МЛАД ФОРУМ
Механика Транспорт Комуникации
Научно списание http://www.mtc-aj.com

ISSN 2367-6558 (print)
ISSN 2367-6612 (online)
том 15, брой 1, 2026 г.
статия № 2794

ОПТИМИЗАЦИЯ НА ЛОГИСТИЧНИТЕ РЕШЕНИЯ В МЕЖДУНАРОДНИЯ ТРАНСПОРТ

Илия Георгиев Гатев
milankap@abv.bg

ВТУ „Тодор Каблешков”
ул. „Гео Милев” 158, София 1574
БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: *логистична оптимизация, TMS, ERP, GPS проследяване, динамично ценообразуване, интермодален транспорт, зелена логистика, Yield Management.*

Резюме: *В доклада се изследва влиянието на съвременните технологии – софтуерни системи за управление (TMS, ERP и GPS) върху оперативните и финансовите показатели на международните транспортни компании. Обект на анализ са конкретни икономически резултати, като: намаляване на експлоатационните разходи, свеждане до минимум на административните грешки, повишаване на точността на доставките и свиване на въглеродния отпечатък. Разгледани са и принципите на динамичното ценообразуване (Yield Management), критериите за избор на транспортен режим и изискванията на зелената логистика под влияние на европейските регулации. Емпиричните данни показват, че внедряването на интегрирана система намалява транспортните разходи с 24%, празните пробези с 42%, административните грешки с 69% и повишава точността на доставките до 94%. Направената инвестиция за разходите за внедряване на системите се отплаща в срок от 12 до 18 месеца, което доказва, че дигитализацията е необходимо условие за пазарната конкурентоспособност на секторите у нас.*

ВЪВЕДЕНИЕ

В международната търговия транспортната логистика отдавна не се ограничава до механичното преместване на товари между две географски точки [1]. Всяко закъснение, празен пробег или грешка в документите водят до преки финансови загуби за превозвача и спедитора. Въпреки това, значителна част от малките и средните транспортни компании в България продължават да използват неавтоматизирани методи за управление – статични шаблони таблици, заявки и проследяване посредством телефонни обаждания и дори хартиени товарителници [3].

Настоящият доклад има за цел да анализира конкретните, количествено измерими резултати от внедряването на съвременни технологии в сектора. За целта трябва да се отговори на въпроси като: „какво се случва, когато се внедрят тези технологии“, „какъв размер ще са спестяванията“, „ще окажат ли влияние върху работата на диспечера, шофьора и крайния клиент“. Разгледани са три основни софтуерни стълба: Системи за управление на транспорта (TMS), Системи за управление на ресурсите (ERP) и телематични GPS решения.

Специално внимание е отделено на пазарните механизми за динамично определяне на цените (Yield Management) и избора на транспортни режими, включително предимствата на интермодалните схеми [6]. Тези въпроси са пряко обвързани с новите екологични изисквания в Европейския съюз. След въвеждането на Европейската схема за търговия с емисии (ETS) за транспорта, въглеродният диоксид (CO_2) вече е пряк финансов разход за бизнеса [7].

Основната теза на изследването е, че технологиите са инструмент, а не самостоятелно решение. Техният потенциал зависи от правилното им интегриране в работните процеси и квалификацията на екипа. Затова в изложението са разгледани и практическите предизвикателства пред мениджмънта при имплементацията на софтуерните решения.

I. ДИГИТАЛИЗАЦИЯТА В ТРАНСПОРТА – ПОЛЗИ И ПРЕДИМСТВА

Преди да се разискват за предимствата и ползите от дигитализацията, е необходимо да се определят конкретните проблеми. Обичайният модел на оперативна дейност в компания без интегриран софтуер се характеризира с висока степен на фрагментация [4]. Работният процес на диспечера обикновено се състои от ръчно отразяване на заявките, получени посредством обаждане по телефона, прозвъняване на шофьорите за проверка на наличността и изпращане на документи по електронна поща. При този модел липсва поглед върху флота в реално време, което ограничава възможностите за реакция при закъснения или необичаен разход на гориво.

Последствията са измерими: клиентът се обажда и пита кога ще пристигне стоката, а диспечерът може само да гадае. Камионите се връщат празни от чужбина, защото никой не е потърсил товар за обратния курс навреме. Фактурите съдържат грешки, защото са попълвани ръчно от няколко различни хора. В мащаба на флот от петдесет камиона тези „дребни" проблеми се превръщат в стотици хиляди левове годишна загуба – неусетна, разпределена в хиляди малки дупки в бюджета.

