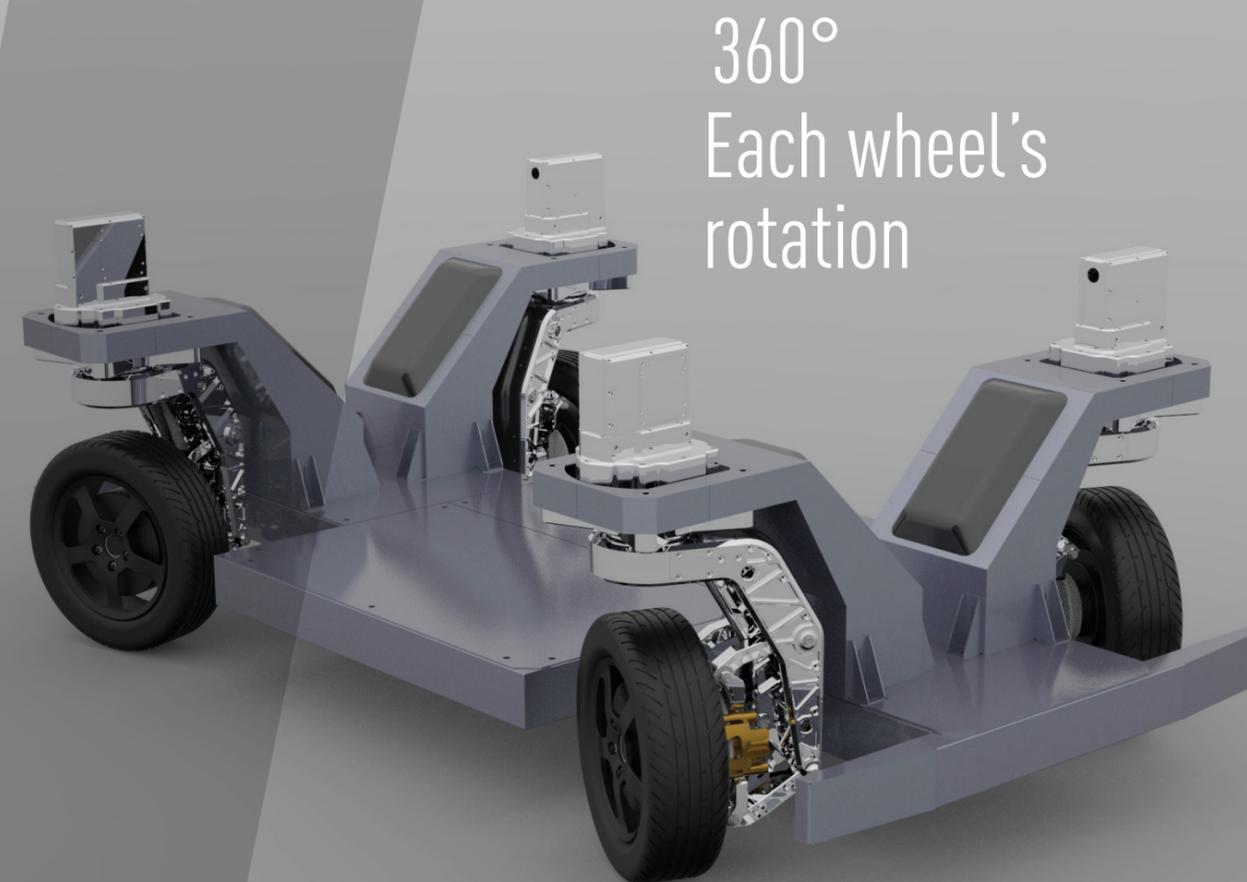


Разработчик: ООО «Научно-исследовательский институт «Витрулюкс»

The Ultra Precise Real-Time Positioning System (UPRTPS)



Zero emission.
Fully automatic.



