационного моделирования // Социально-экономический и гуманитарный журнал. 2023. № 4. С. 94–108. DOI: 10.36718/2500-1825-2023-4-94-108.

Ekaterina Vladimirovna Tsenina^{1✉}, Evgeniy Igorevich Gusakov²

^{1,2} Russian Economic University named after. G.V. Plekhanov, Moscow, Russia

¹ cakie@yandex.ru

² Evgenii_g@outlook.com

EFFICIENCY ASSESSMENT OF TRANSPORT PLANNING SYSTEM IMPLEMENTATION AT AN ENTERPRISE USING SIMULATION MODELING

The paper discusses how to improve the efficiency of organizing cargo transportation based on the introduction of automatic route planning at the enterprise. The purpose of the study is to evaluate the effectiveness of implementing a transport planning system at an enterprise using simulation modeling, which makes it possible to simulate missing data to build a more accurate forecast of the operation of the information system. The objectives of the study were to evaluate the effect of using specialized software that allows rerouting after receiving orders from retail chains in real time. Using the example of a specific enterprise, an algorithm for solving typical problems of distribution of products along fixed routes for manufacturing enterprises is considered. Using the Monte Carlo method, the effect of introducing specialized software that allows rerouting after receiving orders from retail chains in real time was modeled and calculated. During the operation of the model, 100 iterations were completed. The authors of the paper examined the main reasons for the difficulties of taking into account various factors when assessing the effectiveness of the implementation of information technologies at an enterprise; in particular, difficulties can be created by the lack of data. Based on information about the financial costs of implementing the project and potential data on cash flows, taking into account the reduction in losses after implementing the software, obtained using modeling, the NPV of the project was calculated. The result of the modeling was the annual profit/loss in absolute terms and the share of routes that turned out to be unprofitable. The use of simulation modeling clearly demonstrates the superiority of each software implementation scenario over the company's current cargo transportation organization from a financial point of view, making the cash flow forecast more accurate.

Keywords: supply chain management, transport logistics, efficiency, information systems in logistics

For citation: Tsenina E.V., Gusakov E.I. Efficiency assessment of transport planning system implementation at an enterprise using simulation modeling // Socio-economic and humanitarian journal. 2023. № 4. S. 94–108. DOI: 10.36718/2500-1825-2023-4-94-108.



Введение. В текущих условиях, характеризующихся непрерывно изменяющейся внешней средой, цифровизация является общемировым трендом, способствующим предотвращению и минимизации влияния рисков событий и неопределенностей, а также повышению эффективности привычных методов выполнения тех или иных видов деятельности в различных сферах жизни и производства.

Транспортная логистика играет значимую роль в общем уровне эффек-

тивности деятельности организаций, оптимизация транспортных бизнес-процессов позволяет компаниям значительно сокращать издержки и повышать конкурентоспособность своего товара, вследствие чего транспортная логистика является одной из наиболее привлекательных функциональных областей логистики для внедрения специализированных информационных логистических систем.

Специализированное программное обеспечение, например, система монито-

ринга и управления автотранспортом или система построения и контроля маршрутов в режиме реального времени, значительно повышает эффективность традиционных бизнес-процессов организации грузоперевозок путем автоматизации, сокращения значительной доли ручного труда, повышения прозрачности процессов и, разумеется, значительно сокращает финансовые издержки. Компьютерные технологии в целом и логистические информационные системы, в частности, на текущий момент находятся на пике своего развития, постоянно совершенствуются в плане новых способов сокращения ручного труда. Более того, важно отметить, что программы, доступные на рынке, достигли высочайшей дифференциации, что позволяет каждой компании подобрать для себя наиболее подходящий продукт, который будет соответствовать требованиям и ресурсам компании. Более того, каждая информационная система сегодня может быть уникально настроена под любые специфические требования заказчика, что позволяет значительно улучшить производительность и эффективность деятельности компании за счет автоматизации ряда процессов.

Управлять транспортной логистикой можно по-разному, но представить эффективное управление логистики без автоматизации уже практически невозможно [1]. Термин «Логистика 4.0» относится к цифровизации логистических процессов и включает в себя новые инновации, такие как информационные технологии. Эти инновации включают автоматизированные складские системы, управление грузоперевозками, автоматизированные логистические процессы, использование алгоритмов и искусственного интеллекта для автоматизации всех логистических процессов [2]. Управление операцией опирается на актуальную информацию в режиме реального времени при планировании и реализации логистических решений [3]. Более двух третей текущих расходов в цепи поставок приходится на цены на энергоносители и транспорт, в то время как только треть

приходится на стоимость рабочей силы. С помощью новых технологий цепь поставок в будущем позволит сэкономить денежные средства для использования рабочей силы и транспорта [4].

Внедрение новейших информационных технологий сопровождается значительным объемом инвестиций, что, в свою очередь, предполагает оценку их эффективности [5]. Но оценка эффективности внедрения информационных технологий на предприятии может быть сложной задачей. Это происходит по нескольким причинам: 1. *Сложность измерения результатов.* Некоторые показатели эффективности, например, улучшение качества обслуживания клиентов, могут быть сложными для измерения в численном выражении. 2. *Отсутствие данных.* Для проведения оценки необходимы данные о характеристиках производственных процессов и экономических показателях, однако в некоторых случаях они могут отсутствовать или быть недоступными. 3. *Адаптивность к новым условиям.* Поскольку внедрение информационных технологий на предприятии может привести к изменениям в производственных процессах, возможно, потребуется некоторое время, чтобы оценить эффективность новой системы. 4. *Необходимость учета факторов, не связанных с технологией.* Для оценки эффективности внедрения информационных технологий важно учитывать не только технологические факторы, но и другие, такие как организационные и культурные. 5. *Невозможность учесть все факторы.* В организации много компонентов и факторов, и учесть все при подсчете эффективности сложно, возможно, более важные факторы будут опущены.

