

REFERENCES

1. Fomin V. M., Platonov A. S. Hydrogen as a chemical reagent for improving the performance of automotive engine with direct injection of gasoline [Transport on alternative fuel]. 2011, no 4(22), pp. 30-39.
2. Pevnev N. G., Ponamarchuk V. V. Analysis of the properties of hydrogen to its use as an additive to the main fuel [Progressive technologies in transport systems]. 2015, pp. 304-309.
3. Peretrukhin F. S., Brizitsky A. F., Kirillov V. A., Kozlov S. I. Board generator synthesis gas for the internal combustion engine with spark ignition [The alternative fuel Transport]. 2010, no 5(17), pp. 68-74.
4. Mackerle Y. Modern economical car. Moscow, Mashinostroenie, 1987. 320 p.
5. Ponamarchuk V. V. Physico-chemical properties and methods of hydrogen production [Fundamental and applied science - the Foundation of modern innovation system]. Materials of Intern. scientific.-tech. Conf. Students, postgraduates, and young scientists, 2015, – pp. 27-32.
6. Smolenskaya N. M. The influence of additives of hydrogen on the combustion process in petrol engines with spark ignition [Progress vehicles and systems]. 2009, pp. 247-248.
7. Talda, G. B. Improving fuel economy and reducing the toxicity of gasoline engines by the addition of hydrogen to gasoline. Kharkov, 1984. – 213 p.
8. Kolchin A. I., Demidov V. P. Calculation of automobile and tractor engines [Manual for schools]. Moscow. : Higherschool, 2008. 496 p.
9. Eriksson, L., Spark Advance Modeling and Control [Doctoral thesis]. 1999. 207 p.
10. Heywood, J. B. Combustion and its modelling in spark-ignition engine [International symposium COMODIA]. 1994. 930 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Певнев Николай Гаврилович (Омск, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация и ремонт автомобилей», ФГБОУ ВО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: pevnev\_ng@sibadi.org).*

*Pevnev Nikolai Gavrilovich (Omsk, Russia) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the department «Maintenance and repair of vehicles», Siberian State Automobile and Highway Academy. (644080, Omsk, pr. Mira, 5, e-mail: pevnev\_ng@sibadi.org).*

*Понамарчук Владимир Викторович (Омск, Россия) – аспирант кафедры «Эксплуатация и ремонт автомобилей», ФГБОУ ВО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: skif9210@mail.ru).*

*Vladimir V. Ponamarchuk (Omsk, Russia) – postgraduate student department of «Maintenance and repair of vehicles», Siberian State Automobile and Highway Academy. (644080, Omsk, pr. Mira, 5, e-mail: skif9210@mail.ru).*

УДК 656.13

**ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОСТОЯ ПОД ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫМИ РАБОТАМИ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СОВОКУПНОСТИ МАЛЫХ НЕНАСЫЩЕННЫХ СИСТЕМ ПЕРЕВОЗОК СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Е.С. Федосееenkova, Е.Е. Витвицкий  
ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия*

**Аннотация.** Исследовано влияние времени простоя при выполнении погрузки-разгрузки на результаты работы групп автотранспортных средств в совокупности малых ненасыщенных автотранспортных систем перевозок грузов. Решение задачи представлено на примере перевозки кирпича на поддонах от завода-изготовителя в городе подвижным составом общего пользования. Установлены зависимости результатов работы групп автотранспортных средств в совокупности малых автотранспортных систем, выполнена их проверка на адекватность исследуемому процессу.

**Ключевые слова:** время простоя при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, зависимость, совокупность малых ненасыщенных автотранспортных систем перевозок грузов.

### ВВЕДЕНИЕ

Исследованиями СибАДИ [1,2 и др.] установлено, что на практике перевозки грузов выполняются автотранспортными средствами (АТС) не просто на маршрутах, а в самоорганизующихся или специально организованных автотранспортных системах перевозок грузов (АТСПГ). Основой для управления перевозками грузов является наличие заранее разработанного оперативного плана и знание организатором перевозок, еще до опыта, зависимостей влияния технико-эксплуатационных факторов (ТЭП) на результаты и механизмы (поведение) функционирования АТСПГ.

Принято полагать, что выработка автомобиля (часовая, сменная), при снижении времени простоя под погрузкой-разгрузкой ( $t_{\text{пр}}$ ), описывается законом непрерывной возрастающей гиперболы [3, 4 и др.].

В настоящей статье представлены результаты изучения влияния времени простоя под погрузкой-разгрузкой на выработку АТС общего пользования в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ.

Ненасыщенной малой считается такая АТСПГ, где возможности погрузочных и разгрузочных пунктов и пропускная способность АТСПГ в тоннах превышают суммарную выработку АТС, выполняющих перевозку грузов в период времени данной АТСПГ. И если в такую АТСПГ добавить ещё одно АТС, то это не вызовет образования очереди АТС. Для ненасыщенных малых АТСПГ характерно, что интервал прибытия АТС в пункт погрузки (выгрузки) больше ритма работы погрузочно-разгрузочных средств [5].

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ПРОСТОЯ ПОД ПОГРУЗКОЙ-РАЗГРУЗКОЙ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СОВОКУПНОСТИ МАЛЫХ НЕНАСЫЩЕННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

В работе [6] авторами установлено, что практика перевозок в городах кирпича на поддонах от завода может быть организована как совокупность нескольких малых АТСПГ. При этом технологическая схема перевозок представляет собой несколько маятниковых маршрутов с обратным не груженым пробегом, на

каждом из которых изолированно работает группа АТС. Данная практическая ситуация получила наименование – совокупность малых ненасыщенных АТСПГ [7].

Исследование выполнено при следующих исходных данных: в смену перевозится кирпич в поддонах [8] на основании договора перевозки грузов [9], с каждого из пяти постов погрузки пяти различным грузополучателям; время функционирования совокупности малых ненасыщенных АТСПГ – 8 часов (продолжительность работы всех грузовых пунктов одинакова); фактическая загрузка АТС – 12,95 тонн, при использовании автопоезда в составе тягача КамАЗ 5410 и полуприцепа НЕФАЗ 9334-00000020-16 грузоподъемностью 13,9 тонн; средняя техническая скорость (для АТС грузоподъемностью свыше 7 тонн) – 24 км/ч [10]. Примем, что расстояния перевозок грузов в адрес пяти строительных объектов равны: 5 км, 15 км, 25 км, 35 км и 45 км.

