

УДК 656

## ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБСЛУЖИВАНИЕ КРУПНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ

*канд. техн. наук, доц. Д.В. КАПСКИЙ; Д.В. МОЗОЛЕВСКИЙ; В.Н. КУЗЬМЕНКО;  
А.С. ПОЛХОВСКАЯ; А.В. КОРЖОВА; Н.В. КИСЕЛЕВИЧ; Н.С. ЕРМАКОВА; Е.Н. ГОРЕЛИК  
(Белорусский национальный технический университет, Минск)*

*Представлены результаты исследования условий движения и транспортного обеспечения в районе застройки, ограниченной магистральными улицами Филимонова, Макаенка, Скорины и проспектом Независимости, а также экспериментальных исследований параметров транспортной и пешеходной нагрузки в рассматриваемых узлах улично-дорожной сети города Минска. Определены уровни загрузки для различных периодов будних и выходных дней. На основе анализа условий и характеристик дорожно-го движения обоснованы предпроектные решения по повышению качества дорожного движения в исследуемом районе с учетом перспективы строительства транспортной развязки на пересечении проспекта Независимости и улицы Филимонова. Даны рекомендации по улучшению условий движения и повышению качества дорожного движения в целом на исследуемых объектах, прилегающих к зоне проектируемого объекта.*

**Введение.** Дорожное движение – сложный технико-социальный процесс, в котором участвует всё население страны, и оно должно быть организовано таким образом, чтобы издержки движения были минимальными, а комфортность и безопасность участников движения – максимальными [1–3]. Организация дорожного движения (ОДД) – неотъемлемая составляющая проектов транспортной планировки городов и районов. Однако до сих пор в Беларуси ОДД включается в состав работ, входящих в дорожную деятельность по содержанию автомобильных дорог и улиц. При этом уровень потерь, возникающий от несовершенства ОДД, огромен и сопоставим с потерей 8 % ВВП [3–5]. Это определило отношение к проблемам ОДД, которые не рассматриваются на должном уровне с точки зрения необходимой регламентации, учета и контроля на всех уровнях, особенно на градостроительном.

Повышение качества ОДД обеспечивает потребную пропускную способность дорожной сети наряду с ее развитием, совершенствование парковочной политики и рациональное использование парковочного пространства, оптимальное управление светофорными объектами. С помощью наилучшей организации движения формируются и новые положительные стереотипы поведения участников дорожного движения, а места притяжения населения становятся более доступными, следовательно, более привлекательными. Вместе с тем следует отметить, что остро стоит проблема переосмысления роли ОДД как в проектных решениях, так и в их реализации с целью придания ей заслуженной значимости. Иначе издержки так и останутся регулярным и нарастающим явлением, что неизбежно приведет к потере устойчивости функционирования транспортных систем в целом [3; 6–8].

**Постановка проблемы.** На перекрестке улицы Филимонова и проспекта Независимости в Минске планируется строительство многофункционального комплекса ОАО «Газпром», который сгенерирует дополнительную транспортную и пешеходную нагрузку. Для этого требуется провести исследования и разработать варианты транспортного обеспечения данного комплекса.

**Анализ условий движения.** Объектами исследования транспортно-пешеходной нагрузки являются:

- 1) проспект Независимости – улица Филимонова;
- 2) местный проезд вдоль проспекта Независимости – улица Филимонова;
- 3) проспект Независимости – местный проезд около НПО «Агат»;
- 4) улица Филимонова – улица Ф. Скорины.

Интенсивность и состав транспортных потоков определялись путем натурного эксперимента по методике Белорусского национального технического университета в рабочие дни недели [9; 10].

Состав транспортного потока был разбит на восемь групп, обозначенных символами: Л (мотоциклы, легковые автомобили); К (микроавтобусы); Г (грузовые автомобили средней грузоподъемности); Р (грузовые автомобили большой грузоподъемности); С (сочлененные автобусы); Т (троллейбусы); О (маршрутные автобусы); П (автопоезда, тракторные поезда); А (немаршрутные автобусы).

Исходные данные обрабатывались в программном комплексе «RTF-Road traffic flows» [11], в результате чего получены картограммы интенсивности и неравномерности движения, диаграммы состава потока и таблицы параметров.

Расположение проектируемого многофункционального комплекса предполагается на месте существующего автовокзала «Московский» в Первомайском районе города Минска. Проспект Независимости, улицы Филимонова и Ф. Скорины являются магистральными улицами общегородского значения (категория «А» [12]).

Основные пешеходные потоки формируются близлежащей жилой и торгово-офисной застройкой, остановочными пунктами и социально-бытовыми объектами. Рядом с проектируемым объектом:

- универсам «Европейский»;
- торгово-развлекательный центр «Александров Пассаж»;
- Национальная библиотека;
- НПО «Агат»;
- другие торгово-офисные объекты.

