

## СТАТЬИ

УДК 911.3.33:625.712.1(470.57-25)  
DOI 10.17513/use.38398

## ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМЫ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА В ГОРОДЕ УФЕ

**Закиров И.В., Арсланов А.Ш., Саттарова Г.А., Брыгин Е.В., Гильманов Д.Р.**

*ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Уфа, e-mail: ziv7702@yandex.ru*

Цель исследования – определение самой эффективной схемы организации сложного узла, находящегося на пересечении улиц 50 лет Октября, Цюрупы и Революционной в городе Уфе. Рассматриваемый узел является местом концентрации транспортных и пешеходных потоков с большим количеством мест приложения труда и точек притяжения. Также через «Центральный рынок» проходят основные автобусные маршруты, трамвайная линия и пригородные маршруты общественного транспорта. Оценка схем производится с точки зрения пешеходной доступности, удобства для движения на общественном транспорте, пропускной способности узла для индивидуального транспорта. Сравнимые транспортные схемы: существующее положение, локальная реконструкция существующего положения, предложение от главного управления архитектуры и градостроительства, предложение авторов статьи. Схемы включают в себя размещение полос движения, тротуаров, размещение остановочных пунктов и посадочных площадок, размещение пешеходных переходов и велопереездов и режим работы светофора с пофазным разъездом. Кроме того, учитывается площадь, занимаемая улично-дорожной сетью, и площадь озеленения, что является одним из важных критериев устойчивого развития территории. Определено, что сокращение площади улично-дорожной сети не снижает пропускную способность перекрестка. Результаты проведенных исследований могут быть применены для изменения транспортной схемы и реконструкции узла.

**Ключевые слова:** транспортное планирование, общественный транспорт, пропускная способность узла, пофазный разъезд

## OPTIMIZATION OF TRAFFIC SCHEME IN THE CITY OF UFA

**Zakirov I.V., Arslanov A.Sh., Sattarova G.A., Brygin E.V., Gilmanov D.R.**

*Ufa University of Science and Technology, Ufa, e-mail: ziv7702@yandex.ru*

The objective of the study is to determine the most effective scheme for organizing a complex junction located at the intersection of 50 Let Oktyabrya, Tsyurupy, and Revolyutsionnaya Streets in Ufa. The junction in question is a place where transport and pedestrian flows are concentrated, with a large number of places of employment and points of attraction. The main bus routes, a tram line, and suburban public transport routes also pass through the Central Market. The schemes are assessed from the point of view of pedestrian accessibility, convenience for public transport, and the junction capacity for individual transport. The compared transport schemes: the current situation, a local reconstruction of the current situation, a proposal from the Main Department of Architecture and Urban Development, and a proposal by the authors of the article. The schemes include the placement of traffic lanes, sidewalks, placement of stopping points and boarding areas, placement of pedestrian crossings and bicycle crossings, and the operation mode of the traffic light with a phased passing lane. In addition, the area occupied by the street and road network and the area of greenery are taken into account. In addition, the area occupied by the street and road network and the area of greenery is taken into account, which is one of the important criteria for sustainable development of the territory. It has been determined that reducing the area of the street and road network does not reduce the capacity of the intersection. The results of the studies can be used to change the transport scheme and reconstruct the junction.

**Keywords:** transport planning, public transport, hub capacity, phased interchange

### Введение

В последние годы приоритеты планирования движения городского транспорта сместились с личного транспорта на общественный и пешеходное движение. Современные требования формирования городского пространства основываются на гуманном подходе [1, с. 90]. Такой подход основан на оптимальной территориальной организации движения транспорта и пространств для людей, согласуется с критериями устойчивого развития и зарекомендовал себя эффективным с точки зрения эволюции хозяйства города [2, с. 17].

Такое комплексное пространственное видение проблем и путей их решения заключено в общественно-географическом подходе к исследованию городских транспортных проблем. В работах географов С.А. Тархова [3], И.А. Семиной [4], Ю.М. Гришасевой [5] анализируется пространственное развитие городской транспортной структуры, методы совершенствования территориальной организации транспортного обслуживания населения в городах.

Теоретико-методологической основой исследования также послужили работы В. Вучика [6], Я. Гейл и Л. Гемзе [7], А.Э. Го-

рева [8]. В этих работах доказывается, что причиной многих городских проблем является неэффективное транспортное регулирование. В статьях Д.В. Завьялова [9], В.М. Комарова и В.В. Акимовой [10] изучены различные аспекты транспортной мобильности. Объект данного исследования ранее изучался Н. Стадничуком и Р. Рангуловым [11]. Повышение эффективности транспортного регулирования является одной из важных задач развития «умных городов» [12, с. 213]. Эффективное планирование транспортной инфраструктуры является ключевой частью обеспечения устойчивого развития любого города. Обзор соответствующей тематике литературы подтверждает актуальность выбранной темы.

