

## АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 681.5

С. А. АЗЕМША, кандидат технических наук, В. Е. САЛАМОНОВА, студент, О. Н. ШУСТ, студент, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЛОЩАДИ ЛЕНИНА В г. ГОМЕЛЕ

Площадь – открытое, архитектурно организованное, обрамлённое зданиями и зелёными насаждениями пространство, входящее в систему городских и сельских пространств, ровное место, городской или сельский объект инфраструктуры. В каждом городе большая часть светской жизни сосредоточена на городской площади. Это место для прогулок и отдыха, встречи с друзьями. На площадях проводятся общественные, торговые, спортивные и социальные мероприятия. Отдельной группой площадей являются так называемые транспортные. Они образуются в местах пересечения магистральных улиц и дорог. Крупные площади-развязки одновременно являются пересадочными узлами, и градостроители используют это обстоятельство, предлагая появившимся сюда людям возможность удовлетворения их культурно-бытовых потребностей.

Площадь Ленина г. Гомеля – центральная площадь, которая выполняет как транспортную, так культурно-бытовую и историческую функцию второго по величине города Беларуси. На территории пл. Ленина пересекаются транспортные и пешеходные потоки. Места пересечения нерегулируемы. В часы роста интенсивности транспортных и пешеходных потоков на этой площади наблюдаются заторовые состояния, рост загазованности и конфликтные ситуации.

В настоящей работе исследуется транспортно-пешеходная нагрузка площади Ленина г. Гомеля в разные дни и часы суток. Рассматриваются различные решения по повышению эффективности дорожного движения на этом объекте. При помощи имитационного моделирования в программе PTV Vissim определяются оптимальные варианты организации дорожного движения.

Площади, особенно центральные, играют важную многогранную роль в жизни городов. Поэтому обустройству площадей уделяют самое серьезное внимание, максимально полезно и функционально задействуя все их пространство [1, 2]. Особое место также уделяется проектированию схем организации дорожного движения на площадях [3, 4], что говорит об их высоком влиянии на жизнь городов. Настоящая работа посвящена оптимизации схемы организации дорожного движения на площади Ленина г. Гомеля.

Площадь Ленина – центральная площадь г. Гомеля. На ней сходятся ул. Советская, пр-т Ленина и ул. Пролетарская. Имеются нерегулируемые пешеходные переходы. Через площадь проходят маршруты общественного пассажирского транспорта, имеются остановочные пункты.

Для оценки транспортно-пешеходной нагрузки были проведены наблюдения интенсивностей транспортных и пешеходных потоков. Наблюдения проводились по 15 минут в течение каждого часа с 7:00 до 20:00 во вторник, субботу и воскресенье. Полученные значения интенсивностей умножались на 4. Способ наблюдения – видеofиксация транспортных и пешеходных потоков с последующим подсчетом их количества с приведением к легковому автомобилю в соответствии с рекомендуемыми в технических нормативах коэффициентами. Сточные цифrogramмы интенсивностей транспортных и пешеходных потоков по дням измерений, а также существующая схема организации дорожного движения при-

ведены на рисунке 1. Диаграмма изменения транспортных потоков по часам суток приведена на рисунке 2, а, а пешеходных – на рисунке 2, б.

Рисунки 1, 2 показывают, что суммарно через площадь движется:

- во вторник – 33412 транспортных средств и 5484 пешеходов;
- в субботу – 23252 транспортных средства и 4996 пешеходов;
- в воскресенье – 19196 транспортных средств и 7664 пешеходов.

Также видно, что транспортные и пешеходные потоки имеют существенную неравномерность. Максимальные значения транспортной и пешеходной нагрузки наблюдается в будний день с 17:00 до 18:00 и составляют 3856 авт./ч и 1236 пеш./ч соответственно. Минимум транспортной нагрузки наблюдается в воскресенье с 7:00 до 9:00 и составляет 740 авт./ч. Минимум пешеходов наблюдается в субботу с 8:00 до 9:00 – 112 пеш./ч.

Для оценки характеристик работы исследуемого объекта в программном продукте PTV Vissim создана его имитационная модель. Модель была верифицирована, откалибрована и валидирована в соответствии с существующими требованиями к этим действиям.

При помощи созданной модели были получены результаты, описывающие параметры потоков на объекте исследования (таблица 1).

