

УДК 656.1

**Елизарьева Елизавета Дмитриевна**, студент  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет  
Elizareva Elizaveta Dmitrievna, student  
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

**Демин Александр Александрович**, студент  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет  
Demin Aleksandr Aleksandrovich, student  
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

**Голов Егор Викторович**, кандидат технических наук, доцент  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет  
Golov Egor Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Docent  
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ  
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА КОЛЬЦЕВОМ ПЕРЕСЕЧЕНИИ ВАРИАТИВНЫХ  
КОНФИГУРАЦИЙ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СО СВЕТОФОРНЫМ  
РЕГУЛИРОВАНИЕМ И ПРОРЕЗАННЫМ ЦЕНТРАЛЬНЫМ ОСТРОВКОМ  
IMPROVING THE EFFICIENCY OF ROAD TRAFFIC MANAGEMENT AT A  
CIRCULAR INTERSECTION OF VARIABLE CONFIGURATIONS AND CONTROL  
SYSTEMS WITH TRAFFIC LIGHTING AND A CUT-OUT CENTRAL ISLAND**

**Аннотация.** При сохраняющихся высоких темпах автомобилизации в Российской Федерации транспортная инфраструктура городов развивается более инертно, что приводит к росту транспортных заторов, к потерям в дорожном движении (ДД), эмоционально – психологическому напряжению водителей и пассажиров, находящихся в транспортном заторе, что, зачастую, побуждает их к нарушениям правил дорожного движения (ПДД), влечет за собой рост аварийности. Таким образом, исследования, направленные на решение транспортных проблем, в частности на снижение потерь времени участниками дорожного движения, которые в соответствии с ФЗ № 443 «Об организации дорожного движения в Российской Федерации...» [1] являются критерием эффективности ОДД, в городах путем развития технологий организации круговых пересечений с разработкой алгоритмов обоснования оптимальных решений, являются актуальными особенно для центральных частей крупных городов. В работе использовались методы анализа, натурного обследования транспортных потоков, компьютерного моделирования (микромоделей ДД), методы статистической обработки экспериментальных данных. Сравнив показатели эффективности использования технологии организации кольцевого пересечения со светофорным регулированием и с прорезанным центральным островком и обычного кольцевого пересечения, можно сделать вывод, что данная технология наиболее эффективна с точки зрения транспортных задержек и пропускной способности. Предложенная технология организации кольцевого пересечения предлагается для использования вместо обычного кольцевого пересечения, так как благодаря сложной архитектуре и светофорному регулированию появляется возможность для разгрузки наиболее загруженных подходов к пересечению.

**Abstract.** With the continuing high rates of motorization in the Russian Federation, the transport infrastructure of cities is developing more sluggishly, which leads to increased traffic congestion, losses in traffic, and emotional and psychological stress for drivers and passengers in traffic jams, which often leads them to violate traffic rules (Traffic regulations), entails an increase in accidents. Thus, research aimed at solving transport problems, in particular at reducing time losses by road users, which, in accordance with Federal Law No. 443 "On Traffic Management in the Russian Federation..." [1], are a criterion for the effectiveness of traffic management in cities by



developing technologies for organizing roundabouts with the development of justification algorithms. optimal solutions are relevant especially for the central parts of large cities. The methods of analysis, field survey of traffic flows, computer were used in the work.

**Ключевые слова:** Автомобиль, дорожное движение, моделирование, эффективность, улично-дорожная сеть, транспортные потоки.

**Keywords:** Car, traffic, modeling, efficiency, street network, traffic flows.

## Введение

Автомобилизация населения как неотъемлемый фактор развития экономической стабильности общества, несомненно, является показателем финансового роста благосостояния граждан, ведь об этом напрямую свидетельствует увеличение количества транспортных средств на автомобильных дорогах. Но, несмотря на положительный эффект данного социального явления, для самих людей автомобилизация в определенный момент, когда превышает пороговое значение, начинает пагубно сказываться для всего общества – ухудшается экология, повышается интенсивность дорожного движения и увеличивается плотность транспортных потоков. Все это неизменно приводит к снижению эффективности использования дорожной инфраструктуры. Применение «каноничных» методов и технологий ОДД [3 – 5] не дает значительных результатов по снижению транспортных задержек, заторов и повышению БДД, ввиду высокого уровня автомобилизации, мобильности населения, отставания развития УДС от уровня автомобилизации [6]. По сравнению с крестообразными пересечениями и Т-образными примыканиями в одном уровне кольцевые пересечения являются более эффективными типами пересечений с меньшим числом конфликтных точек. Кроме того, они отличаются безопасными скоростями движения, лучшей обзорностью и более простыми условиями для восприятия водителем дорожной ситуации. Но, не смотря на повышение безопасности пересечения, падает его пропускная способность, во избежание возникновения транспортных заторов предлагается изменение в архитектуру кольцевого пересечения, а именно добавление прорезанного островка и светофорного регулирования [7].

