

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Транспортные системы и технологии»

# ПЛАНИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальностей 1-44 01 01 «Организация перевозок  
и управление на автомобильном и городском транспорте»,  
1-44 01 02 «Организация дорожного движения»,  
1-44 01 06 «Эксплуатация интеллектуальных транспортных  
систем на автомобильном и городском транспорте»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию  
в области транспорта и транспортной деятельности*

Минск  
БНТУ  
2022

УДК 656.076(1-21)(075.8)

ББК 39.8я7

ПЗ7

А в т о р ы:

*А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот,  
Д. В. Капский, С. В. Богданович*

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра «Транспортная телематика» ФГБОУВО «Московский  
автомобильно-дорожный государственный технический университет  
(МАДИ)», зав. кафедрой, д-р техн. наук, профессор *В. М. Власов*;  
зав. лабораторией математического моделирования  
функционально-пространственного развития городов ФГБУН  
Институт проблем региональной экономики РАН,  
канд. техн. наук *Л. А. Лосин*

ПЗ7      **Планирование** устойчивой городской мобильности : учебно-методическое пособие для студентов специальностей 1-44 01 01 «Организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте», 1-44 01 02 «Организация дорожного движения», 1-44 01 06 «Эксплуатация интеллектуальных транспортных систем на автомобильном и городском транспорте» / А. О. Лобашов [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – 175 с.  
ISBN 978-985-583-870-9.

В данном учебно-методическом пособии рассматриваются принципы устойчивой городской мобильности и примеры наиболее эффективных мероприятий, направленных на их обеспечение. Представлены также общие подходы к разработке и этапы планов устойчивой городской мобильности.

УДК 656.076(1-21)(075.8)

ББК 39.8я7

ISBN 978-985-583-870-9

© Белорусский национальный  
технический университет, 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	6
ВВЕДЕНИЕ .....	7
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	9
1.1. Тенденции городской мобильности в условиях ограниченности ресурсов.....	9
1.2. Влияние транспорта на окружающую среду в городах .....	10
1.3. Современные направления обеспечения устойчивости транспортных систем .....	12
2. ПРИНЦИПЫ УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ.....	14
2.1. Особенности планирования устойчивой городской мобильности .....	14
2.2. Основные принципы устойчивой городской мобильности .....	15
2.2.1. <i>Планирование городов с плотной застройкой, ориентированных на человека.....</i>	17
2.2.2. <i>Проектирование транзитно-ориентированных городов.....</i>	19
2.2.3. <i>Оптимизация транспортной сети и ее использования.....</i>	23
2.2.4. <i>Стимулирование пеших и велопередвижений .....</i>	30
2.2.5. <i>Контроль использования транспортных средств.....</i>	39
2.2.6. <i>Внедрение транзитных улучшений.....</i>	46
2.2.7. <i>Управление парковочной системой .....</i>	64
2.2.8. <i>Продвижение экологичных транспортных средств и средств персональной мобильности .....</i>	69
2.2.9. <i>Информирование населения .....</i>	78
2.2.10. <i>Комплексный подход к решению проблем .....</i>	81
3. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП РАЗРАБОТКИ ПЛАНА УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ.....	89
3.1. Принятие решения о разработке плана .....	89
3.2. Оценка исходного состояния .....	89
3.2.1. <i>Цели и основные задачи ПУГМ, краткое описание проектирования.....</i>	89
3.2.2. <i>Технические принципы внедрения ПУГМ .....</i>	90
3.2.3. <i>Определение предпосылок разработки плана на государственном и местном уровне.....</i>	92