Через исследуемый участок улично-дорожной сети проходят большое количество маршрутов пассажирского транспорта (автобусы и троллейбусы – около 20 маршрутов; маршрутные такси – около 10 маршрутов).

По данным, предоставленным УГАИ ГУВД Мингорисполкома, данный участок улично-дорожной сети характеризуется достаточно высоким уровнем аварийности. Главными причинами высокой аварийности являются: наличие пешеходных переходов через 8-полосную дорогу без островка безопасности; превышение водителями допустимой скорости движения; отсутствие выделенных полос для право- и левоповоротного транспорта; наличие большого количества конфликтных точек в межфазном и внутрифазном режимах движения; высокая интенсивность движения транспорта во всех направлениях; отсутствие резервов для нормального функционирования транспортных магистралей в одном уровне.

*Интенсивность движения на перекрестке проспекта Независимости и улицы Филимонова составляет:*

- транзитного транспорта по проспекту Независимости – около 1700...1900 автомобилей в час (авт./ч) в одном направлении («пиковая» интенсивность 2200...2600 авт./ч);
- транзитного транспорта по улице Филимонова – около 350...400 авт./ч («пиковая» интенсивность 450...550 авт./ч) в одном направлении;
- левоповоротного транспорта с проспекта Независимости в сторону улицы Ф. Скорины – около 350...450 авт./ч;
- правоповоротного транспорта с проспекта Независимости в сторону улицы Ф. Скорины – около 350...400 авт./ч;

- левоповоротного транспорта с улицы Филимонова в сторону центра города – около 300...400 авт./ч;

- правоповоротного транспорта с улицы Филимонова в сторону МКАД – около 320...520 авт./ч.

*Интенсивность движения на перекрестке улиц Филимонова и Ф. Скорины составляет:*

- транзитного транспорта по улице Филимонова – около 650...750 авт./ч («пиковая» интенсивность 800...900 авт./ч) в одном направлении;
- левоповоротного транспорта с улицы Филимонова в сторону МКАД – около 350...500 авт./ч;
- правоповоротного транспорта с улицы Филимонова в сторону МКАД – около 150...200 авт./ч;
- левоповоротного транспорта с улицы Ф. Скорины – около 200...250 авт./ч;
- правоповоротного транспорта с улицы Ф. Скорины – около 300...350 авт./ч.

На основании интенсивности движения и схемы организации дорожного движения выполнен расчет уровней загрузки, проиллюстрированный рисунками 1–3.

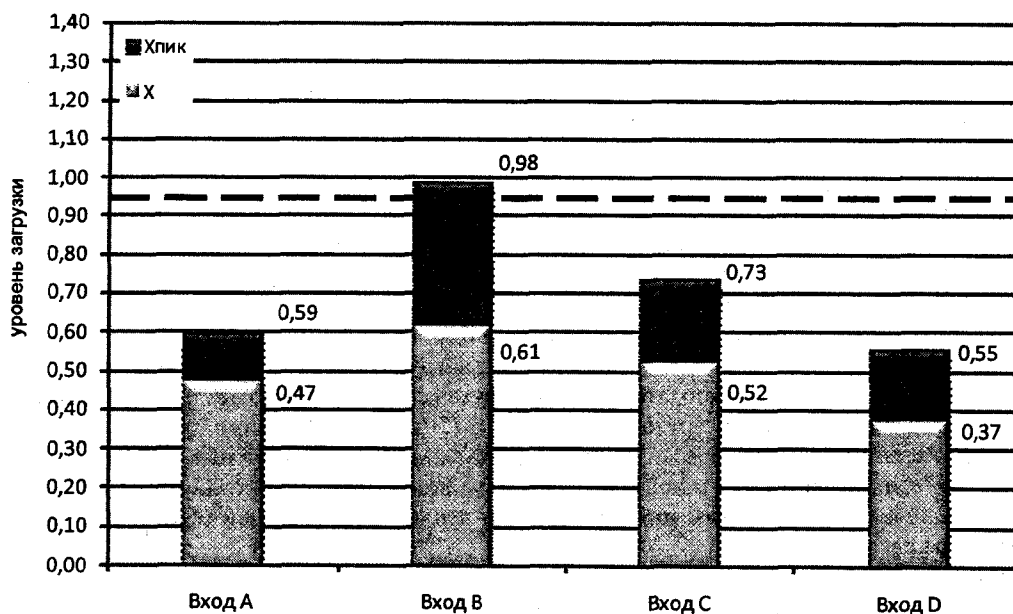


Рис. 1. Уровень загрузки на перекрестке проспекта Независимости и местного проезда к НПО «Агат»

