

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ГЕНЕРИРУЕМЫХ ОБЪЕКТАМИ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

ooows@mail.ru

**Новиков И.А., канд. техн. наук, доц.,
Боровской А.Е., канд. техн. наук, доц.,
Соколов С.И.,
Глущенко Е.И.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассмотрен механизм построения динамической имитационной модели агломерации с учетом движения волны транспортных средств в пиковые промежутки времени.

Ключевые слова: Транспортный поток, агломерация, транспортная волна, интенсивность.

Формирование нагрузки на улично-дорожную сеть населенных пунктов в «пиковые» промежутки времени связаны с неравномерностью распределения трудовых ресурсов и мест приложения рабочей силы. При этом взаимосвязь между данными центрами притяжения населения значительна разнесена в пространстве. Соединение этих объектов городской инфраструктуры в агломерациях осуществляется магистральными улицами, на которые и приходится основная нагрузка от транспорта. Значительную долю от общей нагрузки (до 50% от всего количества транспортных средств) составляет транспорт, въезжающий в город со стороны агломерации и в частности со стороны массивов индивидуального жилищного строительства (ИЖС). Значительные массивы ИЖС, образующие поселения «спутники» и формирующие агломерацию генерируют плотный транспортный поток в утренние и вечерние часы «пик» [5].

Первой задачей при выявлении зоны притяжения г. Белгорода, по сути зоны самой агломерации. Для реализации данных исследований была разработана методика формирования матрицы маятниковых ездов транспорта из различных участков ИЖС и городов спутников. Данные исследования осуществлялись на основании фотовидеофиксации номеров автомобилей, что позволило исключить из результатов случайные и транзитные транспортные средства. В результате получены данные о

уровне маятникового сообщения и мощности транспортного потока, формируемого объектами агломерации (рис. 1). Эти данные формировались на основе данных получаемых с «ключевых» пересечений местных УДС и фиксированием тех же номеров на въезде в г. Белгород. При этом данные обследования проводились многократно, для исключения случайно возникающих маятниковых сообщений, что позволило сформировать «устойчивую» изохрону маятниковых сообщений. Полученные данные говорят о превалировании двух основных направлений по количеству въезжающего транспорта, с. Никольское – г. Белгород (≈ 1740 авт.), г. Строитель – г. Белгород (≈ 1650 авт.).

На основании полученных данных, дальнейшему исследованию, с точки зрения формирования транспортной «волны» в «пиковые» промежутки времени, было взято направление с. Никольское – г. Белгород. Так как в этом направлении сосредоточена основная часть участков ИЖС, которые и формируют основной транспортный поток. Это позволит сформировать функциональное описание «генерации» транспортного потока во времени объектами ИЖС, что в свою очередь позволит положить эти данные в основу имитационной модели магистральных улиц Белгородской агломерации.

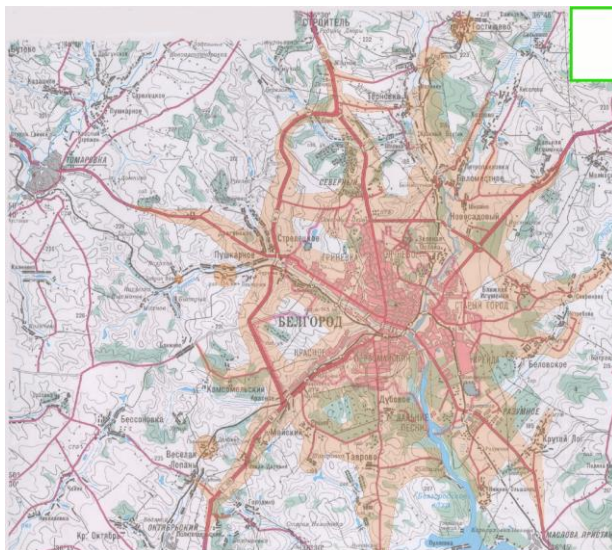


Рисунок 1 – Изохрон мощности транспортного потока в утренний час «пик» Белгородской агломерации.

Данная магистраль имеет протяженность 22,8 км, с 58 примыканиями, из которых 32 приходится на выезды с объектов ИЖС. Общий вид трассы представлен на рис. 2.