Исследование посвящено общественно-географическому анализу транспортной системы г. Уфы: закономерностей и факторов, определяющих основной территориальный каркас транспортной сети; современного уровня развития транспорта города; проблем функционирования транспортной инфраструктуры; влияния транспортной системы на мобильность населения, экологические проблемы и пространственное развитие Уфимской агломерации. Однако в статье представлены только результаты части изысканий – возможности оптимизации схемы движения транспорта в одном из проблемных транспортных узлов г. Уфы.

При реконструкции и новом строительстве улиц и других городских пространств принято создавать транспортные схемы. Они являются предпроектной работой перед подготовкой строительной рабочей документации. В них с достаточной точностью представлено расположение основных элементов улицы (проезжая часть с полосами движения, тротуары, остановочные площадки, пешеходные переходы и т.д.) в масштабе с учётом основных коммуникаций на географической основе (космические снимки и т.п.). В дальнейшем транспортная схема обсуждается со всеми заинтересованными сторонами и корректируется. После окончательного согласования на основе транспортной схемы составляется строительный проект.

**Цель исследования** – провести оценку транспортных схем на пересечении улиц 50 лет Октября, Цюрупы и Революционной («Центрального рынка») в Уфе с точки зрения пешеходной и транспортной доступности и географической оптимизации территории города.

### Материал и методы исследования

Объектом исследования является пересечение улиц 50 лет Октября, Революционная, Цюрупы, сокращенно называемое «Центральным рынком» в г. Уфе. В границу проектирования входят подходы к перекрёстку. Данный участок является одним из самых загруженных пересечений главных артерий г. Уфы.

Для исследования схем выбраны параметры, существующие в настоящее время: площадь улично-дорожной сети (УДС), пешеходная связанность улиц, расстояние пересадки между видами транспорта (автобуса и трамвая), суммарная пропускная способность узла.

Площадь улично-дорожной сети измеряется в квадратных метрах от наиболее удаленных от центра перекрестка начал закруглений проезжих частей. Этот параметр противоположен площади, занятой тротуаром и зелёными насаждениями – пешеходными пространствами, и определяет устойчивость территории.

Пешеходная связанность территории рассчитывается по балльной шкале. За каждый сегмент (перегон) проезжей части с наземным пешеходным переходом начисляется 1 балл.

Расстояние пересадки рассчитывается в метрах как среднее от остановок трамвая и автобуса в обоих направлениях. Расчёт начинается и заканчивается от середины посадочной площадки.

Пропускная способность узла рассчитывается в единицах транспорта в час [13, с. 70]. Определение производится по подходам к узлу с учётом пофазного разъезда.

Расчёт пропускной способности узла производится согласно п. 5.8.3а СП 396.1325800.2018 [14]. Соответственно, потоки насыщения равны:

- при движении прямо – 1650 ед./ч;
- при движении налево – 1625 ед./ч;
- при движении направо – 1500 ед./ч.

Интенсивность транспортных потоков рассчитана с камер «Уфанета» [15] в наиболее загруженное время – в утренний час пик с 8:00 до 9:00 (табл. 1).

Применялись в основном описательный, сравнительно-географический, математические и другие методы научных исследований. В работе использовались транспортные схемы, составленные авторами работы в AutoCAD.

Сравнивались следующие схемы: существующее положение, локальные (изменения) реконструкции существующего положения, схема от Главархитектуры города Уфы, схема от авторов работы.

**Таблица 1**  
Интенсивность движения  
транспортных средств

Направление	Интенсивность движения (ТС/час)
ул. 50 лет Октября	2300
ул. Революционная с востока	800
ул. Цюрупы с юга	1150
ул. Революционная с запада	750
ул. Цюрупы с севера	1000

Примечание: составлено авторами.

Эффективность транспортной схемы оценивалась согласно методическим рекомендациям к СП 396.1325800.2018 [14]. Основным критерием оценки эффективности является «уровень обслуживания».

### Результаты исследования и их обсуждения

Существующая транспортная схема (рис. 1) составлена на основе космоснимка «Яндекса». Режим работы светофора и пофазный разъезд составлен по камерам «Уфанета» [15, с. 356].

