



DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-3-335-352

УДК 504.06: 711.7

## ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЭКОЛОГИЧНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА В Г. БАКУ И БАКИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

М.Ф. Нарбеков

Казанский государственный архитектурно-строительный университет  
ул. Зеленая, 1, Казань, Республика Татарстан, Россия, 420043

*Объект исследования* — транспортная инфраструктура г. Баку и Бакинской агломерации (БА). *Предмет исследования* — развитие экологически рациональных видов транспорта в г. Баку и БА, зарубежный опыт организации инфраструктуры экологичных способов мобильности. *Цель работы* — дать экологическое обоснование развитию сети трамвайного и велосипедного сообщения в г. Баку. *Методы и методика исследования* — социопрос, математические методы, картографический и климатический анализ, SWOT-анализ, описание. *Информационная база* — данные Центра интеллектуального управления транспортом, данные социопроса на популярных интернет сайтах, нормативно-правовая база и статистические данные ведомств зарубежных стран. *Результаты работы и апробация* — результаты исследования могут быть использованы для реализации концепции развития экологически рациональных способов передвижения на территории БА. *Прогнозные предложения* — первоначальный этап развития сети трамвайного сообщения (СТС) в г. Баку предполагает строительство трамвайной линии вдоль бакинской набережной. В долгосрочной перспективе планируется проведение железнодорожных линий до Бакинского международного аэропорта им. Гейдара Алиева, а также туристических центров Шахдаг и Габала; в настоящее время ведутся работы по проектированию данных линий сообщения.

**Ключевые слова:** сеть трамвайного сообщения, легкорельсовый транспорт, велосипедное движение, экология городской среды, экологичные способы мобильности, загруженность транспортных средств, рациональное использование дорожного полотна, провозная способность общественного транспорта

### Введение

С начала приобретения независимости в Азербайджане особое внимание уделяется развитию транспортной инфраструктуры (ТИ). При поддержке президента Азербайджана И.Г. Алиева претворяются в жизнь инициативы модернизации системы транспорта в республике и столичном регионе. Несмотря на трудности переходного периода, в сфере развития транспортной системы за относительно короткие сроки удалось достичь ощутимых результатов.

Наряду с существующими мерами по оптимизации функционирования ТИ Бакинской агломерации (ТИБА) развитие сети экологически рациональных видов транспорта (подземное метро, городской трамвай, наземный легкорельсовый транспорт, велосипедное сообщение и др.) также позволит разгрузить улично-

дорожную сеть, улучшить экологию городов путем сокращения объема выпускных газов, сократить время и средства, затраченные на поездки. С этой целью сокращение количества поездок на личном автомобиле без пассажиров, развитие инфраструктуры общественного транспорта (ОТ), велосипедного и пешеходного движения, строительство мультимодальных пересадочных узлов повышенной транспортной доступности для всех категорий граждан, включая людей с ограниченными физическими возможностями является одной из первостепенных задач развития транспортной системы БА.

Проблема загруженности дорог БА заключается в высоких темпах автомобилизации в регионе — за 15-летний период (2000—2015 гг.) количество частных автомобилей в г. Баку увеличилось в 5,2 раза (104% рост за период 2000—2005 гг., 107% рост за период 2005—2015 гг. и 24% — за период 2010 по 2015 гг.).

Причины возникновения проблем, связанных с несоответствием развития дорожно-транспортной сети по отношению к уровню автомобилизации: 1) наследие советского градостроительства — планировка территорий городов, населенных пунктов (НП) и развитие ТИ в условиях плановой экономики и существующей на тот период времени системы расселения; 2) смена социально-экономической формации, переход к рыночной экономике; кредитование частной собственности на движимое и недвижимое имущество.

С началом разработки генерального плана Большого Баку (условно — 2011 г.) градостроительство в столичном регионе вышло на новый уровень развития; стихийные градостроительные процессы, которые имели место в постсоветский период, сменяются ревитализацией территорий застройки.

Решение о начале разработки данной стратегии было принято в 2008-м г. С 1-го января 2013 г. вступил в силу градостроительный и строительный кодекс Азербайджанской Республики, призванный положить конец разрастанию неорганизованных поселений, которые, согласно оценке экспертов, занимают свыше 15 тыс. га земли на территории Апшеронского полуострова.

Стихийная застройка влечет за собой проблемы развития улично-дорожной сети (УДС), являющейся структурообразующим градостроительным каркасом территорий населенных пунктов и районов города, а высокий уровень автомобилизации негативно влияет на экологию городской среды.

В данных условиях одним из решений реновации ТИБА служит возрождение и развитие экологически рациональных способов мобильности (трамвай, велосипед), которые получили широкое распространение в странах мира. Трамвай — один из популярных видов легкорельсового транспорта (ЛРТ) за рубежом. Системы ЛРТ развиваются в США, Канаде, Европе, странах Азиатско-Тихоокеанского региона.

**Вопросы развития экологически рациональных способов мобильности Бакинской агломерации.** По генплану 1986 г. к 2006 г. предполагалось достичь 70% показателя пассажироперевозок электрифицированного транспорта от общего объема городских перевозок на ОТ. В постсоветский период был произведен демонтаж существующих троллейбусных и трамвайных линий города Баку. К 2016 г. доля электрифицированного транспорта составила около 30%.

Согласно проведенному опросу населения г. Баку, более половины автомобилистов и потенциальных автовладельцев готовы сменить свои предпочтения в пользу экологически чистых видов транспорта. С развитием сети легкорельсового транспорта и велосипедного сообщения можно достичь значительного сокращения количества автомобилей на основных направлениях столицы.

В таблице 1 представлены данные Центра интеллектуального управления транспортом (ЦИУТ) по среднему показателю ежедневного объема автомобильного потока по основным магистралям г. Баку и БА за 2014 г.