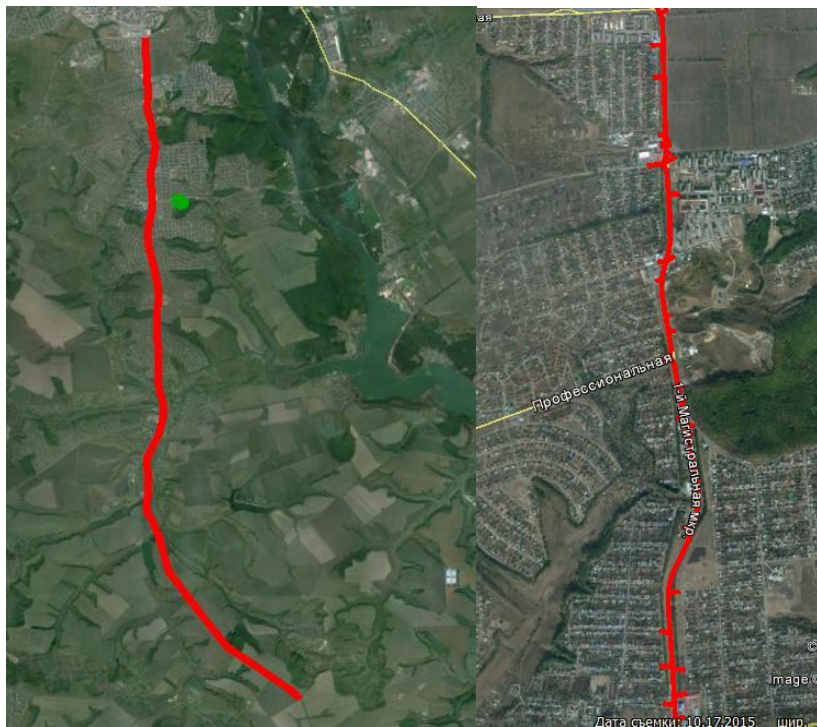


Рисунок 2 – Общий вид трассы г. Белгород – с. Никольское с примыканиями

При этом каждое примыкание рассматривалось с точки зрения транспортного снабжения соответствующего участка ИЖС и отдельного домовладения, что является основным фактором генерации транспортного потока.

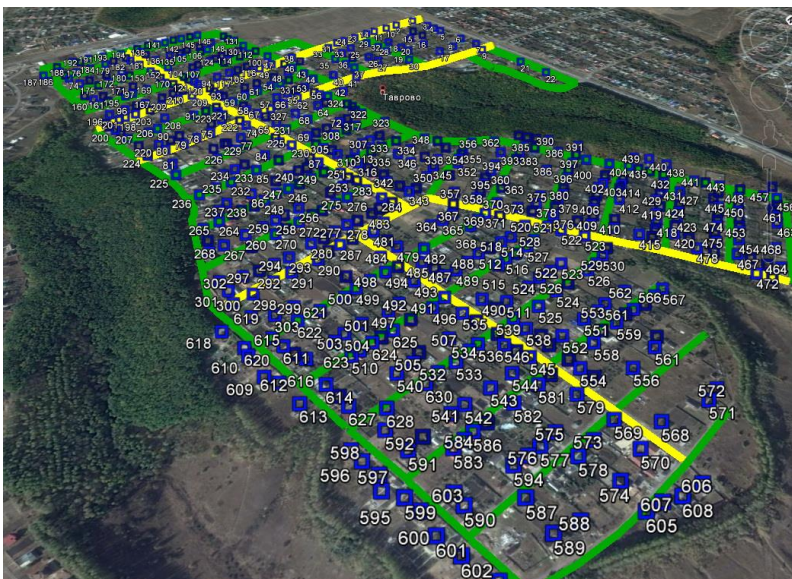


Рисунок 3 – Участок ИЖС с разбиением на домовладения и улично-дорожную сеть

Для каждого из таких примыканий к основной трассе был осуществлен контроль пиковой приведенной интенсивности в утренний час «пик», которые представлены на следующих графиках (рис. 4).