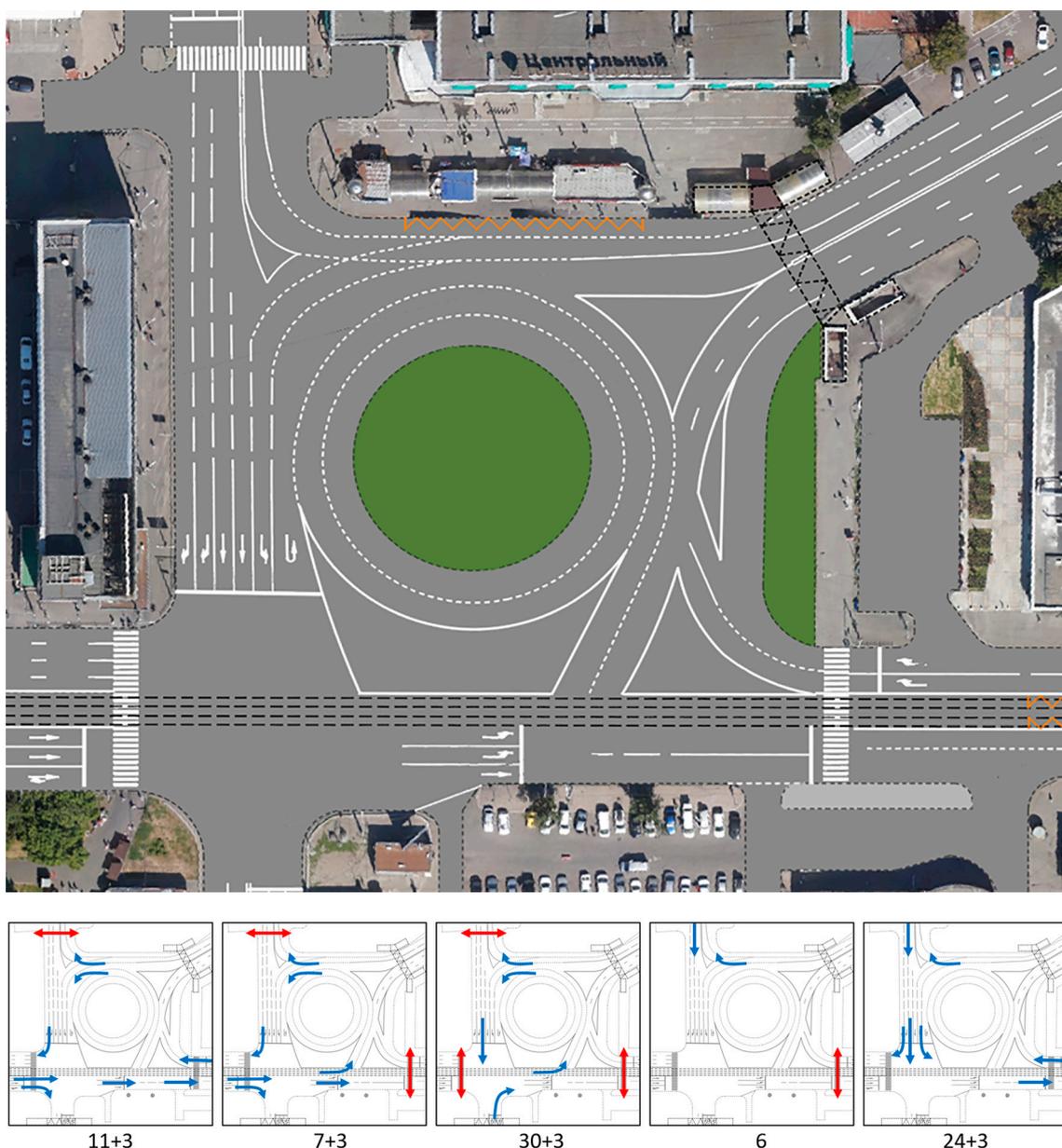
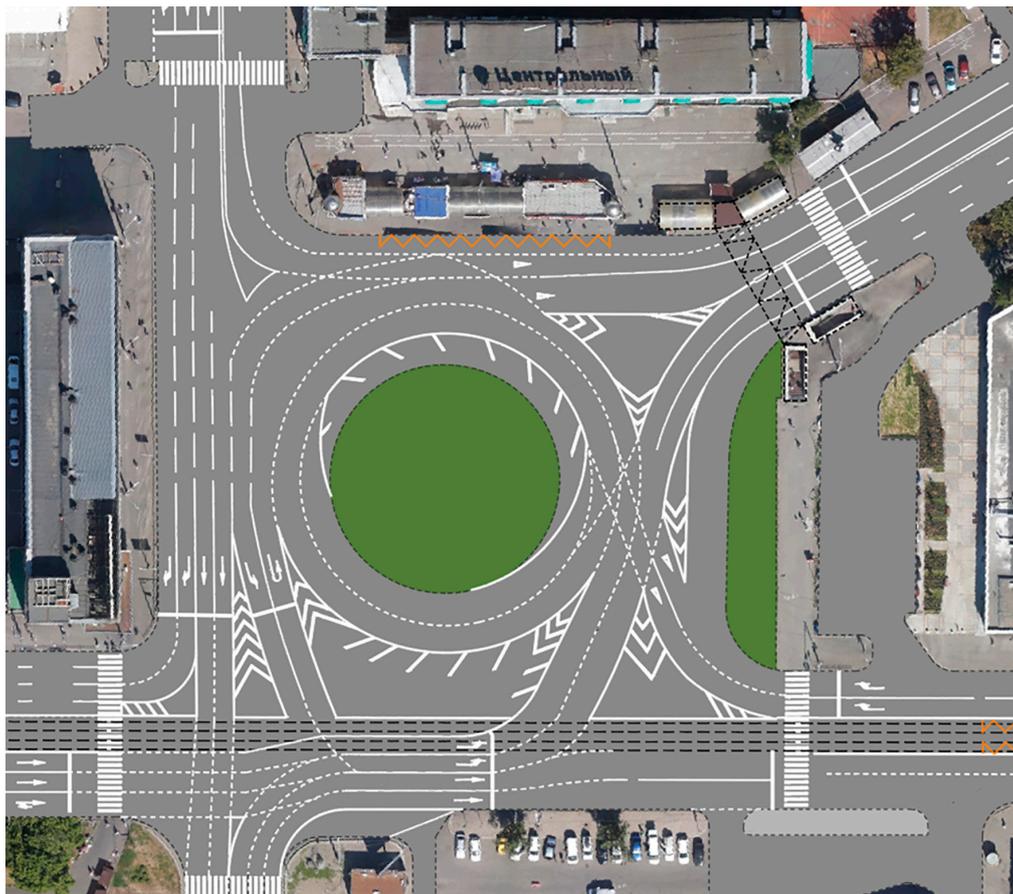