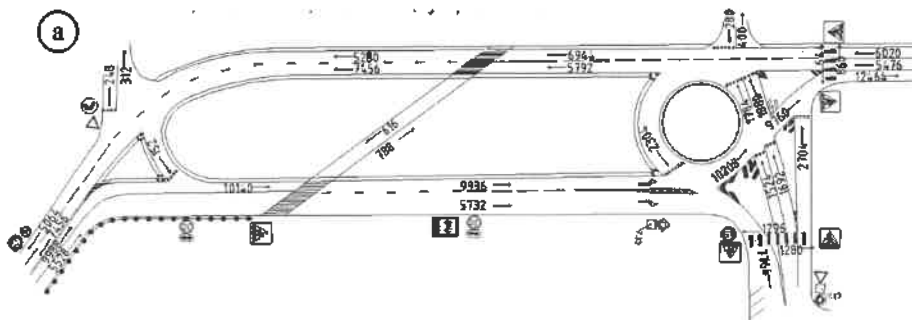


Рисунок 1 (начало) – Цифrogramма интенсивностей движения на пл. Ленина (авт./13 ч, пеш./13 ч):  
а – во вторник с 7:00 до 20:00

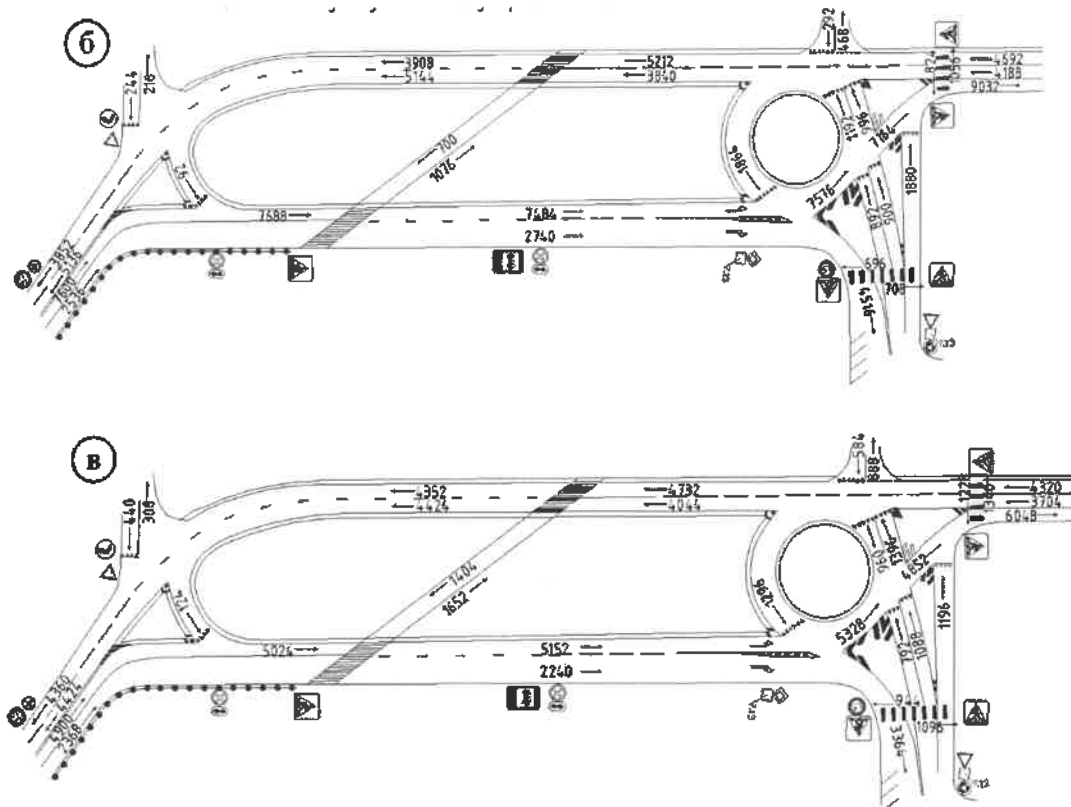


Рисунок 1 (окончание) – Цифрограмма интенсивностей движения на пл. Ленина (авт. / 13 ч, пеш./13 ч):  
 б – в субботу с 7:00 до 20:00; в – в воскресенье с 7:00 до 20:00

а)

