

12. On the introduction of methodological recommendations «Norms of consumption of fuels and lubricants in road transport» [Electronic resource]: Order of the Ministry of Transport of Russia dated 14.03.2008 № AM-23-p (ed. 20.09.2018) // Consultant Plus : Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76009. – Date of access: 10/04/2022 (in Russian).
13. Reznik, L. G. Assessment of the adaptability of vehicles to the mass of the transported cargo in terms of fuel consumption, taking into account the severity of transport conditions / L. G. Reznik, D. A. Chainikov // Bulletin of the Irkutsk State Technical University. – 2009. – № 3 (39). – P. 64–68 (in Russian).
14. Rekhlov, R. O. Research of the temperature influence of fuel consumption of a passenger car converted to operate on liquefied petroleum gas / R. O. Rekhlov, E. M. Chikishev // Architecture, construction, transport. – 2021. – №3. – P. 60–67 (in Russian).
15. Svistunova, V. A. Improving the transportation process of urban passenger public transport of industrial single-industry cities in severe weather conditions (on the example of the city of Nefteyugansk) : diss. ... cand. of techn. sciences: 05.22.10 / V. A. Svistunova; TSOGU. – Tyumen, 2010. – 210 p. (in Russian).
16. Semchenkov, S. S. Increasing the efficiency of passenger route transport enterprises work in modern conditions / S. S. Semchenkov, D. V. Kapski // Science and technology news. – 2022. – №1 (60). – P. 16–26 (in Russian).
17. Chikishev, E. M. Correcting the transportation routes of urban public passenger transport in the Yekaterinburg and Tyumen cities / E. M. Chikishev // Freight and passenger vehicles. – 2014. – № 4. – P. 31–43 (in Russian).
18. Chikishev, E. M. Determination bus fuel consumption rates based on the actual use conditions in the urban environment / E. M. Chikishev // Automobile and tractor construction and road transport : international scientific and practical conference. – Minsk, 2021. – Vol. 2. – P. 93–99 (in Russian).
19. Chikishev, E. M. Operation of buses on various types of fuel in an urban environment : monograph / E. M. Chikishev, A. S. Gavaev, D. A. Chainikov. – Tyumen: IUT, 2022. – 175 p. (in Russian).
20. Iarkov, S. A. Influence of low-temperature operating conditions on the regularity of the movement of urban shuttle buses: diss. ... cand. of techn. sciences: 05.22.10 / S. A. Iarkov; TSOGU. – Tyumen, 2007. – 207 p. (in Russian).

УДК 656

САРАЖИНСКИЙ Д. С., канд. физ.-мат. наук,
доц. кафедры «Транспортные системы и технологии»
E-mail: sarazhinsky@mail.ru

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 08.08.2022

АНАЛИТИКО-АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА (НА РЕГУЛИРУЕМОМ ПЕРЕСЕЧЕНИИ) ПО ПОЛОСАМ

В повседневной практике проектирования/реорганизации управления движением на регулируемом пересечении типично в качестве исходных данных выступает информация о распределении транспортного спроса по направлениям движения (именно она является наиболее общей формой представления спроса на передвижение через пересечение). С другой стороны, для оценки показателей функционирования соответствующего пересечения необходимо иметь информацию о распределении этого транспортного спроса уже непосредственно по полосам движения. Как следствие с необходимостью встает задача о прогнозировании такого распределения на базе математического моделирования. Наиболее прямым способом здесь мог бы служить подход с использованием