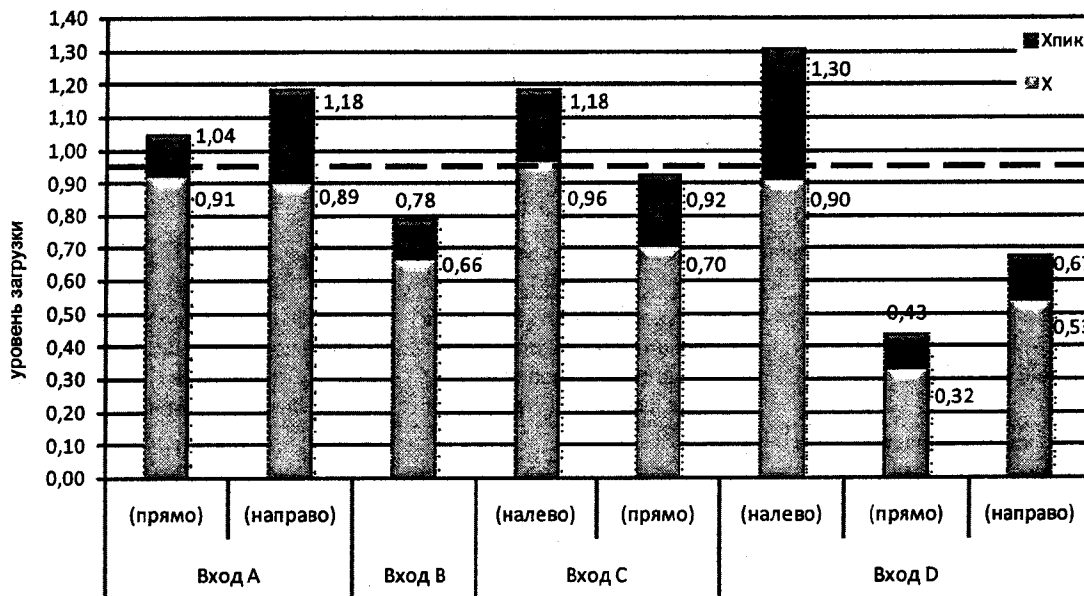


Рис. 2. Уровень загрузки на перекрестке проспекта Независимости и улицы Филимонова

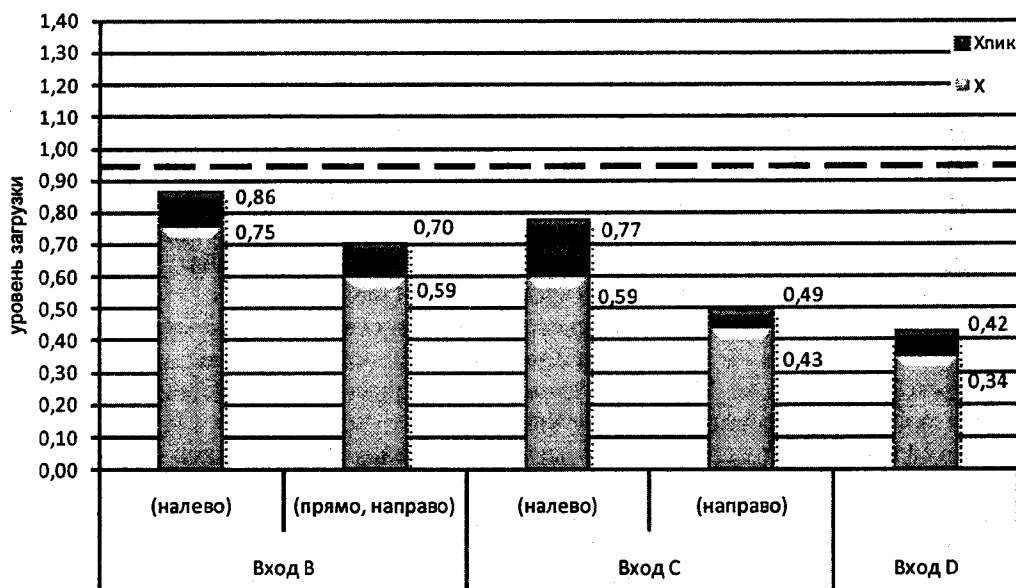


Рис. 3. Уровень загрузки на перекрестке улицы Филимонова и улицы Скорины

**Расчет распределения перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта.** Исходными данными для расчета распределения перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта являются ведомость проектируемых зданий и сооружений с указанием площади, а также количество мест для стоянки автомобилей на всех уровнях паркинга.

Интенсивность движения транспортных средств, въезжающих и выезжающих с территории проектируемой зоны многофункционального комплекса, складывается из движения транспортных средств:

- сотрудников и работников штаб-квартиры, офисов, медцентра и др., прибывающих к началу рабочего дня в утренний «час пик» и выезжающих в конце рабочего дня в вечерний «час пик», – *работники*;
- посетителей офисов, гостиницы и здания штаб-квартиры – *посетители офисов*;
- посетителей медицинского центра, спортивного комплекса и обслуживающего грузового транспорта – *посетители медцентра и грузовой транспорт*;
- сотрудников и работников штаб-квартиры, офисов и т.д., совершающих въезды на территорию и выезды из неё, связанные со служебной необходимостью, – *служебные развозы*.