Таблица 1

**Средний показатель ежедневного объема автомобильного потока по основным магистралям г. Баку и БА за 2014 г.**

Название улицы или проспекта (направление движения)	Количество автомобилей	Максимальное число полос движения
Тбилисский проспект (север / юг)	48523 / 48814	6
проспект Нефтяников (восток / запад)	80812 / 52026	8
ул. Узеира Гаджибекова	62429	8
ул. Зарифы Алиевой	48214	4
ул. Бакиханова (восток / запад)	46499 / 39462	6
пр. Нобеля (восток / запад)	37063 / 42000	8
пр. Гейдара Алиева (восток / запад)	88731 / 89147	12
магистраль Баку — Сумгаит (юго-запад / северо-восток)	84438 / 86538	6
ул. Юсифа Сафарова (север / юг)	66251 / 58237	10

Table 1

**Average daily traffic flow on the main city roads in Baku and BA over 2014**

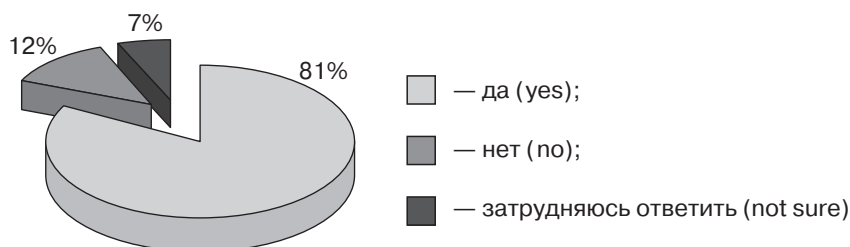
Street or avenue name (movement direction)	Number of vehicles	Maximum number of lanes
Tbilisskij prospekt (north / south)	48523 / 48814	6
Neftyanikov prospekt (east / west)	80812 / 52026	8
Uzeira Gadzhibekova street	62429	8
Zarify Alievoj street	48214	4
Bakikhanova street (east / west)	46499 / 39462	6
Nobelya passage (east / west)	37063 / 42000	8
Gejdara Alieva passage (east / west)	88731 / 89147	12
Baku — Sumgait highway (south-west / north-east)	84438 / 86538	6
Yusifa Safarova street (north / south)	66251 / 58237	10

На рисунке 1 представлен результат голосования, в котором приняло участие около 150 человек. Как видно из графика около 80% анкетированных высказалось за возвращения трамваев на улицы города. Еще больший процент (91%) бакинцев одобряют развитие инфраструктуры велосипедного сообщения в столице, 67% респондентов готовы пересесть со своих автомобилей на альтернативные виды транспорта.

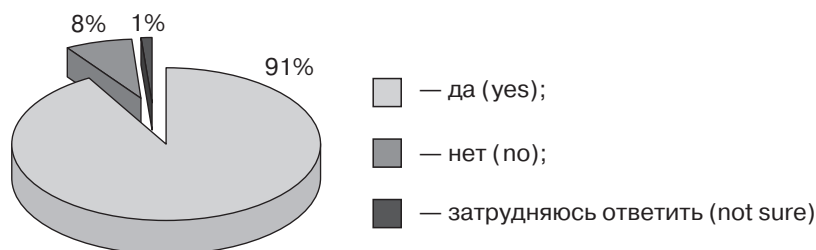
Обсуждения данной темы в СМИ позволили определить пожелания и опасения граждан по поводу развития данных способов мобильности. Одним из недостат-

ков развития экологически рациональных видов транспорта было отмечено сокращение количества полос движения автотранспорта за счет организации трамвайных линий и велодорожек. К опасениям организации велосипедных дорожек можно отнести вопрос соблюдения правил дорожного движения автомобилистами и пешеходами.

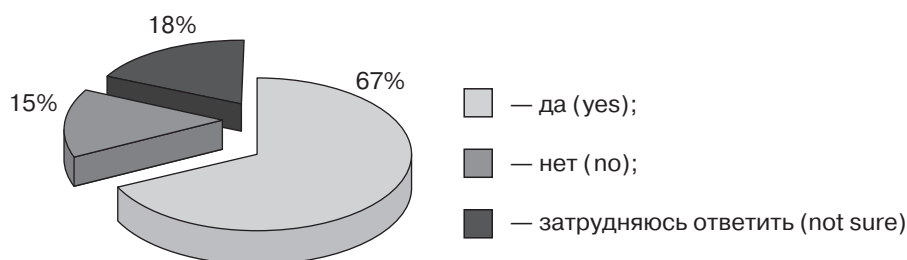
**Хотели бы возвращения трамвая на улицы города?  
(Would you like the tramway to return to city street?)**



**Одобрите ли Вы обустройство велодорожек в городе?  
(Do you endorse the construction of bicycle lanes in the city?)**



**Готовы ли Вы пересест с личного автомобиля на трамвай/велосипед?  
(Are you ready to shift from your private vehicle to the tramway/bicycle?)**



**Рис. 1.** Опрос населения по развитию экологически чистых видов транспорта  
(**Fig. 1.** Survey of sustainable transportation modes development)

Обсуждение данной темы на веб-форуме позволили определить пожелания и опасения граждан по поводу развития данных способов мобильности. Одним из недостатков развития экологически рациональных видов транспорта было отмечено сокращение числа полос движения автотранспорта за счет организации трамвайных линий и велодорожек. К опасениям организации велосипедных дорожек можно отнести вопрос соблюдения правил дорожного движения автомо-

билистами и пешеходами. Потенциальных велосипедистов волнует тема хранения двухколесных транспортных средств при отсутствии специальных парковочных мест на территории жилых кварталов, а также соблюдение гигиенических требований при повседневном использовании велотранспорта в условиях жаркого и влажного климата столичного региона (относительная влажность воздуха в летние месяцы — около 60% при средней температуре в дневное время суток около 30 °С [1; 2]); северные ветра Абшеронского полуострова также могут вызывать дискомфорт при использовании велотранспорта в зимнее время (в холодные месяцы преобладает ССЗ направление ветров (20%), средняя скорость ветра — около 20 км/ч (5,6 м/с) [1–3]. Средняя температура в дневное время зимой составляет около 9 °С [2]).

Проблемы связанные с соблюдением правил движения возможно решить путем информирования граждан через СМИ и проведения просветительских работ в учебных заведениях, госучреждениях и в прочих организациях. Создание комфортной и безопасной инфраструктуры велосипедного движения не должно ограничиваться только обустройством велосипедных дорожек, но также может включать в себя организацию специальных парковочных участков вблизи различных учреждений и мест приложения труда (рис. 2), крытых площадок для хранения велотранспорта на территории кварталов селитебных зон, обустройство временных остановок для отдыха на протяженных пригородных маршрутах, мультимодальных пересадочных узлов, специально отведенных мест в ОТ для провоза велосипедов.



