

**УДК: 656.078.1**

**Омонов Баходир Шомирзаевич**

*кандидат экономических наук, доцент,*

*кафедра транспортной логистики,*

*Ташкентский государственный транспортный университет,*

*Республика Узбекистан, г. Ташкент.*

**Мурадов Абдурахим Сойибович**

*старший преподаватель*

*кафедра транспортной логистики,*

*Ташкентский государственный транспортный университет,*

*Республика Узбекистан, г. Ташкент.*

**Шомирзаев Эргаш Хурсандович**

*старший преподаватель,*

*кафедра транспортных систем и технологических машин,*

*Ташкентский государственный технический университет,*

*Республика Узбекистан, Ташкент*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАФИКОВ ПЕРЕВОЗОК СКОРОПОРТЯЩЕЙСЯ ПРОДУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

**Аннотация:** В данной статье проведён анализ научных исследований по проблеме перевозок скоропортящейся продукции и на основе этого анализа авторами предложена методология определения оптимальных графиков перевозок скоропортящейся продукции автомобильным транспортом.

**Ключевые слова:** скоропортящаяся продукция, маршрут-задание, оптимальные графики, перевозочный процесс, погрузочно-разгрузочные

операции, интервал движения, коэффициент использования грузоподъёмности.

***Omonov Bakhodir Shomirzaevich***

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,  
Department of Transport Logistics,  
Tashkent State Transport University,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent.*

***Muradov Abdurahim Soyibovich***

*Senior Lecturer  
Department of Transport Logistics,  
Tashkent State Transport University,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent.*

***Shomirzaev Ergash Khursandovich***

*Senior Lecturer,  
Department of Transport Systems and Technological Machines, Tashkent  
State Technical University,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

## **OPTIMIZATION OF TRANSPORTATION SCHEDULES FOR PERISHABLE GOODS BY ROAD**

**Abstract:** The present article is devoted to the analysis of scientific researches on the problem of transportation the perishable products. Based on this analysis the authors propose a methodology for determining the optimization of transportation schedules for perishable goods by road.

**Keywords:** perishable products, route-task, optimal schedules, transportation process, loading and unloading operations, traffic interval, load capacity utilization factor.

Проблематикой транспортировки скоропортящейся продукции занимались ряд учёных и исследователей, в частности были изучены особенности перевозок скоропортящихся грузов и рассчитаны оптимальные маршруты их перевозок с помощью методов моделирования [1,2,3]. Ряд авторов исследовали вопросы повышения качества транспортного обслуживания при перевозке скоропортящейся продукции. Другие авторы рассматривали вопросы планирования и организации технологического обеспечения перевозок сельскохозяйственной продукции в смешанных перевозках, а также использовали методы математического моделирования для определения оптимальных маршрутов движения транспортных потоков через логистические центры. Некоторые авторы рассматривали процесс организации перевозок пищевых продуктов с учётом их особенности, изучали вопросы организации и планирования перевозок скоропортящихся грузов. Ведущие учёные МАДИ исследовали новые подходы управления перевозками скоропортящихся грузов в смешанном и междугороднем сообщениях.

В данной статье проведён анализ проводимых учёными исследований по проблеме организации перевозок скоропортящейся продукции и на основе этого анализа авторы разработали оптимальные графики маршрутов доставки скоропортящейся продукции автомобильным транспортом.

В агропромышленного комплекса (АПК) республики ежегодно выращивается значительный объём плодоовощной продукции, поэтому своевременная доставка и без потерь этой продукции всем потребителям как внутри, так и за рубежом является актуальной задачей транспортной системы. В настоящее время в Сурхандарьинской области при перевозке скоропортящейся плодоовощной продукции по различным оценкам специалистов потери составляют 16 – 22 % от общего объёма перевозок скоропортящейся продукции.

Основными причинами этих потерь являются: – нехватка или несоответствие тары виду перевозимых плодоовощей; – несвоевременное выполнение технологических операций по сбору, транспортировке, погрузке-разгрузке; – недостаточная координация логистических операций по доставке. Основной целью повышения эффективности и качества транспортного обслуживания АПК являются решения задач эффективной работы автомобильного транспорта участников межотраслевого комплекса с учетом, выявленных нами в предыдущей главе 6-ти основных факторов или параметров (продолжительность, своевременность и сохранность доставки как по количеству, так и по качеству, себестоимость и время погрузочно-разгрузочных операций). Стержневым фактором здесь является время, поэтому мы можем сформулировать задачу следующим образом: определить согласованные графики работы автомобилей с учётом временных параметров. Обобщенная постановка задачи оптимизации графиков работы автомобилей при перевозке скоропортящейся продукции с учётом временных факторов (параметров) технологического процесса производства, заготовки, перевозки и сбыта. В зависимости от конкретных схем организации перевозок скоропортящейся продукции данная задача может быть сформулирована в различных постановках. Предлагается следующая обобщенная постановка задачи. Имеется множество заявок на перевозку скоропортящейся продукции. Каждая заявка характеризуется следующими данными:

$P_{в}, P_{р}$  – пункты погрузки и разгрузки груза по заявке;

$q_{в}$  – объём перевозок по заявке  $B$ ;

$t_{в}$  – длительность доставки груза по заявке от пункта погрузки до пункта разгрузки, складывающаяся из времени погрузки, движения с грузом и разгрузки;

$[\bar{T}_B^H, \bar{T}_B^K]$  – интервал движения, в течении которого груз по заявке В должен быть доставлен в пункт разгрузки  $P_B$ ,

где  $\bar{T}_B^H$  – начало выполнения перевозок по заявке В;

$\bar{T}_B^K$  – завершение грузовых перевозок по заявке В.

Режим рабочего дня для пункта погрузки  $p_B \in \Pi$  задается следующими моментами времени:

- начало работы пункта погрузки  $T_{пв}^{нр}$ ;
- начало обеденного перерыва пункта погрузки  $T_{пв}^{ноб}$ ;
- окончание рабочего дня пункта погрузки  $T^{кр}$ .

Пунктами погрузки могут быть поле, приёмно-сортировочный пункт (ПСП).

Режим рабочего дня пункта разгрузки задается  $P_a \in P$  следующими моментами времени:

$T_{рв}^{нр}, T_{рв}^{кр}, T_{рв}^{ноб}, T_{рв}^{коб}$  – начало и конец рабочего дня и обеденного перерыва пункта разгрузки  $P_B$ .

Пунктами разгрузки могут быть грузополучатели (магазины, хранилища, перерабатывающие предприятия, ж/д станции, различные пункты общественного питания, рынки и т.д). Известна матрица кратчайших расстояний между пунктами погрузки и разгрузки –  $l_{np}$  и  $l_{pn}$ .

Имеется множество автомобилей  $A$  для выполнения всех заявок. Каждый автомобиль  $a \in A$  характеризуется следующими данными:

- пункт дислокации автомобиля  $a-d_a \in D$ ;
- грузоподъемность автомобиля  $a-q_a$ ;
- подмножества заявок грузовых перевозок, по которым может выполнить перевозки автомобиль  $a-b_a \in B$ ;

- интервал времени, в течении которого автомобиль  $a \in A$  может участвовать в выполнении грузовых перевозок по заявке  $B$  -  $[\bar{T}_a^H, \bar{T}_a^K]$ , где  $\bar{T}_a^H, \bar{T}_a^K$  начало и конец работы автомобиля  $a$ .

Режим работы автомобиля задается следующими моментами времени:

- момент времени, раньше которого автомобили  $A$  не могут выехать из гаража  $T_{da}^H$ .
- момент времени, после истечения которого автомобили  $A$  не могут заехать в гараж  $T_{da}^K$ .

Известна матрица кратчайших расстояний, соответственно первых и вторых нулевых пробегов –  $l_{dn}$  и  $l_{pd}$ .

Маршрут-задание с указанием для данного автомобиля момента выезда из гаража, начала и окончания погрузочно-разгрузочных работ в каждом пункте маршрута, сроки возвращения в гараж после окончания работы называется графиком движения автомобиля.

$$G_a = \{T_a^H, T_{ab1}^H, T_{ab1}^K, T_{ab2}^H, \dots, T_a^K\}. \text{ где}$$

-  $T_a^H, T_a^K$  - момент начала и окончания работы автомобиля  $a \in A$  по допустимому графику  $G_a$ ;

-  $T_{abj}^H, T_{abj}^K$  - момент начала и окончания обслуживания заявок  $B_j$  автомобилем  $a \in A$  по допустимому графику  $G_a$ ;

$j = \overline{1, j}$  - количество заявок на маршруте движения автомобиля  $a \in A$  по допустимому графику  $G_a$ ;

Маршрут-задание – это технологически допустимый маршрут с определенными способами загрузки. Маршрут задание считается допустимым, если по нему определяется график движения автомобиля, удовлетворяющий данным условиям:

а) моменты начала и окончания работы автомобиля  $a$  по допустимому графику  $G_a$  не должны выходить за пределы интервала  $[\bar{T}_a^H, \bar{T}_a^K]$ , в течении которого автомобиль участвует в обслуживании заявок,  $T_a^H \leq T_a^H < T_a^H \leq \bar{T}_a^H$ ;

б) момент начала и окончания работы автомобиля  $a \in A$  по допустимому графику  $G_a$  не должен выходит за пределы интервала  $[\bar{T}_a^H, \bar{T}_a^K]$  в течении которого соответствующие АТП отправляют или принимают автомобили,  $\bar{T}_{da}^H \leq T_a^H < T_a^K \leq \bar{T}_{da}^K$ ;

в) момент начала и окончания выполнения грузовых перевозок по заявке  $b$  автомобилем  $a$  согласно допустимому графику  $G_a$  не должны выходить за пределы интервала  $\bar{T}_b^H, \bar{T}_B^K$  в течении которого выполняется перевозка по заявке  $B$ ,

$$\bar{T}_b^H \leq T_{aB}^H < T_{aB}^K \leq \bar{T}_B^K$$

г) момент начала грузовых перевозок по заявке  $B$  автомобилем  $a$  не должен выходить за пределы интервалов  $[T_{nb}^{HP}, T_{nB}^{HOB}]$  или  $[T_{nb}^{KOB}, T_{nB}^{KP}]$ , в течении которых в пункте погрузки осуществляется погрузка,

$$T_{nb}^{HP} \leq T_{aB}^H < T_{nB}^{HOB} \text{ или } T_{nb}^{KOB} \leq T_{aB}^H < T_{nB}^{KP};$$

д) момент окончания выполнения грузовых перевозок по заявке  $B$  автомобилем  $a$  не должен выходить за пределы интервалов  $[T_{pB}^{HP}, T_{pB}^{HOB}]$  или  $[T_{pB}^{KOB}, T_{pB}^{KP}]$ , в течении которых осуществляется разгрузка

$$T_{pB}^{HP} < T_{aB}^K \leq T_{pB}^{HOB} \text{ или } T_{pB}^{KOB} < T_{aB}^K \leq T_{pB}^{KP}$$

е) продолжительность времени между моментами начала работы автомобиля  $T_a^H$  и начала погрузки груза по первой заявке на маршруте  $T_{ab1}^H$  по допустимому графику  $G_a$  не должна быть меньше времени движения на соответствующий нулевой пробег.

$$T_{ab1}^H - T_a^H \geq t_{danB}^1 \text{ где } t_{danB}^1 = l_{danB} / V_a^{cp.T};$$

ж) продолжительность времени между моментами окончания разгрузки груза по последней заявке на маршруте  $T_{abj}^k$  и окончания работы автомобиля  $T_a^k$  по допустимому  $G_a$  не должна быть меньше, чем время движения на соответствующий нулевой пробег,

$$T_a^k - T_{abj}^k \geq t_{dapB}^2 \text{ где } t_{dapB}^2 = l_{dapB} / V_a^{cp.T}$$

з) продолжительность времени между моментами начала погрузки груза по заявке  $T_{abj+1}^h$  и окончания по предыдущей заявке  $T_{abj}^k$  не должна быть меньше, чем время на движение между пунктами  $nB_j$  и  $P_{bj+1}$

$$T_{abj+1}^h - T_{abj}^k \geq t_{pbjnbj+1}^{nop} \text{ где } t_{pbjnbj+1}^{nop} = l_{pbjnbj+1} / V_a^{cp.T}$$

и) продолжительность доставки груза по заявки  $b$  автомобилем  $a$  по допустимому графику  $G_a$  не должна быть меньше, чем время движения между пунктами  $n_b$  и  $p_b$ ,

$$T_{abj}^k - T_{abj}^h \geq t_{nbpb} \text{ где } t_{nbpb} = l_{nbpb} / V_a^{cp.T};$$

На практике существует множество допустимых графиков для того, чтобы выбрать из них наилучшие, необходимо произвести оценку предпочтительности допустимых графиков. Если из двух графиков  $G_{ai}^{доп}$  и  $G_{aj}^{доп}$  с оценками предпочтительности  $O_{ai}$  и  $O_{aj}$   $O_{ai} > O_{aj}$  то более выгодным является работа автомобиля по допустимому графику  $G_{ai}^{доп}$ .

Оценки предпочтительности служат критерием эффективности допустимых графиков работы автомобилей и определяются на основании следующих основных параметров перевозочного процесса:

- общее время выполнения всей системы заявок;
- время выполнения каждой отдельной заявки;
- время простоя каждой отдельной заявки;
- время простоя автомобилей в ожидании погрузки или разгрузки;
- коэффициент использования времени в наряде.