Рис. 1. Транспортная схема существующего положения  
Источник: составлено авторами



*Рис. 2. Транспортная схема локальных мероприятий  
Источник: составлено авторами*

Локальные изменения (мероприятия) выполнены на основе существующего положения без изменения конфигурации проезжей части (без переноса бортового камня) (рис. 2).

В схеме подземные пешеходные переходы продублированы наземными, изменена конфигурация полос движения, добавлены островки безопасности, ликвидирована избыточная проезжая часть.

Схема, представленная Главархитектурой города Уфы (рис. 3), представляет собой схему реконструкции перекрёстка с созданием сквера вместо центрального кольца. Соответственно, кольцевое движение заменяется на два перекрёстка: Т-образный (ул. 50 лет Октября – ул. Цюрупы) и Х-образный (ул. Цюрупы – ул. Революционная). Восточная часть кольцевого движения закрывается для общего пользования. И на этом месте организовывается остановочная площадка с двумя платформами. Пофазный разъезд для схемы составлен авторами работы.

Автором данной планировки является итальянский транспортный инженер Лука Гуала. Проект реконструкции Центрального рынка был представлен в 2014 году на градостроительном форуме «Урбан Байрам» в г. Уфе [16].

Заключительная схема выполнена по аналогичным принципам – замещение центрального кольца сквером, однако происходит перекрытие южной проезжей части. Это сделано для обеспечения полной безопасности общественного транспорта (трамвайной остановки) (рис. 4). Таким образом, создаётся три Т-образных перекрёстка, что позволяет развести транспортные потоки в 4 фазы светофорного регулирования.

В существующем положении под улично-дорожную сеть отводится более 1 га. В проектах реконструкции удаётся существенно сократить площадь асфальта и занять освободившееся пространство тротуарами и зелёными зонами. В схеме, предложенной авторами работы, площадь улично-дорожной сети уменьшается более чем в 2 раза.