Основные идеи организации транспортной развязки кольцевого пересечения со светофорным регулированием и прорезанным центральным островком:

1. предоставление определенного преимущества движения основному направлению, заключающегося в более коротком пути через транспортную развязку, по средствам организации сквозного проезда через центральные островки;

2. устранение транспортных задержек на особо загруженных участках дорог за счет добавления светофорного регулирования.

Для анализа дорожной обстановки был выбран город Старый Оскол, в котором планируется строительство сразу нескольких новых микрорайонов, расположенных в одном районе. При расчете потенциального прироста населения в данном районе количество человек увеличится на 22,6 тыс. чел., что составляет более 10% от всего населения города. После построения макромодели города в программном обеспечении PTV VISUM, было установлено, что преобладающая часть нагрузки затронет пересечение проспекта Николая Шевченко, Комсомольского проспекта и Центральной улицы. В данной модели можно увидеть, что нагрузка возрастает в среднем в 1,67 раз. Увеличение загруженности улично-дорожной сети несомненно ведет к увеличению времени транспортных задержек, следовательно, к появлению транспортных заторов.

## Материалы и методы

Для анализа существующей ситуации были произведены замеры интенсивности движения транспортных средств в утренний и вечерний часы пик. Далее с учетом данных прогнозирования увеличения нагрузки были рассчитаны изменения в интенсивности движения на данном пересечении. Для более полной картины существующей ситуации были добавлены перекрестки со светофорным регулированием, также пересекаемые с улицей Николая Шевченко, а именно: пересечение пр. Николая Шевченко и ул. Архитектора Бутовой