имитационного микромоделирования, однако он предполагает построение соответствующей имитационной модели, что, во-первых, не всегда просто (в общем случае требует построения, верификации, калибровки и валидации модели), а во-вторых, не всегда целесообразно (например, когда речь идет о проектировании/реорганизации регулируемого пересечения с задействованием только прикидочных оценок на базе аналитических/теоретических моделей, высокая точность имитационных моделей оказывается избыточной). По этой причине оказываются актуальны математические модели распределения транспортного спроса по полосам, которые позволяли бы избежать чрезмерных усложнений имитационного микромоделирования и в то же время давали бы не слишком грубые оценки. Как показал анализ доступной литературы по соответствующей теме, существующие на данный момент модели либо слишком грубые (не способные учесть важную специфику организации движения на регулируемом пересечении), либо наоборот, пытающиеся учесть слишком много факторов, что делает их слишком громоздкими, практически невозможными для анализа и проведения вычислений «вручную». С учетом этого, в данной работе предлагается компромиссный вариант между этими подходами, а именно, предлагается аналитико-алгоритмический метод распределения спроса по полосам (представляющий собой разновидность «полуаналитического» имитационного мезомоделирования), позволяющий, с одной стороны, сохранить простоту описания динамики соответствующего процесса распределения по полосам, а с другой – отбросить, на взгляд автора, несущественные для многих практических целей проектирования/реорганизации регулируемого пересечения факторы.

Ключевые слова: *регулируемое пересечение, распределение транспортного спроса по полосам, математическое моделирование, аналитическая модель.*

Введение

Математическое моделирование на базе аналитических (аналитико-алгоритмических) макромоделей транспортного спроса является одним из простейших и в то же время достаточно точных методов оценки качества принимаемых проектных решений по организации движения на регулируемом пересечении [1]. В качестве исходных данных таких моделей в общем случае выступает информация о распределении транспортного спроса по геометрическим направлениям движения (именно она является наиболее общей формой представления спроса на передвижение через пересечение). Однако для получения на основе этой информации нужных оценок качества как правило требуется дополнительный учет специфики распределения спроса еще и по полосам движения. Как следствие в качестве обязательной части такого моделирования появляется отдельная задача прогнозирования соответствующего распределения.

В случае, когда для каждого направления движения выделена одна единственная полоса, задача тривиальна. Однако в реальности чаще встречаются ситуации с альтернативными полосами – вариантами организации движения, предоставляющими выбор из нескольких полос для движения в заданном направлении. И более того – когда с одной или нескольких из таких альтернативных полос разрешается совместное движение в нескольких направлениях сразу (как, например, движение прямо и поворот

налево/направо). В таких ситуациях решение соответствующей задачи уже не выглядит простым. Рассмотрению этой проблематики было посвящено ряд работ (общий обзор можно найти в [2, 3]). Однако среди рассмотренных в этих работах подходах к нашедшим *практическое применение* можно отнести лишь следующие:

1) метод равномерного распределения по полосам приведенного транспортного спроса, а именно, исходный спрос сперва приводится по составу транспортного потока и поворотным маневрам к потоку со стандартным потоком насыщения после чего распределяется по альтернативным полосам таким образом, чтобы на каждую полосу в итоге (с учетом спроса по всем направлениям) приходилась одинаковая величина суммарного спроса [4];

2) метод последовательного распределения элементарных объемов транспортного спроса таким образом, чтобы минимизировать их время задержки проезда пересечения, вызванного разездами очередей (в наиболее полном виде представлен в НСМ [5]);

3) метод последовательного распределения элементарных объемов транспортного спроса таким образом, чтобы выровнять коэффициенты загрузки полос движением [6, 7].

К недостаткам этих подходов можно отнести: подход 1) работает с приведенным спросом, что не позволяет его использовать там, где важно знать распределение по полосам транспортных средств каждого типа (например, для

оценки геометрических размеров очереди). Кроме того, он не учитывает специфику организации движения по полосам транспортных средств отдельных типов, а значит, может в таких ситуациях давать неверные предсказания. Наконец, он не учитывает специфику светофорного регулирования, например, ситуацию, когда движение с одной полосы регулируется разными сигнальными группами.

К недостаткам метода HCM 2) можно отнести чрезмерную громоздкость, затрудняющую понимание и как следствие калибровку и верификацию модели.