3.3. Выработка требований к составу команды разработчиков ПУГМ.....	92
3.4. Принятие решение о разработке транспортной модели и выбор ее вида.....	96
3.5. Определение объема и графика разработки ПУГМ.....	97
3.6. Выбор разработчика ПУГМ.....	100
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ПЛАНА УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ.....</b>	<b>101</b>
4.1. Начальный этап.....	101
4.2. Модуль 1. «Диагностика».....	103
4.3. Модуль 2. «Комплекс обследований».....	111
4.3.1. <i>Определение видов обследований</i> .....	111
4.3.2. <i>Обследования характеристик транспортных потоков</i> .....	112
4.3.3. <i>Обследование работы ГПП</i> .....	114
4.3.4. <i>Обследование мобильности населения</i> .....	114
4.4. Модуль 3. «Разработка транспортной модели».....	116
4.5. Модуль 4. «Видение и планирование мероприятий».....	120
4.5.1. <i>Методика планирования мероприятий</i> .....	120
4.5.2. <i>Выработка концепции устойчивого развития мобильности</i> .....	122
4.5.3. <i>Выработка приоритетов развития устойчивой мобильности</i> .....	124
4.5.4. <i>Разработка сценариев развития устойчивой мобильности</i> .....	124
4.5.5. <i>Разработка мероприятий по развитию устойчивой мобильности</i> .....	127
4.5.6. <i>Выбор сценария развития устойчивой мобильности</i> .....	128
4.6. Модуль 5. «План действий и финансирование».....	130
4.7. Модуль 6. «Процесс управления и взаимного участия».....	133
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>135</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>136</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. Количество транспортных средств, находящихся в собственности граждан и юридических лиц Республики Беларусь.....</b>	<b>141</b>

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Особенности взаимодействия нерельсового электрического транспорта с другими видами транспорта, которые должны быть учтены при разработке схем организации движения в целях обеспечения устойчивой мобильности .....	142
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Особенности взаимодействия рельсового электрического транспорта с другими видами транспорта, которые должны быть учтены при разработке схем организации движения в целях обеспечения устойчивой мобильности .....	145
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Особенности применения средств индивидуальной мобильности (СИМ).....	151
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Способы предоставления приоритета МТС .....	160
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Организация маршрутов ГПТ секторальным методом (пример) .....	165
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Инновационные станции мобильности Easymobil.....	173

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

ОС – Opportunity Charging (электробус, заряжаемый во время технологических остановок при работе на линии).

ОНС – Overnight Charging (электробус, заряжаемый ночью).

ИМС – In Motion Charging (троллейбус, заряжаемый во время движения).

ИМФ – In Motion Feeding (троллейбус, получающий питание во время движения).

ГПТ – городской пассажирский транспорт.

ДТП – дорожно-транспортное происшествие.

ЕЭК – Европейская экономическая комиссия.

КС – контактная сеть.

МТС – маршрутное транспортное средство.

ОДД – организация дорожного движения.

ООН – Организация Объединенных Наций.

ПДД – Правила дорожного движения.

ПУГМ – план устойчивой городской мобильности.

РГГА – рабочая группа городской администрации.

СТБ – стандарт Республики Беларусь.

СИМ – средство индивидуальной мобильности.

СМ – секторальный метод.

СН – строительные нормы.

ТКП – технический кодекс установившейся практики.

ТС – транспортное средство.

## ВВЕДЕНИЕ

Мобильность населения – это его способность быстро передвигаться, перемещаться. Передвижения людей могут осуществляться пешком или с помощью различных транспортных средств. В свою очередь передвижения на транспортных средствах делятся на моторизованные (на автомобиле, автобусе, воздушном судне и т. д.) и немоторизованные (на велосипеде, самокате и т. д.). Каждый человек выбирает способ передвижения, руководствуясь своими требованиями, предпочтениями, возможностями. Выбор способа передвижения – многокритериальная задача. В качестве основных критериев выступают:

- время передвижения;
- стоимость передвижения;
- комфортабельность передвижения;
- безопасность передвижения;
- физическая нагрузка, связанная с передвижением.

Естественно, что у каждого человека складывается своя система приоритетов при выборе способа передвижения. Для кого-то главным критерием является время передвижения, для кого-то – стоимость. Для одного человека дополнительная физическая нагрузка, связанная с передвижением, является нежелательным (или даже недопустимым) фактором, для другого – приемлемым или желательным фактором.