Методы оценки эффективности становятся все более сложными из-за того, что показатели, которые ранее казались наиболее важными, могут постепенно устареть, и показатели, которые ранее были недооценены, становятся основными [6]. В настоящее время необходимо пересмотреть разработанные стратегии из-за существующих тенденций в оценке

эффективности информационных систем [7]. Исследователи отмечают влияние внедрения технологий в управлении цепями поставок в виде существенной экономии средств за счет содействия своевременной и более быстрой передачи сырья и материалов в нужном количестве, а также в виде увеличения возможностей реализации экономики замкнутого цикла [4, 8]. Делаются попытки проанализировать особенности применения отдельных технологий, например RFID-IoT (Интернет вещей), для повышения эффективности системы управления, максимизации производительности, минимизации за-

трат, экономии времени [9, 10], применения IoT и блокчейна для достижения некоторых ЦУР (№ 2 и № 3) [8].

Поскольку внедрение информационных технологий на предприятии можно рассматривать как инвестиционный проект, наиболее распространенным методом оценки эффективности внедрения информационных технологий являются традиционные методы оценки инвестиционной эффективности. Основные методики оценки эффективности информационных технологий представлены на рисунке 1.

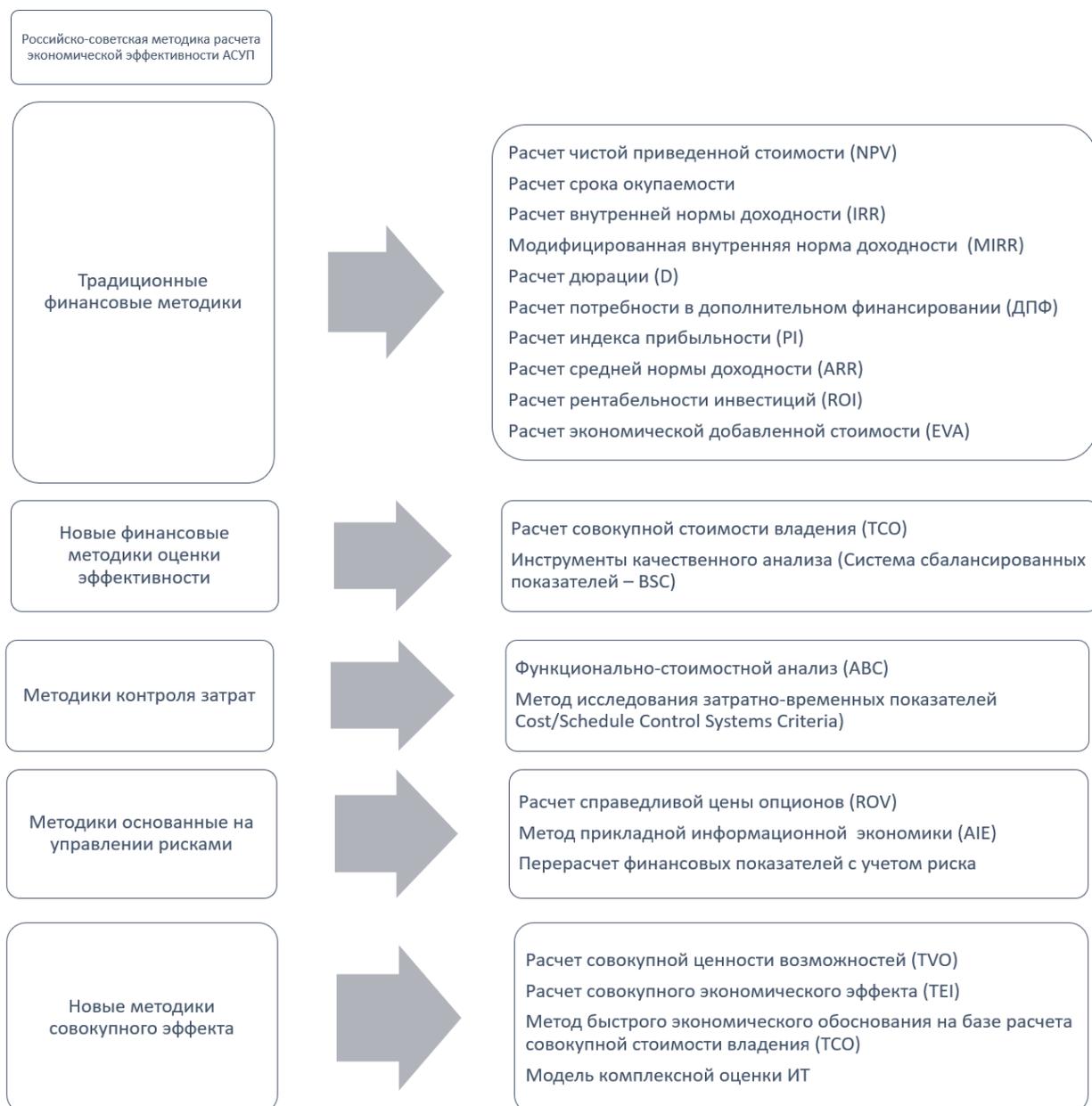


Рис. 1. Методики оценки эффективности информационных технологий [11, 5, 12, 7]

Тем не менее можно лишь приблизительно оценить общий доход, опираясь на опыт внедрения информационной системы. Прежде всего, это связано с тем, что экономический эффект на этапе принятия решения о внедрении и даже на этапе внедрения информационных технологий почти невозможно оценить в денежном выражении [7]. К сожалению, расходы предприятия всегда очевидны (и, как правило, значительны), а доходы сомнительны, таким образом, проект должен иметь технико-экономическое обоснование [11].