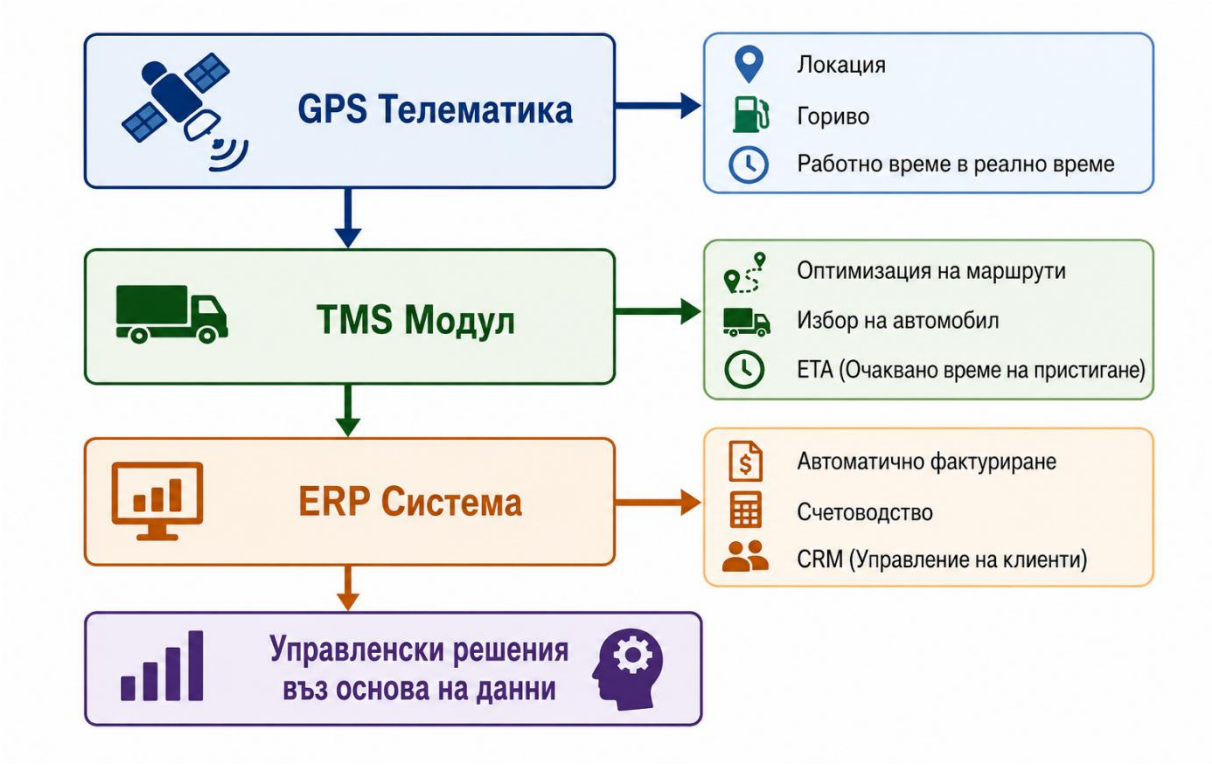
Липсата на свързаност води до три основни дефицита:

- **Липса на прогнозируемост за клиента:** Диспечерите нямат точна информация за времето на пристигане (ETA) и разчитат на субективни данни от шофьорите, което генерира излишен трафик от телефонни обаждания.
- **Неефективно планиране на капацитета:** Поради липса на навременна информация за свободните обеми, камионите често извършват празни обратни курсове. Всеки такъв пробег генерира разходи за гориво, амортизация и командировъчни, без да носи приходи. Ако мениджърът не може да види в реално време колко струва всяка доставка, кои маршрути са губещи и кои клиенти носят реален марж, решенията се вземат по „ усет“. А по-добро и точно решение от това базирано на данните няма.
- **Допускане на административни грешки:** Вземането на заявки по телефон, въвеждането им в таблици (шаблонни, най-често на Excel), ръчното пренасяне на данни между товарителници, международни договори и счетоводни софтуери от различни служители води до фактически грешки във фактурите, което забавя плащанията.
- **Дефицит на информация -** липсата на надеждна управленска статистика (5). Когато мениджмънтът не разполага с данни за реалната себестойност на всеки километър по отделни дестинации и клиенти, решенията се вземат на база субективно усещане, което крие финансови рискове.