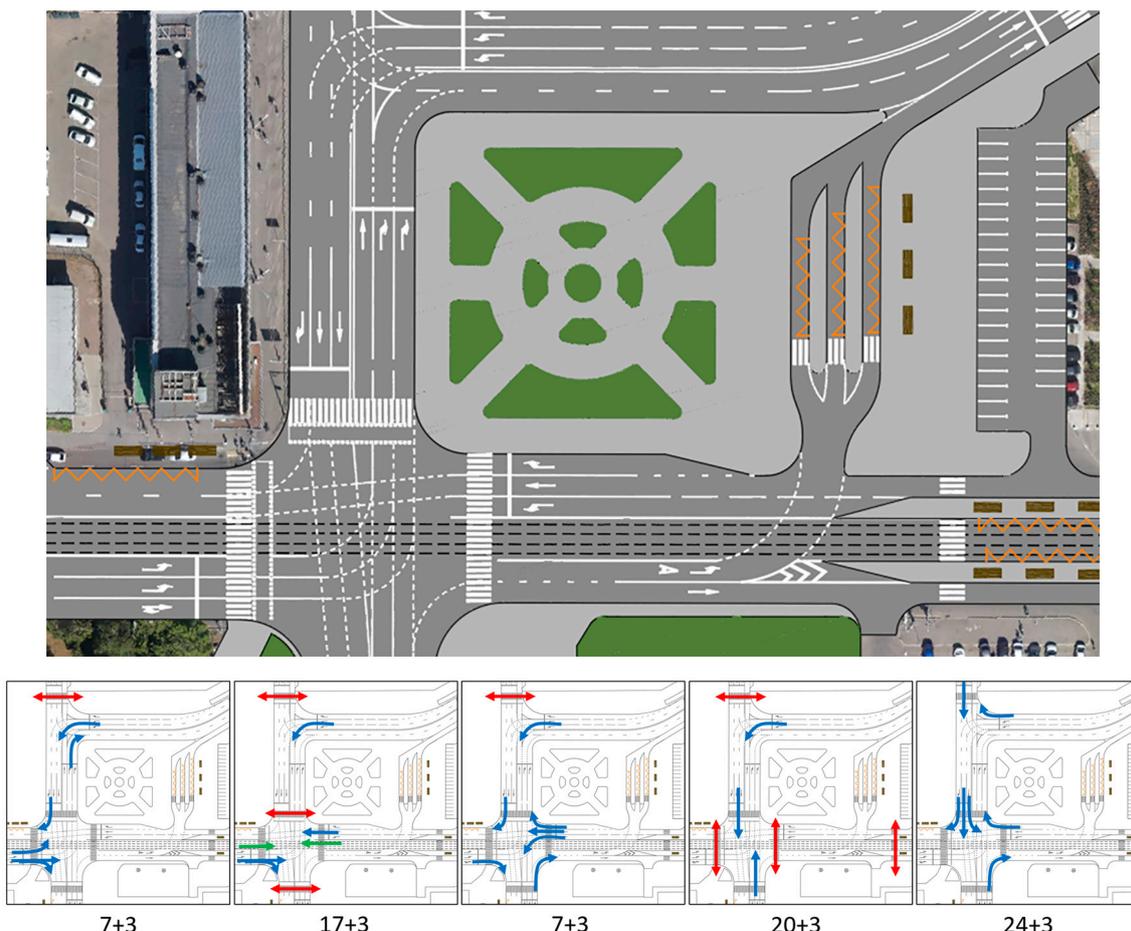


Рис. 3. Транспортная схема от Главархитектуры  
Источник: составлено авторами

Существующая пешеходная связанность крайне ограничена. Для направлений вдоль ул. Цюрупы по чётной стороне и ул. Революционной по нечётной стороне отсутствует линия тротуара. Кроме того, два из трёх пешеходных переходов – подземные, что существенно ограничивает перемещение для маломобильных групп населения.

Все предложенные варианты схем улучшают пешеходную связанность. Локальные мероприятия обеспечивают полную пешеходную связанность, обеспечив все пять подходов, и соответственно перегонов, наземными пешеходными переходами. Однако сама конфигурация кольцевого пересечения существенно увеличивает длину пешеходных маршрутов.

В схеме от авторов работы достигается абсолютная связанность, все восемь перегонов обеспечиваются наземными пешеходными переходами. При этом нигде не происходит излома линий тротуара вдоль сторон улиц.

«Центральный рынок» можно считать транспортно-пересадочным узлом, так как имеются пересадки на общественный транспорт разных видов, движущийся в разных направлениях (трамвай и автобус). В существующем положении и при локальных мероприятиях длина пересадок превышает нормативные значения согласно п. 6.1.4 СП 395.1325800.2018 [17].