Согласно [5,6], в отдельной малой ненасыщенной АТСПГ работает группа АТС минимального состава в количестве двух АТС. Отдельное АТС в смену может выполнять как одну, так и несколько ездов. Минимальный плановый объем перевозок груза в малой ненасыщенной АТСПГ  $Q_{\text{пл min}}$  равен:

$$Q_{\text{пл min}} = Q_{\text{пл max1ATC}} + Q_{\text{пл min 2ATC}}$$

где  $Q_{\text{пл max1ATC}}$  – максимально возможный объем перевозок первого АТС;

$Q_{\text{пл min 2ATC}}$  – минимальный объем перевозок второго АТС (выполняется 1 ездка).

В настоящей работе условимся, что при первом варианте плана перевозок грузов в пяти малых ненасыщенных АТСПГ выполняется минимальный плановый объем. При втором варианте плана перевозок в трех малых ненасыщенных АТСПГ выполняется минимальный плановый объем и в двух малых ненасыщенных АТСПГ выполняется максимальный плановый объем. При третьем варианте плана перевозок в двух малых ненасыщенных АТСПГ выполняется минимальный плановый объем и в трех малых ненасыщенных АТСПГ выполняется максимальный плановый объем. При четвертом варианте плана перевозок в каждой из пяти малых ненасыщенных АТСПГ выполняется максимальный плановый объем перевозок груза. Варианты плановых объемов перевозок груза ( $Q_{\text{пл}}$ ) принимаем согласно таблице 1.

Таблица 1  
ВАРИАНТЫ ПЛАНОВ В СОКУПНОСТИ МАЛЫХ НЕНАСЫЩЕННЫХ АТСПГ

Номер малой ненасыщенной АТСПГ	Плановый объем перевозок груза (Qпл)			
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
1	min	min	max	max
2	min	max	min	max
3	min	min	max	max
4	min	max	min	max
5	min	min	max	max

где: *min* – минимальный объем перевозок в малой ненасыщенной АТСПГ; *max* – максимальный объем перевозок в малой ненасыщенной АТСПГ.

Приведем пример расчета для первой малой ненасыщенной АТСПГ из их совокупности при первом варианте планового объема перевозок (см. табл. 1), с использованием модели малой ненасыщенной АТСПГ [11] и при  $t_{nb}$  равном 1,0 ч:

Длина маршрута

$$l_m = l_z + l_x = 5 + 5 = 10, \text{ км.}$$

Время ездки (оборота)

$$t_{e,o} = (l_m / V_T) + t_{nb} = 10 / 24 + 1 = 1,42, \text{ ч.}$$

Выработка в тоннах за ездку (оборот)

$$Q_{e,o} = q \cdot \gamma = 12, \text{ тонн.}$$

Выработка в тонно-километрах за ездку (оборот)

$$P_{e,o} = q \cdot \gamma \cdot l_z = 12,95 \cdot 5 = 64,75 \text{ м} \cdot \text{км.}$$

Пропускная способность в количестве АТС грузового пункта (АТСПГ)

$$A_3^i = t_{e,o} / R_{\max}$$

$$A_3^i = t_{e,o} / R_{\max} = 1,42 / 0,5 = 2,84.$$

округляем в меньшую сторону, чтобы АТСПГ была ненасыщенная, что соответствует условию первого варианта плана перевозок - в малой ненасыщенной АТСПГ функционирует два АТС.

Расчет возможного времени работы каждого АТС

$$T_{m1} = T_n - R_{\max} \cdot (1 - 1) = 8 - 0,5(1 - 1) = 8 \text{ ч.}$$

$$T_{m2} = T_n - R_{\max} \cdot (2 - 1) = 8 - 0,5(2 - 1) = 7,5 \text{ ч.}$$

Число ездок первого АТС в группе за время в малой ненасыщенной АТСПГ

$$Z_{e1} = [T_{m1} / t_{e,o}] = 8 / 1,42, \text{ ед.}$$

Число ездов второго АТС равно единице по условию первого плана перевозок.

Остаток времени в малой ненасыщенной АТСПГ, после исполнения целых ездов для первого АТС

$$\Delta T_{m1} = T_{m1} - [T_{m1} / t_{e,o}] \cdot t_{e,o} = 8 - 5 \cdot 1,42 = 0,9 \text{ ч.}$$

Время ездки необходимое

$$t_{en} = (l_z / V_T) + t_{nb} = 0,21 + 1 = 1,21 \text{ ч.},$$

в нашем случае  $0,90 < 1,21$ , поэтому первое АТС может выполнить за время в малой ненасыщенной АТСПГ пять ездов. Поскольку количество ездов округляем в меньшую сторону, тем самым приводим состояние АТСПГ в ненасыщенное состояние.

По условиям варианта объема перевозок второе АТС выполняет только одну ездку (оборот).

Выработка в тоннах каждого АТС за время в малой ненасыщенной АТСПГ

$$Q_{m1} = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma = 5 \cdot 12,95 = 64,75.$$

$$Q_{m2} = \sum_1^{Z_{e2}} q \cdot \gamma = 1 \cdot 12,95 = 12,95.$$

Выработка в тонно-километрах каждого АТС за время в малой ненасыщенной АТСПГ:

$$P_{m1} = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma \cdot l_z = 5 \cdot 12,95 \cdot 5 = 323,75.$$

$$P_{m2} = \sum_1^{Z_{e2}} q \cdot \gamma \cdot l_z = 1 \cdot 12,95 \cdot 5 = 64,75.$$

Пробег каждого АТС за время в малой ненасыщенной АТСПГ, км

$$L_{\text{мал1}} = l_{\text{мал}} \cdot Z_{e1} - l_x = 10 \cdot 5 - 5 = 45.$$

$$L_{\text{мал2}} = l_{\text{мал}} \cdot Z_{e2} - l_x = 10 \cdot 5 - 5 = 5.$$

Время фактическое каждого АТС в малой ненасыщенной АТСПГ, ч.

$$T_{\text{м1ф}} = (L_{\text{мал1}} / V_T) + \sum_1^{Z_{e1}} t_{\text{нв}} = (45 / 24) + 1 \cdot 5 = 6,88.$$

$$T_{\text{м2ф}} = (L_{\text{мал2}} / V_T) + \sum_1^{Z_{e2}} t_{\text{нв}} = (5 / 24) + 1 \cdot 1 = 1,21.$$

Общий пробег отдельного АТС в малой ненасыщенной АТСПГ, км

$$L_{\text{общ1}} = l_{\text{н1}} + l_{\text{м}} \cdot Z_{e1} + l_{\text{н2}} - l_x = 0 + 10 \cdot 5 + 5 - 5 = 50.$$

$$L_{\text{общ2}} = l_{\text{н1}} + l_{\text{м}} \cdot Z_{e2} + l_{\text{н2}} - l_x = 0 + 10 \cdot 1 + 5 - 5 = 10.$$