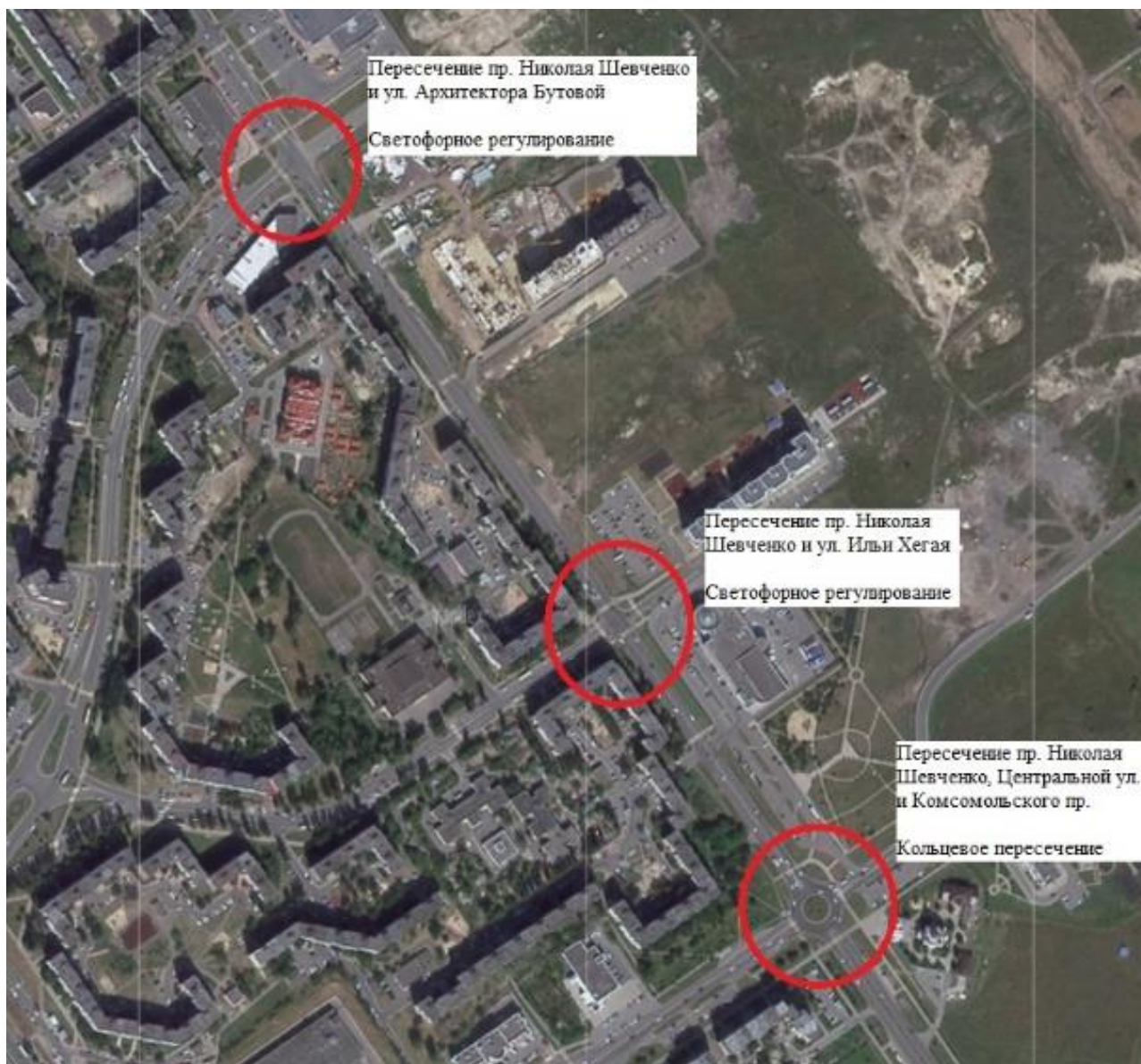


Рисунок 3 – Рассматриваемые пересечения

Для решения проблемы транспортного узла были рассмотрены различные решения перепроектирования кольцевого пересечения, и наиболее эффективным был выбран вариант транспортной развязки кольцевого пересечения со светофорным регулированием и прорезанным центральным островком.

На исследуемом пересечении было выявлено, что наибольшая интенсивность будет на подходах к пересечению на проспекте Николая Шевченко со стороны улицы Ильи Хегая и со стороны Молодежного проспекта, а также на Комсомольском проспекте со стороны Киевского моста. Так как данное пересечение имеет сложную конфигурацию за счет распределившейся нагрузки на транспортный узел, то предложен вариант в дополнение к изменению архитектуры кругового пересечения добавить светофорное регулирование. Данное предложение разгрузит подходы к перекрестку, тем самым уменьшит транспортные задержки.

Предлагаемые принципы организации дорожного движения на кольцевом пересечении со светофорным регулированием и прорезанным центральным островком:

1. приоритет движения на развязке предоставляется загруженному направлению (проспект Николая Шевченко), для него организуется сквозное движение через центральный островок;

2. на развязке организуется двухфазное светофорное регулирование. В первой фазе разрешено движение по основному направлению (главная дорога), во второй по второстепенному направлению (второстепенной дороге) и кольцу (рисунок 4);

3. для правоповоротных потоков целесообразно использовать специальные полосы, для пропуска данных потоков без заезда на кольцевую часть транспортной развязки.

Технические средства организации дорожного движения на кольцевом пересечении со светофорным регулированием и прорезанным центральным островком представлены на рисунке 4.

Также необходимо создать программу циклов светофоров на пересечениях пр. Николая Шевченко и ул. Архитектора Бутовой, пр. Николая Шевченко и ул. Ильи Хегая, и пр. Николая Шевченко, Центральной ул. и Комсомольского пр.

Далее используется метод апробации предлагаемых решений методом имитации транспортных потоков на микроуровне.