Исследование:

Возможность замещения
личного транспорта
беспилотными шаттлами
в поселке Рублёво-Архангельское

Vitrulux
Россия, 195030, Санкт-Петербург
ул. Коммуны, 67, лит. Б0
тел.: +7 800 333 8385
Info@vitrulux.com
vitrulux.com



VITRULUX
— robotics —

Intelligent Solutions for Smart Cities

Vitrulux Robotics – команда разработчиков - технократов, объединённых идеей создания города будущего. Мы видим решение базовых проблем гиперурбанизации в трансформации подходов к организации существующей городской инфраструктуры, повышении эффективности её использования за счёт комплексного применения перспективных технологий. Замещение существующей автотранспортной модели на систему автоматических электромобилей общего пользования позволит во многом решить проблемы безопасности и экологии городов, предотвратить надвигающийся коллапс транспортной системы.

City Shuttle

Одна из самых острых проблем любого современного мегаполиса – рост транспортного потока, который приводит к дорожным коллапсам, затрудняет логистику и ухудшает экологию. Современная урбанистика видит возможное решение в отказе от частных автомобилей в пользу автоматизированного общественного транспорта.

Для координации движения множества пассажирских и грузовых шаттлов используется система ультраточного позиционирования (UPRTPS) на основе маломощных радиомаяков, установленных на опорах освещения.

Геопозиция определяется триангуляцией сигналов от множества передатчиков и обеспечивает точность до сантиметра. Добавление систем GPS, ГЛОНАСС, RTK и других позволяет в несколько раз повысить эффективность базовой UWB. Такая структура контроля и управления движением поможет общественному транспорту заменить частные автомобили, не нарушая комфорта жителей мегаполиса.



100 000

человек проживают



50 км

протяженность дорог поселка



LEED ND

зелёные стандарты

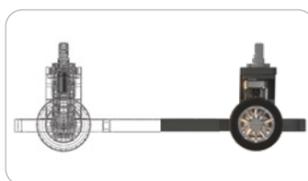
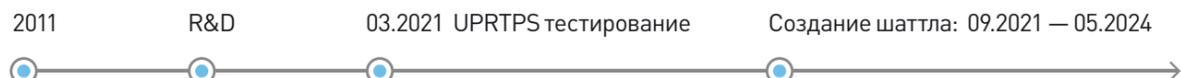


65 000

машин у жителей



Vitrubus
беспилотный шаттл



Страна	Россия
Город	Москва
Административный округ города	ЗАО
Административный район города	Кунцево

Рублёво-Архангельское

Исходные данные:

Информация о поселении ¹

Рублёво-Архангельское - отдельная площадка 695 гектаров (653 га + эксклав 42 га) на западе Москвы, расположенная на Захарковской пойме Москвы-реки, включающая преимущественно бывшие земли колхоза «Завет Ильича». С 2012 года данная территория включена в состав Москвы, административно относится к району Кунцево (ЗАО). Вместе с территорией посёлка Рублёво образует два эксклава Москвы, окружённые Московской областью.

В 2018 году началось проектирование Рублёво- Архангельской линии метро, две станции которой и депо планируется разместить на территории площадки. В том же году застройщик ПИК начал строительство ЖК «Мякинино парк» в северной части площадки между Верхнемякининской и Нижнемякининской поймами, с другой стороны Новорижского шоссе от основной территории. С 2020 года Сбербанк начал строительные работы в рамках реализации проекта масштабной застройки большей части площадки.

Территория расположена в 1,4-5,4 км от МКАД. К основной территории с севера примыкает Новорижское шоссе и деревня Гольёво, на западе – посёлок Архангельское и деревня Захарково, на юге и востоке территорию ограничивает река Москва. За рекой на востоке располагается посёлок Рублёво. Есть отдельный эксклав на северо-западе от основной территории, он расположен между Новорижским и Ильинским шоссе.

В Рублёво-Архангельском до 2030 года планируется постройка нового общественно-делового района Москвы. На территории до 2028 года планируется построить две станции метро Рублёво- Архангельской линии: Рублёво- Архангельская (в центре основной территории) и Ильинская (на территории эксклава), а также железнодорожное ответвление от станции Павшино. Владелец земли и основной лоббист проекта – ПАО «Сбербанк», в группу которого входит АО «Рублёво-Архангельское». В 2020 году началось активное строительство на территории в виде инженерной подготовки, в этом же году стартовала постройка линии метро.