Время в наряде каждого АТС фактическое

$$T_{\text{н1ф}} = (L_{\text{общ1}} / V_T) + \sum_1^{Z_{e1}} t_{\text{нв}} = (50 / 24) + 1 \cdot 5 = 7,08 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{н2ф}} = (L_{\text{общ2}} / V_T) + \sum_1^{Z_{e2}} t_{\text{нв}} = (10 / 24) + 1 \cdot 1 = 1,42 \text{ ч.}$$

Выработка всех АТС в тоннах в малой ненасыщенной АТСПГ

$$Q_{\text{мал}} = \sum_1^{A_3} Q_i = 64,75 + 12,95 = 77,70.$$

Выработка всех АТС в тонно-километрах в малой ненасыщенной АТСПГ

$$P_{\text{мал}} = \sum_1^{A_3} P_i = 323,75 + 64,75 = 388,50.$$

Пробег всех АТС за смену (день) в малой ненасыщенной АТСПГ, км

$$L_{\text{мал}} = \sum_1^{A_3} L_{\text{мал}i} = 45 + 5 = 50.$$

Время фактическое всех АТС в малой ненасыщенной АТСПГ, ч.

$$T_{\text{мал}} = \sum_1^{A_3} T_{\text{м}i\text{ф}} = 6,88 + 1,21 = 8,09.$$

Общий пробег всех АТС за смену (день) в малой АТСПГ, км

$$L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_3} L_{\text{общ}i} = 50 + 10 = 60.$$

Трудоемкость выполнения плана перевозок, ч.

$$T_{\text{сумм}} = \sum_1^{A_3} T_{\text{н}i\text{ф}} = 7,08 + 1,42 = 8,50.$$

Для остальных малых ненасыщенных АТСПГ из их совокупности расчеты выполняются аналогично, результаты представлены в таблицах 2-5.

## РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

Таблица 2  
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ В МАЛОЙ НЕНАСЫЩЕННОЙ АТСПГ  
ПО ПЕРВОМУ ВАРИАНТУ ПЛАНА ЗА СМЕНУ

№ АТ-СПГ	Ze, ед.	Выработка АТС в тоннах	Выработка АТС в тонно-километрах	Пробег АТС в малых АТСПГ, км	Время фактическое АТС в малых АТСПГ, ч	Общий пробег АТС, км	Время в наряде фактическое АТС, ч
при t <sub>пв</sub> =1 ч							
1	6	77,70	388,50	50,00	8,08	60,00	8,50
2	4	51,80	777,00	90,00	7,75	120,00	9,00
3	3	38,85	971,25	100,00	7,17	150,00	9,25
4	3	38,85	1359,75	140,00	8,83	210,00	11,75
5	3	38,85	1748,25	180,00	10,50	270,00	14,25
при t <sub>пв</sub> =0,9 ч							
1	7	90,65	453,25	60,00	8,80	70,00	9,22
2	5	64,75	971,25	120,00	9,50	150,00	10,75
3	4	51,80	1295,00	150,00	9,85	200,00	11,93
4	3	38,85	1359,75	140,00	8,53	210,00	11,45
5	3	38,85	1748,25	180,00	10,20	270,00	13,95
при t <sub>пв</sub> =0,8 ч							
1	7	90,65	453,25	60,00	8,10	70,00	8,52
2	5	64,75	971,25	120,00	9,00	150,00	10,25
3	4	51,80	1295,00	150,00	9,45	200,00	11,53
4	3	38,85	1359,75	140,00	8,23	210,00	11,15
5	3	38,85	1748,25	180,00	9,90	270,00	13,65
при t <sub>пв</sub> =0,7 ч							
1	8	103,60	518,00	70,00	8,52	80,00	8,93
2	5	64,75	971,25	120,00	8,50	150,00	9,75
3	4	51,80	1295,00	150,00	9,05	200,00	11,13
4	3	38,85	1359,75	140,00	7,93	210,00	10,85
5	3	38,85	1748,25	180,00	9,60	270,00	13,35
при t <sub>пв</sub> =0,6 ч							
1	9	116,55	582,75	80,00	8,73	90,00	9,15
2	5	64,75	971,25	120,00	8,00	150,00	9,25
3	4	51,80	1295,00	150,00	8,65	200,00	10,73
4	3	38,85	1359,75	140,00	7,63	210,00	10,55
5	3	38,85	1748,25	180,00	9,30	270,00	13,05
при t <sub>пв</sub> =0,5 ч							
1	9	116,55	582,75	80,00	7,83	90,00	8,25
2	5	64,75	971,25	120,00	7,50	150,00	8,75
3	4	51,80	1295,00	150,00	8,25	200,00	10,33
4	3	38,85	1359,75	140,00	7,33	210,00	10,25
5	3	38,85	1748,25	180,00	9,00	270,00	12,75
при t <sub>пв</sub> =0,4 ч							
1	10	129,50	647,50	90,00	7,75	100,00	8,17
2	6	77,70	1165,50	150,00	8,65	180,00	9,90
3	4	51,80	1295,00	150,00	7,85	200,00	9,93
4	3	38,85	1359,75	140,00	7,03	210,00	9,95
5	3	38,85	1748,25	180,00	8,70	270,00	12,45
при t <sub>пв</sub> =0,3 ч							
1	12	155,40	777,00	110,00	8,18	120,00	8,60
2	6	77,70	1165,50	150,00	8,05	180,00	9,30
3	4	51,80	1295,00	150,00	7,45	200,00	9,53
4	3	38,85	1359,75	140,00	6,73	210,00	9,65
5	3	38,85	1748,25	180,00	8,40	270,00	12,15

**РАЗДЕЛ II.  
ТРАНСПОРТ**

Таблица 3  
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ В МАЛОЙ НЕНАСЫЩЕННОЙ АТСПГ  
ПО ВТОРОМУ ВАРИАНТУ ПЛАНА ЗА СМЕНУ