**Рис. 2.** Станция аренды велосипедов в г. Монпелье. Франция  
(**Fig. 2.** Bicycle renting station in Montpellier. France) [4]

Перечисленные меры позволили бы привлечь большее количество потенциальных велосипедистов к использованию экологически рациональных способов передвижения, и как следствие, улучшить экологию городской среды, повысить физическую активность горожан, увеличить объем розничной торговли вдоль транспортных линий, вблизи пересадочных узлов и остановочных станций [5].

Таблица 2

**SWOT анализ развития экологически рациональных способов мобильности**

<i>Сильные стороны:</i> улучшение экологии города; повышение здоровья граждан; повышение пропускной способности дорог	<i>Слабые стороны:</i> сокращение количества полос движения автомобильного транспорта в условиях невозможности расширения существующего дорожного полотна по причине плотной высотной застройки городских улиц; сложность использования велотранспорта в условиях высокой влажности в летние месяцы и ветреной погоды в зимний период
<i>Возможности:</i> дополнительные рабочие места; повышение объема розничной торговли вдоль транспортных линий, вблизи пересадочных узлов и остановочных станций	<i>Угрозы:</i> проблема обеспечения безопасности на дорогах при недостаточной информированности граждан по соблюдению ПДД с использованием велосипедного и трамвайного сообщения

Table 2

**SWOT analysis of sustainable transportation modes development**

<i>Strong points:</i> improving the ecology of the city; improving the health of citizens; increase of road capacity	<i>Weak points:</i> a reduction in the number of lanes for road transport in conditions of impossibility of existing roadway expansion because of dense high-rise housing of city streets; the complexity of using cycling in conditions of high humidity in summer months and windy weather in the winter
<i>Opportunities:</i> additional jobs; retail trade increase along transport lines, near transfer stations and stop stations	<i>Threats:</i> the problem of guaranteeing safety on roads taking into account the insufficient awareness of citizens to keep up road regulations using bicycle and tram communications

**Оптимизация использования дорожного полотна при организации трамвайного сообщения.** Сокращение количества полос движения автомобильных дорог при организации линий трамвайного сообщения компенсируется рациональным использованием дорожного полотна, с точки зрения провозной способности. В таблице 3 представлены характеристики транспортных средств (ТС) различных производителей; площадь дорожного полотна, занимаемая одним пассажиром при полной загрузке транспортного средства.

Таблица 3

**Характеристики транспортных средств**

Транспортное средство	Габариты размеры ТС: длина×ширина, м	Занимаемая площадь дорожного полотна, м <sup>2</sup>	Общая вместимость ТС, пасс.	Отношение площадок количеству пассажиров при максимальной загрузке ТС, м <sup>2</sup>
Трамвай (Чехия)	32,6×2,5	81,5	230 (324)*	0,35 (0,25)*
Трамвай (Австрия)	31,1×2,7	84	208	0,4
Трамвай (Франция)	43,8×2,4	105,1	287 (395)**	0,37 (0,27)**
Автобус (Польша)	10,4×2,6	27	83	0,33
Автобус (Польша)	12×2,6	31,2	90	0,35
Автобус (Польша)	18×2,6	46,8	110	0,4
Автобус (Франция)	12×2,5	30	111	0,27
Автобус (Франция)	10,5×2,5	26,3	93	0,28
Микроавтобус (Россия)	6,1×2,2	13,4	19	0,7
Автомобиль	4,5×1,8	8,1	4	2

\* 5 чел./м<sup>2</sup> (8 чел./м<sup>2</sup>), \*\* 4 чел./м<sup>2</sup> (6 чел./м<sup>2</sup>).

Table 3

## Transport vehicle characteristics

Transport vehicle	Outer dimensions, m	Occupied roadway area, m <sup>2</sup>	Total capacity of the transport vehicle, pass.	Ratio of roadway area to maximum passengers number, m <sup>2</sup>
Tram (Czech Republic)	32,6×2,5	81,5	230 (324)*	0,35 (0,25)*
Tram (Austria)	31,1×2,7	84	208	0,4
Tram (France)	43,8×2,4	105,1	287 (395)**	0,37 (0,27)**
Bus (Poland)	10,4×2,6	27	83	0,33
Bus (Poland)	12×2,6	31,2	90	0,35
Bus (Poland)	18×2,6	46,8	110	0,4
Bus (France)	12×2,5	30	111	0,27
Bus (France)	10,5×2,5	26,3	93	0,28
Microbus (Russia)	6,1×2,2	13,4	19	0,7
Car	4,5×1,8	8,1	4	2

\* 5 persons per 1 m<sup>2</sup> (8 pers. на 1 m<sup>2</sup>), \*\* 4 persons на 1 m<sup>2</sup> (6 pers. на 1 m<sup>2</sup>).

Как видно из таблицы 3 площадь дорожного полотна для перевозки одного пассажира на трамвае сопоставима с перевозкой на автобусном транспорте. Маршрутное такси, несмотря на комфортные условия проезда, является менее экономичным видом транспорта с точки зрения использования территорий дорог по причине отсутствия стоячих мест. Самое неэффективное средство передвижения — легковой автомобиль, даже при полной загрузке площадь дорожного полотна используется в 5 раз менее эффективно, чем при передвижении на автобусе, либо трамвае.

Количество пассажиров, которое возможно перевезти за 1 ч из пункта отправки в пункт назначения с интервалом в 10 мин на городском трамвае более чем в 2 раза превышает данный показатель для моторизованного пассажирского транспорта при одинаковом значении отношения площади к количеству пассажиров при полной загрузке ТС.