Метод же п. 3 и вовсе не может рассматриваться как адекватный для ситуаций, когда имеется несколько альтернативных полос, причем движение по ним регулируется для разных направлений отдельно. (расхождение результатов этого метода с реальными была экспериментально подтверждена в исследованиях [3])

С учетом этого, в данной работе предлагается метод, который призван выступить в роли некоторой «золотой середины», позволяющей, с одной стороны, учесть то, что не учитывает п. 1, и в то же время не быть таким громоздким, как п. 2, максимально сохраняя «аналитичность».

Алгоритм распределения по полосам

Пусть для рассматриваемого входа пересечения, для которого предполагается найти

распределение спроса по полосам, заданы (рисунок 1):

1) интенсивности транспортного спроса с рассматриваемого входа по направлениям и типам транспортных средств;

2) специфика организации движения по каждой из полос, а именно:

– разрешенные направления движения с полосы для каждого типа транспортного средства);

3) специфика регулирования движения с данного входа, а именно:

– длительность цикла регулирования C ;

– интервалы включения разрешающего движение сигнала по каждому направлению в пределах цикла регулирования;

4) косвенные (помимо потери времени в очереди) потери времени при выборе каждой полосы для проезда (например, связанные с последующими перестроениями на выезде).

Кроме того, пусть заданы:

– коэффициенты приведения транспортного потока по потоку насыщения (к стандартному);

– поправочные коэффициенты потока насыщения по маневрам для каждой полосы и направления движения с нее;

– поправочные коэффициенты потока насыщения по условиям движения с полосы.

Направление		Интенсивность спроса (по типам), авт/ч		
Вход	Выход	л	г	а
А	А	0	0	0
	В	72	18	0
	С	360	36	9
	Д	180	0	0

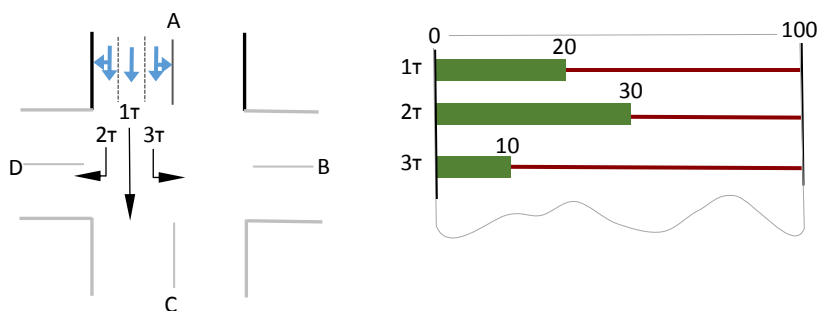


Рисунок 1 – Пример исходных данных

С учетом этих данных тогда идею работы алгоритма можно представить следующим образом.

Пусть $q^{(o,k)}$ – интенсивность спроса на движение по направлению на выход o для типа транспортных средств k . Именно эти величины нам нужно уметь распределять по полосам, однако для более естественного изложения алгоритма распределения договоримся вместо них рассматривать (равносильные им) величины циклового объема спроса $q^{(o,k)} \cdot C$ (объема спроса за длительность цикла).

С учетом сказанного для того, чтобы понять, каким образом распределять цикловой объем спроса по полосам, поступим следующим образом:

разобьем этот цикловой объем спроса на n^* частей

$$\Delta Q^{(o,k)} = q^{(o,k)} \cdot C / n^*,$$

где n^* выберем настолько большим, чтобы объем каждой части был достаточно мал (не превышал 1–2 авто, для чего, как нетрудно понять, достаточно, чтобы $n^* > \max_{o,k} q^{(o,k)} \cdot C / 2$).