№ АТ-СПГ	Зе, ед.	Выработка АТС в тоннах	Выработка АТС в тонно-километрах	Пробег АТС в малых АТ-СПГ, км	Время фактическое АТС в малых АТСПГ, ч	Общий пробег АТС, км	Время в наряде фактическое АТС, ч
при t <sub>пв</sub> =1 ч							
1	6	77,70	388,50	50,00	8,08	60,00	8,50
2	12	155,40	2331,00	300,00	24,50	360,00	27,00
3	3	38,85	971,25	100,00	7,17	150,00	9,25
4	11	142,45	4985,75	525,00	32,88	770,00	43,08
5	3	38,85	1748,25	180,00	10,50	270,00	14,25
при t <sub>пв</sub> =0,9 ч							
1	7	90,65	453,25	60,00	8,80	70,00	9,22
2	13	168,35	2525,25	330,00	25,45	390,00	27,95
3	4	51,80	1295,00	150,00	9,85	200,00	11,93
4	13	168,35	5892,25	630,00	37,95	910,00	49,62
5	3	38,85	1748,25	180,00	10,20	270,00	13,95
при t <sub>пв</sub> =0,8 ч							
1	7	90,65	453,25	60,00	8,10	70,00	8,52
2	17	220,15	3302,25	435,00	31,73	510,00	34,85
3	4	51,80	1295,00	150,00	9,45	200,00	11,53
4	15	194,25	6798,75	735,00	42,63	1050,00	55,75
5	3	38,85	1748,25	180,00	9,90	270,00	13,65
при t <sub>пв</sub> =0,7 ч							
1	8	103,60	518,00	70,00	8,52	80,00	8,93
2	18	233,10	3496,50	465,00	31,98	540,00	35,10
3	4	51,80	1295,00	150,00	9,05	200,00	11,13
4	17	220,15	7705,25	840,00	46,90	1190,00	61,48
5	3	38,85	1748,25	180,00	9,60	270,00	13,35
при t <sub>пв</sub> =0,6 ч							
1	9	116,55	582,75	80,00	8,73	90,00	9,15
2	23	297,85	4467,75	600,00	38,80	690,00	42,55
3	4	51,80	1295,00	150,00	8,65	200,00	10,73
4	20	259,00	9065,00	1015,00	54,29	1400,00	70,33
5	3	38,85	1748,25	180,00	9,30	270,00	13,05
при t <sub>пв</sub> =0,5 ч							
1	9	116,55	582,75	80,00	7,83	90,00	8,25
2	28	362,60	5439,00	735,00	44,63	840,00	49,00
3	4	51,80	1295,00	150,00	8,25	200,00	10,33
4	24	310,80	10878,00	1225,00	63,04	1680,00	82,00
5	3	38,85	1748,25	180,00	9,00	270,00	12,75
при t <sub>пв</sub> =0,4 ч							
1	10	129,50	647,50	90,00	7,75	100,00	8,17
2	34	440,30	6604,50	900,00	51,10	1020,00	56,10
3	4	51,80	1295,00	150,00	7,85	200,00	9,93
4	31	401,45	14050,75	1610,00	79,48	2170,00	102,82
5	3	38,85	1748,25	180,00	8,70	270,00	12,45
при t <sub>пв</sub> =0,3 ч							
1	12	155,40	777,00	110,00	8,18	120,00	8,60
2	46	595,70	8935,50	1230,00	65,05	1380,00	71,30
3	4	51,80	1295,00	150,00	7,45	200,00	9,53
4	42	543,90	19036,50	2205,00	104,48	2940,00	135,10
5	3	38,85	1748,25	180,00	8,40	270,00	12,15

Таблица 4  
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ В МАЛОЙ НЕНАСЫЩЕННОЙ АТСПГ  
ПО ТРЕТЬЕМУ ВАРИАНТУ ПЛАНА ЗА СМЕНУ

№ АТСПГ	Ze, ед.	Выработка АТС в тоннах	Выработка АТС в тонно-километрах	Пробег АТС в малых АТСПГ, км	Время фактическое АТС в малых АТСПГ, ч	Общий пробег АТС, км	Время в наряде фактическое АТС, ч
при t <sub>пв</sub> =1 ч							
1	10	129,50	647,50	90,00	13,75	100,00	14,17
2	4	51,80	777,00	90,00	7,75	120,00	9,00
3	12	155,40	3885,00	450,00	30,75	600,00	37,00
4	3	38,85	1359,75	140,00	8,83	210,00	11,75
5	10	129,50	5827,50	495,00	30,63	900,00	47,50
при t <sub>пв</sub> =0,9 ч							
1	11	142,45	712,25	100,00	14,07	110,00	14,48
2	5	64,75	971,25	120,00	9,50	150,00	10,75
3	13	168,35	4208,75	500,00	32,53	650,00	38,78
4	3	38,85	1359,75	140,00	8,53	210,00	11,45
5	12	155,40	6993,00	630,00	37,05	1080,00	55,80
при t <sub>пв</sub> =0,8 ч							
1	18	233,10	1165,50	165,00	21,28	180,00	21,90
2	5	64,75	971,25	120,00	9,00	150,00	10,25
3	15	194,25	4856,25	575,00	35,96	750,00	43,25
4	3	38,85	1359,75	140,00	8,23	210,00	11,15
5	13	168,35	7575,75	675,00	38,53	1170,00	59,15
при t <sub>пв</sub> =0,7 ч							
1	19	246,05	1230,25	175,00	20,59	190,00	21,22
2	5	64,75	971,25	120,00	8,50	150,00	9,75
3	16	207,20	5180,00	625,00	37,24	800,00	44,53
4	3	38,85	1359,75	140,00	7,93	210,00	10,85
5	15	194,25	8741,25	810,00	44,25	1350,00	66,75
при t <sub>пв</sub> =0,6 ч							
1	22	284,90	1424,50	205,00	21,74	220,00	22,37
2	5	64,75	971,25	120,00	8,00	150,00	9,25
3	20	259,00	6475,00	800,00	45,33	1000,00	53,67
4	3	38,85	1359,75	140,00	7,63	210,00	10,55
5	18	233,10	10489,50	990,00	52,05	1620,00	78,30
при t <sub>пв</sub> =0,5 ч							
1	24	310,80	1554,00	225,00	21,38	240,00	22,00
2	5	64,75	971,25	120,00	7,50	150,00	8,75
3	26	336,70	8417,50	1050,00	56,75	1300,00	67,17
4	3	38,85	1359,75	140,00	7,33	210,00	10,25
5	23	297,85	13403,25	1305,00	65,88	2070,00	97,75
при t <sub>пв</sub> =0,4 ч							
1	37	479,15	2395,75	350,00	29,38	370,00	30,22
2	6	77,70	1165,50	150,00	8,65	180,00	9,90
3	32	414,40	10360,00	1300,00	66,97	1600,00	79,47
4	3	38,85	1359,75	140,00	7,03	210,00	9,95
5	26	336,70	15151,50	1440,00	70,40	2340,00	107,90
при t <sub>пв</sub> =0,3 ч							
1	42	543,90	2719,50	400,00	29,27	420,00	30,10
2	6	77,70	1165,50	150,00	8,05	180,00	9,30
3	43	556,85	13921,25	1775,00	86,86	2150,00	102,48
4	3	38,85	1359,75	140,00	6,73	210,00	9,65
5	39	505,05	22727,25	2295,00	107,33	3510,00	157,95

## РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

Таблица 5  
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ В МАЛОЙ НЕНАСЫЩЕННОЙ АТСПГ  
ПО ЧЕТВЕРТОМУ ВАРИАНТУ ПЛАНА ЗА СМЕНУ