**Выбросы парниковых газов различными видами транспорта.** Согласно данным Еврокомиссии объем выбросов углекислого газа автомобильным транспортом составляет 12% от общего объема атмосферного загрязнения CO<sub>2</sub> в Евросоюзе. Законодательство ЕС устанавливает обязательные целевые показатели сокращения выбросов парниковых газов для новых автомобилей. Это законодательство является краеугольным камнем стратегии ЕС по минимизации расхода автомобильного топлива. Аналогичные цели были поставлены для фургонов новых образцов. Согласно закону, показатель выброса CO<sub>2</sub> новых моделей микроавтобусов, зарегистрированных в ЕС, не должен превышать в среднем 175 г CO<sub>2</sub>/кмк 2017 г. Это на 3% меньше, чем в 2012 г. (180,2 г CO<sub>2</sub>/км). Относительно расхода топлива, целевой показатель соответствует примерно 6,6 л дизельного топлива/100 км. Однако уже в 2015 удалось достичь показателя в 168,3 г CO<sub>2</sub>/км. На 2020 г. целевой показатель составляет 147 г CO<sub>2</sub>/км, что на 19% меньше, чем за 2012 г. Этот показатель соответствует расходу примерно 5,5 л дизельного топлива/100 км.

Средний уровень выбросов диоксида углерода новыми моделями автомобилей, проданных в 2016 г., составил 118,1 г CO<sub>2</sub>/км (г CO<sub>2</sub>/км), что значительно ниже

целевого показателя 2015 г., принятого в 130 г. Цель 2015 г. соответствует расходу топлива равного около 5,6 л бензина/100 км или 4,9 л дизельного топлива/100 км.

К 2021 г. средний показатель выбросов CO<sub>2</sub> для новых легковых автомобилей, должен составлять 95 г CO<sub>2</sub>/км. Это означает, что расход топлива составит около 4,1 л бензина/100 км или 3,6 л дизельного топлива/100 км. Целевые показатели 2015 и 2021 гг. представляют собой сокращение на 18% и 40%, соответственно, по сравнению со средним показателем 2007 г. (158,7 г/км). Согласно мониторингу, проведенному в соответствии с действующим законодательством, объем выбросов сократился на 16% по сравнению с показателями 2010 г. [6].

В таблице 4 представлены объемы выбросов CO<sub>2</sub> различными видами транспорта, согласно данным отчета по выбросам парниковых газов, подготовленного правительством Соединенного Королевства (СК) в 2016 г [7].

Таблица 4

**Средние значения выбросов CO<sub>2</sub> транспортными средствами,  
работающих на дизельном топливе в СК**

Вид транспорта	Ед. измерения	Объем CO <sub>2</sub> , г
Автомобиль	км	181,2
Такси (Black cabin)	пассажир/км	217,6
Мотоцикл	км	117
Городской автобус	пассажир/км	101,1
Фургон (до 3,5 т)	км	263,9
ЛРТ (наземное метро, трамвай)	пассажир/км	53,3

Table 4

**Average CO<sub>2</sub> emissions from diesel vehicles in UK**

Mode of transport	Unit of measure	CO <sub>2</sub> emissions, g
Car	km	181,2
Taxi (Black cabin)	passengers/km	217,6
Motorcycle	км	117
City bus	passengers/km	101,1
Van (до 3,5 т)	km	263,9
LRT (surface underground, tram)	passengers/km	53,3

Согласно методологии расчета выбросов CO<sub>2</sub>, принятой Министерством по делам бизнеса, энергетики и промышленной стратегии Соединенного Королевства среднее значение показателя загруженности автобуса принято в 12,21; для лондонского такси — 1,5 (2,5 человека, включая водителя) [8].

Среднее значение показателя загруженности транспортного средства — среднее значения количества пассажиров, перевезенных на транспортном средстве из пункта отправки в пункт назначения. Данное значение влияет на среднегодовой показатель загруженности транспортных средств, увеличение которого благоприятно сказывается на экологии городской среды.

Коэффициент загруженности ТС в разных странах имеет различный показатель. В таблице 5 представлен коэффициент загруженности автомобиля в европейских странах за 2005 г. [9].



Таблица 5

**Коэффициент загрузки автомобиля в европейских странах за 2005 г.**

Коэффициент загрузки	Страны
1–1,5	Австрия, Германия, Дания, Голландия
>1,5–2	Соединенное Королевство, Швейцария, Норвегия, Испания, Италия, Чехия, Словакия, Венгрия (г. Будапешт)

Table 5

**Vehicle occupancy rate in European countries in 2005**

Occupancy rate	Countries
1–1,5	Austria, Germany, Denmark, Holland
>1,5–2	United Kingdom, Switzerland, Norway, Spain, Italy, Czech Republic, Slovakia, Hungary (Budapest)

Наибольшая загрузка автомобиля наблюдается в Будапеште — 1,92; наименьшая в Австрии — 1,2; середину рейтинга занимает Германия с показателем 1,5 пасс./км.

Транспортными департаментами стран мира ведется работа по увеличению показателя загрузки ТС. В таблице 6 представлены целевые показатели повышения коэффициента загрузки ТС в ЮАР до 2050 г.

Таблица 6

**Целевые показатели повышения коэффициента загрузки ТС в ЮАР до 2050 г.**

Вид транспорта	Полная загрузка, пасс.	Коэффициент загрузки (2006 г.)	Целевой показатель (до 2050 г.)
Автомобиль	4	1,4	2,4
Междугородный автобус / CAT	40	25,2	31,2
Микроавтобус	18	14	17,1
Наземное метро	321	32,1	128,4

Table 6

**Vehicle occupancy target by 2050 in Republic of South Africa**

Mode of transport	Full loading, pass.	Vehicle occupancy rate (2006 г.)	Target occupancy rate (until 2050)
Car	4	1,4	2,4
Motorcoach / CAT	40	25,2	31,2
Microbus	18	14	17,1
Surface underground	321	32,1	128,4

Данная инициатива будет осуществляться в несколько этапов. На заключительной стадии предполагается достичь 60% загрузки автомобиля, 95% для микроавтобусов и 78% для скоростных междугородних автобусов [10].

Работа по экологизации городской среды за счет сокращения объема выбросов выхлопных газов путем модернизации автомобильных двигателей и топлива, увеличения коэффициента загрузки транспорта, а также переходу к экологически рациональным способам передвижения ведется также в США и Канаде. На рисунке 3 и в таблице 7 представлены целевые показатели передвижения граждан агломерации Оттавы (Канада) [11].