Цель исследования. Определение экономической эффективности внедрения системы транспортного планирования на предприятии с помощью имитационного моделирования, которое позволяет симулировать отсутствующие данные для построения более точного прогноза работы информационной системы.

Задача исследования. Оценка эффекта от использования специализированного программного обеспечения (ПО), которое позволяет осуществлять перемаршрутизацию после получения заказов от розничных сетей в режиме реального времени.

Метод исследования. Оценка эффективности ПО проведена с помощью метода Монте-Карло, который позволил смоделировать работу новой системы в условиях реального распределительного процесса и оценить ее влияние на прибыль/убыток предприятия.

Результаты исследования и их обсуждение. Рассмотрим проблему оценки эффективности внедрения специализированного программного обеспечения на примере конкретного производственного предприятия, не обладающего своими собственными транспортными средствами. Ключевая проблема организации грузоперевозок анализируемого предприятия заключается в невозможности гибкой перемаршрутизации в режиме реального времени из-за отсутствия необходимых инструментов и большого количества адресов доставки, вследствие чего предприятие зачастую

недополучает прибыль из-за превышения фактической стоимости доставки нормативной, то есть заложенной в отпускную цену товара.

Итак, доставка со склада готовой продукции производственного предприятия до каждой торговой точки розничной сети осуществляется по фиксированным маршрутам с использованием множества транспортных средств аутсорсинговых компаний. Под фиксированным маршрутом мы понимаем закрепленную договором между производственным предприятием и аутсорсинговой компанией совокупность торговых точек партнерских розничных сетей, находящихся территориально недалеко друг от друга, куда осуществляется ежедневная доставка продукции средствами аутсорсинговой компании. Перечень торговых точек, транспортное средство и водитель, а также порядок доставки в торговые точки по маршруту, не изменяются ни одной из сторон до пересмотра договора. Каждому транспортному средству выдается путевой лист, содержащий список точек розничных сетей, куда следует доставить заказ. Теоретически фиксированный маршрут – это крайне удобный способ организации грузоперевозки для предприятия, отгружающего товар определенным контрагентам с определенной частотой.

На практике вследствие колебаний спроса и отсутствия заказов от некоторых торговых точек, закрепленных на маршруте, фиксированный маршрут становится убыточным для производственного предприятия, поскольку изначальная цена маршрута рассчитывалась, например, на 15 точек на маршруте, а по факту сделали заказ лишь 10 из них. При этом транспортное средство аутсорсинговой компании все равно осуществит доставку, а посредник выставит фиксированный счет за грузоперевозку, но производственное предприятие столкнется с ситуацией, при которой совокупная цена заказа продукции розничными сетями ниже стоимости доставки товара. Таким образом, производственное предприятие страдает из-за невозможности пересмот-

реть состав торговых точек на фиксированном маршруте и, соответственно, провести перемаршрутизацию после получения заказов от розничных сетей в режиме реального времени.

Для решения данной проблемы необходимо использовать специализированное программное обеспечение для автоматического построения и контроля маршрутов. Логистическая информационная система без участия оператора способна выполнить ряд операций: сформировать ТТН и ТН, путевые листы; разослать и распечатать реестры на доставку; провести анализ рентабельности маршрутов, провести перемаршрутизацию транспортного средства; обновить информацию в карточках транспортного средства об их маршруте в 1С. Подобный прирост автоматизации, помимо финансовой выгоды, делает процесс организации грузоперевозок производственного предприятия более быстрым, понятным и прозрачным.

Полная стоимость проекта внедрения специализированного программного обеспечения с учетом дальнейшего развития системы и с учетом дополнительных финансовых средств на непредвиденные расходы составляет 4 710 071 руб. (средняя стоимость внедрения таких программ на основании коммерческих предложений производителей) [13].

Рассмотрим принцип экономии финансовых средств компании при использовании подобной программы сначала детально в рамках одного маршрута, а затем составим полноценную финансовую модель, включающую в себя все маршруты организации, на основе которой рассчитаем финансовую эффективность и сроки окупаемости проекта.

Производственное предприятие закладывает в отпускную цену продукции стоимость транспортировки груза, рассчитывая среднее количество продукции в штуках и среднюю стоимостную величину заказа одной торговой точки, и приходит к заключению, что при стоимости логистики ниже или равной 441 руб. компания получит прибыль от своей деятельности. Соответственно, ес-

ли цена доставки выше нормативного показателя, то компания лишится доли прибыли.

Возьмем для примера один из фиксированных маршрутов: его стоимость равна 8 500 руб, на маршруте закреплено 20 торговых точек розничных сетей. Таким образом, плановая стоимость доставки на одну торговую точку 8 500 руб/ 20 торговых точек = 425 руб.

Однако в среднем данный маршрут осуществляет доставку лишь в 18 торговых точек ежедневно. Но, несмотря на это, производственное предприятие все равно заплатит фиксированную стоимость 8 500 руб. сторонней аутсорсинговой транспортной компании за осуществление транспортировки продукции. Следовательно, фактическая стоимость доставки на 1 торговую точку составит 8 500 руб / 18 торговых точек = 472 руб., что уже является выше нормативной стоимости доставки, то есть считается, что при цене 472,22 руб компания понесет убыток, равный 472,22 руб. – 441 руб. = 31,22 руб. за 1 точку и 31,22 руб. x 18 торговых точек = 562 руб., соответственно, за весь маршрут, поскольку товар был доставлен лишь в 18, а не в 20 точек.