С течением времени предпочтения людей при выборе способа передвижения могут меняться. У людей меняются виды деятельности, материальное положение, физическое состояние и т. д. Это же в полной мере относится и к общественным представлениям о том, как должна быть обеспечена мобильность населения.

Многие десятилетия человечество шло по пути развития моторизованных способов передвижения, причем упор делался на использование личных автомобилей. Это привело к тому, что в части городов мира маршрутный пассажирский транспорт вообще не использовался, и именно личный автомобиль рассматривался как наиболее удобное и эффективное средство обеспечения мобильности в городах.

Уже несколько десятилетий назад рост уровня автомобилизации, сопровождавшийся урбанизацией, привел к серьезному обострению

транспортных проблем в городах. В результате в большинстве крупных и крупнейших городов мира наблюдаются регулярные заторы, значительные затраты времени на передвижения населения, значительные энергозатраты на мобильность населения, высокий уровень отрицательного воздействия транспорта на окружающую среду, разрушение внешнего архитектурного облика городов объектами транспортной инфраструктуры, высокий уровень психофизиологического воздействия на участников дорожного движения.

Такое положение дел привело специалистов к пониманию недопустимости продолжения транспортной политики, основанной на приоритетности моторизованных передвижений. На основе этого понимания в конце прошлого века был предложен подход, направленный на обеспечение «устойчивой городской мобильности». Устойчивая городская мобильность рассматривается как составляющая устойчивого социально-экономического развития общества, инструмент сохранения окружающей среды и обеспечения здоровья граждан.

Бывший мэр Боготы Энрике Пеньялоса, известный идеолог нового урбанизма, утверждает: «Город является более цивилизованным не в том случае, когда он имеет автомагистрали, но тогда, когда ребенок на трехколесном велосипеде может легко и безопасно поехать почти куда угодно» [1].

В настоящем учебно-методическом пособии рассматриваются принципы устойчивой городской мобильности и примеры наиболее эффективных мероприятий, направленных на их обеспечение. Представлены также общие подходы разработки и этапы планов устойчивой городской мобильности (ПУГМ).

В разделе 1 рассматриваются основные тенденции, проблемы и современные направления обеспечения устойчивой городской мобильности. В разделе 2 представлены классификация и характеристика принципов устойчивой городской мобильности. В разделе 3 рассматривается содержание подготовительной работы, предшествующей разработке ПУГМ. В заключительном 4-м разделе рассматривается наиболее общий вариант содержания ПУГМ.

По мнению авторов, настоящее учебно-методическое пособие может представлять интерес для тех, кто не имеет достаточной теоретической подготовки в вопросах обеспечения устойчивой городской мобильности и практических навыков участия в разработке ПУГМ.



## 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

### 1.1. Тенденции городской мобильности в условиях ограниченности ресурсов

Сегодня в городах проживает более половины населения планеты. Ежегодно численность городского населения увеличивается на 70 млн. человек. И по оценкам специалистов к 2030 г. уровень урбанизации увеличится еще на 600 млн. человек. При этом в ближайшие 10 лет не ожидается увеличение численности сельского населения, а к 2050 г. прогнозируется его некоторое сокращение.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь на 01 января 2022 года численность населения Беларуси составила 9 255 524 человека. При этом более трех четвертей белорусов проживает в городах (78,1 %) и таким образом городское население составляет 7 232 095 человек. Всего в стране 115 городов и 85 поселков городского типа. Стоит отметить, что при этом численность жителей Минска составляет 1 996 553 человека (21,6 % всего населения и 27,6 % городского населения проживает в Минске)<sup>1</sup>.

Процесс урбанизации сопровождается увеличением мобильности городских жителей. И такая тенденция наблюдается в условиях ограниченных инвестиционных ресурсов на транспортную инфраструктуру, ограниченных энергоресурсов для функционирования транспортных систем.