Для расчета интенсивности движения *работников* территория города разбивается на ряд районов с заранее известной в процентном распределении численностью жителей. В зависимости от взаимного расположения района и улично-дорожной сети (МКАД, магистральные улицы и т.д.) выполнено распределение интенсивности движения транспорта, въезжающего и выезжающего с территории многофункционального комплекса по времени суток (табл. 1).

Таблица 1

Интенсивность движения транспортных средств *работников*

Пути подъезда к проектируемой зоне	Интенсивность движения транспортных средств, въезжающих на территорию (паркинг) в «час пик» (утро), авт./ч	Интенсивность движения транспортных средств, выезжающих с территории (из паркинга) в «час пик» (вечер), авт./ч
МКАД (по проспекту Независимости – съезд на улицу Филимонова)	220	185
Улица Скорины	203	167
Улица Филимонова (от улицы Кедышко)	78	92
Улица Филимонова (от улицы Парниковая)	125	139
Проспект Независимости (из центра города)	493	538
<b>ВСЕГО</b>	<b>1119</b>	<b>1121</b>

Для расчета интенсивности движения: *посетители офисов, посетители медцентра и грузовой транспорт, служебные развозы* – используются данные об интенсивности движения на улично-дорожной сети, прилегающей к проектируемому объекту. В зависимости от процентного распределения существующей интенсивности движения выполнено распределение перспективной интенсивности движения транспорта, въезжающего на территорию многофункционального комплекса (табл. 2) и выезжающего с территории многофункционального комплекса по времени суток (табл. 3).

Следует отметить, что распределение перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта по прилегающим улицам значительно зависит от размещения въездов и выездов с территории комплекса, организации дорожного движения на прилегающих участках улично-дорожной сети, организации движения на территории многофункционального комплекса.

В графической части работы приведены схемы распределения перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта для двух вариантов:

- *вариант 1* (на основании предоставленного генерального плана) предусматривает заезд на территорию проектируемого объекта с проспекта Независимости, улицы Филимонова и улицы Ф. Скорины, а выезд только на улицу Филимонова или улицу Ф. Скорины, а также на проспект Независимости, но только в направлении МКАД. Причем заезд с проспекта Независимости со стороны МКАД, с улицы Филимонова и улицы Скорины выполняется через перекресток улицы Филимонова и улицы Ф. Скорины, а выезд практически во всех направлениях, только через перекресток улицы Филимонова и улицы Ф. Скорины (рис. 4);

- *вариант 2* (предлагаемый) предусматривает не только заезд на территорию проектируемого объекта с проспекта Независимости, улицы Филимонова и улицы Ф. Скорины, но и выезд транспорта на эти магистрали. Для реализации данного варианта организации дорожного движения необходимо устройство светофорного объекта с возможностью выезда транспорта с территории комплекса в направлении центра города в месте заезда с проспекта Независимости. Такой вариант организации движения транспорта позволит снизить прогнозируемую нагрузку на перекресток улицы Филимонова и улицы Ф. Скорины и левоповоротный съезд в направлении центра города проектируемой транспортной развязки. Для предотвращения перегрузки существующего перекрестка улицы Филимонова и улицы Ф. Скорины и уменьшения количества фаз движения необходимо организовать на нем только заезд транспорта в направлении комплекса. А для выезда транспорта со стороны комплекса на улицу Филимонова устроить отнесенный дополнительный светофорный объект с возможностью выезда во всех направлениях (рис. 5).

Таблица 2

Интенсивность движения транспортных средств посетителей и служебных развозов, выезжающих на территорию комплекса

		Интенсивность движения транспортных средств, выезжающих на территорию комплекса							
		Утренний «час пик» посетители офисов	Утренний «час пик» посетители медцентра и грузовой транспорт	День посетители офисов	День посетители медцентра и грузовой транспорт	День служебные развозы	Вечерний «час пик» посетители офисов	Вечерний «час пик» посетители медцентра и грузовой транспорт	Вечерний «час пик» служебные развозы
Пути подъезда к проектируемой зоне	проспект Независимости	75	59	218	59	94	102	86	62
	от Центра	62	49	179	49	77	84	70	51
	от улицы Кельшко	19	15	56	15	24	26	22	16
	от улицы Парниковая	21	17	61	17	26	29	24	18
улица Скоррины	15	12	45	12	19	21	18	13	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>192</b>	<b>152</b>	<b>559</b>	<b>152</b>	<b>240</b>	<b>262</b>	<b>220</b>	<b>160</b>

Таблица 3

Интенсивность движения транспортных средств посетителей и служебных развозов, выезжающих с территории комплекса