Как видно из представленных данных о интенсивностях транспортного потока, чем больше домовладений, тем она выше. В общем случае данный параметр зависит от уровня заселения объектов ИЖС (k_z), уровня автомобилизации населения (k_a), времени контроля интенсивности (τ), удаленности объекта от центра агломерации ($l_{агл}$), наличия объектов социальной инфраструктуры ($k_{инфр}$). Тогда общий вид функции генерации транспортного потока объектами ИЖС агломерации примет вид:

$$N(\tau) = f(\tau, k_z, k_a, l_{агл}, k_{инфр}) \quad (1)$$

Общий вид функции, при этом, может соответствовать одному из следующих распределений: логарифмическому нормальному; Грам-Шарлье; Вейбулла; гамма-распределения; Максвелла; Парето; Пирсона I типа; Пирсона III типа [4, 6].

Вид распределения напрямую зависит от удаленности от центра аг-

ломерации, чем ближе объект генерации находится к центру притяжения, тем выше плотность излучаемого транспортного потока во времени, например, для выездов с микрорайонов 2-й Магистральный и 1-й Магистральный характерно логарифмическое нормальное распределение интенсивности ТП в утренний час «пик», а для 2-й Магистрального и 2-й Магистрального гамма-распределение (рис. 5).

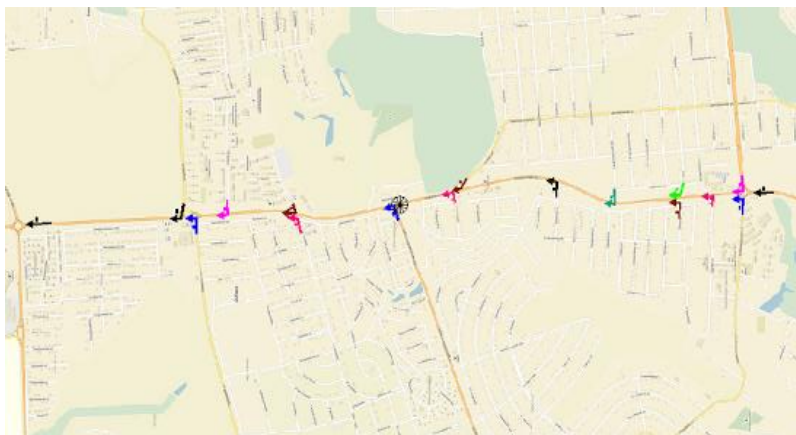
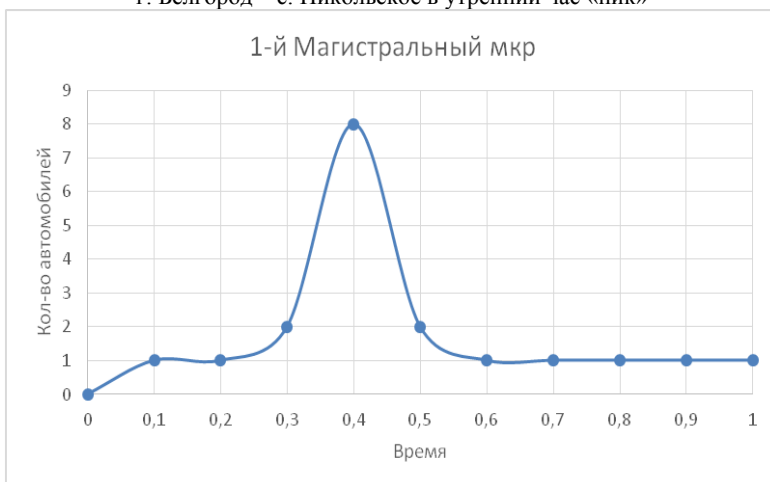
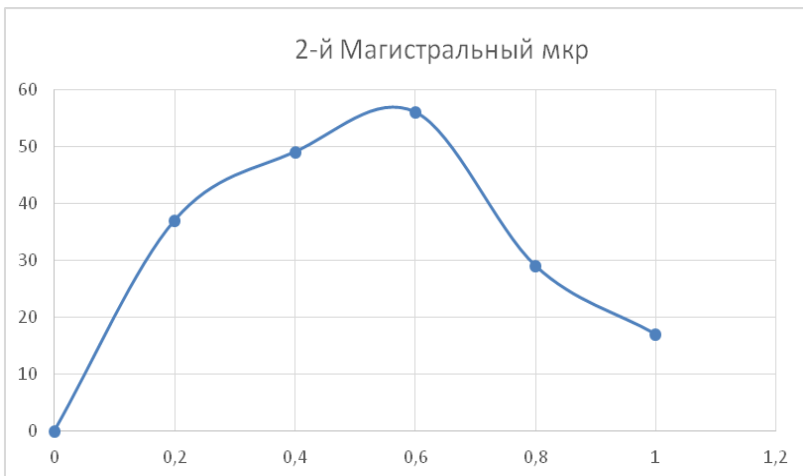