Различные социальные группы имеют различные возможности по удовлетворению своих потребностей в передвижениях. В первую очередь материальные и технические проблемы по обеспечению мобильности испытывают малообеспеченные и маломобильные слои населения. И проблема неравенства в обеспечении мобильности жителей городов обостряется.

Во многих странах затраты на управление и содержание транспортной инфраструктуры значительно выросли. По объективным причинам невозможно (в том числе и в развитых странах) обеспечить темпы развития транспортной инфраструктуры, которые были бы адекватны темпам роста уровня автомобилизации.

Все вышеперечисленное требует новых подходов к обеспечению мобильности населения городов, построенных на принципах равен-

---

<sup>1</sup><https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/naselenie-i-migratsiya>

ства, доступности и устойчивости передвижений. Только формирование «устойчивых городов» сможет обеспечить приемлемый уровень качества жизни и здоровья жителей не только нынешних, но и будущих поколений.

В современных условиях передвижение в городах на личных автомобилях (в первую очередь с двигателями внутреннего сгорания) необходимо рассматривать как главное препятствие к обеспечению устойчивой мобильности и поступательного развития вообще. Города, ориентированные исключительно на автомобильные передвижения населения, будут в перспективе неудобными для жизни и неэффективными в своем развитии.

Важную роль в обеспечении устойчивой мобильности населения призвана сыграть цифровизация всех сфер человеческой деятельности. Именно цифровизация создает качественно новые условия для реализации новых моделей мобильности [1, 2].

## **1.2. Влияние транспорта на окружающую среду в городах**

Транспорт вообще и автомобильный транспорт в частности оказывают огромное отрицательное воздействие на окружающую среду. К наиболее значимым видам отрицательного воздействия транспорта на окружающую среду относятся:

- загрязнение атмосферы вредными веществами отработавших газов автомобилей, а также парниковыми газами;
- шум и вибрации;
- электромагнитные излучения;
- необходимость выделения земли для объектов транспортной инфраструктуры, что сокращает ее полезную площадь.

При существующих тенденциях удельный вес выбросов углекислого газа, приходящихся на транспорт, достигнет 40 % к 2030 г.

Результатами отрицательного воздействия транспорта на окружающую среду являются:

- рост смертности населения в результате заболеваемости;
- снижение физической активности и работоспособности граждан;
- снижение плодородия почвы и растений;
- смертность и травматизм в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП);
- климатические изменения.

Некоторые виды отрицательных воздействий транспорта могут быть достаточно точно оценены в стоимостных показателях (например, прямой материальный ущерб от ДТП). По некоторым видам такие оценки затруднительны (например, рост заболеваемости, климатические изменения). Но в любом случае понятно, что этот ущерб огромен. Только в ДТП в мире ежегодно погибает более 1,3 млн. человек. Ежегодный материальный ущерб от ДТП в мире оценивается в 500 млрд долларов [2, 3].

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь суммарный выброс загрязняющих веществ от стационарных и мобильных источников в 2021 году составил 1192,9 тыс. т, при этом основные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух Беларуси приходятся на мобильные источники выбросов (транспортные средства и самоходные машины, оснащенные двигателями, эксплуатация которых влечет за собой выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух) и составляют 61 %, или 728 тыс. т.<sup>1</sup> Автомобили с двигателями внутреннего сгорания существенно влияют на здоровье населения городов (в прил. А приведены справочные сведения о количестве транспортных средств, находящихся в собственности граждан и юридических лиц Республики Беларусь).

Экологические проблемы наиболее актуальны для городов, при этом доля «мобильных источников» (транспортных средств) в загрязнении воздуха в городах достигает 85 %. Именно в городах концентрируются люди и автомобили, перемещающиеся по сложным транспортным сетям.