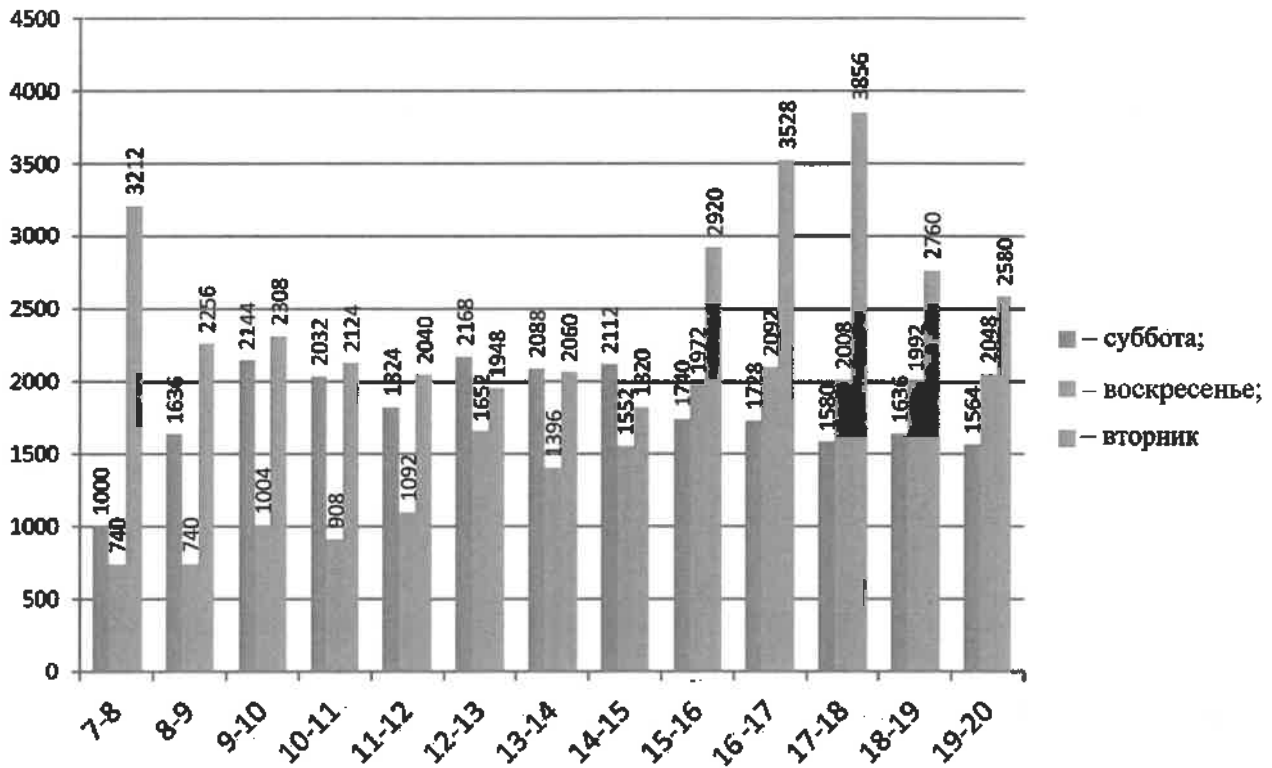


Рисунок 2 (начало) – Диаграмма распределения по часам суток:  
 а – транспортных потоков

б)

