

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

Имитационное моделирование и анализ транспортных потоков на  
автомобильной развязке в районе «Стрелки»

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

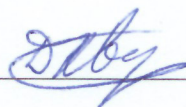
студентки \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ 431 группы \_\_\_\_\_

направления \_\_\_\_\_ 05.03.03 Картография и геоинформатика \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ географического факультета \_\_\_\_\_

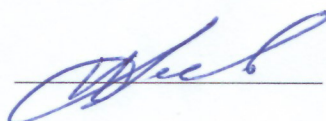
\_\_\_\_\_ Цыбиргановой Екатерины Владимировны \_\_\_\_\_

Научный руководитель  
старший преподаватель \_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_ Д.П. Хворостухин \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой  
к.с.-х.н, доцент \_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_ В.А. Гусев \_\_\_\_\_

Саратов 2021

## **Введение.**

Проблема автомобилизации затронула почти каждый населённый пункт России, и Саратов не стал исключением. Изначально, планировка города была рассчитана на несколько трамвайных путей и 1500 автомобилей, однако, количество единиц техники с каждым годом росло, соответственно, пропускная способность дорог падала, создавая заторы. В настоящее время эта проблема приобрела значительные масштабы, особенно на участках со сложной развязкой и единственным выходом в сложившейся ситуации, стало проектирование новой дорожной сети. Это возможно осуществить различными путями, например, расширением уличной сети, введением дополнительных полос или даже созданием новых съездов, создание многоярусного паркинга. Что бы осуществить планирование сети, прежде всего ее необходимо смоделировать, а без использования геоинформационных систем и программ специального назначения, которые дают возможность анализа и оценки потока, это сделать практически невозможно.

Целью данной дипломной работы является разработка предложений по оптимизации улично-дорожной сети на транспортной развязке пересечения проспекта имени 50 Лет Октября, улиц Тракторная, Украинская, Соколова и Мурманский проезд в Кировском районе города. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- 1 Изучить основы моделирования дорожно-транспортной сети.
- 2 Изучить нормативные документы, СНИПы и ГОСТы при полевом проектировании улично-дорожной сети.
- 3 Провести сбор первичных данных и осуществить подсчёт интенсивности транспортных потоков в основных узлах существующей дорожно-транспортной сети.
- 4 На основе космических снимков в программном комплексе PTVVissim (student) разработать граф модель рассматриваемого участка дороги на текущий момент.

5 На основании полученных данных создать имитационную модель существующей дорожной сети и провести ее анализ.

6 Смоделировать и проанализировать существующие проектные предложения по оптимизации дорожной сети, выявить их возможные недостатки

7 Разработать дополнительные проектные решения для оптимизации транспортного потока.

Работа содержит авторские материалы: измерения плотности транспортных потоков в основных узлах дорожно-транспортной сети, модель и данные о загруженности действующей транспортной развязки, модель и данные возможной транспортной развязки по проекту 2016 года, условные схемы и модели дополнительных проектных решений по оптимизации улично-дорожной сети и данные загруженности этих транспортных моделей, а также сводные графики, представляющие итог моделирования.

Данная работа состоит из введения, четырёх разделов, заключения, списка использованных источников и 8 приложений. К рассмотрению предлагаются 2 таблицы, 21 рисунок. При написании работы использовались 22 источника, из которых 13 печатных литературных и 9 электронных источников сети интернет, 1 графический план.

### **Основное содержание работы.**

#### **1 Особенности городского дорожного строительства**

Улицы и дороги составляют основу городского планирования и существенно влияют на развитие всех отраслей хозяйства. Темпы пассажиро- и грузоперевозок, размеры расходов на транспорт также зависят от удачного построения улично-дорожной сети. Кроме того, её развитие отражается и в архитектуре городской застройки, задаёт автосанитарные, культурно-бытовые условия проживания в городе. Развитие дорожно-транспортной сети (ДТС) происходит пропорционально другим специализациям, учитывая размеры и природные особенности изменяемой территории.

Для экономии используемых ресурсов, прежде всего, стоит подготовить все элементы строительного комплекса, а именно:

- потенциальный и действующий на данный момент план застройки необходимой территории;
- надлежащую проектно-сметную документацию;
- необходимые ресурсы: трудовые, сырьевые, технические, материально-производственные, финансовые и др.

Дороги относят к сложным составным сооружениям. Их строительство напрямую связано с устройством проезжей части, пешеходных зон, наземных и подземных пешеходных переходов, мостов, тоннелей и так далее. При проектировании новых дорожных сетей особое внимание уделяется безопасности как для участников дорожного движения в том числе пешеходов, так и для населения, проживающего близ этих дорог. Для последних важна даже правильная околоторожная высадка растительности, снижающая уровень вибрации и шума в целях удовлетворения санитарно-гигиенических и эстетических показателей. Проезжая часть должна быть оборудована современными средствами для регулировки движения, действующими светофорами, знаками и разметками полос движения.