Так, по информации Минского городского комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды на долю мобильных источников приходится более 85 % выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Минска<sup>2</sup>. Таким образом, именно мобильные источники вносят основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха Минска. Это подтверждается данными с автоматических станций с непрерывным режимом измерения состояния атмосферного воздуха: предельно

---

<sup>1</sup><https://www.belta.by/society/view/minprirody-vybrosy-zagraznjajuschih-veschestv-v-atmosferu-v-belarusi-suschestvenno-sokratilis-522464-2022/>

<sup>2</sup><https://minsknews.by/za-poslednie-3-goda-v-minske-na-6-sokratilsya-obem-vrednyh-vybrosov-v-vozduh-ot-mashin/>

допустимые концентрации оксидов азота и углерода наблюдаются с 7:00 до 9:00 и с 17:00 до 19:00, что связано с увеличением количества транспортных средств, принимающих участие в дорожном движении, в часы пик. При этом наибольшую нагрузку испытывает центральная часть и крупные транспортные «артерии» города<sup>1</sup>.

Таким образом, одна из задач ПУГМ – снизить остроту экологических проблем.

### **1.3. Современные направления обеспечения устойчивости транспортных систем**

Транспортные системы, основанные на преимущественном использовании автомобилей, потребляющих ископаемое топливо, используют огромное количество энергии, внося при этом значительный негативный вклад в увеличение объемов выбросов парниковых газов. Также велика в таких системах и составляющая социального ущерба, так как дорожно-транспортные происшествия, происходящие с участием автомобилей, затрагивают по большей части самых уязвимых участников дорожного движения (пешеходов, велосипедистов). Также стоит обратить внимания, что во многих городах люди страдают от проблем со здоровьем, вызванных отработавшими газами и шумом, транспортные заторы значительно потребляют время людей, что выражается в значительных потерях для экономики в целом. В настоящее время материальный ущерб от транспортных заторов в Европе оценивается суммой порядка 100 млрд евро.

Многие годы применялись различные инструменты для борьбы с заторами, которые были направлены на увеличение пропускной способности транспортной сети. Среди них – развитие транспортных сетей, применение элементов интеллектуальных транспортных систем (автоматизированных систем управления дорожным движением и др.), выравнивание состава транспортных потоков и др. Очевидно, что такой подход не позволил снизить остроту транспортных проблем в городах и надежно обеспечить удовлетворение растущего транспортного спроса. Это означает, что при таком подходе города не стали удобными для жизни, а люди в них не стали счастливыми.

---

<sup>1</sup><https://www.belta.by/regions/view/v-minske-vybros-zagrzaznjajuschih-veschestv-v-atmosferu-v-2021-godu-umenshilsja-na-12-tys-t-497538-2022>

Новый подход к транспортному планированию предполагает корректировку принципов развития городских транспортных систем. Цель нового подхода – обеспечение «устойчивой мобильности» населения городов, а не стабильного движения автомобилей. Реализация принципов устойчивых транспортных систем предполагает сегментирование транспортного спроса и стимулирование его переориентации на более эффективные, безопасные, экологически чистые виды транспорта, различные формы активной мобильности.

Создание устойчивых городских транспортных систем в современных условиях требует использования следующих принципов:

- широкое развитие маршрутного пассажирского транспорта;
- разработка и внедрение методов и способов передвижения, транспортно-технологических схем, превосходящих по своей эффективности, безопасности, доступности, удобству использования и комфортабельности личные автомобили;
- обеспечение равенства, безопасности, справедливости в удовлетворении транспортных потребностей для всех социальных групп населения;
- разработка и внедрение методов формирования транспортного спроса на устойчивые виды передвижений;
- обеспечение эффективного взаимодействия всех видов городского транспорта с приоритетом экологически чистых видов;
- популяризация и создание условий для активной мобильности населения: велопередвижений, пеших передвижений, с уместным использованием средств индивидуальной мобильности (СИМ);
- использование принципов межсекторального планирования для обеспечения баланса между удовлетворением транспортного спроса и выполнением требований в сфере здравоохранения, экологии, энергоэффективности;
- интеграция транспортного и территориального планирования;
- организация транспортного планирования на основе принципов прозрачности и участия всех заинтересованных сторон.