При мащаб на автопарк от 50 или повече автомобила тези пропуски се натрупват под формата на постоянни загуби в бюджета.

II. TMS, ERP и GPS – три системи, един резултат

Максимален икономически ефект се постига, когато данните текат автоматично между отделните софтуерни модули. Трите системи изпълняват различни функции, но работят най-добре когато са свързани помежду си. Фиг. 1 показва как информацията тече между тях и каква е крайната полза.



Фиг. 1. Информационен поток: от GPS данни до управленско решение

Всеки от тези компоненти изпълнява специфични функции:

GPS (Global Positioning System) проследяването е най-видимата технология за клиентите. При наличие на бордово устройство компанията знае в реално време точното местоположение, разхода на гориво и дали шофьорът спазва законовите норми за почивка. Клиентът получава автоматично известие когато товарът му наближи дестинацията. Тази функция – проследяване и автоматично известяване – е сред нещата с които клиентите са най-доволни. Не защото е революционна, а защото им спестява безброй тревожни телефонни обаждания.

TMS системата (Transportation Management System) е „мозъкът" на операцията. Този модул обработва входящите заявки и изчислява оптималните маршрути на база на пътни такси, ограничения за тежкотоварни автомобили и актуалния трафик (2). Вместо диспечерът ръчно да търси свободен автомобил, алгоритъмът анализира наличността, оставащото време за управление на шофьорите и капацитета на ремаркетата, като предлага готов вариант за потвърждение. Планира маршрутите, подбира превозвача, изчислява разходите и генерира документацията автоматично.

ERP системата (Enterprise Resource Planning) свързва транспортните операции с останалата дейност на компанията – счетоводство, складово стопанство, клиентска база данни. Софтуерът интегрира транспорта с административните и финансовите процеси на компанията. В момента, в който GPS устройството потвърди извършената доставка в крайната точка, TMS подава сигнал към ERP модула за

автоматично генериране на фактурата към клиента, което минимизира риска от грешки. Без ръчно въвеждане, без грешки при пренасяне на данни между системи. Именно затова административните грешки спадат с близо 70% след внедряване на интегрирана система.

Интеграцията на трите системи носи и нещо, което не се среща в нито една от тях поотделно: управленска видимост. Благодарение на тях мениджърът може да отвори едно табло и в реално време да има достъп до информацията: колко камиона са на път, колко са закъснели, кои маршрути са над бюджета и кои клиенти са неизгодни. Информацията (видимостта/проследяването) във всеки един момент, можем да определим като най-ценния резултат от внедряването – тя прави управлението предвидимо.

III. РЕАЛНИ РЕЗУЛТАТИ СЛЕД ВНЕДРЯВАНЕ НА ИНТЕГРИРАНА TMS/ERP/GPS СИСТЕМА

За оценка и обобщаване реалните ползи от автоматизацията след внедряване на интегрираната TMS/ERP/GPS система, са анализирани експлоатационните показатели на международна транспортна компания с флот от 60 автомобила за тригодишен период след внедряването на интегрираната система.

Фиг. 2. Измерени ползи от внедряването на GPS + TMS + ERP (три години след внедряване)

Намаляването на административните грешки с 69% има директно финансово изражение. В международния транспорт всяка сгрешена митническа декларация или некоректна фактура може да доведе до принудително задържане на превозното средство на граница или терминал, което е свързано с неустойки и допълнителни такси за престой.

Оптимизацията на пробега и намаляването на празните курсове с 42% влияят най-силно върху преките разходи. Когато софтуерът е свързан с транспортни борси, той може автоматично да търси опции за запълване на капацитета за обратните дестинации още преди камионът да е разтоварил [10].

Когато системата може да търси обратен товар автоматично по спот борсите, много от тези „мъртви километри" изчезват. Пример в реални числа: флот от 50 камиона, при 30% празни курсове и средна цена 0,61 евро/км, губи около 220 900 евро

годишно само от празен пробег. Намалението с 42% означава спестяване от над 92 000 евро годишно.