Предприятие изначально планировало получение прибыли в размере (441 руб. – 425 руб.) x 20 торговых точек = 320 руб. за осуществление доставки заказов в торговые точки, закрепленные за маршрутом, но фактически ежедневно теряет 562 руб., таким образом, компания недополучает 320 руб. (недополученная прибыль) + 562 руб. (убыток) = 882 руб. из-за невозможности произвести перемаршрутизацию, добавив 2 дополнительные точки в данный маршрут.

Смоделируем, сколько производственное предприятие теряет денежных средств ежегодно и сколько потенциально можно было бы сохранить при внедрении предлагаемого специализированного ПО, если на текущий момент оно имеет 146 фиксированных маршрутов. Далее необходимо:

- консолидировать данные о фиксированной стоимости каждого из этих 146

маршрутов и количестве торговых точек, закрепленных за ними;

- рассчитать, насколько фактическое количество адресов доставки каждого маршрута способно отличаться от запланированного, то есть вычислить размах между максимальным и минимальным количеством точек на каждом маршруте;

- провести моделирование методом Монте-Карло потенциальных убытков производственного предприятия на текущий момент в сравнении с тремя сценариями внедрения специализированного ПО.

Рассмотрим варианты более детально. На маршруте X (один из 146 маршрутов) в среднем осуществляется доставка в 17 из 20 точек. При внедрении логистической программы по автоматическому построению маршрутов, соглас-

но сценарию № 1, фактическое количество доставок увеличится на 1 ед. и составит 18/20, при осуществлении сценария № 2 – 19/20, а в случае идеального сценария № 3 фактическое количество доставок будет совпадать с планируемым, то есть 20 из 20.

Несмотря на, казалось бы, небольшие изменения в сценариях № 1 и № 2 перед текущей ситуацией, подобное сокращение разницы между плановым и фактическим количеством адресов доставки на маршрутах может способствовать колоссальному снижению логистических издержек компании, что будет продемонстрировано в дальнейшем. Рассмотрим более детально существующие виды фиксированных маршрутов производственного предприятия с разбивкой по стоимости в таблице 1.

Таблица 1

Виды фиксированных маршрутов

Цена маршрута, руб.	Кол-во торговых точек	Стоимость доставки на 1 торговую точку, руб.	Разброс			
			Текущая ситуация	Сценарий № 1	Сценарий № 2	Сценарий № 3
5500	13	423,08	(9;13)	(10;13)	(11;13)	(13;13)
6500	15	433,33	(11;15)	(12;15)	(13;15)	(15;15)
8500	20	425,00	(15;20)	(16;20)	(17;20)	(20;20)
10500	24	437,50	(18;24)	(19;24)	(20;24)	(24;24)

Итак, как видно из таблицы 1, предприятие работает с 4 видами маршрутов, имеющих разную стоимость, и, соответственно, разное количество закрепленных за ними торговых точек. Стоит отметить, что каждый из них является потенциально прибыльным, поскольку плановая стоимость доставки до 1 торговой точки ниже нормативного значения.

В таблице 1 указан разброс между минимальным и максимальным фактическим количеством торговых точек на маршруте. Разброс для сценария «текущая ситуация» рассчитан, согласно данным учетной системы, за период с 01.01.2022 по 31.12.2022; принцип расчета разброса для сценариев № 1, 2, 3 был описан выше.

Далее необходимо смоделировать прибыль/убыток предприятия; модель основана на генерации величин разброса фактического количества точек на маршруте в диапазонах, представленных в таблице 1 случайным образом. В моделировании участвуют все 146 маршрутов, каждый из которых имеет действительное значение цены, плавного количества закрепленных торговых точек и нормативную величину стоимости доставки на 1 торговую точку.

Рассмотрим алгоритм моделирования: в первую очередь случайным образом генерируется фактическое значение количества торговых точек на маршруте, данное значение может лежать в промежутках, указанных ранее в таблице 1.

Данное значение присваивается для текущей ситуации и трех сценариев внедрения программы по принципу, описанному ранее.

На втором этапе моделирования рассчитывается фактическая стоимость доставки на одну торговую точку на маршруте. Исходное значение стоимости маршрута делится на сформированное значение фактического количества торговых точек на первом этапе, в которые осуществляется доставка.

Далее из нормативного показателя стоимости доставки вычитается полученная на предыдущем этапе фактическая стоимость доставки. Результат умножается на значение фактического количества торговых точек на маршруте, которое было рассчитано на первом этапе, а затем последовательно умножается на 30 и 12, чтобы перевести расчет за месяц и год соответственно. Результатом моделирования является годовое значение прибыли/убытка в абсолютном выражении и доля маршрутов, оказавшихся убыточными, которое приносит тот или иной маршрут.

Рассматривая идеальный сценарий внедрения ПО, согласно которому фактическое количество торговых точек на маршруте всегда будет соответствовать плановому, предприятие выйдет в прибыль на 10,3 млн руб. только за счет организации логистики, поскольку доля

убыточных маршрутов будет равна нулю, и каждый из маршрутов будет либо равен нормативному значению, либо приносить прибыль. Разница между потерями при текущей ситуации и прибылью в сценарии № 3 составляет более 58 млн руб. в год.

По результатам моделирования сокращения логистических издержек производственного предприятия при внедрении специализированного ПО можно уверенно констатировать факт, что даже при удовлетворительном сценарии внедрения (сценарий № 1) организация получит положительный финансовый эффект. Разумеется, на начальных этапах внедрения, когда сотрудники компании не слишком квалифицированы в работе с подобным ПО, а процесс отладки программы под специфику работы предприятия не закончен, есть неточности в схеме интеграции учетной системы и нового ПО. Достигнуть идеального сценария внедрения невозможно, однако при длительном использовании и внесении доработок компания будет способна достичь ситуации, когда не будет нести убытки за счет организации логистики.