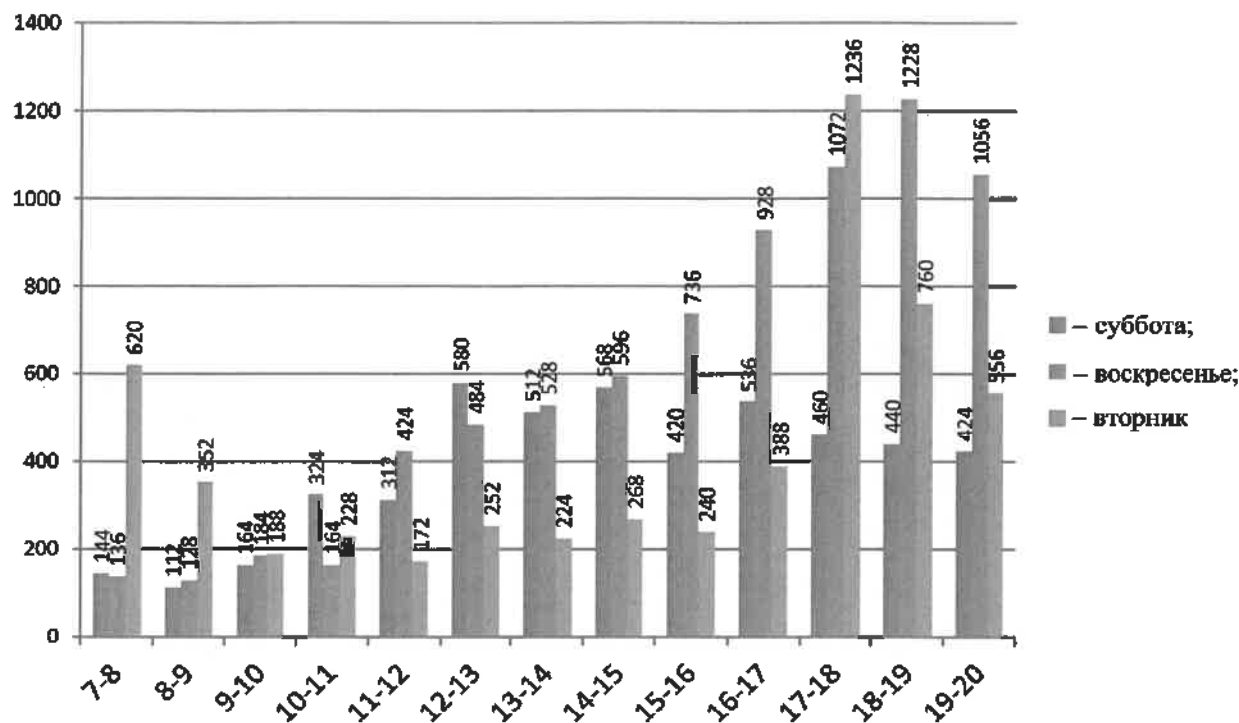


Рисунок 2 (окончание) – Диаграмма распределения по часам суток:  
б – пешеходных потоков

Таблица 1 – Результаты моделирования работы площади Ленина в программе PTV Vissim

День недели	Время суток	Интенсивность движения			Выбросы, г/ч			Расход топлива, л/ч	Скорость средняя, км/ч	Задержки всего, ч		Остановки всего, шт.	
		авт./ч	сд./ч	пеш./ч	CO	NOx	VOC			ТС	пешеходов	ТС	пешеходов
Суббота	7-8	1000	1174	144	930,1	181,0	215,6	13,3	37,93	1,05	0,00	126	0
	8-9	1636	1841	112	1425,5	277,4	330,4	20,4	38,05	1,59	0,00	160	0
	9-10	2144	2381	164	1980,5	385,3	459,0	23,3	36,33	3,11	0,00	383	4
	10-11	2032	2283	324	2060,2	400,8	477,5	29,5	35,70	4,59	0,00	623	3
	11-12	1824	2113	312	1718,8	334,4	398,4	24,6	37,14	2,59	0,00	356	2
	12-13	2168	2453	580	2661,5	517,8	616,8	38,1	30,79	8,59	0,00	1069	6
	13-14	2088	2360	512	2285,0	444,6	529,6	32,7	34,10	5,95	0,01	758	8
	14-15	2112	2391	568	2639,4	513,5	611,7	37,8	32,13	8,34	0,00	1233	8
	15-16	1740	1987	420	1756,3	341,7	407,0	25,1	33,16	3,56	0,01	463	8
	16-17	1728	1995	536	2052,5	399,4	475,7	29,4	31,12	5,62	0,01	817	11
	17-18	1580	1795	460	1687,4	328,3	391,1	24,1	33,66	3,63	0,01	465	8
	18-19	1636	1902	440	1674,2	325,7	388,0	24,0	35,51	3,38	0,00	467	2
19-20	1564	1742	424	1677,4	326,4	388,8	24,0	36,45	3,59	0,00	492	3	
<b>Итого</b>		<b>23252</b>	<b>26417</b>	<b>4996</b>	<b>24548,9</b>	<b>4776,3</b>	<b>5689,5</b>	<b>346,2</b>	<b>34,5</b>	<b>55,6</b>	<b>0,1</b>	<b>7412,0</b>	<b>63,0</b>
Воскресенье	7-8	740	1022	136	679,3	132,2	157,4	9,7	38,80	0,64	0,00	81	0
	8-9	740	837	128	657,3	127,9	152,3	9,4	39,39	0,48	0,00	66	0
	9-10	1004	1166	184	903,4	175,8	209,4	12,9	42,26	0,83	0,00	92	2
	10-11	908	1080	164	738,4	143,7	171,1	10,6	41,11	0,67	0,00	77	2
	11-12	1092	1333	424	1023,4	199,1	237,2	14,6	40,13	1,50	0,00	148	3
	12-13	1652	1824	484	1661,0	323,2	384,9	23,8	40,01	3,29	0,00	474	4
	13-14	1396	1867	528	1849,6	359,9	428,7	26,5	33,41	4,28	0,01	590	6
	14-15	1552	1736	596	1806,1	351,4	418,6	25,8	31,14	4,81	0,00	679	4
	15-16	1972	2172	736	2847,3	554,0	659,9	40,4	26,50	11,00	0,01	1620	12
	16-17	2092	2305	928	3483,1	677,7	807,2	49,8	24,98	15,64	0,03	2347	16
	17-18	2008	2204	1072	4086,4	795,1	947,1	58,5	20,17	21,49	0,01	3107	13
	18-19	1992	2159	1228	8612,3	1675,6	1996,0	123,2	7,37	86,13	0,19	8351	43
19-20	2048	2212	1056	7515,8	1462,3	1741,9	107,5	10,16	61,33	0,23	6771	58	
<b>Итого</b>		<b>19196,0</b>	<b>21917,0</b>	<b>7664</b>	<b>35863,3</b>	<b>6977,7</b>	<b>8311,7</b>	<b>512,8</b>	<b>30,4</b>	<b>212,1</b>	<b>0,5</b>	<b>24403,0</b>	<b>163,0</b>