Из всей площади территории под застройку попадает 461 гектар. Новый район будет состоять из 4,1 млн м² новой недвижимости, включая: офисы, торговый центр, пожарное депо, полицейский участок, марину, гостиницу, многоквартирные дома, малоэтажную застройку, школы, детские сады и поликлиники.

¹ По данным ru.wikipedia.org

План Рублёво-Архангельского



Согласно данным социологического исследования, «доля семей, во владении которых находится 1 авто – 34%. У 13,5% семей – 2 автомобиля, у 3% – 3 авто. 0,5% российских имеют по 4 и более автомобилей», – говорится в сообщении Автостата. В данном случае считаем, что в среднем на семью приходится два автомобиля. Количество автомобилей в посёлке примем равным 65 000.

На въезде в поселок расположена перехватывающая парковка.

Жильцы поселка, приезжая из города, оставляют на ней свой личный транспорт и, попадая на территорию, могут использовать только шаттл. Жители поселка так же могут приехать на метро. Выезд с территории поселка происходит аналогичным способом. Рейсовых автобусов на территории нет.

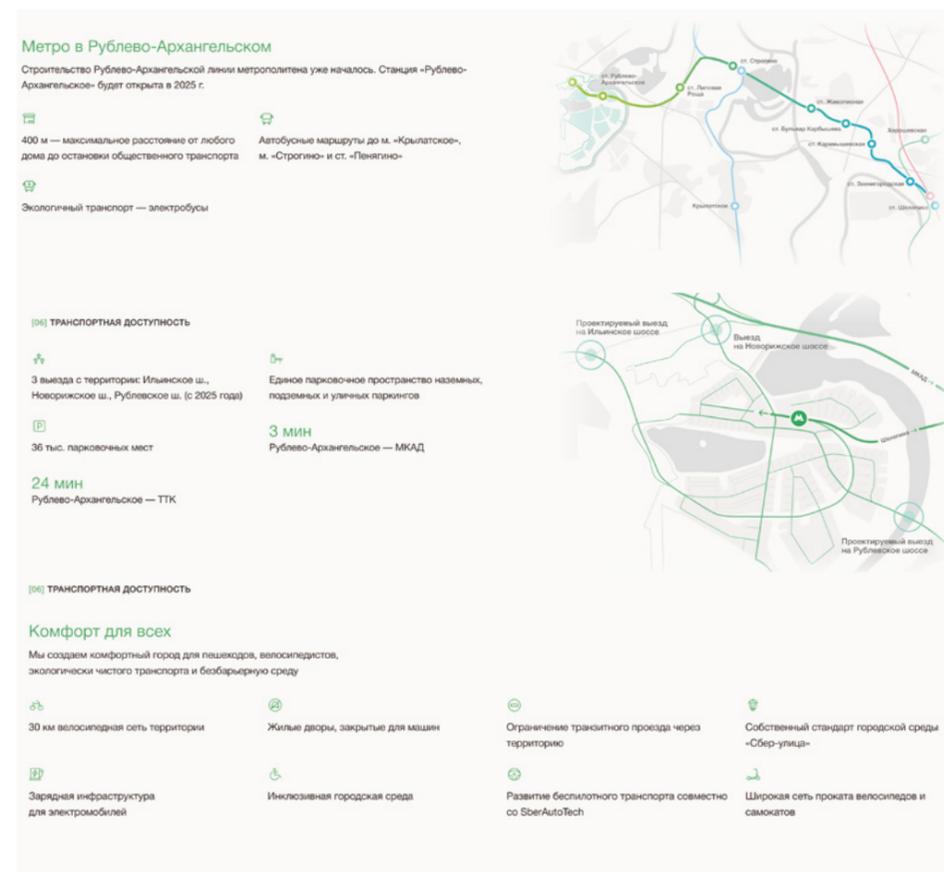
Население поселка - 100 тыс. человек.

Общая протяженность дорог поселка – 50 км.

30% населения регулярно выезжают на работу в Москву. Остальные практически перманентно живут на территории. Посещение магазинов сведено к минимуму, в поселке работает доставка на таких же шаттлах.