Финансов ефект от оптимизацията на пробега (Примерен модел)

- **Флот:** 50 автомобила
- **Базово ниво на празни курсове:** 30% от общия пробег
- **Средна себестойност на километър:** ≈ 0.61 €
- **Годишна загуба от празен пробег преди оптимизация:** ≈ 220 900 €
- **Редукция на празния пробег след внедряване:** 42%
- **Спестен ресурс на годишна база:** над 92 000 €

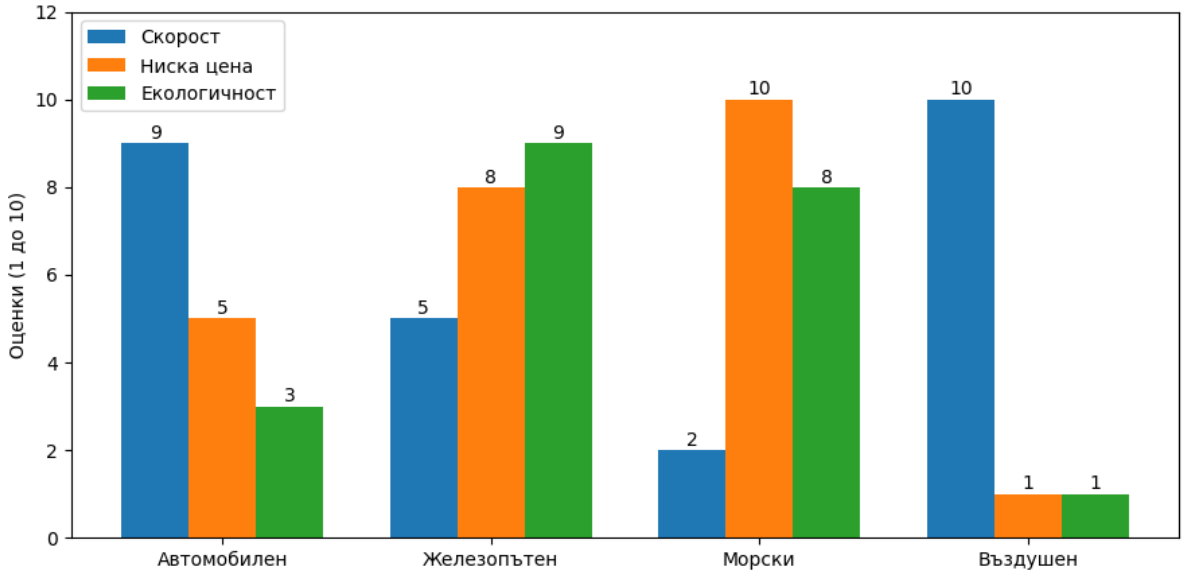
По отношение на пазарното позициониране, повишаването на точността на доставките от 65% на 94% се явява ключово конкурентно предимство, тъй като закъснението на суровини може да доведе до спиране на производствени линии при клиента. Клиентите в международната търговия работят с производствени графици. Ако суровините закъснеят с един ден, може да спре цяла производствена линия. Затова точността на доставката е понякога по-важна дори от цената. Количествените изражения на тези промени са систематизирани в Таблица 1.

Табл. 1. Резултати от внедряването – числа и реално значение

Какво се измерва	Преди	След	Какво означава на практика
Транспортни разходи	100%	76%	На 100 000 евро разходи се спестяват 24 000 евро годишно
Празни обратни курсове	100%	58%	Почти половината „мъртви километри" изчезват
Грешки в документите	100%	31%	7 от 10 грешни фактури се елиминират автоматично
Точност на доставката	65%	94%	Клиентът знае точния час – без телефонни обаждания
CO_2 на тон-километър	100%	74%	Над ¼ по-малко замърсяване, без смяна на флота
Клиентска удовлетвореност	100%	148%	Почти половината повече доволни и лоялни клиенти

IV. ИЗБОР НА ТРАНСПОРТНИ РЕЖИМИ И ИНТЕРМОДАЛНОСТ

Един от най-подценяваните аспекти на логистичната оптимизация е изборът на правилен вид транспорт (видове транспорт) [6]. В българската практика често се наблюдава автоматично избиране на автомобилния транспорт за дълги разстояния, без да се оценяват алтернативите. Сравнителният анализ на различните видове транспорт по отношение на скорост, цена и екологичен отпечатък е представен на Фиг. 3.