При таких малых размерах можно считать, что каждая часть включает не более одного авто, а значит, распределение этой части на ту

или иную полосу должно повторять логику выбора полосы водителем. Для описания этой логики имеет смысл ориентироваться на идеализированную ситуацию, когда водитель владеет полной информацией о ситуации и руководствуется принципом выбора полосы, гарантирующей ему минимальную потерю времени. Здесь следует отметить, что поскольку зачастую водитель при выборе полосы руководствуется не только временем, необходимым для разезда очереди τ_Q на этой полосе, но еще и затратами времени Δt , связанными, например, с последующими перестроениями, то в алгоритме имеет смысл ориентироваться на суммарное потраченное на проезд пересечения время, включающее в себя оба этих аспекта.

С учетом сказанного сам алгоритм распределения по полосам тогда можно представить в следующем виде (фактически, воспроизводящем поведение отдельных транспортных средств).

Пусть для хранения промежуточных значений зарезервированы переменные:

– ${}^l n^{(o,k)}$ – количество распределенных на полосу l частей $\Delta Q^{(o,k)}$;

– ${}^l \tau_Q$ – время разезда очереди с полосы l .

Тогда псевдокод алгоритма можно представить, как (рисунок 2).

```

для всех полос  $l = 1, 2, \dots$  выполнить:
   ${}^l n^{(o,k)} \leftarrow 0$ 
   ${}^l \tau_Q \leftarrow 0$ 
конец

для частей  $i = 1, 2, \dots, n^*$  выполнить:
  для всех вариантов  $\Delta Q^{(o,k)}$ ,  $o = A, B, \dots$ ,  $k = л, Г, \dots$  выполнить:
    ▪ из всех разрешенных для движения  $\Delta Q^{(o,k)}$  полос найти полосу  $l^*$ 
    с минимальным суммарным временем  $\tau_\Sigma = {}^l \tau_Q + \Delta \tau^{(o)}$ ;
    ▪  ${}^{l^*} n^{(o,k)} \leftarrow {}^{l^*} n^{(o,k)} + 1$  (то есть распределить на эту полосу  $\Delta Q^{(o,k)}$ );
    ▪ пересчитать  ${}^{l^*} \tau_Q$  (см. процедуру пересчета ниже);
  конец
конец

для всех вариантов  $l = 1, 2, \dots$ ,  $o = A, B, \dots$ ,  $k = л, Г, \dots$  выполнить:
  вывести результирующие распределенные объемы
   ${}^l Q^{(o,k)} = \Delta Q^{(o,k)} \cdot {}^l n^{(o,k)}$  (либо  ${}^l q^{(o,k)} = {}^l Q^{(o,k)} / C$ ).
конец
  
```

Рисунок 2 – Псевдокод алгоритма распределения транспортного спроса по полосам

Процедура расчета времени ${}^l\tau_Q$ предполагает последовательное выполнение следующих шагов:

1) рассчитать приведенный по потоку насыщения к легковым движущимся без маневров в стандартных условиях транспортным средствам накопившийся (из распределенных на данную полосу частей) объем:

$${}^lQ^{(*)} = \sum_o \sum_k {}^l n^{(o,k)} \cdot \Delta Q^{(o,k)} \cdot K_s^{(k)} \cdot K_m^o \cdot K_l,$$

где $K_s^{(k)}$ – коэффициент приведения по потоку насыщения к легковым транспортным средствам;

K_m^o – поправочный коэффициент потока насыщения по маневрам (при движении в направлении на выход о);

K_l – поправочный коэффициент потока насыщения по условиям движения с полосы;

2) рассчитать время разъезда очереди:

$${}^l\tau_Q = \frac{{}^lQ^{(*)}}{s_0} + \delta t^{loss} + [{}^lx] \cdot C,$$

$${}^lx = \frac{{}^lQ^{(*)}}{s_0({}^lIG - \delta t^{loss})},$$

где s_0 – стандартный поток насыщения;

δt^{loss} – максимальная величина времени, дополнительно теряемого из-за процесса установления потока насыщения (типично около 3с);

lIG – длительность интервала, разрешающего движение одновременно по всем направ-

лениям, разрешенным для движения с этой полосы (если таковых несколько), квадратные скобки – операция взятия целой части числа.