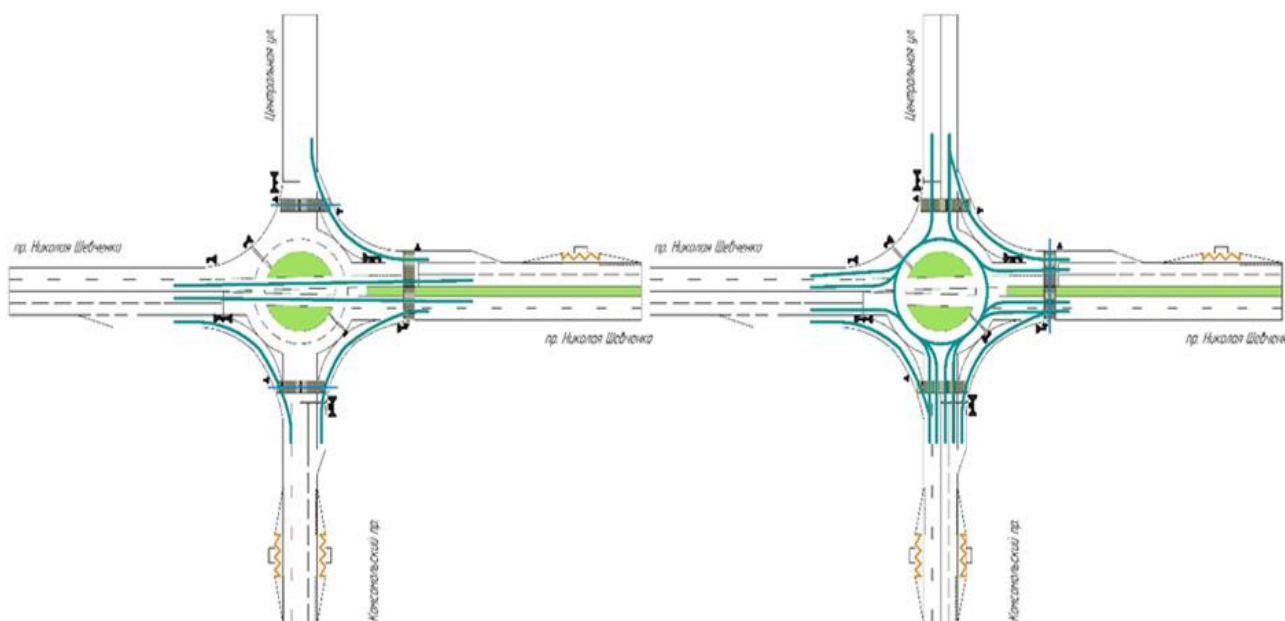


Рисунок 4 – Схема разрешенных маневров при 1 и 2 фазе цикла светофора

### Результаты

Средние показатели проезда перекрестка до и после увеличения населения и после модернизации показаны в таблице 1-3.

При сравнении двух прогнозируемых ситуаций: без улучшений и с модернизацией наименьшие средние показатели можно увидеть в таблице 3, что говорит о правильности принятых решений по модернизации пересечения.

Таблица 1

Средние показатели проезда перекрестка до модернизации

Пересечение	Среднее время транспортных задержек, с	Средняя скорость, км/ч	Средний расход топлива, л
пр. Николая Шевченко и ул. Архитектора Бутовой	98,46	15	1,89
пр. Николая Шевченко и ул. Ильи Хегая	112,38	13	2,16
пр. Николая Шевченко, Центральной ул. и Комсомольского пр.	166,50	10	3,20

Таблица 2

Средние показатели проезда перекрестка до модернизации после увеличения интенсивности

Пересечение	Среднее время транспортных задержек, с	Средняя скорость, км/ч	Средний расход топлива, л
пр. Николая Шевченко и ул. Архитектора Бутовой	129,76	11	2,49
пр. Николая Шевченко и ул. Ильи Хегая	193,57	7	3,72
пр. Николая Шевченко, Центральной ул. и Комсомольского пр.	277,76	3	5,33

Таблица 3

Средние показатели проезда перекрестка после модернизации

Пересечение	Среднее время транспортных задержек, с	Средняя скорость, км/ч	Средний расход топлива, л
пр. Николая Шевченко и ул. Архитектора Бутовой	108,40	13	2,08
пр. Николая Шевченко и ул. Ильи Хегая	158,22	10	3,04
пр. Николая Шевченко, Центральной ул. и Комсомольского пр.	227,6	6	4,37

Для оценки эффективности ОДД на участке УДС применяются различные критерии:

- безопасности дорожного движения (различные показатели аварийности и безопасности);
- социальные (транспортная задержка, время в пути, удобство движения);
- экологические (экологический ущерб);
- экономические (экономия горюче – смазочных материалов при внедрении схемы ОДД по сравнению с существующей схемой).