Рисунок 4 – Интенсивности движения ТС на пересечениях с автодорогой г. Белгород – с. Никольское в утренний час «пик»



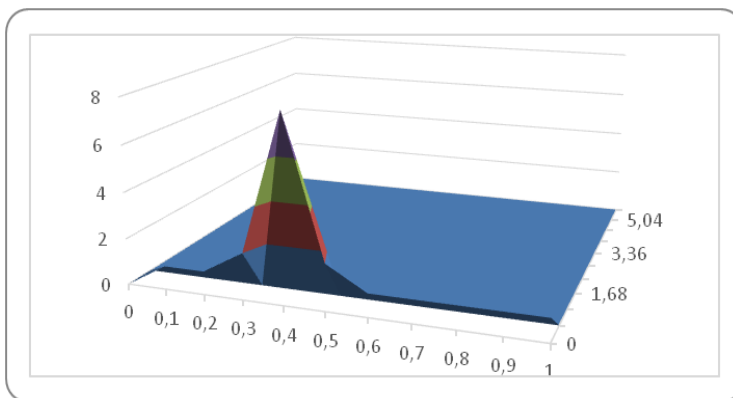
а – логарифмическое нормальное распределение



б – гамма-распределение

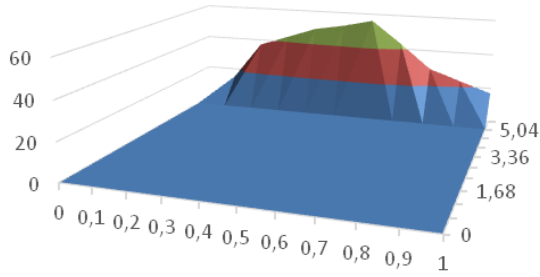
Рисунок 5 – Распределение интенсивности транспортного потока на выездах из микрорайонов ИЖС

Сформировав таким образом, графики интенсивности выезда транспортного потока на основную магистраль в виде распределений различной формы и зная значение количества транзитного транспорта в составе основного потока, можно построить граф формирования волны «пиковой» нагрузки на основную магистраль. Так для участка 1-й магистральный и 2-й магистральный микрорайон, она будет иметь вид представленный на рис. 6, с учетом их удаленности на 5,6 км [1].