№ АТСПГ	Зе, ед.	Выработка АТС в тоннах	Выработка АТС в тонно-километрах	Пробег АТС в малых АТСПГ, км	Время фактическое АТС в малых АТСПГ, ч	Общий пробег АТС, км	Время в наряде фактическое АТС, ч
при $t_{пв}=1$ ч							
1	10	129,50	647,50	90,00	13,75	100,00	14,17
2	12	155,40	2331,00	300,00	24,50	360,00	27,00
3	12	155,40	3885,00	450,00	30,75	600,00	37,00
4	11	142,45	4985,75	525,00	32,88	770,00	43,08
5	10	129,50	5827,50	495,00	30,63	900,00	47,50
при $t_{пв}=0,9$ ч							
1	11	142,45	712,25	100,00	14,07	110,00	14,48
2	13	168,35	2525,25	330,00	25,45	390,00	27,95
3	13	168,35	4208,75	500,00	32,53	650,00	38,78
4	13	168,35	5892,25	630,00	37,95	910,00	49,62
5	12	155,40	6993,00	630,00	37,05	1080,00	55,80
при $t_{пв}=0,8$ ч							
1	18	233,10	1165,50	165,00	21,28	180,00	21,90
2	17	220,15	3302,25	435,00	31,73	510,00	34,85
3	15	194,25	4856,25	575,00	35,96	750,00	43,25
4	15	194,25	6798,75	735,00	42,63	1050,00	55,75
5	13	168,35	7575,75	675,00	38,53	1170,00	59,15
при $t_{пв}=0,7$ ч							
1	19	246,05	1230,25	175,00	20,59	190,00	21,22
2	18	233,10	3496,50	465,00	31,98	540,00	35,10
3	16	207,20	5180,00	625,00	37,24	800,00	44,53
4	17	220,15	7705,25	840,00	46,90	1190,00	61,48
5	15	194,25	8741,25	810,00	44,25	1350,00	66,75
при $t_{пв}=0,6$ ч							
1	22	284,90	1424,50	205,00	21,74	220,00	22,37
2	23	297,85	4467,75	600,00	38,80	690,00	42,55
3	20	259,00	6475,00	800,00	45,33	1000,00	53,67
4	20	259,00	9065,00	1015,00	54,29	1400,00	70,33
5	18	233,10	10489,50	990,00	52,05	1620,00	78,30
при $t_{пв}=0,5$ ч							
1	24	310,80	1554,00	225,00	21,38	240,00	22,00
2	28	362,60	5439,00	735,00	44,63	840,00	49,00
3	26	336,70	8417,50	1050,00	56,75	1300,00	67,17
4	24	310,80	10878,00	1225,00	63,04	1680,00	82,00
5	23	297,85	13403,25	1305,00	65,88	2070,00	97,75
при $t_{пв}=0,4$ ч							
1	37	479,15	2395,75	350,00	29,38	370,00	30,22
2	34	440,30	6604,50	900,00	51,10	1020,00	56,10
3	32	414,40	10360,00	1300,00	66,97	1600,00	79,47
4	31	401,45	14050,75	1610,00	79,48	2170,00	102,82
5	26	336,70	15151,50	1440,00	70,40	2340,00	107,90
при $t_{пв}=0,3$ ч							
1	42	543,90	2719,50	400,00	29,27	420,00	30,10
2	46	595,70	8935,50	1230,00	65,05	1380,00	71,30
3	43	556,85	13921,25	1775,00	86,86	2150,00	102,48
4	42	543,90	19036,50	2205,00	104,48	2940,00	135,10
5	39	505,05	22727,25	2295,00	107,33	3510,00	157,95



Таблица 6  
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ПЛАНОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
ГРУПП АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ  
В СОВОКУПНОСТИ МАЛЫХ НЕНАСЫЩЕННЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

тпв, ч	Ze, ед.	Выработка АТС в тоннах за смену	Выработка АТС в тонно-километрах за смену	Пробег АТС в малых АТСПГ, км	Время фактическое АТС в малых АТСПГ, ч	Общий пробег АТС за смену, км	Время в наряде фактическое АТС, ч	Число АТС, ед.
Вариант плана 1								
1,00	19	246,05	5244,75	560,00	42,33	810,00	52,75	10
0,90	22	284,90	5827,50	650,00	46,88	900,00	57,30	10
0,80	22	284,90	5827,50	650,00	44,68	900,00	55,10	10
0,70	23	297,85	5892,25	660,00	43,60	910,00	54,02	10
0,60	24	310,80	5957,00	670,00	42,32	920,00	52,73	10
0,50	24	310,80	5957,00	670,00	39,92	920,00	50,33	10
0,40	26	336,70	6216,00	710,00	39,98	960,00	50,40	10
0,30	28	362,60	6345,50	730,00	38,82	980,00	49,23	10
Вариант плана 2								
1,00	35	453,25	10424,75	1155,00	83,13	1610,00	102,08	17
0,90	40	518,00	11914,00	1350,00	92,25	1840,00	112,67	18
0,80	46	595,70	13597,50	1560,00	101,80	2100,00	124,30	20
0,70	50	647,50	14763,00	1705,00	106,04	2280,00	130,00	21
0,60	59	764,05	17158,75	2025,00	119,78	2650,00	145,82	23
0,50	68	880,60	19943,00	2370,00	132,75	3080,00	162,33	26
0,40	82	1061,90	24346,00	2930,00	154,88	3760,00	189,47	30
0,30	107	1385,65	31792,25	3875,00	193,56	4910,00	236,68	37
вариант плана 3								
1,00	39	505,05	12496,75	1265,00	91,71	1930,00	119,42	21
0,90	44	569,80	14245,00	1490,00	101,68	2200,00	131,27	22
0,80	54	699,30	15928,50	1675,00	112,99	2460,00	145,70	25
0,70	58	751,10	17482,50	1870,00	118,52	2700,00	153,10	26
0,60	68	880,60	20720,00	2255,00	134,76	3200,00	174,13	29
0,50	81	1048,95	25705,75	2840,00	158,83	3970,00	205,92	34
0,40	104	1346,80	30432,50	3380,00	182,43	4700,00	237,43	40
0,30	133	1722,35	41893,25	4760,00	238,23	6470,00	309,48	50
вариант плана 4								
1,00	55	712,25	17676,75	1860,00	132,50	2730,00	168,75	28
0,90	62	802,90	20331,50	2190,00	147,05	3140,00	186,63	30
0,80	78	1010,10	23698,50	2585,00	170,11	3660,00	214,90	35
0,70	85	1100,75	26353,25	2915,00	180,96	4070,00	229,08	37
0,60	103	1333,85	31921,75	3610,00	212,22	4930,00	267,22	42
0,50	125	1618,75	39691,75	4540,00	251,67	6130,00	317,92	50
0,40	160	2072,00	48562,50	5600,00	297,33	7500,00	376,50	60
0,30	212	2745,40	67340,00	7905,00	392,98	10400,00	496,93	77

## РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

---

Результаты работы групп АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ определены суммированием результатов работы каждой малой ненасыщенной АТСПГ из совокупности. Пример расчета результатов работы в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ по первому варианту объема перевозок приведен ниже.