Перечисленные принципы не отрицают, а дополняют существующие [1, 2, 4].

## 2. ПРИНЦИПЫ УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ

### 2.1. Особенности планирования устойчивой городской мобильности

Планирование устойчивой городской мобильности имеет ряд особенностей по сравнению с традиционным транспортным планированием. Основное отличие заключается в том, что при разработке ПУГМ во главу угла ставится человек, его потребности, интересы, здоровье, качество жизни.

Основные отличия нового поколения транспортного планирования от традиционного представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Отличия планирования устойчивой мобильности от традиционного транспортного планирования

Традиционное транспортное планирование	Планирование устойчивой городской мобильности
1	2
Акцент на дорожное движение	Акцент на людей
Первоочередные цели: повышение пропускной способности транспортной сети, скоростей движения транспортных потоков	Первоочередные цели: устойчивое развитие, экономическая целесообразность, социальное равенство, здоровье людей
Акцент на отдельные виды транспорта	Сбалансированное развитие всех видов транспорта и переход к более «экологически чистым», устойчивым видам передвижений
Акцент на транспортную инфраструктуру	Акцент на комплексные мероприятия, направленные на достижение экономически оправданных решений
Ограниченная, периодическая оценка результатов планирования	Постоянный мониторинг и оценка результатов планирования
Разработка краткосрочных (до 3-х лет) и среднесрочных (5–10 лет) планов	Разработка краткосрочных и среднесрочных планов на основе долгосрочного видения и стратегии

1	2
Предмет деятельности специалистов по организации дорожного движения	Предмет деятельности междисциплинарных команд планирования
Планирование исключительно силами экспертов	Планирование силами экспертов на основе принципов прозрачности и участия всех заинтересованных сторон

Практика внедрения ПУГМ в последние 10 лет показала их высокую эффективность. С течением времени популярность нового подхода к транспортному планированию только растет. Во многих странах Европы разработка и внедрение ПУГМ являются обязательными для городов с населением более 100 тыс. человек. Но и в менее крупных городах этот подход нашел свое распространение. Что важно, значительная часть населения позитивно оценивает деятельность властей по обеспечению устойчивой городской мобильности [1, 4].

## **2.2. Основные принципы устойчивой городской мобильности**

Разработкой принципов устойчивой городской мобильности занималось достаточно много специалистов и организаций. При этом были предложены различные подходы к классификации данных принципов. Очевидно, что создание единой стройной классификации невозможно.

В данном учебно-методическом пособии за основу была взята классификация принципов устойчивой городской мобильности (рис. 2.1), разработанная Немецкой корпорацией международного сотрудничества Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ GmbH). В основу подхода к городской мобильности GIZ GmbH положен принцип «передвижение людей, а не автомобилей», а цель состоит в том, чтобы способствовать продвижению тех видов транспорта, которые являются экологически, социально и экономически устойчивыми. Эффективная транспортная система основана на создании рациональной политики для устойчивой городской мобильности, реализация которой создает надежную систему управления транспортным спросом, что обеспечивает удовлетворение повседневных потребностей в перемещениях по городу.