Для создания оптимальных условий необходима реконструкция узла с приоритетом движения общественного транспорта [18, с. 84] и пешеходов. Подобным образом выполнена схема от авторов работы. Таким образом, длину пересадки удаётся сократить более чем в 2,5 раза, до 74 метров.

Результаты расчёта пропускной способности по примыкающим улицам приведены в таблице 2. Базовым значением можно считать пропускную способность существующего положения. В настоящее время наибольшие задержки наблюдаются с ул. Революционной с запада в вечерний час пик.

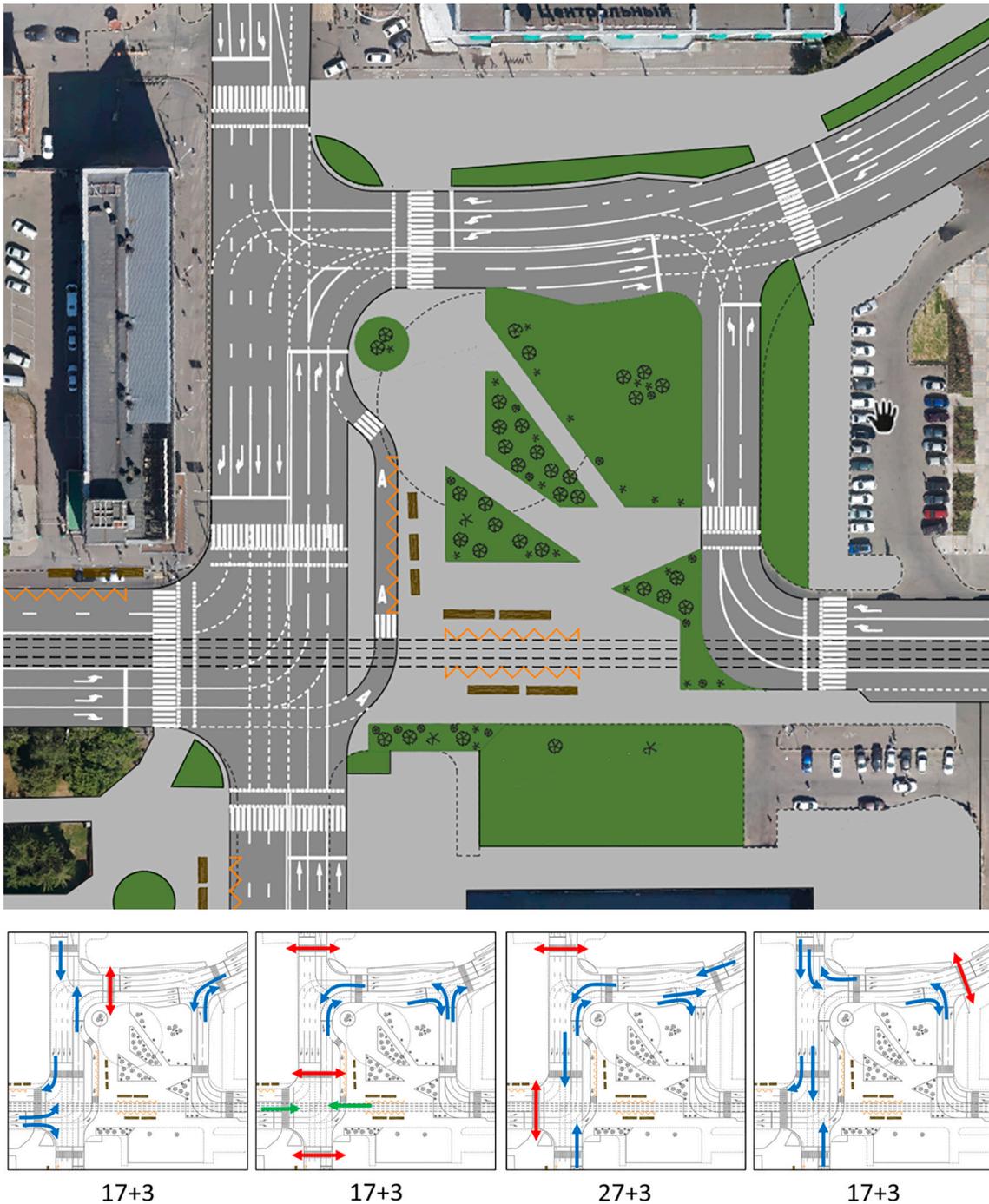


Рис. 4. Транспортная схема  
 Источник: составлено авторами

Увеличение пропускной способности по ул. Революционной удалось достичь в варианте с локальными изменениями. Однако по пофазному разрезу видно, что это сделано за счёт трамвайного движения.