День недели	Время суток	Интенсивность движения			Выбросы, г/ч			Расход топлива, л/ч	Скорость средняя, км/ч	Задержки всего, ч		Остановки всего, шт.	
		авт./ч	ед./ч	пеш./ч	CO	NOx	VOC			ТС	пешеходов	ТС	пешеходов
Вторник	7–8	3212	3588	620	3138,1	610,6	727,3	44,9	12,38	60,58	0,13	6135	46
	8–9	2256	2630	352	2406,2	468,2	557,7	34,4	32,30	6,23	0,01	800	11
	9–10	2308	2704	188	2281,5	443,9	528,8	32,6	34,35	4,67	0,00	598	6
	10–11	2124	2428	228	2026,9	394,4	469,7	29,0	35,88	3,56	0,00	470	4
	11–12	2040	2332	172	1901,4	370,0	440,7	27,2	36,49	3,07	0,00	364	1
	12–13	1948	2345	252	1912,9	372,2	443,3	27,4	38,15	3,68	0,01	490	7
	13–14	2060	2383	224	1957,5	380,9	453,7	28,0	35,51	3,46	0,00	458	2
	14–15	1820	2080	268	1760,1	342,5	407,9	25,2	35,90	5,02	0,00	377	0
	15–16	2920	3346	240	3334,9	648,9	772,9	47,7	30,30	10,86	0,01	1342	17
	16–17	3528	3906	388	8251,7	1605,5	1912,4	118,0	10,50	79,53	0,27	7303	61
	17–18	3856	4422	1236	9459,5	1840,5	2192,3	135,3	5,33	117,69	0,75	8057	55
18–19	2760	3073	760	7310,7	1422,4	1694,3	104,6	12,41	66,48	0,13	6276	33	
19–20	2580	2872	556	3807,2	740,8	882,4	54,5	27,41	17,31	0,03	2106	6	
<b>Итого</b>		<b>33412</b>	<b>38109</b>	<b>5484</b>	<b>49548,6</b>	<b>9640,4</b>	<b>11483,4</b>	<b>708,9</b>	<b>26,69</b>	<b>382,14</b>	<b>1,35</b>	<b>34776,0</b>	<b>249,0</b>
<b>ВСЕГО</b>		<b>75860,0</b>	<b>86443,0</b>	<b>18144,0</b>	<b>109960,8</b>	<b>21394,5</b>	<b>25484,5</b>	<b>1567,8</b>	<b>30,5</b>	<b>649,8</b>	<b>1,9</b>	<b>66591,0</b>	<b>475,0</b>

Из таблицы 1 видно, что суммарно за три дня на исследуемом объекте расходуется более 1560 литров топлива, выбрасывается в атмосферу более 150 кг вредных веществ. Суммарные задержки транспортных средств составляют 650 автомобиле-часов, суммарное количество их остановок превышает 66,5 тысяч раз.