		Интенсивность движения транспортных средств, выезжающих с территории комплекса							
		Утренний «час пик» посетители офисов	Утренний «час пик» посетители медцентра и грузовой транспорт	Утренний «час пик» служебные развозы	День посетители офисов	День посетители медцентра и грузовой транспорт	День служебные развозы	Вечерний «час пик» посетители офисов	Вечерний «час пик» посетители медцентра и грузовой транспорт
Пути подъезда к проектируемой зоне	проспект Независимости	62	49	51	179	49	77	62	49
	к Центру	75	59	62	218	59	94	75	59
	к улице Кельшко	21	15	18	61	15	26	21	15
	к улице Парниковая	19	17	16	56	17	24	19	17
улица Скоррины	15	12	13	45	12	19	15	12	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>192</b>	<b>152</b>	<b>160</b>	<b>559</b>	<b>152</b>	<b>240</b>	<b>192</b>	<b>152</b>

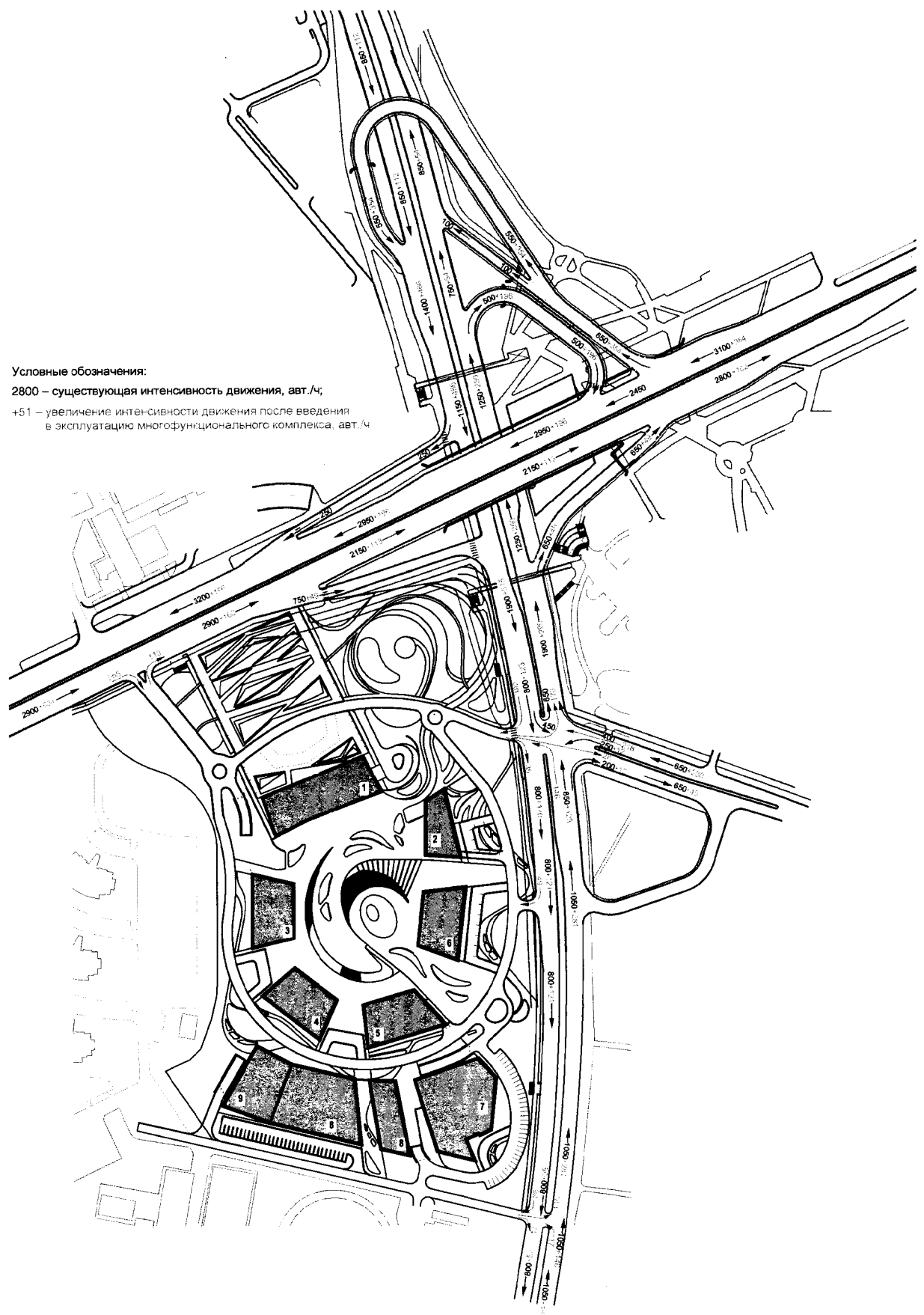


Рис. 4. Распределение перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта (вариант 1)

**Расчет распределения интенсивности движения транспортных потоков по улично-дорожной сети.** Исходными данными для расчета распределения интенсивности движения транспортных потоков по улично-дорожной сети являются существующая интенсивность движения транспорта в транспортных узлах в районе проектируемого комплекса и транспортной развязки, а также результаты расчетов распределения перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта.