Экосистема шаттлов работает по аналогии с приложением Яндекс Такси, то есть человек, с помощью приложения может вызвать шаттл. У шаттлов нет автобусного парка, но у каждого въезда в поселок есть дарксторы, где их ремонтируют. Шаттлы автоматически передислоцируются в наиболее востребованные места поселка. После завершения поездки, если не появилось нового заказа, шаттл переезжает в потенциально более загруженный район и переходит в режим ожидания у ближайшей зарядной станции в смарт опоре. Шаг смарт опор – 300 метров. У каждой смарт опоры две зарядных станции. Время зарядки от состояния минимально безопасного заряда АКБ до полного заряда – 30 минут. Шаттл может простаивать только на зарядной станции.

Транспортная доступность Рублёво-Архангельского



При аварии, в результате которой дальнейшее движение шаттла невозможно, пассажиры покидают шаттл и двигаются к тротуару по кратчайшему пути. Шаттлы, которые находятся в непосредственной близости, останавливаются и ждут, пока пассажиры попадут на тротуар.

Шаттл оснащен системой мультимедиа с выходом в интернет. Предполагается, что он максимально безопасен и экологичен. Шаттл оснащен полиуретановыми шинами.

В поселке есть пешеходные переходы, выход пешеходов и велосипедистов на проезжую часть не исключен. Шаттлы автоматически определяют пешеходов и пропускают их.

В поселке присутствуют все необходимые экстренные и коммунальные службы, они используют обычный транспорт, который подключен к системе, через которую реализовано управление шаттлами. То есть шаттлы всегда отслеживают передвижение таких же машин.

Использование шаттлов бесплатно для жителей поселка.

Прироста и убыли населения не происходит. Инфраструктура поселка не меняется.

Исследование

Произвести расчет количества беспилотных шаттлов, требующихся для полного замещения личного транспорта жителей поселка Рублёво-Архангельское.

При проведении настоящего исследования мы исходили из следующих предпосылок:

Улично-дорожная сеть (УДС)⁴.

Оценка состояния улично-дорожной сети является начальной и обязательной составляющей градостроительного проектирования:

- генеральных планов (в разделах, связанных с УДС);
- комплексных транспортных схем (КТС);
- проектов детальной планировки (ПДП);
- комплексных схем организации движения (КСОД);
- проектов организации дорожного движения (ПОД).

Кроме того, должна оцениваться эффективность самих проектных решений. В этой связи критерии и методы оценки составляют один из важнейших разделов методического обеспечения проектирования УДС. Вместе с тем в нашей стране до сих пор не существует общепризнанной методики оценки УДС, включенной в нормативные документы и руководства по проектированию. Более того, анализ публикаций по данной тематике показывает, что специалисты, занимающиеся градостроительным проектированием, и специалисты в области ОДД используют принципиально разные подходы к решению рассматриваемой задачи.

Проектирование ОДД, которое базируется на теории транспортных потоков, отличают использование разнообразного математического инструментария, детальное моделирование УДС. Поэтому представители этой технической отрасли всегда стремились формализовать оценку проектных решений и их эффективности, уделяли внимание критериям оценки. В градостроительном проектировании на стадиях генерального плана и КТС рассматриваются эскизные решения УДС. Более детальное проектирование УДС (определение ширины улиц в красных линиях, ширины проезжих частей) выполняется на стадии ПДП, но при этом не проводится детальных расчетов пропускной способности узлов. Как правило, для оценки проектных решений УДС используются такие показатели, как плотность сети и ориентировочные значения пропускной способности полос движения для улиц различных категорий.

Существует два принципиально разных подхода к оценке УДС – использование частных критериев и использование интегральных критериев.

⁴ Улично-дорожная сеть (УДС) — часть инфраструктуры поселений, городской или сельской местности, представляющая собой совокупность многократно используемых и целенаправленно созданных при участии человека ограниченных по ширине линейных, плоскостных и разноуровневых объектов капитального строительства вне зданий и строений (улиц и дорог различных категорий и входящих в их состав объектов дорожно-мостового строительства), которые предназначены для движения транспортных средств и (или) людей (пешеходов, там, где применимо - и приравненных к ним велосипедистов и пользователей средств индивидуальной мобильности) по поверхности или внутри этих объектов, а также для размещения в них (на них) транспортных средств. УДС является основой планировочной структуры поселений, проектируется с учётом перспективного роста интенсивности движения и обеспечения возможности прокладки инженерных коммуникаций.