Также моделирование показало, что в воскресенье с 18:00 до 20:00, а также во вторник с 7:00 до 8:00 и с 17:00 до 19:00 (выделено красным в таблице 1) значе-

ния транспортно-пешеходной нагрузки критические, что приводит к предзаторовым состояниям (рисунок 3). Из рисунка 3 видно, что предзаторовые ситуации образуются в каждом периоде на входе с ул. Советская, в трех периодах с ул. Пролетарская и в двух периодах с пр-та Ленина. Основными причинами роста задержек является наличие нерегулируемых пешеходных переходов, а также нерегулируемых конфликтов между транспортными средствами.

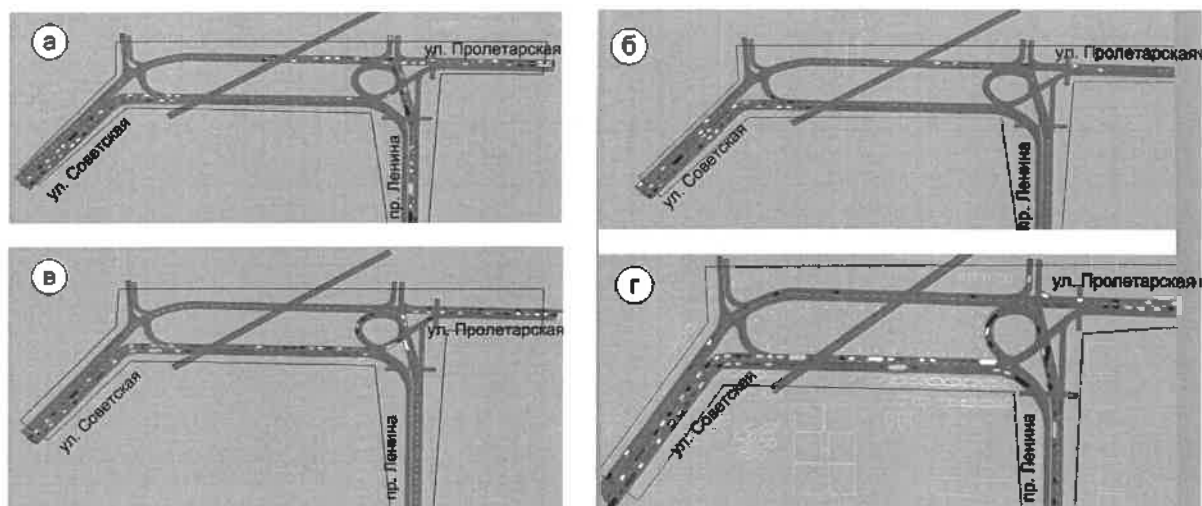


Рисунок 3 – Заторовые направления на объекте исследования:

а – в воскресенье с 18:00 до 19:00; б – в воскресенье с 19:00 до 20:00; в – во вторник с 7:00 до 8:00; г – во вторник с 17:00 до 19:00

Для снижения потерь на рассматриваемом объекте рассмотрен ряд мероприятий по изменению схемы организации дорожного движения.

1 Изменение схемы движения транспорта и пешеходов (рисунок 4). При этом предусматривается демонтаж пешеходного перехода, идущего от остановочного пункта возле театра к входу в парк культуры и отдыха им. Луначарского, а также установка светофорного регулирования на оставшихся пешеходных переходах через ул. Пролетарскую и пр-т Ленина. При этом для обеспечения возможности координации движения по ул. Советской, предусматривается цикл светофорного регулирования, равный 84 с. Соответствующая схема

движения и диаграмма светофорного регулирования приведены на рисунке 5.

2 Предложения аналогичны первому варианту (см. рисунок 4), за исключением того, что параметры светофорного цикла рассчитаны не с привязкой к координации по ул. Советской, а исходя из интенсивностей существующих на объекте конфликтных потоков. Всего рассчитано 6 программ регулирования. Рассчитывались они при помощи программы Artery lite. Схемы пофазного разбега аналогичны варианту 1.