**Рис. 3.** Показатели изменения способов передвижения в агломерации Оттавы: данные за 2011 г. и цели в 2031 г. (утренний час-пик)

**(Fig. 3.** Mode Shares and Person-trip Volumes in Ottawa metropolitan area: 2011 Observations and 2031 Targets (morning peak period))

Таблица 7

**Показатели изменения способов передвижения в утренний час-пик в Оттаве**

Способ передвижения	Соотношение видов транспорта, %		Пассажиропоток (человеко-поездка), чел.		Рост, %
	2011 г.	2031 г.	2011 г.	2031 г.	
Пешеходный	9,5	10,0	43,200	60,100	39
Велосипедный	2,7	5,0	12,300	30,100	145
ОТ	22,4	26,0	101,900	156,300	53
Автомобильный	10,7	9,0	48,700	54,100	11
Автомобилист	54,6	50,0	248,400	300,500	21

Table 7

**Mode Shares and Person-trip Volumes targets in Ottawa**

Mode of travel	Modes of travel percentage ratio, %		Person-trip Volumes, passengers		Increase, %
	2011	2031	2011	2031	
Pedestrian	9,5	10,0	43,200	60,100	39%
Bicyclist	2,7	5,0	12,300	30,100	145%
Public transport	22,4	26,0	101,900	156,300	53%
Car passengers	10,7	9,0	48,700	54,100	11%
Automobilist	54,6	50,0	248,400	300,500	21%

Как видно из таблицы 7, к 2031 г. предполагается увеличить пассажиропоток передвижений на велотранспорте в 2,4 раза по сравнению с 2011 г. и в 1,5 раза — на ОТ.

В США развитию экологически рациональных способов передвижения уделяется особое внимание. Так, в концепции развития ТИ г. Боулдера заложена программа перехода на альтернативные способы мобильности и увеличения коэффициента загруженности транспорта [12]. Концепция также предусматривает создание и обеспечение технической поддержки безопасной и эффективной

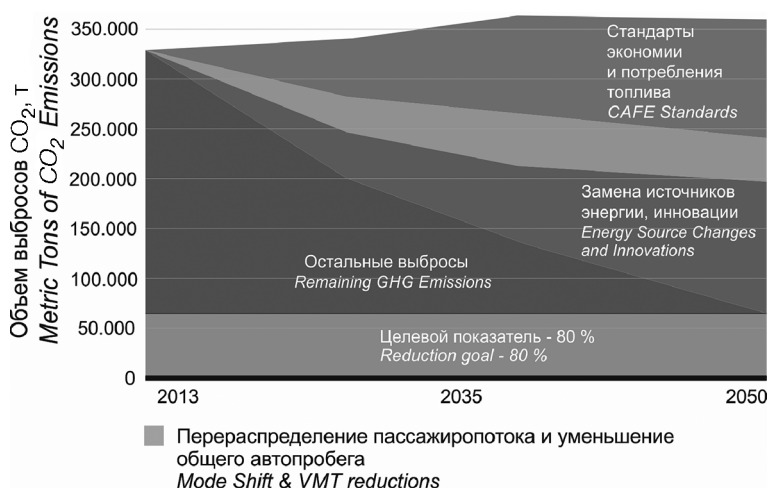
транспортной системы, которая предполагает достижение задач устойчивого развития города в целях перераспределения увеличивающегося количества поездок. Данная стратегия будет реализовываться путем предоставления большего выбора способов передвижения и уменьшения показателя передвижений на личном автомобиле без пассажиров. В рамках программы предполагается организация специальных полос движения для легкового транспорта с пассажирами (рис. 4).

Моделирование изменений в предпочтениях пользователей транспортной системы и исследования, проводимые в различных НП США, позволили разработать стратегии развития транспортного сектора, при которых возможно добиться от 20 до 40% уменьшения использования легковых автомобилей без пассажиров.



**Рис. 4.** Полоса движения для легкового транспорта с пассажирами в штате Вашингтон. США [13]  
(**Fig. 4.** High-occupancy vehicle lane in Washington State. USA)

Программа развития ТИ Боулдера предполагает 80%-ное уменьшение выбросов парниковых газов в атмосферу к 2050 г. за счет внедрения новых технологий в производство горючего, перераспределения пассажиропотока, использования экологически рациональных способов мобильности, ужесточения стандартов потребления и экономии углеродосодержащих видов топлива, перехода к альтернативным источникам энергии (рис. 5).



**Рис. 5.** Целевые показатели выброса объема CO<sub>2</sub> в атмосферу в агломерации Боулдера. США  
(**Fig. 5.** CO<sub>2</sub> emission targets in Boulder metropolitan area. USA)

Около 15% от общего объема снижения CO<sub>2</sub> приходится на перераспределение потока пассажиров и уменьшение общего автопробега на душу населения путем увеличения показателя загруженности транспортных средств, в том числе частных автомобилей.

**Скорости движения транспорта на дорогах.** Согласно данным European Rail Research Advisory Council (Европейский консультативный совет по исследованию железнодорожного транспорта) и International Association of Public Transport (Международная ассоциация общественного транспорта) за 2009 г. средняя рабочая скорость движения трамвая в странах Западной Европы составила 22,76 км/ч [14]. В таблице 8 представлены средние значения скоростей движения трамваев в европейских городах.

Таблица 8

Table 8

**Средние значения скоростей движения трамваев**

**Average tramway speeds**

Страны Евросоюза	Рабочая скорость движения трамвая, км/ч
Австрия	17,5
Бельгия	21
Франция	18
Германия	21,5
Греция	21
Ирландия	35
Италия	22,5
Нидерланды	20,5
Португалия	19
Испания	21
Швеция	23
Великобритания	33

EU countries	Working speed of tram, km/h
Austria	17,5
Belgium	21
France	18
Germany	21,5
Greece	21
Ireland	35
Italy	22,5
Netherlands	20,5
Portugal	19
Spain	21
Sweden	23
United Kingdom	33

Скорость движения трамвая может достигать 80 км/ч. Согласно СП 98.13330.2012 (Трамвайные и троллейбусные линии. Актуализированная редакция СНиП 2.05.09—90) расчетный режим, превышающий 24 км/ч, считается скоростным.

В таблице 9 представлены средние скорости движения транспортного потока по основным проспектам и городским магистралям столицы.