Суммарная выработка в тоннах групп АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ

$$Q_{\sum_{\text{мал}}} = 51,80 + 64,75 + 64,75 + 51,80 + 51,80 = 284,90.$$

Суммарная выработка в тонно-километрах групп АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ

$$P_{\sum_{\text{мал}}} = 970,73 + 1027,58 + 993,27 + 734,52 + 536,13 = 4262,23.$$

Суммарный пробег групп АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ, км

$$L_{\sum_{\text{мал}}} = 112,44 + 126,96 + 122,72 + 85,08 + 62,10 = 509,30.$$

Суммарное отработанное время групп АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ, ч.

$$T_{\sum_{\text{мал}}} = 8,69 + 8,27 + 8,11 + 7,55 + 6,19 = 38,80.$$

Суммарный общий пробег групп АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ, км

$$L_{\text{общ}} \sum_{\text{мал}} = 149,92 + 158,70 + 153,40 + 113,44 + 82,80 = 658,26.$$

Трудоемкость выполнения плана перевозок, ч.

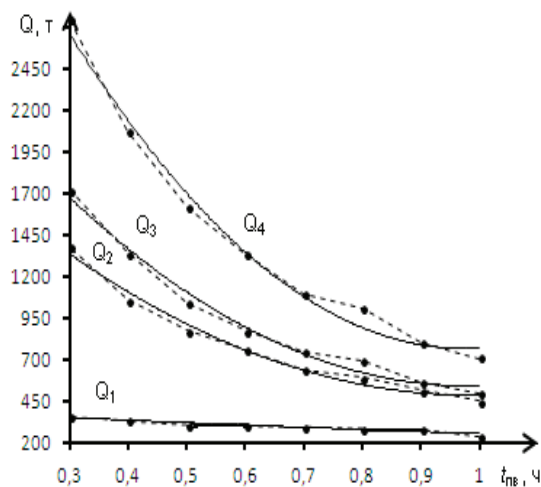
$$T_{\text{сумм}} \sum_{\text{мал}} = 10,25 + 9,61 + 9,39 + 8,73 + 7,05 = 45,03.$$

Результаты работы групп АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ при других вариантах планов определены аналогично и представлены в таблице 5.

По результатам таблицы 5 построены точечные зависимости влияния времени простоя под погрузкой-разгрузкой на результаты функционирования (выработка в тоннах, в

т·км, количество АТС) групп АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ, рисунки 1-3.

На основе регрессионного анализа, с помощью MSEXCEL установлены зависимости выработки АТС в совокупности малых АТСПГ в тоннах, тонно-километрах и их потребного количества от  $t_{\text{пв}}$ , которые представлены на рисунках 1-3 и в регрессионных уравнениях.



пунктиром обозначены расчетные зависимости выработки в тоннах групп АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ от снижения  $t_{пв}$ , согласно таблице 5; сплошными линиями обозначены регрессионные полиномиальные зависимости выработки в тоннах в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ от снижения  $t_{пв}$ .

Уравнения регрессии для совокупности малых АТСПГ, соответственно:

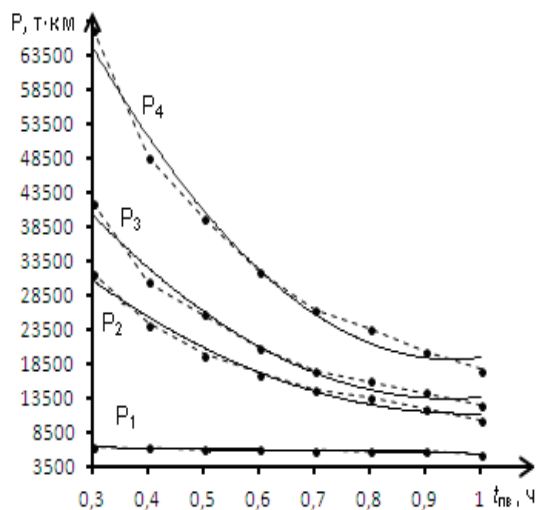
$Q_1(t_{пв}) = 30,833x^2 - 178,83x + 405,92$  по первому варианту плана перевозок грузов;

$Q_2(t_{пв}) = 1765,2x^2 - 3511,1x + 2232,1$  по второму варианту плана перевозок грузов;

$Q_3(t_{пв}) = 2443,5x^2 - 4793,8x + 2895,8$  по третьему варианту плана перевозок грузов;

$Q_4(t_{пв}) = 4177,9x^2 - 8126,1x + 4722$  по четвертому варианту плана перевозок грузов.

Рисунок 1 – Зависимости выработки в тоннах групп АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ от снижения времени под погрузкой-разгрузкой при разных планах



пунктиром обозначены расчетные зависимости выработки в тонно-километрах групп АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ от снижения  $t_{пв}$ , согласно таблице 5; сплошными линиями обозначены регрессионные полиномиальные зависимости выработки в тонно-километрах в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ от снижения  $t_{пв}$ .

Уравнения регрессии для совокупности малых АТСПГ, соответственно:

$P_1(t_{пв}) = -11773x^3 + 22109x^2 - 13933x + 8901,6$  по первому варианту плана перевозок грузов;

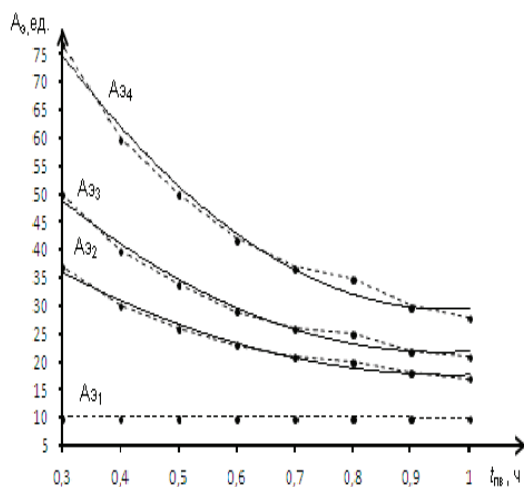
$P_2(t_{пв}) = 42589x^2 - 83123x + 51793$  по второму варианту плана перевозок грузов;

$P_3(t_{пв}) = 65174x^2 - 122736x + 71184$  по третьему варианту плана перевозок грузов;

$P_4(t_{пв}) = 108610x^2 - 205759x + 116600$  по четвертому варианту плана перевозок грузов.