Планируем множество допустимых графиков с целью определения оптимальных графиков работы автомобилей при перевозке плодоовощной продукции.

$$G_a^{\text{доп}} = \{G_{a1}^{\text{доп}}, G_{a2}^{\text{доп}}, \dots, G_{am}^{\text{доп}}\}$$

где  $m$ - общее количество допустимых графиков работы автомобилей. Для определения выбора данного допустимого графика из множества данных введем переменную:  $X_{\text{авт}}$

$$X_{\text{авт}} = \begin{cases} 1, & \text{если автомобиль выполняет заявку по допустимому графику} \\ G_{\text{авт}}^{\text{доп}}; & \\ 0, & \text{в обратном случае} \end{cases}$$

Следовательно, целевая функция решения оптимизации работы автомобилей при перевозке скоропортящейся продукции с учётом временных факторов перевозочного процесса примет следующий вид:

$$y = \sum_{m=1}^M \sum_{a=1}^A \sum_{b=1}^B Q_{\text{авт}} X_{\text{авт}} \rightarrow \max$$

где  $Q_{\text{авт}}$  - оценка предпочтительности выполнения грузовых перевозок по заявке  $b$  автомобилем  $a$  по допустимому  $G_{am}^{\text{доп}}$  графику.

Необходимо при этом выполнение следующих условий:

$$\begin{aligned} \sum_{a=1}^A \sum_{m=1}^M X_{\text{авт}} &\leq A, B \in B; \\ \sum_{b=1}^B \sum_{m=1}^M X_{\text{авт}} &\leq B, a \in A; \\ \sum_{b=1}^B q_b X_{\text{авт}} &\leq q_a, a \in A, m = \overline{1, M}; \end{aligned}$$

$$\sum_{b=1}^B (q_b/q_a) X_{авт} \geq \gamma_a, a \in A, m = \overline{1, M};$$

$$X_{авт} = \{0,1\}, a \in A, b \in B, m = \overline{1, M}$$

Где  $\gamma_a$  – нижняя граница коэффициента использования грузоподъемности автомобиля.

Таблица № 1

Оптимальные схемы доставки скоропортящейся продукции по  
Сурхандарьинской области

Показатели	Маршруты							
	Поле-рынок		Поле-сортировочный пункт (СП)		СП - рынок		Поле-СП-рынок	
	факт	оптим	факт	оптим	факт	опт	факт	опт
Своевременность доставки, %	23	32	97	100	96	98	94	97
Сохранность перевозимых плодовоовощей, - по количеству - по качеству, %	95	97	98	100	97	100	99	100
	60	90	99	100	99	100	96	98
Себестоимость перевозки 1 т, тыс. сум	103,1	100	87	63	69	60	112	105
Время погрузки – разгрузки, час	1,67	1	0,83	0,66	0,8	0,66	1,2	1

Экономическая эффективность перевозок скоропортящейся продукции автомобильным транспортом на основе оптимальных графиков доставки потребителям (таблица 1) достигается за счёт:

- повышения производительности автомобиля в 1,4 раза с 1855т до 2768т перевозок скоропортящейся продукции за год по Сурхандарьинской области Узбекистана и сокращение количества

используемых для этих целей автомобилей с 678 до 454 единиц в результате организации их работы по предлагаемым схемам перевозок скоропортящейся продукции;

- сокращения продолжительности простоев автомобилей с 0,76 до 0,56 часа (27%) в результате автоматизации погрузочно-разгрузочных работ, применения тары и контейнеров, упрощения и своевременного оформления товарно-транспортных документов;

- сокращения времени перевозок, ускорения доставки, повышение сохранности скоропортящейся продукции как по количеству, так и по качеству, повышение стандартности до 95-97% за счёт подсортировки и своевременной доставки.

#### **Использованные источники:**

1. Омонов Б.Ш. Повышение качества транспортных услуг при перевозке сельскохозяйственной продукции. Ташкент. Журнал Автотранспорт Узбекистана, № 5. 1996 г.

2. Омонов Б.Ш. Повышение качества перевозок плодоовощной продукции. Ташкент. Журнал Автотранспорт Узбекистана, № 6. 1996 г.

3. Миротин, Л. Б. Новый подход к менеджменту перевозки скоропортящихся грузов в смешанном сообщении / Л. Б. Миротин, И. А. Башмаков, Б. А. Мамедов / Грузовик.– 2019. – № 6. – С. 43–46.