Критерии оценки УДС строго соответствуют определенным задачам проектирования, их целевым установкам и не могут рассматриваться изолированно от них. В свою очередь, сами взгляды на цели и методы градостроительного проектирования и ОДД, их приоритетность постоянно эволюционируют. Как в научном, так и в практическом плане общей тенденцией развития методов проектирования транспортной планировки городов стало все большее внимание к негативным эффектам, сопутствующим росту уровня автомобилизации.

За последние годы взгляды на цели и методы проектирования транспортных систем городов претерпели революционные изменения. Главными проблемами признаны чрезмерная зависимость населения от индивидуального автомобиля, перегруженность городов, и в особенности их центров, автомобильным транспортом. Характерна все большая интеграция ОДД с другими видами транспортного и градостроительного проектирования. Обязательным элементом транспортных проектов является оценка их влияния на городскую среду, экологического и социального эффектов. Плотность населения существенно влияет на задачи организации движения, так как, во-первых, определяет степень концентрации пешеходных потоков, и, во-вторых - концентрацию пассажиропотоков. Чем выше плотность населения, тем, как правило, сложнее задачи организации движения и тем совершеннее должна быть работа транспортной системы. Плотность населения измеряют количеством человек, приходящихся на квадратный километр площади (чел./км²). Наибольшая плотность населения характерна для центральных частей старых городов, а наименьшая - для сельской местности.

Плотность улично-дорожной сети определяется как отношение суммарной протяженности дорог к площади, занимаемой рассматриваемым районом, км/км². Этот показатель является противоречивым, так как протяженность дорог не характеризует состояние улично-дорожной сети, но с его помощью можно наблюдать динамику.

Обычно при определении плотности дорожной сети учитывают основные (магистральные) улицы и дороги, а второстепенные не принимают во внимание. Определение оптимальной плотности сети городских магистралей и автомобильных дорог представляет противоречивую задачу. С точки зрения удобства подъезда к жилью и другим местам тяготения, возможности рассредоточения транспортных и пешеходных потоков, а также обеспечения разветвленной сети маршрутов желательнее иметь как можно более высокую плотность путей сообщения. Однако, чем выше плотность дорожной сети, тем чаще расположены пересечения дорог, которые являются источниками задержек транспортных средств и ДТП. Чрезмерно высокая плотность дорожной сети предопределяет снижение скоростей сообщения, что противоречит интересам населения и требованиям экономической эффективности автомобильных перевозок. Поэтому оптимальная плотность дорожной сети по мнению отечественных градостроителей должна составлять для магистральной сети около 2-2,4 км/км².

Важным показателем, характеризующим удобство и эффективность перевозок, является коэффициент непрямолинейности, характеризующий отношение фактического расстояния для проезда по улично-дорожной сети к минимально возможному расстоянию (определяемому по воздушной линии, рис.3).

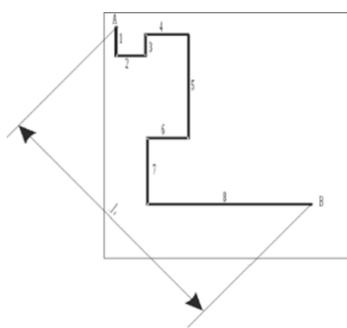


Рис.3 Коэффициент непрямолинейности

$$K_{\text{непр}} = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}{l} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{l}$$

Геометрические (топологические) схемы построения улично-дорожной сети оказывают существенное влияние на основные характеристики дорожного движения, возможности организации пассажирских сообщений и степень сложности задач организации движения.

Известны четыре основные геометрические схемы улично-дорожной сети:

- радиальная,
- радиально-кольцевая,
- прямоугольная,
- прямоугольно-диагональная (рис. 4).