Последнее слагаемое в выражении для ${}^l\tau_Q$ отвечает за дополнительные задержки в случае, когда коэффициент загрузки полосы lx больше единицы, и соответственно, для разъезда скопившейся очереди требуется ждать еще $[{}^lx] \cdot C$ полных циклов.

Соответствующий алгоритм, как видится, легко применить даже в полуавтоматическом режиме, реализуя выбор полосы для очередной части $\Delta Q^{(o,k)}$ вручную, но при этом ориентируясь на автоматическое вычисление времен ${}^l\tau_Q$ с помощью, например, электронных таблиц, наподобие таблицы 1.

Замечание 1. В случае, когда у того или иного направления движения нет альтернативных полос, то есть, выделена одна единственная полоса, имеет смысл сразу распределить на нее весь цикловой объем соответствующего транспортного спроса, тем самым ускорив расчет.

Замечание 2. В случае, когда по каким-то соображениям заведомо известно, что при соответствующем принципе распределения спроса коэффициенты загрузки на альтернативных полосах не будут превышать единицы, распределение спроса тогда, как можно заметить, не будет зависеть от специфики регулирования движения. (Как следствие становится не обязательным делать перерасчет распределения для нового варианта диаграммы светофорного регулирования, если заранее известно, что соответствующие условия будут выполнены и для нее).

Таблица 1 – Вариант шаблона для вычисления распределения спроса (для примера с $n^*=10$)

		Распределение спроса по полосам						Расчет затрат времени								
		л		г		а		K_m	K_l	$Q_n^{(*)}$	IG	C	τ_Q	$\Delta\tau$	τ_z	
		ΔQ	n	ΔQ	n	ΔQ	n									
3	↑	0.2		0.05		0.0		1.07	1.0		10	100		0		
	→	1.0		0.1		0.025		1.0						0		
2	→	1.0		0.1		0.025		1.0	1.0		30				0	
1	→	1.0		0.1		0.025		1.0	1.0		20			10		
	↓	0.5		0.0		0.0		1.06						0		

Кейс-стади

Исходные данные:

Направление		Интенсивность спроса (по типам), авт/ч		
Вход	Выход	л	г	а
А	А	24	3	0
	В	153	27	3
	С	269	36	0
	Д	132	7	8

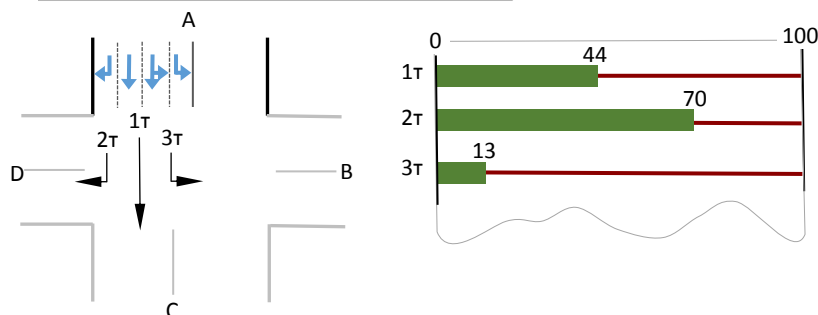


Рисунок 3 – Базовые исходные данные для рассматриваемого случая. Также известно, что движение автобусов по направлению АВ осуществляется только по третьей полосе:

$$K_s^{(л)} = 1.5, \quad K_s^{(г)} = 1.5, \quad K_s^{(а)} = 2.5;$$

$$K_l = 1; \quad \Delta\tau^{(0)} = 0.$$

$$K_m^A = 1.19, \quad K_m^B = 1.05,$$

$$K_m^C = 1, \quad K_m^D = 1.08.$$

Ниже в таблице 2 представлены сравнительные результаты, полученные путем расчета (для $n^* = 10$) и реальных замеров.