Фиг. 3. Сравнение на видовете транспорт по скорост, цена и екологичност (оценка 1–10)

За определяне на оптималния транспортен режим в практиката се прилагат следните принципи:

- **До 500 км:** Автомобилният транспорт е най-приложим поради своята гъвкавост и възможността за доставка „от врата до врата“.
- **Над 800 - 1000 км:** Железопътният и интермодалният транспорт стават икономически по-изгодни, като могат да намалят крайните разходи с 30% до 40% [9].
- **Междуконтинентални превози:** Морският транспорт е най-ефективното решение за големи обеми, където факторът време не е критичен. Въздушният се използва основно за високобюджетни или спешни пратки, тъй като себестойността му е значително по-висока.

Табл. 2. Ръководство за избор на транспортен режим

Вид транспорт	Скорост	Цена	Подходящ за	CO_2 (г/т·км)
Автомобилен	Висока	Средна	Доставки „врата до врата"-500км	62 (Euro 6)
Железопътен	Средна	Ниска	Голям обем, разстояния > 500 км	22
Морски	Ниска	Най-ниска	Презокеански и насипни товари	8
Въздушен	Много висока	Много висока	Само спешни/скъпи малки пратки	500
Интермодален	Средна	Ниска	Дълги трасета + финална доставка	~30

Интермодалните схеми (комбинация от железопътен и автомобилен транспорт) придобиват значение по основните трансевропейски коридори [8]. А именно, това са Азия–Европа и в рамките на ЕС за трасета над 800 км. CO_2 емисиите при него падат до около 30г./тон-км – почти два пъти по-малко от нов Euro 6 камион. Основното предизвикателство остава финалната доставка: влакът не стига до всяко предприятие и

е нужен камион за последния етап. Точно тук се проявява ролята на модерните TMS системи, които автоматично планират комбинираните маршрути и следят за евентуални закъснения по трасето.

V. МЕХАНИЗМИ ЗА ДИНАМИЧНО ЦЕНООБРАЗУВАНЕ – (YIELD MANAGEMENT)

Много транспортни компании имат фиксирани тарифи, независимо дали камионът е пълен или наполовина празен. Фиксираните тарифни мрежи ограничават рентабилността на транспортните компании при променливо пазарно търсене. Внедряването на концепцията за Yield Management (управление на приходите), заимствана от авиационния сектор, позволява гъвкаво определяне на цените в съответствие със запълването на капацитета [5].

Зависимост между цената на услугата и запълването на капацитета

В транспортния сектор определянето на цените отдавна е излязло от рамките на статичните тарифни мрежи. Връзката между стойността на една транспортна услуга и степента на запълване на капацитета е правопропорционална и се управлява от механизмите на динамичното ценообразуване (*Yield Management*). При този модел тарифите се адаптират непрекъснато спрямо пазарното търсене и моментните свободни обеми в превозното средство.

Тази икономическа стратегия протича в три основни фази:

- **Първоначално запълване (ниски нива):** Когато камионът или превозното средство има сериозен свободен капацитет, пазарът се стимулира с по-ниски, силно конкурентни цени. Целта е да се привлекат обеми, които да покрият базовите променливи разходи за курса.
- **Балансирана заетост (средни нива):** С натрупването на поръчки тарифите се повишават умерено. Тук софтуерът търси оптималния баланс между достъпност за клиента и по-висока рентабилност за превозвача.
- **Критичен лимит (високи нива):** Когато капацитетът е почти изчерпан (над 80–85%), стойността на последните оставащи палетоместа или обеми нараства експоненциално. Тъй като ресурсът вече е силно ограничен, транспортната компания може да изисква максимална спот цена от клиенти, които имат спешни и неотложни товари.

Тази пазарна логика първоначално се доказа в сектори с фиксиран капацитет – като авиационния, железопътния и автобусния транспорт. Днес обаче, благодарение на интегрираните TMS и ERP системи, моделът се прилага успешно и в сухопътната международна логистика, където ефективното оползотворяване на всеки кубичен метър определя крайната финансова печалба на фирмата.

Икономическата логика на модела се базира на два принципа:

1. При ниски нива на запълване (под 30%) софтуерът предлага по-ниски цени, за да привлече допълнителни товари и да покрие променливите разходи за курса.
2. При запълване над 85%, оставащите свободни места се предлагат на по-висока цена на спот пазара, насочена към клиенти със спешни доставки.