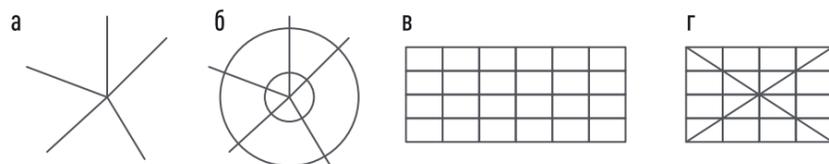


Рис. 4 Основные геометрические схемы построения УДС

а – радиальная, б – радиально-кольцевая, в – прямоугольная, г – прямоугольно-диагональная

Радиальная схема (рис.4а) характерна для большинства старых городов, которые развивались как торговые центры. Эта схема типична и для сети автомобильных дорог, развивавшейся вокруг города. Главным недостатком такой схемы является перегруженность центра транзитным движением и затрудненность сообщения между периферийными точками. Для устранения этих недостатков в процессе развития сети городских и внегородских путей сообщения во многих случаях строят кольцевые дороги, соединяющие между собой радиальные магистрали на разных расстояниях от центра. В этом случае планировка становится радиально-кольцевой (рис.4б), которая характерна, в частности, для Москвы, Парижа, Рима. Заметим, что радиально-кольцевая схема может быть замкнутой и разомкнутой (незамкнутой).

Прямоугольная схема (рис.4в) характерна наличием параллельно расположенных магистралей и отсутствием ярко выраженного центра. Распределение транспортных потоков становится более равномерным. Эта схема встречается в ряде городов России (Санкт-Петербург, Новосибирск, Ростов-на-Дону и др.). Недостатком этой схемы является затрудненность связей между периферийными точками. Для исправления этого недостатка предусматривают диагональные магистрали, связывающие наиболее удаленные точки, и схема приобретает прямоугольно-диагональную структуру (рис.4г). Ее имеют, например, американские города Вашингтон и Детройт. Прямоугольная схема имеет разновидности и существенно меняет свои характеристики в зависимости от соотношения сторон. Так, если стороны прямоугольника почти равны, то схема называется прямоугольно-квадратной. Если же одна сторона в несколько раз больше, то схема обычно называется прямоугольно-линейной. Иногда ее называют «ленточной». Такая схема начертания магистралей характерна, в частности для городов, расположенных вдоль крупных водных рубежей (например, Волгоград, Архангельск).

Часто в классификацию включают еще два типа схем: смешанную и свободную. Смешанная (или комбинированная) представляет собой сочетание из названных выше четырех типов и по существу является наиболее распространенной. Однако она не имеет собственных четких характеристик. Свободная схема, как вытекает из самого названия, лишена четкой геометрической характеристики и представляет собой функционально связанные, но изолированные друг от друга жилые зоны, соединенные автомобильными дорогами. Она характерна, например, для курортных зон.

Планировочные параметры улично-дорожной сети регламентируются соответствующими главами СНиП. Однако исследования и опыт проектирования показывают, что имеющиеся нормативы далеко не полностью отвечают современным требованиям и по ряду позиций нуждаются в корректировке. Это, в частности, относится и к классификации дорог, которая в настоящее время имеет по крайней мере четыре разновидности:

- по административной принадлежности,
- по функциональному назначению,
- по технической характеристике,
- и смешанные функционально-технические.

Автомобилизация⁵ в России.

В первые десятилетия XX века в России продолжал преобладать гужевой транспорт, автомобили же были относительной редкостью и считались чудом техники. Так, к 1914 г. автомашин насчитывалось в Петербурге 2,6 тыс., Москве 2,2 тыс., Киеве 1 тыс., Харькове 0,8 тыс., Риге 0,5 тыс., в остальных городах - 3 тыс.; среди них 90 % - легковые автомобили, 10 % - грузовые и специальные машины, автобусы. В 1920-е годы в СССР большинство автомобилей закупалось за рубежом: в Германии, Австрии, Франции, Италии, Великобритании и США. Однако, количество автомобилей было невелико, а частных автомобилей почти не было. Даже в Москве личные автомобили были у единиц.