Наиболее худшие показатели по пропускной способности наблюдаются в схеме от Главархитектуры. Основная причина

в том, что появляется X-образное пересечение ул. Цюрупы и ул. Революционной со всеми пешеходными переходами, необходимы четыре фазы светофорного регулирования.

Результаты расчёта уровней загрузки по интенсивности транспортного потока (отношение интенсивности движения к пропускной способности) приведены в таблице 3.

Таблица 2

Пропускная способность узла по примыкающим улицам, авт./час

Вариант транспортной схемы	Существующее положение	Локальные изменения	Главархитектура	Вариант авторов статьи
Направление				
50 лет Октября	2925	3250	2165	1700
Революционная с востока	1270	1800	1140	1230
Цюрупы с юга	1500	1500	1250	2580
Революционная с запада	1155	1485	660	900
Цюрупы с севера	1650	1320	1320	1640
Сумма	8500	9355	6535	8050

Примечание: составлено авторами.

Таблица 3

Уровень загрузки по направлениям

Вариант транспортной схемы	Существующее положение	Локальные изменения	Главархитектура	Вариант авторов статьи
Направление				
50 лет Октября	0,79	0,71	1,06	1,35
Революционная с востока	0,63	0,44	0,70	0,65
Цюрупы с юга	0,77	0,77	0,92	0,45
Революционная с запада	0,65	0,51	1,14	0,83
Цюрупы с севера	0,61	0,76	0,76	0,61
Среднее значение	0,69	0,64	0,92	0,78

Примечание: составлено авторами.

Таблица 4

Результаты исследования транспортных схем

Вариант транспортной схемы	S УДС, м <sup>2</sup>	Пешех. связан.	L пересадок, м	P узла, авт./час
Существующее положение	11 423	1/5	190	8500
Локальные изменения	11 423	5/5	190	9355
Главархитектура	7 359	7/8	137	6535
Вариант авторов статьи	5 742	8/8	74	8050

Примечание: составлено авторами.

Стоит отметить, что добавление пешеходных переходов либо не снижает пропускную способность, либо снижает её незначительно (табл. 4). Это объясняется тем, что в пофазном разъезде существуют разрывы транспортного движения, в которые добавляются пешеходные потоки.

По результатам исследований видно, что существующая схема организации движения может быть усовершенствована и с транспортной, и с пешеходной точек зрения.

Наивысший показатель пропускной способности достигается при локальных изменениях существующего положения. Наилучшие показатели по трём из четырёх параметров демонстрирует предложенная авторами схема.

Полученные результаты сопоставимы с аналогичными реконструкциями в российской и мировой практике. При проектировании схем применялись принципы тактического урбанизма [19, с. 27]. Данные принци-

пы применяют и в других странах, например в Италии, что благоприятно сказывается на пространственном развитии города [20].

### Заключение

По результатам проведённого исследования можно сделать вывод о том, что наилучшую пешеходную доступность обеспечивает предложенная авторами схема. В то же время локальные изменения обеспечивают увеличение пропускной способности узла на 9%. Изменение схемы движения общественного транспорта не предлагается. Но были предусмотрены остановки общественного транспорта, которые могут быть обслужены существующими маршрутами. Возможным негативным эффектом изменения транспортной схемы может быть вероятное увеличение пробега автомобильного транспорта.

Дальнейшие мероприятия по применению какой-либо конкретной схемы должны включать обсуждение заинтересованных и компетентных сторон.

Для более детального анализа схемы с точки зрения транспортной доступности необходимо проводить микромоделирование транспортных потоков. Рекомендуется сравнивать предложенную схему и схему локальных изменений. Стоит отметить, что схема, предложенная Главархитектурой города, уступает по всем показателям и менее конкурентоспособна для дальнейшего использования в данной конфигурации.