Рисунок 2 – Зависимости выработки в тонно-километрах групп АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ от снижения времени простоя под погрузкой-разгрузкой при разных планах

## РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ



пунктиром обозначены расчетные зависимости количества АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ от снижения  $t_{пр}$ , согласно таблице 5;

сплошными линиями обозначены регрессионные полиномиальные зависимости количества АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ от снижения  $t_{пр}$ .

Уравнения регрессии для совокупности малых АТСПГ, соответственно:

$A_{э1}(t_{пр}) = 10$ , прямая по первому варианту плана перевозок грузов;

$A_{э2}(t_{пр}) = 40,476x^2 - 78,81x + 56$  по второму варианту плана перевозок грузов;

$A_{э3}(t_{пр}) = 63,69x^2 - 121,25x + 79,435$  по третьему варианту плана перевозок грузов;

$A_{э4}(t_{пр}) = 104,17x^2 - 200,06x + 125,43$  по четвертому варианту плана перевозок грузов.

Рисунок 3 – Зависимости потребности в АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ от снижения времени простоя под погрузкой-разгрузкой

Проверка адекватности уравнений регрессии, представленных на рисунках 1-3, осуществлена с помощью коэффициента детерминации и средней ошибки аппроксимации

(величина которой не должна превышать 10-12 % [12, 13, 14]), результаты проверки сведены в таблицу 6.

Таблица 6  
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА УРАВНЕНИЙ РЕГРЕССИИ

Показатель	Вариант плана перевозок			
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Выработка АТС в тоннах				
Коэффициент детерминации	0,93	0,99	0,99	0,99
Средняя ошибка аппроксимации	2,39	3,93	4,29	4,50
Выработка АТС в тонно-километрах				
Коэффициент детерминации	0,94	0,99	0,98	0,99
Средняя ошибка аппроксимации	1,03	4,27	4,65	5,06
Количество АТС				
Коэффициент детерминации	-	0,99	0,99	0,99
Средняя ошибка аппроксимации	-	2,73	2,78	3,45

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При снижении времени простоя АТС под погрузкой-разгрузкой в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ наблюдается:

- при реализации первого варианта плана перевозок возрастание выработки АТС в тоннах в 1,5 раза и тонно-километрах в 1,2 раза при неизменном потребном количестве АТС (10 ед.), в диапазонах от 0,9 до 0,8 и от 0,6-0,5 часа наблюдается отсутствие реакции системы на изменение величины времени простоя АТС под погрузо-разгрузочными работами:

- при реализации второго варианта плана перевозок возрастание выработки АТС в тоннах в 3,05 раза и тонно-километрах в 3 раза при увеличении необходимого количества АТС в 2,17 раза:

- при реализации третьего варианта плана перевозок возрастание выработки АТС в тоннах в 3,41 раза и тонно-километрах в 3,76 раза при увеличении необходимого для реализации плана количества АТС в 2,38 раза.

- при реализации четвертого варианта плана перевозок возрастание выработки АТС в тоннах в 3,85 раза и тонно-километрах в 3,8 раза при увеличении необходимого для реализации плана количества транспортных средств в 2,75 раза.

2. Для установленных зависимостей результатов функционирования группы АТС в совокупности малых ненасыщенных АТСПГ, независимо от принятого к исполнению варианта плана перевозок строительных грузов, коэффициенты детерминации уравнений  $R^2$  составляют от 0,93 до 0,99, средние ошибки аппроксимации составляют от 1,03% до 5,06%, что позволяет утверждать, что данные зависимости влияния  $t_{пв}$  на функций  $Q(t_{пв})$ ,  $P(t_{пв})$ ,  $A_3(t_{пв})$  адекватно описывают исследуемый процесс.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Николин, В.И. Грузовые автомобильные перевозки : монография / В.И. Николин, Е.Е. Витвицкий, С.М. Мочалин. – Омск : Вариант-Сибирь, 2004. – 479 с.

2. Рассоха, В.И. Ситуационное управление автотранспортными системами. Часть 1. Системная эффективность эксплуатации автомобильного транспорта / В.И. Рассоха // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 9. – С. 148-153.

3. Афанасьев Л.Л. Автомобильные пере-

возки. - М.: Транспорт, 1973. - 320 с.

4. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 560 с.

5. Николин, В.И. Научные основы совершенствования теории грузовых автомобильных перевозок: дисс. .... д-ра техн. наук: 05.22.10 / Николин Владимир Ильич. – М., 2000. – 343 с.

6. Витвицкий, Е.Е. Средняя автотранспортная система перевозок грузов в городах / Е.Е. Витвицкий, Е.С. Федосеев // Развитие теории и практики автомобильных перевозок, транспортной логистики [Электронный ресурс] : сб. научн. тр. каф. «Организация перевозок и управление на транспорте» в рамках междунар. научн.-практ. конф. «Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, новации», 7-9.12.2016 г. ред. Е.Е. Витвицкий. – Омск : СибАДИ, 2016. – С. 191-194.

7. Николин В.И. Автотранспортный процесс и оптимизация его элементов. – М.: Транспорт, 1990. – 191 с.

8. Одинцов, Д.Г. Транспортное обеспечение строительных потоков: монография / Д.Г. Одинцов, В.А. Невьянцев. – М.: Стройиздат, 1992. – 337 с.

9. Гражданский кодекс Российской Федерации. Статья 789 // [Электронный ресурс]. – Система ГАРАНТ.

10. Единые нормы времени на перевозку грузов автомобильным транспортом и сдельные расценки для оплаты труда водителям. – М.: Экономика, 1988. – 40 с.

11. Витвицкий, Е.Е. Моделирование транспортных процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Е. Витвицкий. – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2017.

12. Витвицкий, Е.Е., монография. / Методы ресурсосбережения в автотранспортном комплексе при перевозке грузов «для собственных нужд» в городах : монография. /Е.Е. Витвицкий, А.Х. Толебаева. – Омск : СибАДИ, 2016. -117с.

13. Елисеева, И.И. Эконометрика: учебное издание / Елисеева И.И., Курышева С.В., Костеева Т.В. и др. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 345 с.

14. Бережная, Е.В. Экономические методы моделирования экономических систем: учебное пособие / Бережная Е.В., Бережной В.И. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 433 с.