3 Предложения аналогичны первому варианту (см. рисунок 4), однако предлагается не вводить свето-

формное регулирование, а оставить конфликтный разъезд в соответствии со знаками приоритета.

Для указанных трех вариантов схем организации дорожного движения были созданы имитационные модели

в программе PTV Vissim. Итоговые годовые результаты моделирования по всем описанным выше вариантам схем организации дорожного движения приведены в таблице 2.



Рисунок 4 – Предлагаемая схема организации дорожного движения

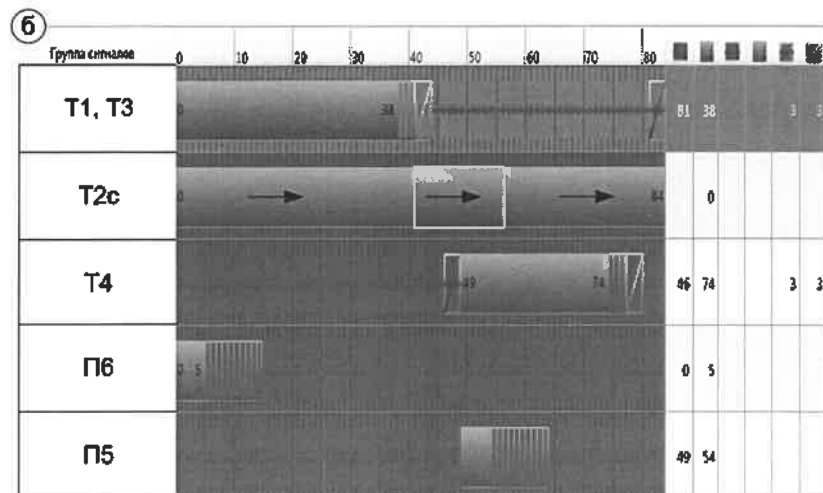
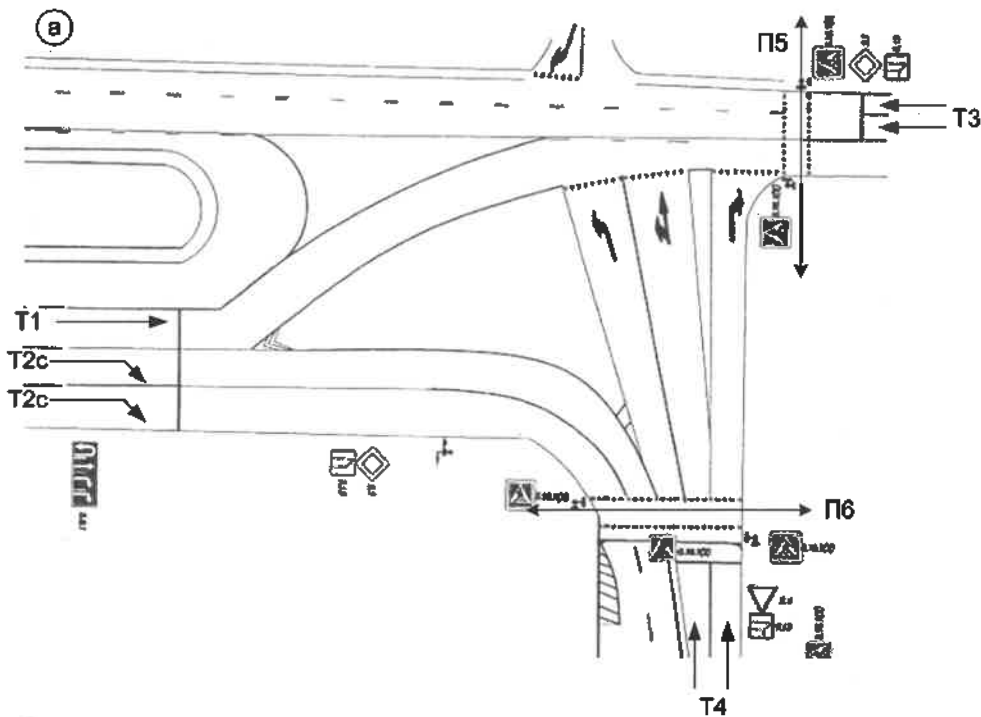