В ходе работы модели, описанной ранее, было совершено 100 итераций, среднее значение которых в разрезе описанных ранее сценариев приведено на рисунке 2.

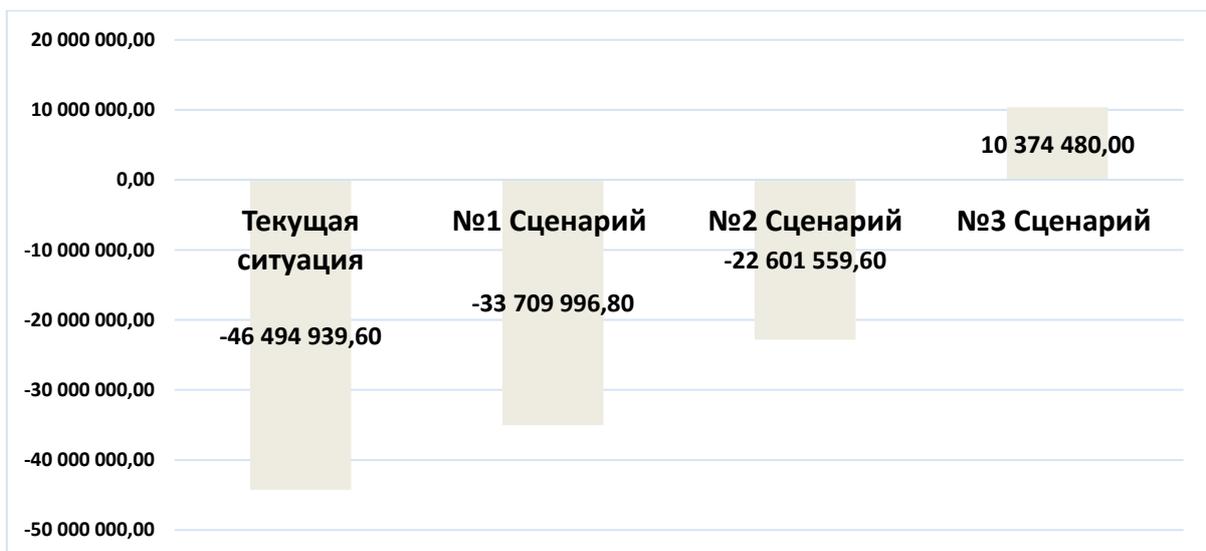


Рис. 2. Сравнение логистических издержек производственного предприятия до и после внедрения ПО

Рисунок 2 наглядно демонстрирует разницу в убытках, которую несет предприятие с использованием фиксированных маршрутов (текущая ситуация) и возможными вариантами (сценариями) со-

кращения издержек от организации транспортировки продукции в случае внедрения специализированного ПО. Результаты итераций показаны на рисунке 3.

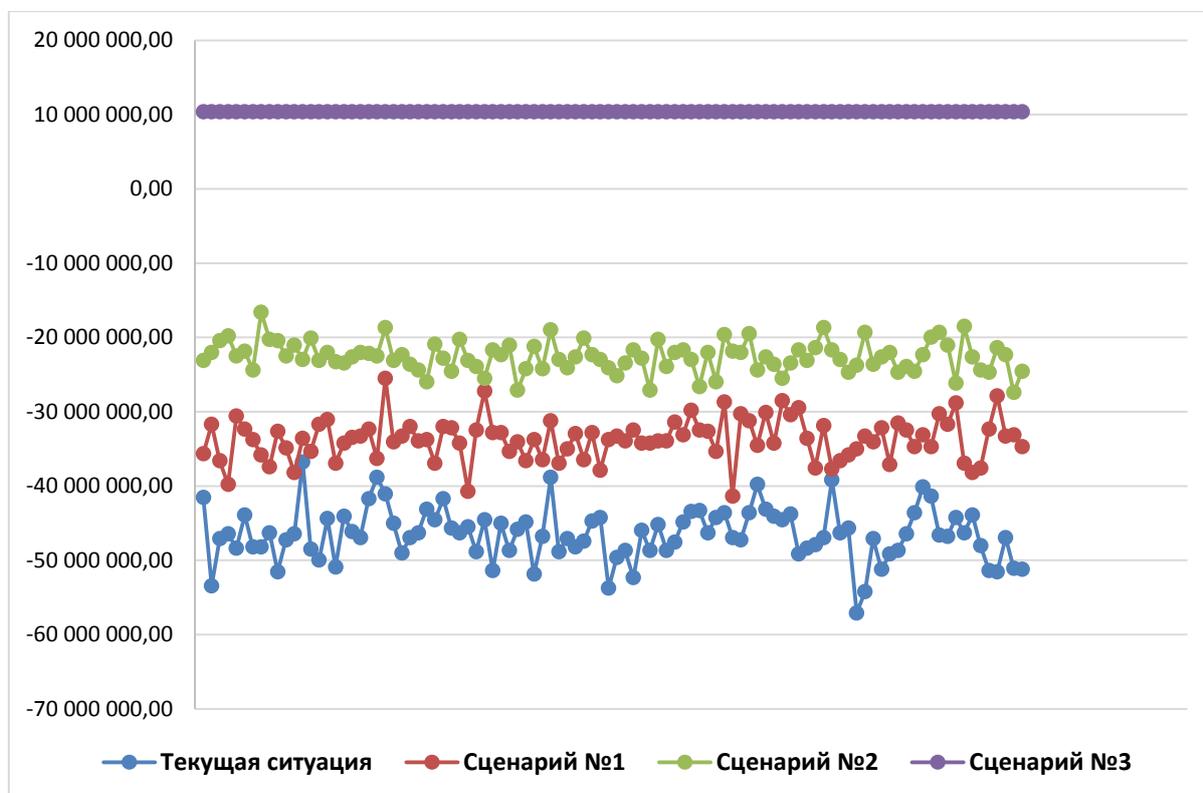


Рис. 3. Консолидация результатов итераций модели

Рисунок 3 аккумулирует каждый независимый результат работы модели на общем графике, демонстрируя превосходство каждого из сценариев внедрения ПО в сравнении с текущей схемой организации грузоперевозок компании с финансовой точки зрения.