Расчет распределения интенсивности движения транспортных потоков по улично-дорожной сети выполнен с учетом устройства транспортной развязки, разрабатываемой УП «Минскинжпроект». Ниже приведены схемы распределения интенсивности движения транспортных потоков по улично-дорожной сети для двух вариантов: *вариант 1* – на основании предоставленного генерального плана (рис. 6); *вариант 2* – предлагаемый (рис. 7).

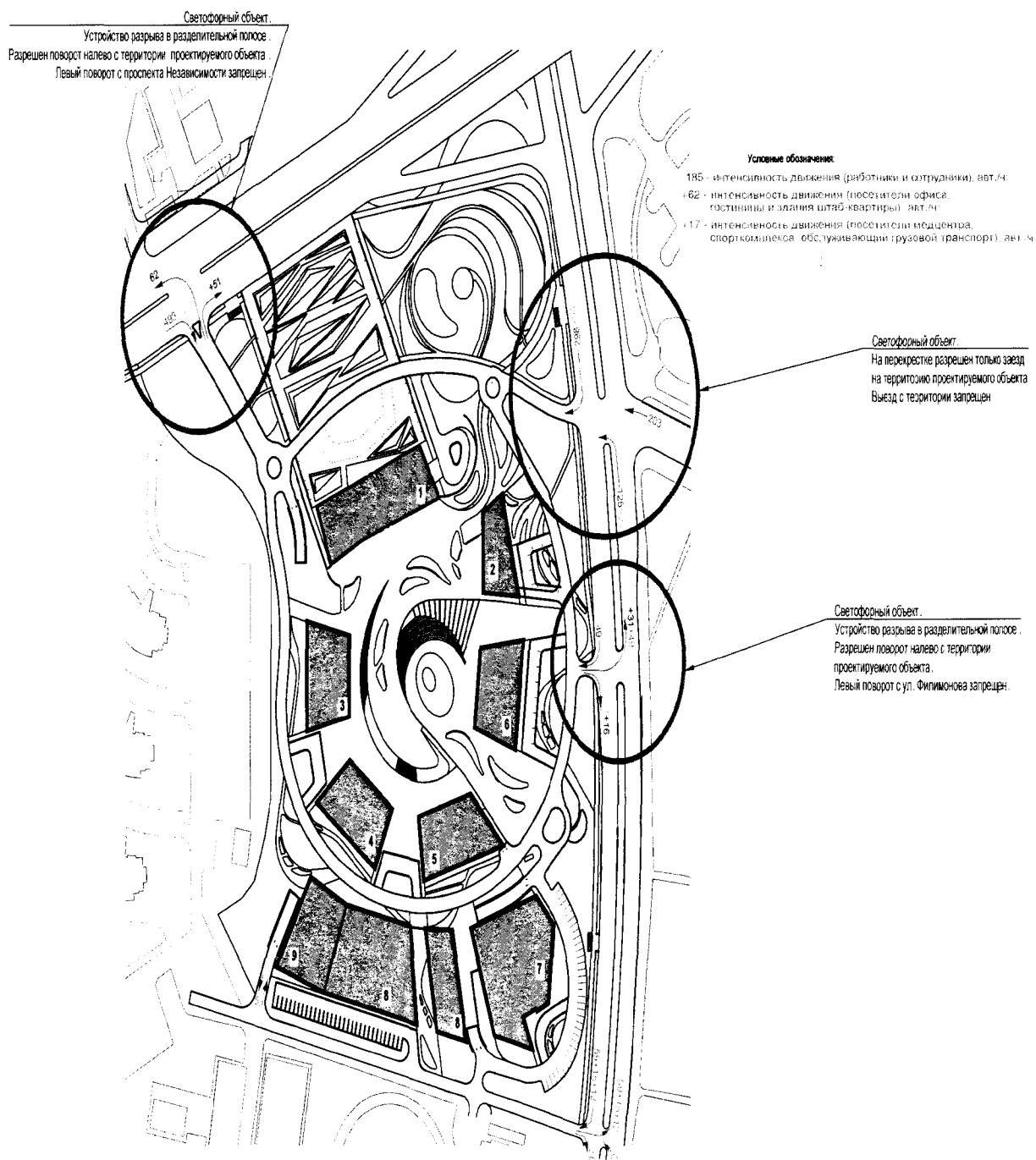


Рис. 6. Распределение перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта (вариант 1)