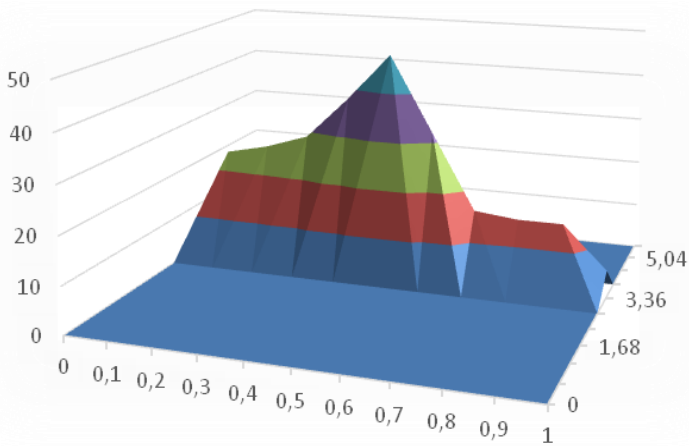


а

График инетнсивности выезда ТС с 2-го Магистрального



б



в

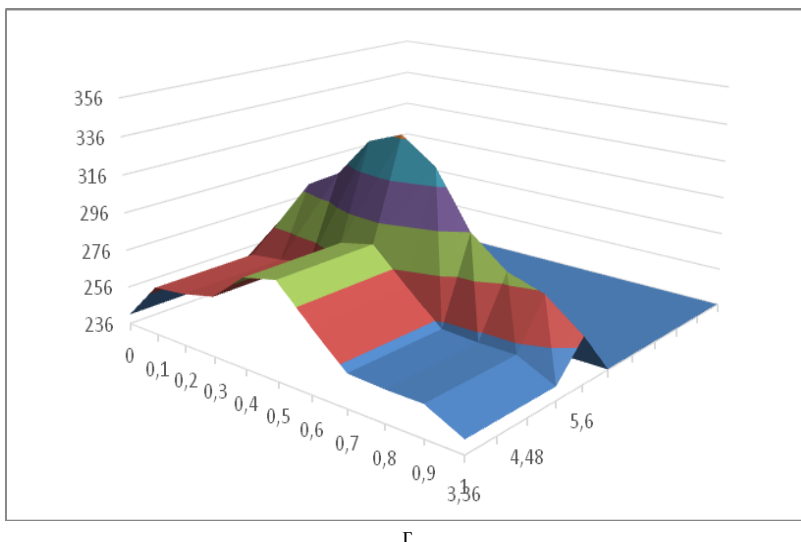


Рисунок 6 – График формирования нагрузки на магистраль во времени от выезжающего транспорта

а – с 1-го Магистрального мкр., б – 2-го Магистрального мк, в - с улицы Донецкой, г – суммарная нагрузка с учетом транзитного транспортного потока

Данный график указывает конкретную нагрузку на основную магистраль в конкретный промежуток времени от выезжающего с участков ИЖС транспортного потока, однако такой подход не учитывает время прибытия ТС к конкретным участкам магистрали, т.е. не учтен скоростной параметр движения и подъехавшие транспортные средства с других выездов с ИЖС, а так же реальные данные о геометрических параметрах улично-дорожной сети и основной магистрали, которые будут оказывать существенное влияние на форму кривой интенсивности формируемой на выезде.

Решение данного вопроса станет возможным при включении в качестве переменной в описательные уравнения реальной скорости движения на том или ином перегоне в конкретный промежуток времени и при конкретных климатических условиях [2]. Получение данного параметра возможно при снятии сформированных данных о навигационных параметрах автомобилей в конкретный промежуток времени на конкретном участке магистрали.

Это возможно при импорте соответствующих gpx треков на любые варианты карт или созданную ГИС систему с нанесенными реальными

данными о геометрии УДС и техническими средствами организации движения. При этом необходимо определить изменение скоростных параметров движения на том или ином участке УДС в течение суток и от соответствующего километража измерения (рис. 7).