Автомобилизация страны началась в начале 1930-х годов, когда на только что построенном заводе в Нижнем Новгороде (будущий ГАЗ) стартовало лицензионное конвейерное производство среднетоннажного грузовика Форд-АА (ГАЗ-АА) и легкового Форд-А (ГАЗ-А). К середине 1930-х годов в сфере грузовых перевозок гужевой транспорт был вытеснен автомобильным, но в основном только в крупнейших и промышленных центрах страны. Свою роль тормоза в развитии автомобилизации играло отсутствие сопутствующей инфраструктуры, как то:

- дороги с твердым покрытием (к 1941 году их было только 1200 км),
- недостаточное количество бензоколонок и автомастерских.

В пассажирском сегменте на смену конным извозчикам также постепенно пришли такси и автобусы. В то же время, легковые автомобили продолжали считаться роскошью и не были доступны большинству населения вплоть до 1970 года, когда появился первый по-настоящему массовый легковой автомобиль ВАЗ-2101. Однако за все время производства (с 1970 по 1988 годы) АвтоВАЗ выпустил только 4,85 млн автомобилей ВАЗ-2101 всех модификаций с кузовом седан, что не могло обеспечить потребности 293 млн населения СССР. Поэтому даже к 1985 году в СССР на 1000 жителей приходилось лишь 45 автовладельцев.

Согласно экспертным данным аналитического агентства «АВТОСТАТ» (<https://autostat.ru/>), на каждую тысячу россиян приходится 318 легковых машин, зарегистрированных в России на 1 января 2022 года. Это было установлено экспертами агентства в рамках подготовки отчета «Структура и прогноз парка легковых автомобилей в России».

Если рассматривать этот показатель в разбивке по федеральным округам, то самый высокий уровень автомобилизации наблюдается на Урале – 333 автомобиля на 1000 жителей. Чуть ниже он в Северо-Западном ФО – 332 машины на 1000 жителей. Еще в трех округах обеспеченность автомобилями выше, чем в среднем по стране, а именно: в Центральном ФО (329 шт.), Южном ФО (328 шт.) и Дальневосточном ФО (324 шт.). В Поволжье (317 шт.) и Сибири (307 шт.) данный показатель ниже. А самая низкая обеспеченность легковыми машинами зафиксирована на Северном Кавказе – 233 на 1000 человек.

⁵ Автомобилизация - оснащённость населения автомобилями. Уровень автомобилизации (иногда - уровень моторизации) населения рассчитывается из показателя среднего количества индивидуальных легковых автомобилей, приходящихся на 1000 жителей.

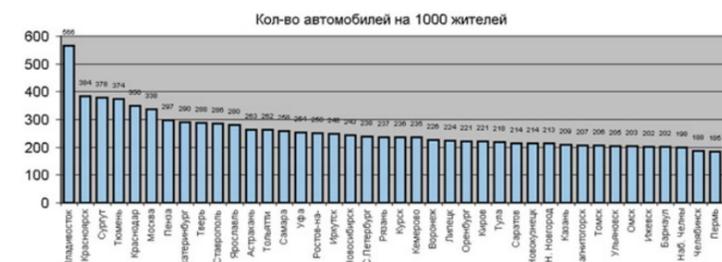


Рис.5

По состоянию на 1 января 2022 года парк легковых автомобилей на территории Российской Федерации составил 45,5 млн единиц. Сегодняшний российский автомобильный парк имеет высокий средний возраст. Так, на долю машин старше 10 лет приходится 61,5% общего парка, что в количественном выражении равняется 27,99 млн экземпляров. Доля новых машин (до 3 лет) составляет 9,3%, что соответствует 4,25 млн штук.

На отечественные марки в стране приходится 34,4% парка легковых автомобилей, безоговорочным лидером среди которых является LADA. В настоящее время ей принадлежит 29,7% российского парка, то есть в стране эксплуатируется 13,53 млн автомашин. На долю других российских марок приходится 4,7% зарегистрированных в ГИБДД РФ легковых автомобилей, что соответствует 1,91 млн автомашин.