В соответствии со статьей № 3 ФЗ №443 «Об организации дорожного движения» критерий эффективности организации дорожного движения – транспортная задержка. Наиболее распространенный критерий – средняя задержка на пересечении.

На каждом пересечении среднее время задержки уменьшилось в среднем в 0,176 раза, что говорит об эффективности принятых мер.

Величина годовых потерь времени транспортных средств может быть определена по формуле:

$$T_{\text{мзгод}} = \frac{365 \cdot N \cdot t_{\text{мзсп}}}{3600 \cdot K_{\text{н}}}$$

где N – интенсивность на данном перекрестке, авт./час;

$t_{\text{мзсп}}$  – среднее время транспортных задержек в час пик, с;

$K_{\text{н}}$  – коэффициент неравномерности движения в течении суток (принимается равным 0,1).

Экономическая эффективность при простое на пересечениях за год определяются по формуле:



$$C_{np} = T_{ep} \cdot S_{cp}$$

где  $S_{cp}$  – средневзвешенная стоимость 1 авт./ч.

Средневзвешенная стоимость 1 авт./ч определяется с учетом состава транспортного потока по следующей формуле:

$$S_{cp} = d_{гр} \cdot C_{ач}^{гр} + d_{лег} \cdot C_{ач}^{л} + d_{автоб} \cdot C_{ач}^{автоб}$$

где  $d_{гр}$ ,  $d_{лег}$  и  $d_{автоб}$  – доля грузовых, легковых и автобусов в общем транспортном потоке;

$C_{ач}^{гр}$ ,  $C_{ач}^{л}$  и  $C_{ач}^{автоб}$  – средняя стоимостная оценка 1 авт./ч по группам состава транспортного потока.

Экономическая эффективность при модернизации на всех трех пересечениях будет равна 83 285 907,2 руб.

### Обсуждение и заключение

В данной работе была применена технология организации кольцевого пересечения со светофорным регулированием и с прорезанным центральным островком. Для анализа эффективности за основу было взято кольцевое пересечение пр. Николая Шевченко, Центральной ул. и Комсомольского пр. в городе Старый Оскол. В ходе работы была создана макромодель города и микро модель данного пересечения. Были проанализированы существующая и прогнозируемая ситуация с учётом перспективы социально-экономического развития.

Благодаря использованию технологии организации кольцевого пересечения со светофорным регулированием и с прорезанным центральным островком ситуация после строительства новых микрорайонов в северо-восточном районе города должна улучшиться и обеспечить комфортное транспортное обслуживание населения города Старый Оскол

### Список литературы:

1. Федеральный закон от 29.12.2017 г. № 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2. Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения: учебник для вузов / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. – 5-е издание, переработанное и дополненное – Москва: Транспорт, 2001. – 247 с. Текст: непосредственный.
3. Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: учебник для вузов / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – Москва: Академкнига, 2005. – 279 с. Текст: непосредственный.
4. Пугачёв, И. Н. Организация и безопасность дорожного движения: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / И. Н. Пугачёв, А. Э. Горев, Е.М. Олещенко. – Москва: Академия, 2009. – 272 стр. Текст: электронный.
5. Руне, Э. Справочник по безопасности дорожного движения / Э. Руне, А. Б. Мюсен, Т. Ваа.; под редакцией профессора В. В. Сильянова – Москва: МАДИ (ГТУ), 2001. – 754 с. Текст: электронный.
6. Майоров, В. И. Обеспечение безопасности дорожного движения в условиях массовой автомобилизации / В. И. Майоров. – Текст: электронный // Актуальные вопросы контроля и надзора в социально значимых сферах деятельности общества и государства: материалы IV все-российской научно-практической конференции, посвященной 90-летию профессора И.А. Складорова (Нижний Новгород, 12 апреля 2018 г.) / [ответственный редактор А.В. Мартынов]. – Нижний Новгород, 2018. – с. 97–119
7. Сильченков, Д. Д. Технология организации дорожного движения на кольцевом пересечении со светофорным регулированием и прорезанным центральным островком: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Сильченков Дмитрий Дмитриевич, 2023. – 187 с. – EDN RIPWIL