За целта алгоритъмът използва математически модел за изчисляване на оптималната спот цена в реално време.

$$(1)\quad P_{spot}(t) = f(D(t),\ S(t),\ \gamma) + \alpha \cdot e^{(Q_{\text{зает}} / Q_{\text{общ}})}$$

Където D(t) е текущото търсене по маршрута, S(t) е предлаганият от конкурентите капацитет, γ е коефициент за географски баланс на дестинацията (риск от

празен обратен курс), α е тегловен параметър на компанията, а експоненциалният член отразява нарастващата стойност на последните оставащи палетоместа. На практика системата превежда тези изчисления в едно просто число – препоръчителна цена за тонаж – и го показва на диспечера.

Практиката показва, че оптималният модел е 60 до 65% от капацитета да се покрива с дългосрочни договори на фиксирана цена. Това гарантира стабилен паричен поток и покрива постоянните разходи – заплати, лизинги, гориво. Останалите 35 до 40% се оставят за спот пазара, където при благоприятна конюнктура носят значително по-висок марж. Сравнението между двата подхода е систематизирано в Табл. 3.

Таблица 3. Дългосрочен договор срещу спот пазар

Критерий	Дългосрочен договор	Спот пазар (борса)
Цена	Фиксирана – знаеш точно колко плащаш	Варира всеки ден – може да е по-изгодна или не
Сигурност на капацитета	Гарантирано превозно средство	Никаква – ако няма камион, нямаш камион
Административни разходи	Ниски – системата работи автоматично	Губиш часове в търсене и преговори
Препоръчително при	Редовни, предвидими товарни потоци	Случайни, спешни или сезонни пратки
Оптимален микс	60–65% от капацитета	35–40% от капацитета

VI. ЗЕЛЕНА ЛОГИСТИКА КАТО ИКОНОМИЧЕСКИ ФАКТОР-ЕКОЛОГИЧНИ ПАРАМЕТРИ НА ТРАНСПОРТНИТЕ РЕЖИМИ И ПАЗАРЕН НАТИСК

Концепцията за устойчива логистика вече не е само въпрос на корпоративен имидж, а фактор, определящ преките разходи на компаниите. Въвеждането на регулации като Европейската схема за търговия с емисии (ETS) поставя финансово изражение зад всеки грам отделен въглероден диоксид [7].

Анализът на въглеродните емисии по видове транспорт показва сериозни диспропорции в рамките на логистичния сектор. Разликата в емисиите на въглероден диоксид между морално остарял товарен автомобил (стандарт Euro 0) и съвременен камион (стандарт Euro 6) е близо двойна – съответно 120 спрямо 62 грама на тон-километър. Използването на алтернативни горива, като втечнен природен газ (LNG), позволява допълнително свиване на тези стойности до около 48 грама. При дълги разстояния железопътният и морският транспорт се отличават с най-ниски нива на замърсяване – съответно 22 и 8 грама. В обратния край на спектъра се намира въздушният транспорт, чийто отпечатък достига 480 грама, което го прави над 60 пъти по-замърсяващ от морските превози и близо 8 пъти по-неефективен в екологично отношение от съвременния автомобилен транспорт.

Практиката показва, че декарбонизацията на веригите за доставки не е обвързана задължително с незабавни и мащабни капиталови инвестиции за подмяна на автопарка. Значителен екологичен ефект се постига чрез оперативни подобрения, реализирани с помощта на TMS и GPS софтуер. Интегрираното планиране води до:

- Оптимизиране на маршрутите и намаляване на общия пробег;
- Автоматизирано елиминиране на празните километри при обратните курсове;
- Директно свиване на разхода на гориво, което рефлектира в пропорционално намаляване на отделяните емисии.

Реалните данни от внедрени софтуерни системи потвърждават, че компаниите постигат средно до 26% спад в нивата на тон-километър единствено чрез по-добро управление на наличните ресурси. Това превръща оптимизацията в едновременна екологична и финансова печалба за предприятието.