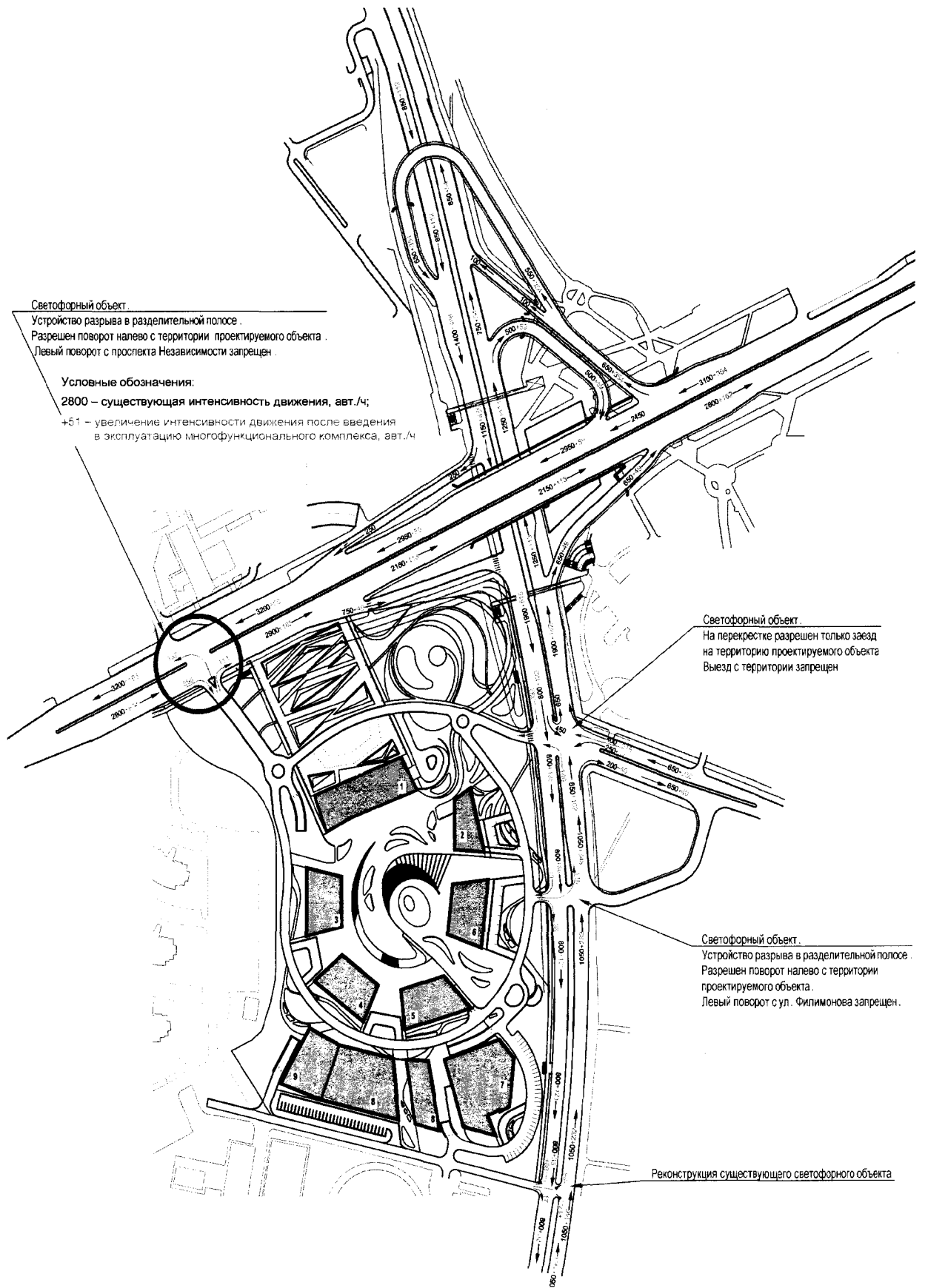


Рис. 7. Распределение перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта (вариант 2)

Итоговая цифrogramма распределения интенсивности движения по улично-дорожной сети будет зависеть от окончательных схем организации дорожного движения и схем пофазного движения в транспортных узлах, примыкающих к транспортной развязке на пересечении проспекта Независимости и улицы Филимонова, разрабатываемой УП «Минскинжпроект», а также от размещения въездов и выездов с территории многофункционального комплекса на улично-дорожную сеть и организации движения транспорта внутри него.

При принятии окончательного решения и разработке строительного проекта необходимо увязать планировочные решения и схемы организации дорожного движения по транспортной развязке с особенностями схем транспортного обслуживания многофункционального комплекса (наличие гостиницы, VIP-выездов, подземных паркингов большой вместимости и т.д.).

**Заключение.** На основе результатов проведенного анализа существующей транспортно-пешеходной нагрузки, особенностей существующей организации дорожного движения и условий движения с учетом устройства транспортной развязки и многофункционального комплекса, а также расчета распределения перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта и разработки схем распределения интенсивности движения транспортных потоков по улично-дорожной сети предложены планировочные решения, предусматривающие устройство светофорных объектов на проспекте Независимости и улице Филимонова для организации заезда на территорию и выезда с неё транспорта комплекса во всех направлениях, а также реконструкцию существующего светофорного объекта на улице Филимонова (выезд с автовокзала) для возможности организации заезда транспорта со стороны улицы Парниковая на территорию комплекса. При этом необходимо рассмотреть возможность заезда со стороны местного проезда на подземные паркинги (основные – офисов и штаб-квартиры), а не только для обслуживания медицинского и спортивного центров и заезда грузового обслуживающего транспорта. Заезд на территорию комплекса со стороны местного проезда является перспективным с учетом развития данного участка сети и продлением существующего местного проезда до улицы Макаенка.