Таблица 9

Table 9

**Средние скорости движения транспортного потока по основным проспектам и городским магистралям г. Баку за 2014 г.**

**Average speed of traffic flow on main city roads in Baku over 2014**

Название улицы или проспекта (направление движения)	Средняя скорость, км/ч
Тбилисский проспект	46,8
ул. Узеира Гаджибекова	46,2
ул. Зарифы Алиевой	46,2
ул. Бакиханова	42,8
проспект Азадлыг	43,5
проспект Бюль-бюля	36,6
ул. 28 мая	43,1

Street or avenue name (movement direction)	Average speed, km/h
Tbilisskij prospekt	46,8
Uzeira Gadzhibekova street	46,2
Zarif Alivoj street	46,2
Bakikhanova street (east/west)	42,8
Azadlyg prospekt	43,5
Byul'-byulya prospekt	36,6
28th of May street	43,1

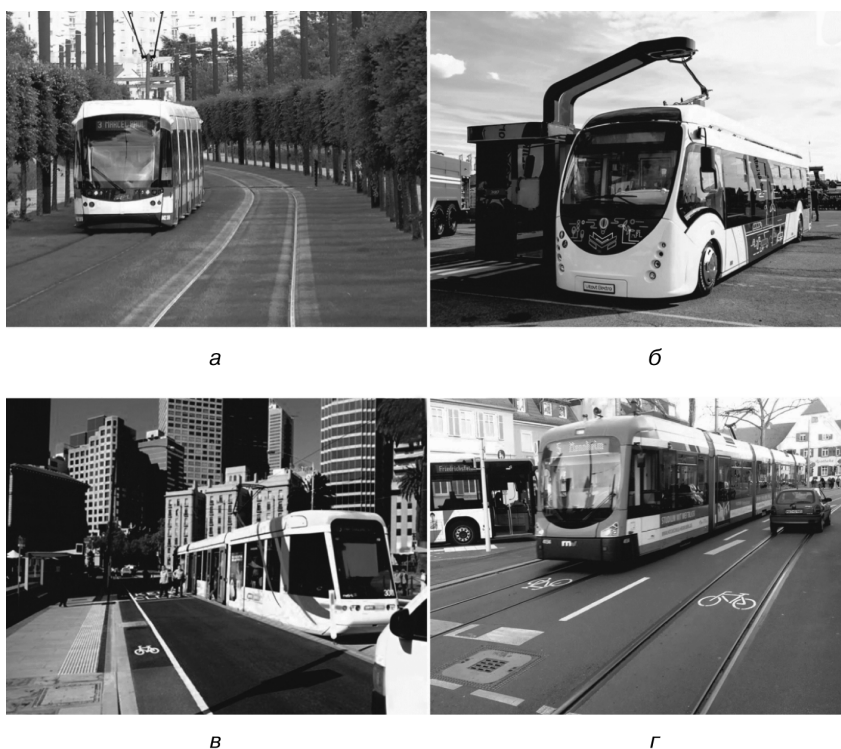
Средняя скорость потока на перечисленных направлениях составляет 43,6 км/ч.

**Примеры организации линий экологически чистых видов транспорта в странах мира. Франция.** В 1985 г. Нант стал первым городом Франции, в котором была организована современная трамвайная система. Маршруты трамваев проложены через широкие бульвары города, обеспечивая быструю и комфортную доставку пассажиров (рис. 6, а).

**Белоруссия.** В декабре 2016 г. состоялась первая тестовая поездка электробусов г. Минске. Автобус оснащен системой накопителей электроэнергии на базе суперконденсаторов. Данные накопители выполняют функцию рекуперации, что позволяет на 30—40% экономить энергию. Накопители автобусов заряжаются через контакт, расположенный на крыше павильона остановочной станции (рис. 6, б), запас хода составляет около 15 км. В 2017 г. осуществлена поставка 20 единиц в столицу Республики Беларусь.

**Австралия.** Организация остановки нового типа на станции Парламента в Мельбурне позволила оптимизировать доступ пассажиров и велосипедистов к трамваям (рис. 6, в).

**Германия.** В г. Мангейме организовано совместное использование велосипедных дорожек и трамвайных путей сообщения (рис. 6, г).



**Рис. 6.** Примеры организации инфраструктуры экологичных способов мобильности: а — зеленый коридор трамвайной линии в г. Нанте. Франция [15]; б — электробус в г. Минске. Белоруссия [16]; в — мультимодальная станция в Мельбурне. Австралия [17]; г — мультимодальные полосы движения в г. Мангейме. Германия [18]

**(Fig. 6.** Examples of sustainable modes of transport: а — green transportation corridor of tramway lane in Nantes. France; б — Cambridgeguided busway. England; в — multimodal station in Melbourne. Australia; г — multimodal traffic lanes in Mannheim. Germany)

*Марокко.* В декабре 2012 г. в самом густонаселенном городе Марокко — Касабланке была введена в эксплуатацию новая трамвайная система. На 2015 г. система состоит из одной Y-образной линии протяженностью 31 км (48 остановок). Бульвар им. Мухаммеда V был преобразован в трамвайно-пешеходную зону, придав новый облик данной транспортной артерии. Также были проведены работы по благоустройству и озеленению улицы (рис. 7).



**Рис. 7.** Преобразование бульвара им. Мухаммеда V в трамвайно-пешеходную зону в г. Касабланке. Марокко [19]: а — до реконструкции; б — после реконструкции  
(**Fig. 7.** Boulevard Mohammed V transformation to tramway-pedestrian zone in Casablanca. Morocco: а — before reconstruction; б — after reconstruction)

**Заключение.** Согласно проведенному опросу среди населения г. Баку, большинство респондентов высказалось за развитие экологически-рациональных способов мобильности: велосипедного и трамвайного сообщения. Также более половины анкетированных готовы пересесть со своих автомобилей на трамвай либо велосипед.

Обсуждения данной темы жителями города позволили определить пожелания и опасения граждан по использованию велосипедного транспорта.

Анализ данных ЦИУТ за 2014 г. выявил превышение нормативных показателей по среднесуточному объему транспорта на основных магистралях столицы. Скорости движения автотранспорта на дорогах также не соответствуют расчетным параметрам согласно СП 34.13330.2012.

Принимая во внимание пожелание граждан и автомобилистов, а также учитывая повышенный уровень автомобилизации в столичном регионе, развитие альтернативных экологичных видов транспорта (трамвая, электробуса) принимает особую актуальность. Также проведенный анализ показал эффективность использования трамвайного сообщения в отношении экономии площади городских дорог, а также провозной способности данного вида транспорта.