Учитывая тенденцию увеличения числа автомобильных средств и, соответственно, интенсивности потока, необходимость добавлять полосы, расширяя при этом площади, так же растёт. Решить проблему такого рода лучше всего позволяет надземное и подземное строительство дорожных путей [1]. При этом в рамках системы управления транспортом есть потребность в мощном аналитическом аппарате, позволяющем давать оценку результатов изменений транспортной системы еще до их внедрения, где ключевым звеном является моделирование не одного процесса, а общая модель всей транспортной системы города или района. Иначе полноценная оценка взаимного влияния различных параметров будет просто не возможна. Расчётные границы улиц и дорог формируются на основании СНиПов и скорости перемещения транспорта. Все нормативы при проектировании

опираются на рассчитанную интенсивность движения, пропускную способность дорог, а также индивидуальных условий и требований отдельного региона.

## **2 Геоинформационное моделирование дорожно-транспортной сети**

Процесс моделирования ДТС помогает спрогнозировать поток и создать его визуализацию. Данный метод помогает изучать сложные задачи перемещения транспортных средств (ТС) в лабораторных условиях [2]. Модельное представление сетевых структур осуществляется отличными друг от друга формальными методами, такими как тензорный анализ сетей, где происходит анализ взаимодействия элементов сети путём построения сетевой модели. Помимо этого, существуют методы теории графов, строящиеся по принципу иерархической модели, методы структурных схем и др. Выбор метода построения определяется решением поставленной задачи и опирается на базовые модели [3].

Также существуют и различные способы моделирования транспортных потоков, которые можно разделить на три большие группы:

- макро моделирование, где изучаются усредненные характеристики потока [4];
- мезомоделирование изучает основы перемещений на городском уровне [5];
- микро моделирование. На его основе совершается моделирование отдельных транспортных средств, которые имеют свои характеристики, скорость, направление движения и тд. Именно этот уровень подробно рассматривается в работе [6].

## **3 Моделирование дорожной развязки в районе остановки «Стрелка», а также улицы Соколова и Мурманский проезд**

С точки зрения транспортной инфраструктуры перекрёсток проспекта имени 50 лет Октября, улицы Тракторная и Украинская близ остановки «Стрелка» города Саратов, является одним из самых сложных участков дорог всего города. Это обусловлено тем, что он представляет собой связующее

звено почти всех районов города, а его главное пересечение имеет очень узкие геометрические параметры по сравнению с общей загруженностью на этом перекрёстке. Таким образом, данный участок дороги можно считать большой преградой, замедляющей поток машин. Поэтому в качестве изучения был выбран именно этот участок улично-дорожной сети (УДС).

В качестве инструмента моделирования был выбран программный комплекс PTV Vissim. Область его применения обширна, от проектов организации до анализа схем движения на перекрестках и развязках городов и регионов. Он объединяет в себе полный пакет ПО для планирования, анализа и организации транспортного движения, позволяет отображать как общественные виды транспорта, так и личные, составляя единую модель.

По статистическим данным в картографической службе Яндекс была составлена дорожная ситуация на изучаемой развязке по временным интервалам на каждый день. На их основе был произведен анализ состояния дорожных заторов в часы пик. После чего было проведено 16 полевых измерений по 15 минут в утренние, обеденные и вечерние часы. На основании полученных данных был составлен паспорт перекрёстка, в который были внесены числовые показатели загруженности транспортной сети по каждому направлению. Далее, в программном комплексе PTV Vissim была составлена граф-модель и запущена имитация. Результат моделирования подтвердил сложную дорожную обстановку. Было выявлено, что нагрузка сосредоточена по улице 50 лет октября, в сторону Большой горной и Тракторной. Этот факт обусловлен наличием недоработанного светофорного цикла, пешеходных переходов, кроме того нередко обостряет ситуацию и человеческий фактор.

В 2016 году был утверждён обновлённый расширенный проект реконструкции территории, предполагающий расширение проспекта 50 Лет Октября, ввод в общую систему его дублёра и создание разноуровневых съездов. Моделирование возможной УДС показало улучшенный результат прежних показателей, однако возникла новая проблема из-за вынужденного

съезда на дорогу-дублёр, потому как многие маршрутные решения транспортного потока проходили через новый закольцованный участок [7].