Для последующих расчетов финансовой эффективности осуществления инвестиционного проекта по внедрению логистической программы автоматического построения и контроля маршрутов на предприятии будут использованы данные о затратах из таблицы 2 и данные о размерах поступающих денежных потоков, необходимые для расчета NPV проекта, размещенные в таблице 4. Значения поступающих денежных потоков

будут равны стоимостной величине снижения издержек предприятия при внедрении программного обеспечения (табл. 3). Ранее на рисунке 2 были продемонстрированы средние значения финансовых потерь предприятия от организации грузоперевозок, денежные потоки в данном случае рассчитываются как сумма издержек при текущей схеме организации транспортировки минус величина при сценариях № 1, 2, 3. Реальная прибыль предприятия от продаж продукции не будет учитываться в значении денежных потоков, так как проект по внедрению ПО для автоматизации процесса маршрутизации не влияет на продажи компании напрямую.

Таблица 2

Стоимость внедрения ПО

Статья затрат	Стоимость, руб.
Приобретение ПО	2 570 000,00
Внедрение системы	350 000,00
Приобретение вспомогательного ПО	11 000,00
Инфраструктура предприятия (серверы)	27 600,00
Персонал (найм)	1 249 920,00
Персонал (обучение)	15 000,00
Поддержка системы	17 500,00
Дальнейшее развитие системы	257 000,00
Непредвиденные расходы	212 521,00
Первоначальные инвестиции	3 147 521,00
Ежегодные расходы	1 563 020,00

Таблица 3

Снижение издержек предприятия в срезе 3 сценариев внедрения ПО, руб.

Показатель	Среднее значение	Среднее по модулю	Снижение издержек
Текущая ситуация	-46 494 939,60	46 494 939,60	0
Сценарий № 1	-33 709 996,80	33 709 996,80	12 784 942,80
Сценарий № 2	-22 601 559,60	22 601 559,60	23 893 380,00
Сценарий № 3	10 374 480,00	10 374 480,00	56 869 419,60

Таблица 4

Поступающие денежные потоки в срезе 3 сценариев внедрения ПО, руб.

Показатель	Денежный поток	Денежный поток (ежегодные расходы)
Сценарий № 1	12 784 942,80	11 221 922,80
Сценарий № 2	23 893 380,00	22 330 360,00
Сценарий № 3	56 869 419,60	55 306 399,60

Таблица 5

Финансовые результаты проекта по внедрению специализированного ПО

Ситуация	Расчет NPV	Значение NPV, руб.
Сценарий № 1	$\left(\frac{11\,221\,922,8 - 1\,563\,020}{(1 + 0,075)} \right) + \left(\frac{11\,221\,922,8 - 1\,563\,020}{(1 + 0,075)^2} \right) + \left(\frac{11\,221\,922,8 - 1\,563\,020}{(1 + 0,075)^3} \right) - 3\,147\,521$	26 035 378,09
Сценарий № 2	$\left(\frac{22\,330\,360 - 1\,563\,020}{(1 + 0,075)} \right) + \left(\frac{22\,330\,360 - 1\,563\,020}{(1 + 0,075)^2} \right) + \left(\frac{22\,330\,360 - 1\,563\,020}{(1 + 0,075)^3} \right) - 3\,147\,521$	54 923 154,96
Сценарий № 3	$\left(\frac{55\,306\,399,6 - 1\,563\,020}{(1 + 0,075)} \right) + \left(\frac{55\,306\,399,6 - 1\,563\,020}{(1 + 0,075)^2} \right) + \left(\frac{55\,306\,399,6 - 1\,563\,020}{(1 + 0,075)^3} \right) - 3\,147\,521$	140 678 194,74
Ситуация	Расчет PI	Значение PI
Сценарий № 1	$\frac{\left(\frac{11\,221\,922,8}{(1 + 0,075)} \right) + \left(\frac{11\,221\,922,8}{(1 + 0,075)^2} \right) + \left(\frac{11\,221\,922,8}{(1 + 0,075)^3} \right)}{3\,147\,521}$	9,27
Сценарий № 2	$\frac{\left(\frac{22\,330\,360}{(1 + 0,075)} \right) + \left(\frac{22\,330\,360}{(1 + 0,075)^2} \right) + \left(\frac{22\,330\,360}{(1 + 0,075)^3} \right)}{3\,147\,521}$	18,45
Сценарий № 3	$\frac{\left(\frac{55\,306\,399,6}{(1 + 0,075)} \right) + \left(\frac{55\,306\,399,6}{(1 + 0,075)^2} \right) + \left(\frac{55\,306\,399,6}{(1 + 0,075)^3} \right)}{3\,147\,521}$	45,69
Ситуация	Расчет PP	Значение PP, мес.
Сценарий № 1	$\left(\frac{3\,147\,521}{11\,221\,922,8} \right) * 12$	3,37
Сценарий № 2	$\left(\frac{3\,147\,521}{22\,330\,360} \right) * 12$	1,69
Сценарий № 3	$\left(\frac{3\,147\,521}{55\,306\,399,6} \right) * 12$	0,68

Как видно из таблицы 5, NPV проекта в каждом из сценариев является экономически выгодным ($NPV > 0$). То есть ожидаемая доходность предприятия от внедрения рассматриваемого проекта будет положительной, инвестиции окупятся, следовательно, проект стоит реализовать.

