

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ И КРУПНОГАБАРИТНЫХ ГРУЗОВ

Холупов Олег Владимирович

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент В.Н. Седюкевич
(Белорусский национальный технический университет)*

Рассмотрена задача оптимизации распределения массы автомобильного транспортного средства с грузом по осям и маршрута его движения для уменьшения общего размера плат за пользование дорогами с превышением допустимых параметров при международных перевозках.

Рост объемов международных перевозок тяжеловесных и крупногабаритных грузов, различие допустимых параметров транспортных средств в Европейском Союзе и других государствах обуславливают актуальность исследований, направленных на снижение издержек при выполнении таких перевозок.

Объектом исследования является распределение сил, создаваемых собственной массой и массой груза, между осями тяжеловесного и (или) крупногабаритного автомобильного транспортного средства (ТКТС) и оплата за проезд такого транспортного средства по автомобильным дорогам. В качестве ТКТС рассматривается седельный тягач с полуприцепом как наиболее подходящий состав транспортных средств для перевозки неделимых тяжеловесных и (или) длинномерных грузов.

Цель работы – снижение затрат на оплату за проезд территориям государств тяжеловесного и (или) крупногабаритного грузового автомобильного транспортного средства за счет совмещенной оптимизации маршрута движения и осевых нагрузок ТКТС. Для достижения цели выполнены: постановка задачи оптимизации параметров тяжеловесного транспортного средства за счет распределения груза в его кузове; аналитическое определение осевых нагрузок от месторасположения грузовых мест в кузове состава транспортных средств; сбор и систематизация информации об оплате за проезд тяжеловесных и (или) крупногабаритных транспортных средств по территориям стран

при международных перевозках грузов; разработка алгоритма и компьютерной программы оптимизации маршрута движения и осевых нагрузок с определением требуемой укладки грузовых мест в кузове транспортного средства.

Международные автомобильные перевозки охватывают широкую номенклатуру грузов различных размеров, формы и массы отдельных грузовых мест. Поэтому в работе предусмотрено определять оптимальное расположение центра масс груза. Для груза одинакового сечения по длине кузова, центр масс будет находиться на середине занимаемого места в кузове. Для совокупности грузовых мест неправильной формы с известным местоположением центра масс каждого из них местоположение общего центра масс груза рассчитывается по известным формулам теоретической механики.

Оптимизация состоит в поиске минимума размеров плат, которые понесет перевозчик при проезде по дорогам стран, лежащих на маршруте движения при перевозке груза. Сумма плат по каждой стране зависит от величины превышения допускаемых параметров, типов автомобильных дорог, расстояний проезда по ним и ставок плат за проезд ТКТС.

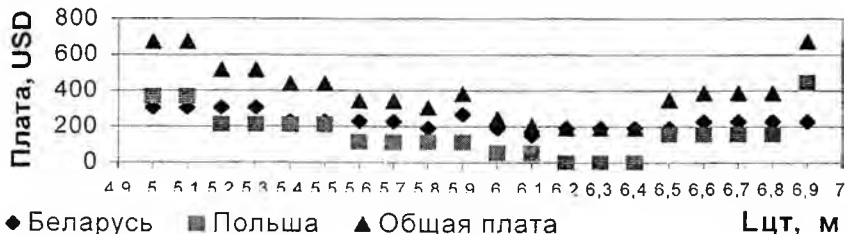
Принятие оптимального решения производится на основе следующей целевой функции:

$$Z = \sum_{j=1}^k [L_{rj}(S_{кмj} + \sum_{i=1}^n f_{1j}(\Delta m_{rij}) + f_{2j}(\Delta m_{orj}) + f_{3j}(\Delta H_{aj}) + f_{4j}(\Delta L_{aj}) + f_{5j}(\Delta B_{aj})) + f_{sj}(X_{sj})] \Rightarrow \min_{m_i, j, r},$$

где L_{rj} – пробег ТКТС по r -му варианту маршрута по территории j -й страны; $S_{кмj}$ – себестоимость 1 км пробега; k – число стран, по которым проходит маршрут движения; j – страна, по которой проходит маршрут ТКТС; i – номер оси ТКТС; n – число осей ТКТС; Δm_{rij} – превышение допустимой нагрузки на i -ю ось на по r -му варианту маршрута по территории j -й страны; $f_{1j}, f_{2j}, f_{3j}, f_{4j}, f_{5j}$ – функция, определяющая ставку оплаты при проезде по j -стране в зависимости от превышения допустимой соответственно нагрузки на i -ю ось, общей массы, высоты, длины, ширины ТКТС; Δm_{orj} – превышение максимально допустимой общей массы ТКТС по r -му варианту

маршрута по территории j -й страны; ΔH_{aj} , ΔL_{aj} , ΔB_{aj} – превышение допустимых габаритных размеров транспортного средства (соответственно высоты, длины, ширины) при проезде территории j -й страны; X_s – множество других факторов, влияющих на издержки (число осей, грузоподъемность, число суток нахождения на территории, экологические свойства, максимальная разрешенная масса, пробег по платным дорогам); $f_s(X_s)$ – функция, определяющая размер издержек в зависимости от X_s факторов; m_i – масса, приходящаяся на i -ю ось ТКТС; r – множество маршрутов, по которым идет оптимизация.

На рисунке в качестве примера показано изменение суммы плат за проезд ТКТС по территории Польши и Беларуси в зависимости от расстояния $L_{цт}$ центра масс грузовых мест от передней точки полуприцепа.



Применение результатов работы позволяет минимизировать величину плат за проезд ТКТС путем определения оптимального расположения грузовых мест в кузове и выбора маршрута движения, как в части государств проезда, так и используемых на их территории автомобильных дорог.