#### **4 Проектные решения по оптимизации транспортного потока**

В перспективе роста нагрузки на изучаемую развязку расширение магистрали является вынужденной мерой улучшения дорожной ситуации в городе. На базе проекта 2016 года, который позволяет расширить эти границы, автор предлагает ввести дополнение в систему, в виде создания заездного кармана для осуществления разворота. Так, транспортные средства, идущие на разворот, будут заезжать карман, с которого будет удобно осуществить маневр, не создавая помеху потоку, идущему в направлении Ленинского района.

При моделировании было выявлено почти полное исчезновение заторов по осевым улицам при сохранении объёмов транспортных потоков. Единственным не устранённым недостатком модели является проезд с улицы Луговой на проспект 50 Лет Октября, так как автомобили, двигающиеся по этой улице должны уступить потоку, двигающемуся с Тракторной.

Автор работы предлагает второй вариант реконструкции сети с вводом в систему кольцевой двухполосный перекрёсток, который соединяет проспект 50 Лет Октября, Украинскую и Тракторную в единую систему. Для оптимизации сети были установлены определённые правила:

- кольцевой перекрёсток и прилегающий к нему проспект 50 Лет Октября является главной дорогой;
- Движение в направлении 50 Лет Октября – Тракторная и Украинская осуществляется по дублирующей проспект дороге;
- разворот с Тракторной на 50 Лет Октября должен осуществляться через новый съезд удалённый от основного перекрёстка.

В остальном, регулирование транспортных потоков остаётся неизменным, в том числе светофорное регулирование. При сравнении полученных данных действующей и возможной развязки по второму варианту видно, что показатели нагрузки на транспортную сеть заметно улучшились.

Скопление ТС перед светофором почти полностью удаляется за полный светофорный цикл. Кроме того, реализация этого проекта значительно проще.

### **Заключение.**

В настоящее время транспорт является ключевым звеном в городской инфраструктуре. Именно экономическая целесообразность диктует основные условия развития транспортных систем. В рамках проведённого исследования мы выяснили, что моделирование транспортной сети является крайне важной задачей в городском планировании.

Цель и задачи данной дипломной работы по разработке предложений оптимизации улично-дорожной сети на транспортной развязке пересечения проспекта имени 50 Лет Октября, улиц Тракторная, Украинская, а также Соколова и Мурманский проезд в Кировском районе города Саратова были выполнены.

В результате проведённого моделирования и анализа транспортной системы в районе «Стрелки» было установлено:

- существующая дорожная ситуация неудовлетворительна;
- проект, разработанный Саратовским институтом «Саратовгражданпроект» и утверждённый в 2016 году, решает часть проблем, связанных с проходимостью транспортного потока, однако, имеет свои недостатки;
- автор дипломной работы предлагает вариант оптимизации данного проекта, который позволяет устранить затор по осевым улицам;
- выдвинут новый проект, более простой в реализации при этом решающий основные задачи по оптимизации транспортного потока.

Как показывает практика, управление развитием транспортного планирования городов должно опираться на моделирование дорожной системы, так как именно оно позволяет выявлять возможные недостатки целой сети ещё на стадии проектирования.



### **Список используемых источников.**

1 Особенности городского дорожного строительства [Электронный ресурс]: Строительный информационный портал. STROITELSTVO-NEW.RU. - URL: <http://www.stroitelstvo-new.ru/> (дата обращения 24.02.2021). – Загл. с экрана. – Яз. Рус.

2 Методы моделирования транспортных потоков [Электронный ресурс]: Дмитрий Беспалов. Блог. URL: <https://bespalov.me/> (дата обращения 20.11.2020). – Загл. с экрана. – Яз. Рус.

3 Лебедев, В.В. Тензорная модель сети связи № 2 / В.В. Лебедев, В.М. Деревяшкин // Вестник СибГУТИ. – Новосибирск. 2014. – 56 с.

4 Потапова, И.А. Методы моделирования транспортного потока / И.А. Потапова, И.Н. Бояршинова. Т.Р. Исмагилов // Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – Пермь. 2016. – 342 с.

5 Якимов, М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов / Е.А. Нурминский, О.Н. Ларин // Издательство Логос. – М. 2013. – 188 с.

6 Моделирование транспортных потоков: процессы и методы проведения работ [Электронный ресурс]: Today news. URL: <http://atlanktis.ru/> (дата обращения 11.12.2020). – Загл. с экрана. – Яз. Рус.

7 Реализация проекта развязке на Стрелке. Опубликовано 29.12.2020 в 16:46 [Электронный ресурс]: Бизнес - вектор: URL. <https://www.business-vector.info/> (дата обращения 23.04.2021). – Загл. с экрана. – Яз. Рус