Из расчета $K_m^o = 1 + 1.5/R$, где R – радиус поворота:

Таблица 2 – Результаты расчетов распределения спроса

		Распределение циклового спроса по полосам					
		л		г		а	
		$Q^{расч}(\Delta Q)$	$Q^{реал}$	$Q^{расч}(\Delta Q)$	$Q^{реал}$	$Q^{расч}(\Delta Q)$	$Q^{реал}$
4	↙	0.67	0.67	0.07	0.07	0	0
	↑	2.98(0.43)	2.33	0.37(0.01)	0.47	0	0
3	↑	1.28(0.43)	1.93	0.37(0.01)	0.27	0.07	0.07
	→	2.24(0.75)	1.93	0.6(0.1)	0.27	0	0
2	→	5.22(0.75)	5.53	0.4(0.1)	0.73	0	0
1	↓	3.67	3.67	0.2	0.2	0.27	0.27

Откуда видно, что результаты расчета вполне хорошо согласуются с результатами измерений для легковых автомобилей; для грузовых же транспортных средств есть некоторые расхождения, которые, по-видимому, связаны с тем, что при текущем расчете не была учтена специфика приоритетности выбора полосы для движения прямо (и которая может быть учтена за счет проведения дополнительного анализа и более тщательной настройки соответствующего времени $\Delta\tau^{(0)}$).

Заключение

Таким образом, предложенный алгоритм способен в значительной мере учесть типичные

нюансы, связанные со спецификой организации движения на регулируемом пересечении, и в то же время не быть настолько громоздким, чтобы вычисления нельзя было достаточно легко понять (проанализировать).

Из особенностей следует отметить, что алгоритм относит к несущественным невозможность перестроения из полосы в полосу при плотных потоках, и то, что в общем случае неравномерность распределения по альтернативным полосам может быть вызвана тем, что транспортным средствам, движущимся по определенным маршрутам (например, маршрутным транспортным средствам), при проезде

данного пересечения может быть предпочтительнее выбрать какую-то определенную полосу. Однако, как видится, данные эффекты во многих ситуациях могут быть отнесены к «эффектам второго порядка».

Литература

1. Traffic Signal Manual: FHWA-HOP-08-024, 2008.

2. Bonneson, J. A. (1998), Lane Volume and Saturation Flow Rate for Multilane Intersection Approach. Journal of Transportation Engineering, Vol. 124. No. 3, pp. 240–255.

3. Nevers, B. and Roupail, N. (2002). Field Evaluation of Lane Selection Strategies at Signalized Intersections. ASCE Journal of Transportation Engineering, Vol. 128 (3), p. 224–231.

4. Дрю, Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Д. Дрю; пер. с англ. – М. : Транспорт, 1972. – 424 с.

5. HCM 2010, Vol.4.

6. Akcelik, R. (1989). On the Estimation of Lane Flows for Intersection Analysis. Australia Road Research, Vol. 19 (1), p. 51–57.

7. Bang, K. (1978), Swedish Capacity Manual: Part 3. Capacity of Signalized Intersections. TRR 667.

UDC 656

SARAZHINSKY Denis S., Ph.D. in Phis.-mat. Sc.,
Associate Professor of the Department «Transport Systems and Technologies»
E-mail: sarazhinsky@mail.ru

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Received 08 August 2022

ANALYTICAL-ALGORITHMIC METHOD FOR PREDICTING TRAFFIC DEMAND LANE DISTRIBUTION (AT SIGNALIZED INTERSECTION)