Рисунок 5 – Второй вариант схемы организации дорожного движения на площади Ленина г. Гомеля: а – направления движения; б – диаграмма светофорного регулирования

Таблица 2 – Сводные результаты моделирования работы предложенных вариантов схем организации дорожного движения на пл. Ленина

Показатель	Существующая схема	Предлагаемая схема нерегулируемая	Предлагаемая схема с 84 секунд времени цикла	Предлагаемая схема с различными значениями времени цикла
Расход топлива, л·10 <sup>4</sup>	22,9	19,2	20,4	19,8
Средняя скорость, км/ч	30,5	35,1	32,2	34,2
Задержки всего ТС, ч·10 <sup>4</sup>	11,3	8,1	9,5	9,0
Остановки всего, шт·10 <sup>6</sup>	10,7	4,7	6,1	6,1
Выбросы, т/год	CO	16,0	13,4	14,8
	NOx	2,8	2,6	2,9
	VOC	3,7	3,1	3,4

Таким образом, проведенные исследования показывают, что в общем наименьшие потери наблюдаются при реализации предлагаемой схемы организации дорожного движения без светофорного регулирования. Реализация данного предложения позволит сократить

суммарный объем потребления топлива при проезде через рассматриваемый объект на 37 тыс. л за год, повысить среднюю скорость движения на 4,6 км/ч, снизить задержки на 32000 ч/год, общее число остановок – на 6 млн/год и сократить суммарные объемы выбросов на 3,4 т/год.

#### Список литературы

- 1 Беляев, В. Л. Комплексное развитие подземного пространства в историческом центре Москвы (район площади революции и театральной площади) / В. Л. Беляев, А. Г. Васильева // Практика градостроительства. – 2013. – № 5 (27). – С. 15–18.
- 2 Ушакова, А. И. Различные подходы к реконструкции площади восстания / А. И. Ушакова // Наука и современность. – 2014. – № 5. – С. 197–206.
- 3 Бойко, В. И. Эскизный проект транспортного узла на площади Бангалор в г. Минске / В. И. Бойко // Transport. Transport facilities. Ecology. – 2015. – № 4. – С. 24–32.
- 4 Совершенствование дорожного движения на площади Желябова в г. Смоленске / Д. В. Мозалевский [и др.] // Наука – образованию, производству, экономике : материалы

13-й Междунар. науч.-техн. конф. – Минск : БНТУ, 2015. – Т. 3. – С. 238.

5 Основы транспортного моделирования: практическое пособие (серия «Библиотека транспортного инженера») / А. Э. Горев [и др.]. – СПб. : КОСТА, 2015. – 168 с.

6 Якимов, М. Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов : [монография] / М. Р. Якимов. – М. : Логос, 2013. – 188 с.

7 Руководство по выполнению проектов в PTV VISSIM. – СПб., 2014. – 76 с.

8 Artery lite 4.0. Computer program. Serial number 9MBQ2-XJVU4-9KJ5V-BCQGS-4U6YT.

9 PTV Vissim 6. Computer program.

Получено 19.06.2020

#### S. A. Azemsha, E. V. Salamonava, O. N. Shust. Improvement of the traffic scheme in Lenin square in Gomel.

Square – an open, architecturally organized, framed by buildings and green spaces, part of the system of urban and rural spaces, a flat place, urban or rural infrastructure. In each city, most of social life is concentrated on the city square. This is a place for walking and relaxing, meeting with friends. On the squares are held public, trade, sports and social events. A separate group of areas are the so-called transport. They are formed at the intersection of main streets and roads. Large interchange square are at the same time interchange hubs, and urban planners use this circumstance, offering people who come here the opportunity to satisfy their cultural and domestic needs.

Gomel's Lenin Square is the central square that performs both transport, cultural, social and historical functions of the second largest city in Belarus. On its territory intersect traffic and pedestrian flows. Crossing points are unregulated. During hours of increased intensity of traffic and pedestrian flows in this square, congestion, gas contamination and conflict situations are observed.

In the present work, the pedestrian traffic load of Lenin Square in the city of Gomel on different days and hours of the current is studied. Various solutions to improve the efficiency of traffic at this facility are considered. With the help of simulation, in the PTV Vissim program the optimal variants of traffic scheme is determined.