Оставшуюся часть, более 65% парка, занимают иномарки, которых насчитывается 29,84 млн единиц. В практике транспортного планирования обычно не проводят расчет уровня автомобилизации, наоборот - его берут как исходную цифру для получения ряда других показателей. Но зависимость между количеством улиц и дорог, плотностью населения и количеством автомобилей безусловно существует. Такую формулу вывел Михаил Блинкин. Плотность улично-дорожной сети, приходящаяся на один автомобиль, должна быть равна десяти в седьмой степени, умноженным на отношение параметра Дубелира⁶ к плотности населения умноженной на количество автомобилей, приходящихся на тысячу жителей:

$$S_v = 10^7 * \frac{LAS}{d * m}$$

где:

- S_v - плотность улично-дорожной сети города, приходящаяся в среднем на один зарегистрированный в городе автомобиль;
- LAS - параметра Дубелира;
- d - плотность населения (жителей на 1 га);
- m - автомобилизация населения (автомобилей на 1000 жителей).

⁶ Параметра Дубелира - отношение плотности УДС к площади города

Преобразовав представленное уравнение к искомому параметру, получим:

$$m = \frac{LAS * 10^7}{S_v * d} = \frac{2,35 * 10^7}{10,85 * 21,69} = 99,85$$

где:

$$S_v = \frac{50}{4,61} = 10,85$$

$$d = \frac{100\ 000}{4,61} = 21,69$$

$$LAS = \frac{10,85}{4,61} = 2,35$$

Учитывая, что в заданном поселке проживает 100 000 жителей, автомобилизация населения поселка составит:

$$99,85 * 100 = 9\ 985 \text{ автомобилей.}$$

К полученной величине необходимо ввести корректировочные коэффициенты:

- 15% - усиление трансферного потока шаттлов в часы пик = 1498 шт.;
- 10% - резерв шаттлов, организованных на доставке покупок населению поселка = 999 шт.;
- 3% - резерв шаттлов, на случай выхода из строя (неисправных, аварийных) = 300 шт.

Таким образом, количество беспилотных шаттлов, требующихся для полного замещения личного транспорта жителей поселка Рублёво-Архангельское, при заданных исходных данных, с учетом округления составит: 9 985+1 498+999+300=12 782 (шт.)

$$9\ 985 + 1\ 498 + 999 + 300 = 12\ 782 \text{ шт.}$$

ВЫВОД:

Произведен расчет количества беспилотных шаттлов, требующихся для полного замещения личного транспорта жителей поселка Рублёво-Архангельское.

Количество беспилотных шаттлов, требующихся для полного замещения личного транспорта жителей поселка Рублёво-Архангельское, при заданных исходных данных, с учетом округления составит:

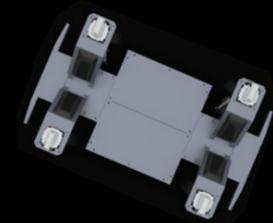
12 782 шаттла

Двенадцать тысяч семьсот восемьдесят два

The Ultra Precise Real Time Positioning System (UPRTPS)
Guided, powered and controlled by Smart Cluster

VITRUBUS

A different view of transportation



Universal modular
electrical platform.

- Fully automatic
- Zero emission

Interchangeable body
various purposes:

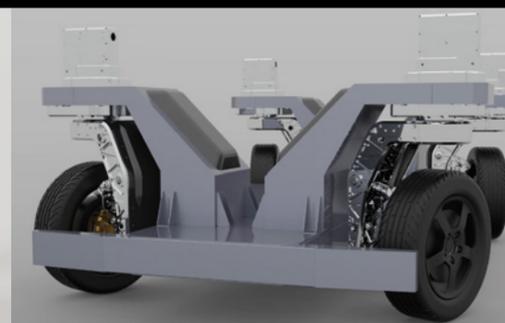
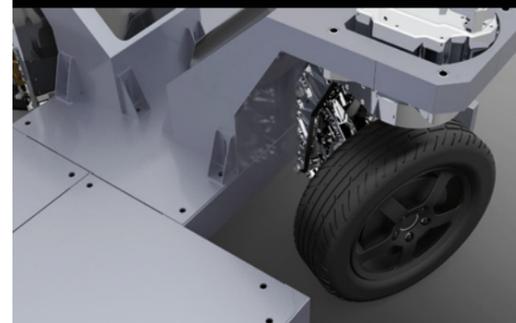
- Cargo
- Public transit
- Taxi



The personified



of future bringing the people freedom of moving



Unique solution by Vitrulux