### Список литературы

1. Меренков А.О. Пути повышения информированности населения на городском пассажирском транспорте // Вестник университета. 2016. № 11. С. 86-93. URL: <https://vestnik.uuu.ru/jour/article/view/465> (дата обращения: 12.05.2025).
2. Трофименко Ю.В., Якимов М.Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: монография. 2-е изд., перераб. и доп. Пермь: Агентство РАДАР, 2022. 536 с. ISBN 978-5-6048401-0-8.
3. Тархов С.А. Эволюционная морфология транспортных сетей. Смоленск – Москва: Универсум, 2005. 384 с.
4. Семина И.А., Фоломейкина Л.Н., Крылов П.М. География транспорта. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2023. 200 с. ISBN 978-5-7103-4611-2.
5. Гришаева Ю.М., Матанцева О.Ю., Спирин И.В., Савосина М.И., Ткачева З.Н., Васин Д.В. Устойчивое развитие транспорта в городах России: опыт и актуальные задачи // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13. № 4. С. 24-46. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-24-46.
6. Вучик В.Р. Транспорт в городах, удобных для жизни / Пер. с англ. М.: Альпина ППО, 2023. 676 с. ISBN 978-5-206-00045-0.

7. Гейл Я., Гемзо Л. Новые городские пространства / Пер. с англ. 3-е изд. М.: Концерн Крост, 2012. 263 с. ISBN 978-5-9614-1937-5.

8. Горев А.Э. Основные принципы организации приоритета транспорта общего пользования // Путь навигатор. 2018. № 34 (60). С. 47-55. URL: <https://www.dropbox.com/scl/fi/qwcz2uuihdtkrb1rmn67u/pn-34.pdf?rlkey=z7hjs2xsd-80f5gzubhhuorbqa&e=1&dl=0> (дата обращения: 12.05.2025).

9. Завьялов Д.В. Управление развитием транспортной мобильностью // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 13. № 4. С. 1007-1022. URL: <https://1economic.ru/journals/epp/archive/117216> (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.18334/epp.13.4.117491.

10. Комаров В.М., Акимова В.В. Стратегии устойчивой мобильности: лучшие мировые практики // Экономическая политика. 2021. Т. 16. № 1. С. 82-103. URL: <https://www.espolicy.ru/jour/article/view/91> (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.18288/1994-5124-2021-1-82-103.

11. Стадничук Н., Рангулов Р. Проблема загруженности пересечений главных артерий г. Уфа на примере кольцевой развязки на Центральном рынке // Архюорт. 2016. № 2 (4). С. 37-42. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?issueid=1747810> (дата обращения: 12.05.2025). EDN: XE-FBWX.

12. Закиров И.В., Сафина Г.Л., Гильманов Д.Р., Магасумов Т.М., Арсланов А.Ш. Становление «умных городов» в России // ЦИТИСЭ. 2025. № 1. С. 206-215. URL: <https://ma123.ru/ru/journal/%e2%84%96-143-2025/> (дата обращения: 12.05.2025).

13. Якимов М.Р. Транспортное планирование: терминологический словарь. М.: Агентство РАДАР, 2022. 87 с. ISBN 978-5-6048401-1-5.

14. СП 396.1325800.2018. Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/17951/> (дата обращения: 12.05.2025).

15. Арсланов А.Ш. Моделирование организации движения на перекрестке ул. Революционная – ул. Цюрупы – ул. 50 лет СССР г. Уфы // Геосфера. Современные проблемы естественных наук: сб. стат. Всерос. науч.-практ. конф. Вып. 14. Уфа: РИЦ БашГУ, 2021. С. 355-358. DOI: 10.33184/gspen-2021-12-01.32.

16. Аппенцеллер М, Беллосо Х.К., Бишоп П., Гуала Л., Секи Ф., Уолл Р., Головин А., Гудзь Т., Голубева Я. Строительство Уфы, которая уже не будет прежней: комментарий приглашенных экспертов о развитии Уфы. Уфа: взгляд в будущее; Уфа: Главархитектура, 2013. С. 54-71.

17. СП 395.1325800.2018. Транспортно-пересадочные узлы. Правила проектирования. URL: <https://www.minstroyrf.ru/docs/17937/> (дата обращения: 12.05.2025).

18. Орехов С.Ю., Закиров И.В. Применимость систем скоростных автобусов типа bus rapid transit (BRT) в городах России // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8. № 8. С. 79-95. DOI: 10.55186/2413046X\_2023\_8\_8\_399.

19. Щербинин Э.М. Применение методов тактического урбанизма в формировании социальной и комфортной городской среды // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2023. №2 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metodov-takticheskogo-urbanizma-v-formirovaniisotsialnoy-i-komfortnoy-gorodskoy-sredy> (дата обращения: 25.05.2025).

20. Tira M., Bonfantini B. Tactical Urbanism in Italy: From Grassroots to Institutional Tool – Assessing Value of Public Space Experiments // Sustainability. 2021. Т. 13. № 16. С. 8999. DOI: 10.3390/su13168999.