Исследования международного опыта по борьбе с выбросами выхлопных газов в атмосферу позволили определить степень значимости развития экологически чистых способов передвижения путем организации привлекательной инфраструктуры трамвайного и велосипедного движения, а также реализации мер по увеличению коэффициента загрузки личного и общественного транспорта.

Основываясь на исследовании средних скоростей движения трамвая в Европейских странах (2009 г.) к недостаткам организации трамвайного сообщения можно отнести относительно небольшую рабочую скорость движения трамвая,

которая в 2 раза меньше средней скорости движения автотранспорта по основным проспектам и магистралям столицы за 2014 г. Однако организация движения трамвая, при которой возможно достичь показателей нормативной скорости движения транспорта по дорогам городского и районного значения (40–80 км/ч), может повлечь за собой увеличение количества ДТП на дорогах. Также небольшая скорость движения трамваев компенсируется большей провозной способностью по сравнению с автобусным транспортом.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Average humidity in Baku // World Weather and Climate Information: интернет сайт. URL: <https://weather-and-climate.com/average-monthly-Humidity-perc,Baku,Azerbaijan> (дата обращения: 20.04.2017).
- [2] Погода в Баку // Погода для туристов мира. Прогнозы, статистика, анализ: интернет сайт о погоде курортов мира. URL: <https://pogoda.turtella.ru/Azerbaijan/Baku/monthly/> (дата обращения: 21.04.2017).
- [3] Wind & weather statistics. Baku Heydar Aliyev Airport // Windfinder: интернет сайт. URL: [https://www.windfinder.com/windstatistics/baku\\_heydar\\_aliyev\\_airport](https://www.windfinder.com/windstatistics/baku_heydar_aliyev_airport) (дата обращения: 22.04.2017).
- [4] Marc le Tourneur. The Tramway, aka LRT. An efficient, esthetic, durable mass transport resource for medium-sized cities // COTADU: сайт, посвященный городскому транспорту в странах мира. URL: <http://www.codatu.org/wp-content/uploads/Chili-MLT-20131.pdf> (дата обращения: 22.04.2017).
- [5] *Нарбеков М.Ф.* Комплексное благоустройство улиц и повышение безопасности на дорогах (опыт Канады и США) // *Безопасность в техносфере*. 2016. Т. 5. № 3. С. 34–40.
- [6] Reducing CO<sub>2</sub> emissions from passenger cars // Climate action. European Union: интернет сайт ЕС по проблемам изменения климата. URL: [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en) (дата обращения: 23.04.2017).
- [7] Greenhouse gas reporting — Conversion factors. Research and analysis 2016 // Government of UK: интернет сайт правительства Соединенного Королевства. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2016> (дата обращения: 25.04.2017).
- [8] 2016 Government GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors. London: Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2016. 113 p.
- [9] Occupancy rates of passenger vehicles: Indicator Assessment. Data and maps. Copenhagen: European Environment Agency, 2010. 11 p.
- [10] Passenger transport — increase in vehicle occupancy // South African government Department of Environmental Affairs: интернет сайт Министерства окружающей среды ЮАР. URL: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bpEO4eyXGEYJ:sa2050pathways.environment.gov.za/assets/onepage/za\\_vehicle\\_occupancy.pdf+&cd=2&hl=ru&ct=clnk&gl=az](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bpEO4eyXGEYJ:sa2050pathways.environment.gov.za/assets/onepage/za_vehicle_occupancy.pdf+&cd=2&hl=ru&ct=clnk&gl=az) (дата обращения: 01.05.2017).
- [11] Transportation Master Plan: City services. Ottawa, 2013. 135 p.
- [12] Transportation Master Plan. City of Boulder. Boulder, 2014. 69 p.
- [13] Washington State HOV and Carpool Lane Ticket Lawyer // Law Office of Greg S., PLLC: интернетсайтюридическойфирмыБольшогоСиэтла. URL: <http://seattletrafficdefenselawfirm.com/hov-lane-violation-traffic-ticket-lawyer/> (дата обращения: 15.05.2017).
- [14] Metro, light rail and tram systems in Europe. Brussels: European Rail Research Advisory Council. International Association of Public Transport, 2009. 44 p.
- [15] Rose Trigg. Why the best place to work in France right now is... Nantes // The Local: информационный сайт. URL: <https://www.thelocal.fr/20170201/why-nantes-is-the-best-place-to-work-in-france-right-now> (дата обращения: 17.05.2017).

- [16] Электробусы // Белкоммунмаш: официальный сайт холдинга. URL: <https://bkm.by/catalog/elektrobusy/> (дата обращения: 17.05.2017).
- [17] Macarthur Street easy access stop opens // YarraTrams: сайт компании-оператора трамвайной системы. URL: <http://www.yarratrams.com.au/media-centre/news/articles/2012/macarthur-street-easy-access-stop-opens/> (дата обращения: 18.05.2017).
- [18] Christopher Clark Kent // Reddit: социальный информационный сайт. URL: [https://www.reddit.com/r/bicycling/comments/63h26a/mannheim\\_in\\_germany\\_got\\_new\\_bike\\_lanes\\_yay/](https://www.reddit.com/r/bicycling/comments/63h26a/mannheim_in_germany_got_new_bike_lanes_yay/) (дата обращения: 18.05.2017).
- [19] Бернар Гонне, Alstom Transport. Влияние ЛРТ на социально-экономическое развитие городов // MYSHARED.RU: хостинг презентаций. URL: <http://www.myshared.ru/slide/668735/> (дата обращения: 18.05.2017).