Обязательным условием для нормального функционирования всех устраиваемых или реконструируемых светофорных объектов, попадающих в зону проведения работ, служит организация схем пофазного движения с количеством фаз не более 3.

Данные мероприятия позволят снизить дополнительную транспортную нагрузку от проектируемого комплекса на наиболее нагружаемый перекресток улицы Филимонова и улицы Ф. Скорины и предотвратить возникновение заторовых ситуаций при заезде или выезде транспорта с улицы Филимонова на территорию многофункционального комплекса.

Полученные результаты исследований можно использовать для разработки более детальной планировки (строительного проекта) строительства развязки, разработки решений по организации дорожного движения по территории многофункционального комплекса и прилегающей улично-дорожной сети. Разработанные предложения по транспортному обслуживанию снизят совокупные аварийные, экономические и экологические потери в исследуемом районе.

Таким образом, организация дорожного движения в рассматриваемом районе застройки учитывает распределение перспективных транспортных и пешеходных потоков, объекты тяготения пешеходного и транспортного движения, а также режимы функционирования различных объектов, входящих в состав строящегося многофункционального комплекса ОАО «Газпром».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Врубель, Ю.А. Водителю о дорожном движении: пособие для слушателей учебного центра подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров автотракторного факультета / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский. – 3-е изд., дораб. – Минск: БНТУ, 2010. – 139 с.
2. Капский, Д.В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении / Д.В. Капский. – Минск: БНТУ, 2008. – 243 с.
3. Капский, Д.В. Методология повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности: в 2-х т. / Д.В. Капский. – Минск, 2013. – Т. 1. – 282 с.
4. Постановление расширенного заседания коллегии Министерства транспорта Рос. Федерации от 24.10.12 2012, № 3.
5. Врубель, Ю.А. Опасности в дорожном движении / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский. – М.: Новое знание, 2013. – 244 с.
6. Ваксман, С.А. Моделирование ДТП – градостроительный аспект / С.А. Ваксман, Л.И. Свердлин // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: сб. докл. шестой междунар. конф.; СПбГАСУ. – СПб., 2004. – С. 305–307.

7. Трофименко, Ю.В. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов / Ю.В. Трофименко, М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 464 с.
8. Ваксман, С.А. Принципы разработки и содержание КСОД столичного города (на примере Минска) / С.А. Ваксман, Ф.Г. Глик, Д.В. Капский // Наука – образованию, производству, экономике: материалы седьмой междунар. науч.-техн. конф.: в 3 т. / Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2009. – Т. 2. – С. 267–268.
9. Транспорт в планировке городов: пособие для студентов спец. 1-44 01 02 «Организация дорожного движения» / Д.В. Капский, А.В. Коржова, С.В. Скирковский. – Минск: БНТУ, 2015. – 144 с.
10. Врубель, Ю.А. Определение потерь в дорожном движении / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский, Е.Н. Кот. – Минск: БНТУ, 2006. – 240 с.
11. Свидетельство № 222 от 17.09.10 о регистрации компьютерных программ в Национальном центре интеллектуальной собственности / Д.В. Капский, Д.В. Мозалевский, М.К. Мирошник, А.В. Коржова; В.Н. Кузьменко; А.С. Полховская; Е.Н. Костюкович.
12. Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования = Вуліцы населеных пунктаў. Будаўнічыя нормы праектавання: ТКП 45-3.03-227-2010 (02250). – Введ. 01.07.2011. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2011. – 46 с.

Поступила 06.07.2015

#### DECISION MAKING ON TRANSPORT PLANNING AND MAINTENANCE OF LARGE ROAD JUNCTIONS

**D. KAPSKI, D. MOZOLEVSKY, V. KUZMENKO,  
A. POLKHOVSKY'S, A. KORZOVA, N. KISILEVICH, N. ERMAKOVA, E. GORELIK**

*The article presents the results of the study traffic conditions and transport support in the area of development, the limited main streets Filimonova, Makaenka, Scorina and Nezavisimosti Avenue. Experimental studies were carried out parameters of transport and pedestrian load in the test sites of the road network of the city of Minsk, the levels of loading for different periods on weekdays and weekends. Based on these studies the conditions and characteristics of the traffic study performed pre solutions to improve the quality of traffic in the study area to accommodate the construction of the transport interchange at the intersection of Nezavisimosti Avenue and streets Filimonova. The recommendations for the improvement of traffic conditions and the quality of traffic as a whole to study sites adjacent to the area of object.*