Designing/re-designing of signalized intersection traffic control commonly uses distributed by geometric directions traffic demand as source data (it is the most general form of representation of traffic demand through the intersection). On the other hand, in order to assess the performance of the intersection, it is necessary to know the distribution of this traffic demand by traffic lanes. As a consequence, the need to predict this distribution on the basis of mathematical modeling arises. The most direct way could be the approach with the use of micro-simulation, but it implies construction of some simulation model, which, firstly, is not always easy (in general, it requires construction, verification, calibration and validation of the model), and secondly, is not always expedient (for example, when it comes to designing/re-designing of signalized intersection traffic control that is based only on analytical/theoretical models, high accuracy of simulation models appears to be redundant). For this reason, mathematical models of traffic demand distribution by lanes that could obviate the related to micro-modeling simulation excessive complications and at the same time provide not too coarse estimates, are relevant. As the analysis of available literature on the relevant topic has shown, the currently available models are either too coarse (unable to take into account important specifics of signalized intersection traffic control) or, on the contrary, attempt to take into account too many factors, which makes them too cumbersome, almost impossible to analyze and perform "manual" calculations. With this in mind, this paper proposes a compromise between these approaches, namely, it proposes an analytical-algorithmic method of demand lane distribution (which is a kind of "semi-analytical" simulation mesomodeling) that allows, on the one hand, to keep the dynamics of the corresponding lane distribution process simple and, on the other hand, to discard, in the author's opinion, factors that are not essential for many designing/re-designing of signalized intersection traffic control purposes.

Keywords: *signalized intersection, traffic demand lane distribution, mathematical modeling, analytical model.*

References

1. Traffic Signal Manual: FHWA-HOP-08-024, 2008.
2. Bonneson, J. A. (1998), *Lane Volume and Saturation Flow Rate for Multilane Intersection Approach*. Journal of Transportation Engineering, Vol. 124. No. 3, P. 240–255.
3. Nevers, B. and Roupail, N. (2002). *Field Evaluation of Lane Selection Strategies at Signalized Intersections*. ASCE Journal of Transportation Engineering. Vol. 128 (3). P. 224–231.
4. Drew D. *Traffic Flow Theory and Control* – Moscow: Transport, 1972. – 424 p/ (in Russian).
5. HCM 2010, Vol.4.
6. Akcelik, R. (1989). *On the Estimation of Lane Flows for Intersection Analysis*. Australia Road Research, Vol. 19 (1), P. 51–57.
7. Bang, K. (1978), *Swedish Capacity Manual: Part 3. Capacity of Signalized Intersections*. TRR 667.

УДК 629.114

ПОВАРЕХО А. С., канд. техн. наук, доц.,
доцент каф. «Тракторы»
E-mail: povarekho@bntu.by

РАХЛЕЙ А. И., канд. техн. наук, доц.,
доцент каф. Тракторы»
E-mail: airahley@bntu.by

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 05.04.2022

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ПИТАЮЩЕЙ ЧАСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ, ОБОРУДОВАННОЙ РЕГУЛЯТОРОМ ДАВЛЕНИЯ С ТОРОВЫМ ЭЛЕМЕНТОМ

Широкое применение и совершенствование в настоящее время различного рода систем управления, автоматизации, средств, обеспечивающих улучшение условий труда оператора транспортных средств за счет снижения усилия на органах управления, улучшения отклика управляемых объектов, повышение эффективности тормозных систем, систем активного привода технологического оборудования тракторов и других механизмов приводит к необходимости применения на тракторах все более совершенных пневматических систем, обладающих высоким КПД, точностью регулирования давления в исполнительных механизмах, хорошим следящим действием и безотказностью в работе.

Надежная и эффективная работа пневматических приводов современных тракторов, эксплуатирующихся в условиях повышенной запыленности, широком диапазоне температур и влажности воздуха, в значительной степени зависит от совершенства систем подготовки сжатого воздуха, обеспечивающих его забор из окружающей среды, осушку, маслоотделение и создание достаточного запаса в ресиверах для нормального функционирования всех потребителей.

Основным регулирующим элементом, от которого во-многом зависит качество работы питающей части, является регулятор давления. Основная функция регулятора давления является поддержание давления в ресиверах в строго заданных пределах. Особенностью систем подготовки сжатого воздуха для тракторов БЕЛАРУС является применение в большинстве случаев одноцилиндровых компрессоров, что определяет специфику конструктивного исполнения разгрузочного устройства регулятора давления с целью обеспечения его четкого срабатывания на верхнем и