© Нарбеков М.Ф., 2017

#### История статьи:

Дата поступления в редакцию: 23.05.2017

Дата принятия в печати: 28.08.2017

#### Для цитирования:

Нарбеков М.Ф. Обоснование организации инфраструктуры экологичных видов транспорта в г. Баку и Бакинской агломерации // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности.* 2017. Т. 25. № 3. С. 335—352. DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-3-335-352

#### Сведения об авторе:

Нарбеков Марат Фаридович — аспирант кафедры градостроительства и планировки сельских населенных мест Казанского архитектурно-строительного университета. E-mail: narbekov.m.f@gmail.com

## **SUBSTANTIATION OF SUSTAINABLE TRANSPORTINFRASTRUCTURE ENGINEERING IN BAKU AND BAKU AGGLOMERATION**

**M.F. Narbekov**

Kazan State University of Architecture and Engineering  
Zelenaya str., 1, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia, 420043

*Research object* — transport infrastructure of Baku and Baku agglomeration (BA). *Research subject* — environment-related modes of transportation in Baku and BA, world practices of ecofriendly mobility choices. *Research target* — form the rationale for tramway and bicycle network development across Baku from ecological point of view. *Research methods and methodology* — sociological survey, mathematical methods, cartographical and climatic analysis, SWOT analysis, description. *Data base* — data of Intelligent Transport Management Center, survey data on popular websites, normative legal base and statistics reports of foreign government agencies. *Results and approbation* — results of research could be used for strategy realisation focused on development of sustainable transportation options across BA. *Projected suggestions* — initial phase of tramway network (TN) development in Baku intended to construct tramway line along Baku sea-front. Ongoing project works of railways connecting Baku with



Heydar Aliyev International Airport and touristic centers Shakhdag and Gabala will be set in operation in the future.

**Key words:** tramway network, light rail transport, cycling, urban ecology, sustainable mobility choices, vehicle occupancy, efficient roadway usage, carrying capacity of public transport

## REFERENCES

- [1] Average humidity in Baku // World Weather and Climate Information: интернет сайт. URL: <https://weather-and-climate.com/average-monthly-Humidity-perc,Baku,Azerbaijan> (date of access: 20.04.2017).
- [2] Pogoda v Baku // Pogoda dlya turistov mira. Prognozy, statistika, analiz: website about weather of world resorts. URL: <https://pogoda.turtella.ru/Azerbaijan/Baku/monthly/> (date of access: 21.04.2017).
- [3] Wind & weather statistics. Baku Heydar Aliyev Airport // Windfinder: website. URL: [https://www.windfinder.com/windstatistics/baku\\_heydar\\_aliyev\\_airport](https://www.windfinder.com/windstatistics/baku_heydar_aliyev_airport) (date of access: 22.04.2017).
- [4] Marc le Tourneur. The Tramway, aka LRT. An efficient, esthetic, durable mass transport resource for medium-sized cities // COTADU: website about urban mobility in the developing world. URL: <http://www.codatu.org/wp-content/uploads/Chili-MLT-20131.pdf> (date of access: 22.04.2017).
- [5] Narbekov M.F. Complete Street Maintenance and Road Safety Improvement (Canada and USA Practices). *Bezopasnost' v tekhnosfere*. 2016. Vol. 5. I. 3. P. 34–40.
- [6] Reducing CO2 emissions from passenger cars // Climate action. European Union: official website. URL: [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en) (date of access: 23.04.2017).
- [7] Greenhouse gas reporting — Conversion factors. Research and analysis 2016 // Government of UK: official website. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2016> (date of access: 25.04.2017).
- [8] 2016 Government GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors. London: Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2016. 113 p.
- [9] Occupancy rates of passenger vehicles: Indicator Assessment. Data and maps. Copenhagen: European Environment Agency, 2010. 11 p.
- [10] Passenger transport — increase in vehicle occupancy // South African government Department of Environmental Affairs: official website. URL: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bpEO4eyXGEYJ:sa2050pathways.environment.gov.za/assets/onepage/za\\_vehicle\\_occupancy.pdf+&cd=2&hl=ru&ct=clnk&gl=az](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bpEO4eyXGEYJ:sa2050pathways.environment.gov.za/assets/onepage/za_vehicle_occupancy.pdf+&cd=2&hl=ru&ct=clnk&gl=az) (date of access: 01.05.2017).
- [11] Transportation Master Plan: City services. Ottawa, 2013. 135 p.
- [12] Transportation Master Plan. City of Boulder. Boulder, 2014. 69 p.
- [13] Washington State HOV and Carpool Lane Ticket Lawyer // Law Office of Greg S., PLLC: official website. URL: <http://seattletrafficedefenselawfirm.com/hov-lane-violation-traffic-ticket-lawyer/> (date of access: 15.05.2017).
- [14] Metro, light rail and tram systems in Europe. Brussels: European Rail Research Advisory Council. International Association of Public Transport, 2009. 44 p.
- [15] Rose Trigg. Why the best place to work in France right now is... Nantes // The Local: Internet news site. URL: <https://www.thelocal.fr/20170201/why-nantes-is-the-best-place-to-work-in-france-right-now> (date of access: 17.05.2017).
- [16] Electrobuses // Belkommunmash: official website of “Belkommunmash” holding // URL: <https://bkm.by/catalog/elektrobusy/> (date of access: 17.05.2017).
- [17] Macarthur Street easy access stop opens // Yarra Trams: website of rail transport operator. URL: <http://www.yarratrams.com.au/media-centre/news/articles/2012/macarthur-street-easy-access-stop-opens/> (date of access: 18.05.2017).
- [18] Christopher Clark Kent // Reddit: social news aggregation, web content rating, and discussion website. URL: [https://www.reddit.com/r/bicycling/comments/63h26a/mannheim\\_in\\_germany\\_got\\_new\\_bike\\_lanes\\_yay/](https://www.reddit.com/r/bicycling/comments/63h26a/mannheim_in_germany_got_new_bike_lanes_yay/) (date of access: 18.05.2017).

- [19] Bernard Gonner, Alstom Transport. Vliyanie LRT nasotsial'no-ekonomicheskoe razvitie gorodov // MYSHARED.RU: presentations hosting. URL: <http://www.myshared.ru/slide/668735/> (date of access: 18.05.2017).

**Article history:**

Received: 23.05.2017

Revised: 28.08.2017

**For citation:**

**Narbekov M.F. (2017) Substination of sustainable transport infrastructure engineering in Baku and Baku agglomeration. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*, 25 (3), 335—352. DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-3-335-352**

**Bio Note:**

*Narbekov Marat Faridovich* — postgraduate student of the chair of urban planning and planning of rural settlements of the Kazan Architecture and Construction University. E-mail: [narbekov.m.f@gmail.com](mailto:narbekov.m.f@gmail.com)