Величина NPV в каждом из сценариев внедрения ПО – это положительное значение. Согласно таблице 5, период окупаемости проекта в каждом из сценариев наступает крайне быстро: минимальное значение меньше 1 месяца при идеальном сценарии внедрения ПО, в худшем сценарии внедрения проекта окупаемость наступит спустя 3 месяцев.

Заключение. Управление операциями в цепях поставок должно опираться сегодня на актуальную информацию в режиме реального времени при планировании и реализации логистических решений. Но внедрение новейших информационных технологий, которые позволяют это осуществлять, сопровождается значительным объемом инвестиций, что предполагает оценку их эффективности. Авторы провели обзор методик оценки эффективности информационных технологий.

Оценка эффективности внедрения информационных технологий на предприятии требует комплексного подхода и учета различных факторов, что может сделать эту оценку сложной. В статье были рассмотрены основные причины этих сложностей, которые могут быть созданы при отсутствии данных. Таким образом, цель исследования заключалась в определении экономической эффективности внедрения новой системы на предприятии, а также в обосновании целесообразности использования метода имитационного моделирования для такой оценки в условиях отсутствия данных и для увеличения точности прогноза финансовых потоков.

Был рассмотрен конкретный пример предприятия, основная проблема которого состояла в невозможности гибкой перемаршрутизации в режиме реального времени из-за отсутствия необходимых инструментов и большого количества адресов доставки. В работе были приведены типичные подсистемы и функции, выполняемые специализированными программами по автоматическому построению и контролю маршрутов.

Было проведено моделирование методом Монте-Карло потенциальных убытков производственного предприятия на текущий момент в сравнении с тремя сценариями внедрения специализированного ПО. Сценарии отличаются моделируемым фактическим количеством доставок в торговые точки по сравнению с планируемым. Результатом моделирования стало годовое значение прибыли/убытка в абсолютном выражении и доля маршрутов, оказавшихся убыточными.

В дальнейшем средние значения финансовых потерь предприятия от организации грузоперевозок используются для расчета поступающих денежных потоков, поскольку рассчитываются как сумма издержек при текущей схеме организации транспортировки минус средняя величина финансовых потерь при сценариях № 1, 2, 3. Рассчитанные таким образом поступающие денежные потоки в срезе трех сценариев внедрения ПО используются для расчета NPV проекта.

Использование имитационного моделирования наглядно демонстрирует превосходство каждого из сценариев внедрения ПО над текущей схемой организации грузоперевозок компании с финансовой точки зрения, делает прогноз поступления денежных средств более точным, что улучшает прогнозную оценку эффективности внедрения ПО.

Список источников

1. Эффективность транспортной логистики на основе внедрения TMS /Е.В. Ергалова, Е.И. Игнатьева, Н.Н. Колесник [и др.] // Тенденции развития науки и

- образования. 2023. № 94-5. С. 142–145. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50748426_44325082.pdf (дата обращения: 10.06.2023).
2. Кузнецова Т.В. Логистика 4.0 и инновационные логистические технологии // Сацьяльна-эканамічныя і прававыя даследаванні. 2022. № 3(69). С. 68–73. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49392648_93083779.pdf (дата обращения: 10.06.2023).
 3. Helo P., Rouzafzoon J. Logistics Information Systems Editor(s): Roger Vickerman International Encyclopedia of Transportation, Elsevier, 2021, Pages 76–84. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102671-7.10223-4>. (дата обращения: 10.06.2023).
 4. Mohsen Baha M. Developments of Digital Technologies Related to Supply Chain Management, Procedia Computer Science, Volume 220, 2023, Pages 788–795. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.03.105>. Режим доступа <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923006403> (дата обращения: 10.06.2023).
 5. Бабикова А.В., Корсаков М.Н. Эффективность информационных технологий: подходы, методы, модели // Экономика и предпринимательство. 2021. № 11(136). С. 1038–1041. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47998310_93276040.pdf (дата обращения: 10.06.2023).
 6. Пономарев С.В., Ромашков А.К., Данилов Я.Ю. Оценка эффективности внедрения информационных технологий в предприятия // Лига молодых ученых: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 27 марта 2023 г.). Пенза: Наука и Просвещение, 2023. С. 77–80. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50440121_22058541.pdf (дата обращения: 11.06.2023).
 7. Хлебенских Л.В., Лазарева А.Ю. Оценка эффективности внедрения информационных технологий на российских предприятиях // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 7-2. С. 313–318. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49282248_62175118.pdf (дата обращения: 11.06.2023).
 8. Yuan S., Pan X. The effects of digital technology application and supply chain management on corporate circular economy: A dynamic capability view, Journal of Environmental Management, Volume 341, 2023, 118082, ISSN 0301–4797. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479723008708> (дата обращения: 10.06.2023).
 9. Unhelkar B., Sudhanshu Joshi S., Manu Sharma M. Enhancing supply chain performance using RFID technology and decision support systems in the industry 4.0—A systematic literature review, International Journal of Information Management Data Insights, Volume 2, Issue 2, 2022, 100084, ISSN 2667-0968. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667096822000271> (дата обращения: 10.06.2023).
 10. Weng Chun Tan, Manjit Singh Sidhu. Review of RFID and IoT integration in supply chain management, Operations Research Perspectives, Volume 9, 2022, 100229, ISSN 2214-7160. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214716022000070> (дата обращения: 10.06.2023).
 11. Анисифоров А.Б., Ильин И.В., Ростова О.В. Методики оценки эффективности информационно-технологических проектов в бизнесе: учеб. пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2018. 126 с.
 12. Бекарев А.В., Коновальчикова Е.Н., Ивашко Е.Е. Методы оценки эффективности внедрения программного обеспечения // Цифровые технологии в образо-

вании, науке, обществе: мат-лы XIII Всерос. науч.-практ. конф. (Петрозаводск, 17–20 сент. 2019 г.). Петрозаводск, 2019.