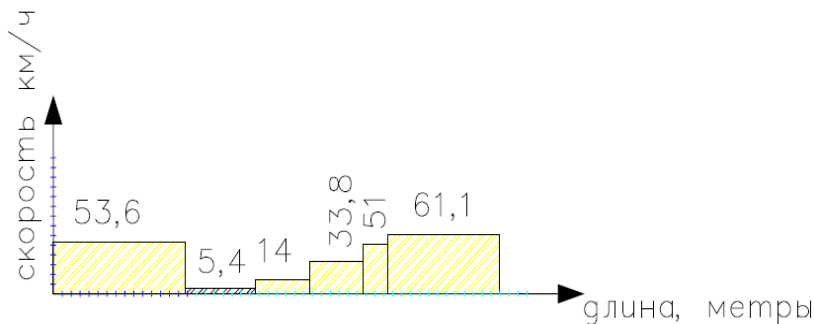


Рисунок 7 – Изменение скорости движения на перегонах

Таким образом, зная функции распределения интенсивности на выездах с участков ИЖС агломерации на основную магистраль, геометрические параметры основной магистрали и перечень технических средств организации движения, сосредоточенных на том или ином участке становится возможным построение динамической имитационной модели агломерации с учетом движения волны транспортных средств в пиковые промежутки времени. А скоростные параметры движения, необходимы для ее калибровки. Такой подход можно реализовать в различных средах имитационного моделирования транспортных систем, например, в системе Aimsun. Это, однако не дает возможность построения полностью адекватной модели, поскольку существенное влияние на характеристики входящего в город потока, оказывают социальные показатели, например, появление каникулярного времени у школьников. В этот промежуток времени происходит значительное изменение характеристик транспортного потока, в части снижение плотности выезда ТС во времени и снижение максимальных его значений [3].

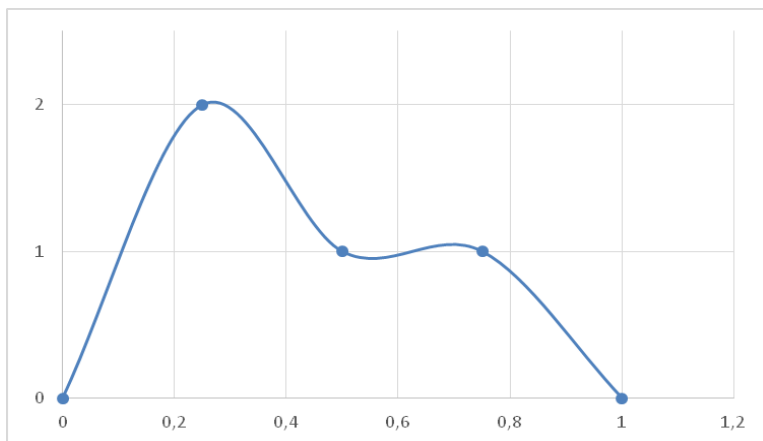


Рис. 8. Интенсивность выезжающих ТС с 1-го Магистрального мкр. в каникулярный промежуток времени

Как видно из формы кривой, так и из пиковых значений, произошло перераспределение транспортного потока во времени, выезд осуществляется более растянуто по времени с минимальным пиковым значением, при этом общее количество выехавших ТС сократилось на 12 %. Таким образом диагностируя выезды с участков ИЖС можно определить зоны наибольшего спроса на наличие образовательных учреждений, соответственно их скомпоновать с точки зрения транспортных связей и дать рекомендации по строительству школы в конкретной зоне агломерации.

Агломерации характеризуют в качестве ключевых форм современного расселения, прочат им большое будущее, считая, что они внесут решающий вклад в совершенствование расселения, в улучшение условий жизни людей.

Однако независимо от того, как относятся люди к агломерациям, они - объективная реальность, имеющая свои законы развития. Города перерастают в агломерации, поглощая пригороды и образуя зоны сплошной застройки, функционально тесно связанные с ядром города (маятниковые миграции, культурно-бытовые связи, производственные связи предприятий и их филиалов и т. д.). Такое срастание стимулируется развитием транспорта, растущей "достижимостью" любой точки агломерации.

Дальнейшие исследования будут сосредоточены на построении непосредственно самой динамической модели данного направления

Белгородской агломерации при различных социально-бытовых сценариях и проведение геоинформационного анализа, с точки зрения наиболее эффективного размещения социально-культурных объектов.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Белгородской области в рамках проекта №14-41-08012 «р_офи_м», с использованием оборудования ЦВТ БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы:

1. Бабков В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Учеб. для вузов. М.: Транспорт, 1993. 290 с.
2. Большедворская Л.Г. Единая транспортная система. М.: МГТУГА. 2008.
3. Горев А.Э., Бёттгер К., Прохоров А.В., Гизатуллин Р.Р. Транспортное моделирование // 1-е издание. СПбГАСУ. СПб.: СПбГАСУ, 2015. С. 30. 168 с.
4. Королук В.С., Портенко Н.И., Скороход А.В., Турбин А.Ф. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. М.: Наука. 1985. 640 с.
5. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании автомобильных дорог и организации движения. М.: Транспорт, 1977. 301 с.
6. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков: Пер. с англ. М.: Мир. 1966. 286 с.