## THE INFLUENCE OF TIME LOADING AND UNLOADING ON FUNCTIONINGST COMPLEXS OF SMALL AUTOTRANSPORT SYSTEMS CARGO TRANSPORTATION BY TRANSPORT OF COMMON USE

E.S. Fedoseenkova, E.E. Vitvitskiy

**Abstract.** *The influence of the idle time during loading and unloading on the results of the work of a group of vehicles in the aggregate of small motor transportation systems of cargo transportation was investigated. The solution of the problem is represented by the example of brick transport on pallets from the manufacturing plant in the city by rolling stock of general use. The dependencies of the results of the work of a group of vehicles in the aggregate of small motor transport systems have been established, and their verification has been carried out for adequacy of the process under influence.*

**Keywords:** *Idle time when performing loading and unloading operations, dependenci, complexes of small autotransport systems cargo transportation*

### REFERENCES

1. Nikolin V.I., Vitvickij E.E., Mochalin S.M. Gruzovye avtomobil'nye perevozki [Freight transport by road]. Monografija, Omsk, Variant-Sibir', 2004. 479 p.
2. Rassoha V.I. Situacionnoe upravlenie avtotransportnymi sistemami. Chast' 1. Sistemnaja jeffektivnost' jekspluatacii avtomobil'nogo transporta [Situational management of motor transportation systems. Part 1. System efficiency motor transport operation]. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2009, no 9, pp 148-153.
3. Afanas'ev L.L. Avtomobil'nye perevozki [Motor transportation]. Moscow, Transport, 1973.320 p.
4. Vel'mozhin A.V., Gudkov V.A., Mirotin L.B., Kulikov A.V. Gruzovye avtomobil'nye perevozki [Freight transport by road]. Moscow, Gorjachaja linija Telekom, 2016. 560 p.
5. Nikolin V.I. Nauchnye osnovy sovershenstvovanija teorii gruzovyh avtomobil'nyh perevozok [Scientific bases of perfection of the theory of road freight transport: the dissertation on competition of a scientific degree of doctor of technical Sciences]. Doctor's thesis. Moscow, 2000, 343 p.
6. Vitvickij E.E., Fedoseenkova E.S. Srednjaja avtotransportnaja sistema perevozok gruzov v gorodah [Medium transport system of transportations of cargoes in cities]. Razvitie teorii i praktiki avtomobil'nyh perevozok, transportnoj logistiki: sbornik trudov kafedry «Organizacija perevozok i upravlenie na transporte» v ramkah mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. «Arhitekturno-stroitel'nyj i dorozhno-transportnyj komplekсы: problemy, perspektivy, novacii», Omsk, SibADI, 2016. pp 191-194.
7. Nikolin V.I. Avtotransportnyj process i optimizacija ego jelementov. Moscow.Transport, 1990. 191 p.
8. Odincov D.G., Nev'jancev V.A. Transportnoe obespechenie stroitel'nyh potokov [Transport security construction flows]. Moscow, Stroyizdat, 1992. 337 p.
9. Grazhdanskij kodeks Rossijskoj Federacii [Civil Code of the Russian Federation]. Stat'ja 789 Jelektronnyj resurs]. Sistema GARANT.
10. Edinye normy vremeni na perevozku gruzov avtomobil'nym transportom i sdel'nye rascenki dlja oplaty truda voditeljam [Unified time norms for the transport of goods by road and piece rates for paying drivers] Moscow, Jekonomika, 1988. 40 p.
11. Vitvickij E.E. Modelirovanie transportnyh processov [Modeling of transport processes], [Jelektronnyj resurs]. Omsk, SibADI, 2017.
12. Vitvickij E.E., Tolebaeva A.H. Metody resursosberezhenija v avtotransportnom komplekse pri perevozke gruzov «dlja sobstvennyh nuzhd» v gorodah Methods of resource-saving in the motor transport complex for transportation of goods "for own needs" in the cities]. Monografija. Omsk, SibADI, 2016. -117p.
13. Eliseeva I.I., Kuryшева S.V., Kos-teeva T.V. i dr. Jekonometrika [Econometrics] . Moscow, Finansy i statistika, 2001. 345 p.
14. Berezhnaja E.V., Berezhnoj V.I. Jekonomicheskie metody modelirovanija jekonomicheskikh system [Economic methods of modeling economic systems]. Moscow, Finansy i statistika, 2006. 433 p.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Федосеевкова Елена Сергеевна (Омск, Россия) – аспирант кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» ФГБОУ ВО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: kaf\_oput@sibadi.org).*

*Fedoseenkova Elena Sergeevna (Omsk, Russia) – postgraduate student of the head of the department «The organization of transportations and management on transport» the Siberian automobile and road university. (644080, Omsk, pr. Mira, 5, e-mail: kaf\_oput@sibadi.org).*

*Витвицкий Евгений Евгеньевич (Омск, Россия) – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: kaf\_oput@sibadi.org).*

*Vitvitskiy Evgeniy Evgenievich (Omsk, Russia) – Doctor of Engineering, Professor. Head of the department «The organization of transportations and management on transport» the Siberian automobile and road university. (644080, Omsk, pr. Mira, 5, e-mail: kaf\_oput@sibadi.org).*

УДК 656.056.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛОВ СВЕТОФОРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ДЛИНУ ОЧЕРЕДИ НА СМЕЖНЫХ ПЕРЕКРЕСТКАХ

*А. Ю. Харабаджи  
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула, Россия*

**Аннотация.** *Рассматривается вопрос повышения эффективности работы перекрестков в изменяющихся условиях загрузки улично-дорожной сети (УДС) города. Изучается влияние продолжительности временных циклов соседних светофорных объектов на длину очереди транспортных средств, возникающей между светофорными объектами. Показано, что процесс образования очереди имеет динамический характер, который следует исследовать в рамках подхода нелинейной динамики.*

**Ключевые слова.** *Транспортный поток; регулирование светофорных объектов; моделирование транспортных потоков.*

### ВВЕДЕНИЕ

Общее состояние транспортного обслуживания граждан Российской Федерации не может на сегодняшнем этапе социально-экономического развития России не вызывать беспокойства. Транспорт – связующее звено всех направлений и видов деятельности.

Из-за постоянного роста автомобилизации количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на дорогах и время задержек транспорта стремительно растет. Для многих стран мира данная проблема становится стратегически важной, а значит, задача по уменьшению заторов на дорогах является одной из приоритетных.

Решение данной задачи стало актуальным еще в 60-х годах прошлого века, когда начала разрабатываться интеллектуализация

транспортной системы регулирования светофорными объектами (СО). В настоящее время многие государства инвестируют в интеллектуальные транспортные системы (ИТС), вследствие чего светофорное регулирование эволюционировало в адаптивное управление светосигнальных установок.

Указанная тема была чрезвычайно широко исследована разными авторами. Приведем лишь некоторые результаты, непосредственно касающиеся тематики исследования. В работе [1] рассмотрены принципы адаптивного управления светофорными объектами, также даны описания координированного и корректируемого управления транспортными потоками. Автор приходит к выводу, что адаптивное регулирование СО является эффективным средством борьбы с заторами.