13. LOGISTICS.RU Отраслевой портал: Топ-10 программ для построения маршрутов в 2023 году. URL: <https://logistics.ru/avtomatizaciya-logistiki-transportirovka/tor-10-programm-dlya-postroeniya-marshrutov-v-2023-godu> (дата обращения: 11.06.2023).

References

1. Ehffektivnost' transportnoi logistiki na osnove vnedreniya TMS /E.V. Ergalova, E.I. Ignat'eva, N.N. Kolesnik [i dr.] // Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya. 2023. № 94-5. S. 142–145. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50748426_44325082.pdf (data obrashcheniya: 10.06.2023).
2. Kuznetsova T.V. Logistika 4.0 i innovatsionnye logisticheskie tekhnologii // Satsyial'na-ehkanamichnyya i pravavyya dasledavanni. 2022. № 3(69). S. 68–73. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49392648_93083779.pdf (data obrashcheniya: 10.06.2023).
3. Helo P., Rouzafzoon J. Logistics Information Systems Editor(s): Roger Vickerman International Encyclopedia of Transportation, Elsevier, 2021, Pages 76–84. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102671-7.10223-4>. (data obrashcheniya: 10.06.2023).
4. Mohsen Baha M. Developments of Digital Technologies Related to Supply Chain Management, Procedia Computer Science, Volume 220, 2023, Pages 788–795. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.03.105>. Rezhim dostupa <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923006403> (data obrashcheniya: 10.06.2023).
5. Babikova A.V., Korsakov M.N. Ehffektivnost' informatsionnykh tekhnologii: podkhody, metody, modeli // Ehkonomika i predprinimatel'stvo. 2021. № 11(136). S. 1038–1041. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47998310_93276040.pdf (data obrashcheniya: 10.06.2023).
6. Ponomarev S.V., Romashkov A.K., Danilov YA.YU. Otsenka ehffektivnosti vnedreniya informatsionnykh tekhnologii v predpriyatiya // Liga molodykh uchenykh: sb. st. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Penza, 27 marta 2023 g.). Penza: Nauka i Prosveshchenie, 2023. S. 77–80. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50440121_22058541.pdf (data obrashcheniya: 11.06.2023).
7. Khlebenskikh L.V., Lazareva A.YU. Otsenka ehffektivnosti vnedreniya informatsionnykh tekhnologii na rossiiskikh predpriyatiyakh // Vestnik Altaiskoi akademii ehkonomiki i prava. 2022. № 7-2. S. 313–318. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49282248_62175118.pdf (data obrashcheniya: 11.06.2023).
8. Yuan S., Pan X. The effects of digital technology application and supply chain management on corporate circular economy: A dynamic capability view, Journal of Environmental Management, Volume 341, 2023, 118082, ISSN 0301–4797. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479723008708> (data obrashcheniya: 10.06.2023).
9. Unhelkar B., Sudhanshu Joshi S., Manu Sharma M. Enhancing supply chain performance using RFID technology and decision support systems in the industry 4.0—A systematic literature review, International Journal of Information Management Data Insights, Volume 2, Issue 2, 2022, 100084, ISSN 2667-0968. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667096822000271> (data obrashcheniya: 10.06.2023).

10. *Weng Chun Tan, Manjit Singh Sidhu*. Review of RFID and IoT integration in supply chain management, *Operations Research Perspectives*, Volume 9, 2022, 100229, ISSN 2214-7160. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214716022000070> (data obrashcheniya: 10.06.2023).
11. *Anisiforov A.B., Il'in I.V., Rostova O.V.* Metodiki otsenki ehffektivnosti informatsionno-tehnologicheskikh proektov v biznese: ucheb. posobie / Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossiiskoi Federatsii, Sankt-Peterburgskii politekhnicheskii universitet Petra Velikogo. SPb. : Izd-vo Politekhn. un-ta, 2018. 126 s.
12. *Bekarev A.V., Konoval'chikova E.N., Ivashko E.E.* Metody otsenki ehffektivnosti vnedreniya programmogo obespecheniya // Tsifrovye tekhnologii v obrazovanii, nauke, obshchestve: mat-ly XIII Vseros. nauch.-prakt. konf. (Petrozavodsk, 17–20 sent. 2019 g.). Petrozavodsk, 2019.
13. LOGISTICS.RU Otrasleyvoi portal: Top-10 programm dlya postroeniya marshrutov v 2023 godu. URL: <https://logistics.ru/avtomatizaciya-logistiki-transportirovka/tor-10-programm-dlya-postroeniya-marshrutov-v-2023-godu> (data obrashcheniya: 11.06.2023).

Статья принята к публикации 12.10.2023/
The article has been accepted for publication 12.10.2023.

Информация об авторах:

Екатерина Владимировна Ценина, доцент кафедры предпринимательства и логистики, кандидат экономических наук, доцент

Евгений Игоревич Гусаков, студент кафедры предпринимательства и логистики

Information about the authors:

Ekaterina Vladimirovna Tsenina, Associate Professor at the Department of Entrepreneurship and Logistics, Candidate of Economic Sciences, Docent

Evgeniy Igorevich Gusakov, student at the Department of Entrepreneurship and Logistics