Освен под натиска на европейските регулации, пазарната среда се променя и под влияние на изискванията на големите контрагенти. Водещите производствени компании, особено тези в Западна Европа, вече въвеждат задължителни критерии за отчетност на въглеродния отпечатък на своите доставки. В тази ситуация транспортните оператори, които могат да предоставят сертифицирани данни за емисиите автоматично чрез своите ERP и GPS системи, придобиват ключово стратегическо предимство при участие в международни тендери. Обратно, компаниите, които запазват ниско ниво на дигитализация, постепенно биват изтласквани от пазара поради невъзможност да отговорят на съвременните стандарти за устойчивост.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оптимизацията на логистичните процеси в международния транспорт не трябва да се разглежда като еднократен софтуерен проект, а като непрекъснат процес на трансформация на бизнес модела. Интеграцията на софтуерни системи от типа на TMS, ERP и GPS осигурява висока и напълно измерима възвръщаемост на инвестицията направена за внедряването им в рамките на около от 12 до 18 месеца. След изтичането на този експлоатационен период, съкращаването до минимум на административните пропуски, оптимизацията на обратните курсове и намаляването на разхода на гориво започват да генерират допълнителен финансов комфорт и стабилност на компанията.

Извън чистите икономически показатели обаче, най-съществения ефект от автоматизацията е качественото преобразуване на управлението. Интегрираната информационна среда извежда компанията от режима на постоянно реактивно справяне с оперативни проблеми и я премества в модел на предвидимо и контролируемо развитие. Диспечерите се освобождават от механични и повтарящи се задачи, клиентите разполагат с надеждна информация за своите товари в реално време, а висшият мениджмънт взема стратегически решения на базата на обективни данни, в реално време, а не на субективна интуиция.

Развитието на логистичния сектор вече зависи изцяло от баланса между софтуерните иновации и екологичните изисквания. Свиването на неефективния пробег и гъвкавото комбиниране на отделните видове транспорт отдавна излязоха от обхвата на свободните корпоративни решения. Те се превърнаха в нормативно изискване под натиска на затягащата се европейска правна уредба и новите критерии, налагани от големите товародатели. В тази рестриктивна среда икономическото оцеляване на транспортните оператори през следващото десетилетие е пряко обвързано с тяхната дигитална готовност. Оптимизирането на маршрутите и елиминирането на празните курсове вече не са просто инструменти за вътрешна ефективност, а фундаментално условие за запазване на пазарните позиции на компаниите. Успехът ще принадлежи на бизнеса, който успее да трансформира технологичния си капацитет в реално покриване на съвременните екологични стандарти.

ЛИТЕРАТУРА:
[1] Bowersox, D., D. Closs, M. Bixby Cooper. Supply Chain Logistics Management. McGraw-Hill Education, 2020.
[2] Christopher, M. Logistics & Supply Chain Management. Pearson UK, 2021.
[3] Ангелова, С. Спедиционна дейност – обхват, тенденции и насоки за развитие. Механика, транспорт, комуникации, бр. 1, 2022.
[4] Банабакова, В. Дигитализацията в логистиката и транспортните компании. ИУ-Варна, 2022.
[5] Ivanov, D. Introduction to Supply Chain Analytics. Springer Cham, 2022.
[6] Rodrigue, J.-P. The Geography of Transport Systems. Routledge, 2020.
[7] European Commission. Sustainable and Smart Mobility Strategy. Brussels, 2021.
[8] Pencheva, V. Development of the concept of Physical Internet. Русенски университет, 2021.
[9] Варадинова, Ю., Размов, Т. Оценка на инвестициите за развитие на железопътната инфраструктура. Транспортна свързаност, 2020.
[10] NextLogistic.eu. Ключови направления за оптимизация на международния транспорт. 2026.

OPTIMIZATION OF LOGISTICS DECISIONS IN INTERNATIONAL TRANSPORT

Ilia Georgiev Gatev
milankap@abv.bg

VTU "Todor Kableshkov" - Sofia
158 Geo Milev St., Sofia 1574
BULGARIA

Key words: *logistics optimization, TMS, ERP, GPS tracking, dynamic pricing, intermodal transport, green logistics, Yield Management.*

Abstract: *This paper examines how modern transport management technologies – TMS, ERP and GPS tracking – can transform the operations of logistics companies in international freight. The focus is not on the technologies themselves but on the concrete benefits they deliver in practice: lower costs, fewer errors, more satisfied customers and reduced CO_2 emissions. The paper covers dynamic pricing (Yield Management), the choice of optimal transport mode and green logistics in the context of European regulatory requirements. Data from a real-world implementation show that a well-integrated system reduces transport costs by approximately 24%, empty runs by 42%, administrative errors by 69%, and improves delivery accuracy to 94%. The return on investment period is estimated at 12 to 18 months. The paper argues that digitalization is no longer a matter of prestige but a financial necessity for remaining competitive in the coming decade.*