## 10 ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

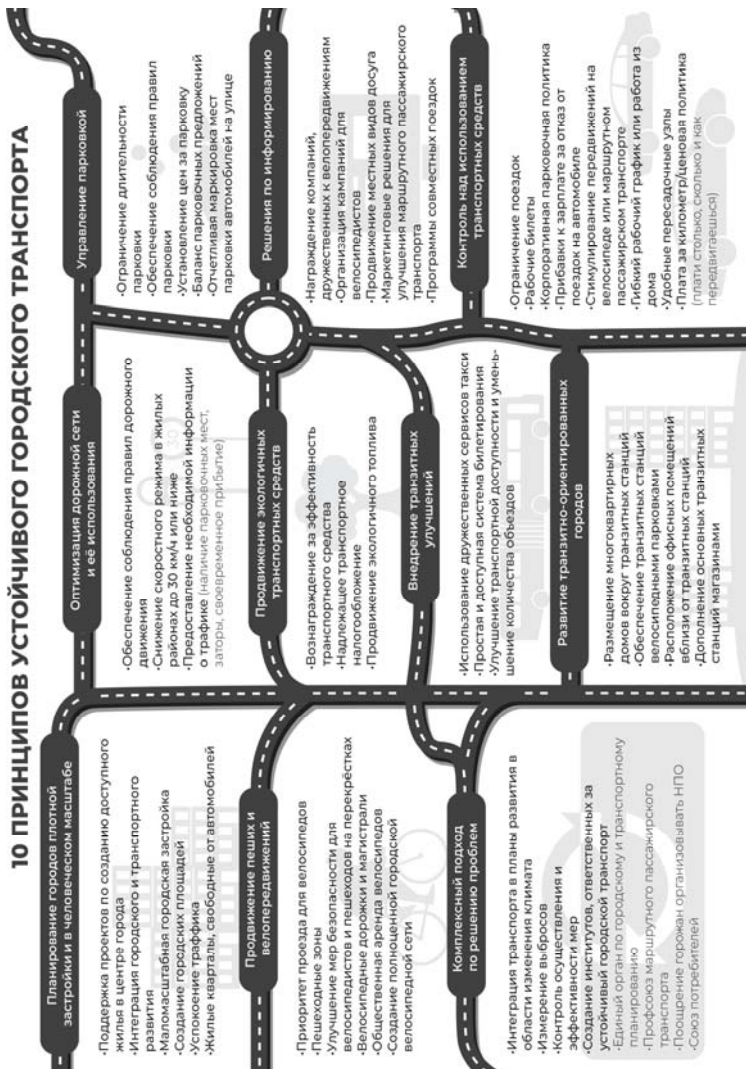


Рис. 2.1. Основные принципы устойчивой городской мобильности по классификации GIZ.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Схема составлена на основе <https://sutp.org/publications/10-principles-for-sustainable-urban-transport/>



Также при рассмотрении данных вопросов были использованы материалы «Руководства по устойчивой городской мобильности и территориальному планированию» ЕЭК ООН 2020 г. [1].

Далее будут рассмотрены основные принципы устойчивой городской мобильности и примеры некоторых эффективных решений. Стоит заметить, что данные принципы носят комплексный характер. В целом они сводятся к следующим направлениям: избегай лишней мобильности; заменяй мобильность цифровой активностью; сдвигай мобильность в экологичное поле; улучшай перемещения.

### ***2.2.1. Планирование городов с плотной застройкой, ориентированных на человека***

Реализация этого подхода предусматривает целый ряд мероприятий по интеграции городского и транспортного развития (рис. 2.2). Главная цель – сокращение расстояний (и соответственно времени) на передвижения, создание условий для «экологически чистых» передвижений.

Достижение этих целей возможно путем разработки и внедрения проектов создания доступного жилья в центре города.

Во всех районах города, в том числе и в центральном, от 20 до 50 % жилой площади необходимо отводить на доступное жилье. В каждом районе города целесообразно устраивать жилье разного ценового диапазона.

При проектировании или перепроектировании жилых районов необходимо стремиться к обеспечению высокой плотности населения – не менее 15 тыс. чел/км<sup>2</sup>. А этого можно добиться за счет высокой плотности застройки. При этом нужно стремиться к средней этажности застройки.

Многоцелевое развитие городских кварталов предусматривает смешанное землепользование, выделение в каждом районе не менее 40 % площади для коммерческого использования: различные объекты хозяйственного, культурно-бытового назначения. Это может обеспечить устройство городских площадей в различных районах.

Необходимо обеспечивать достаточный уровень развития транспортной сети. Плотность уличной сети должна быть не менее 18 км/1 км<sup>2</sup> площади района. При этом в жилых кварталах следует предусмотреть меры по успокоению дорожного движения. Как один из вариантов – устройство жилых кварталов, свободных от автомобилей.

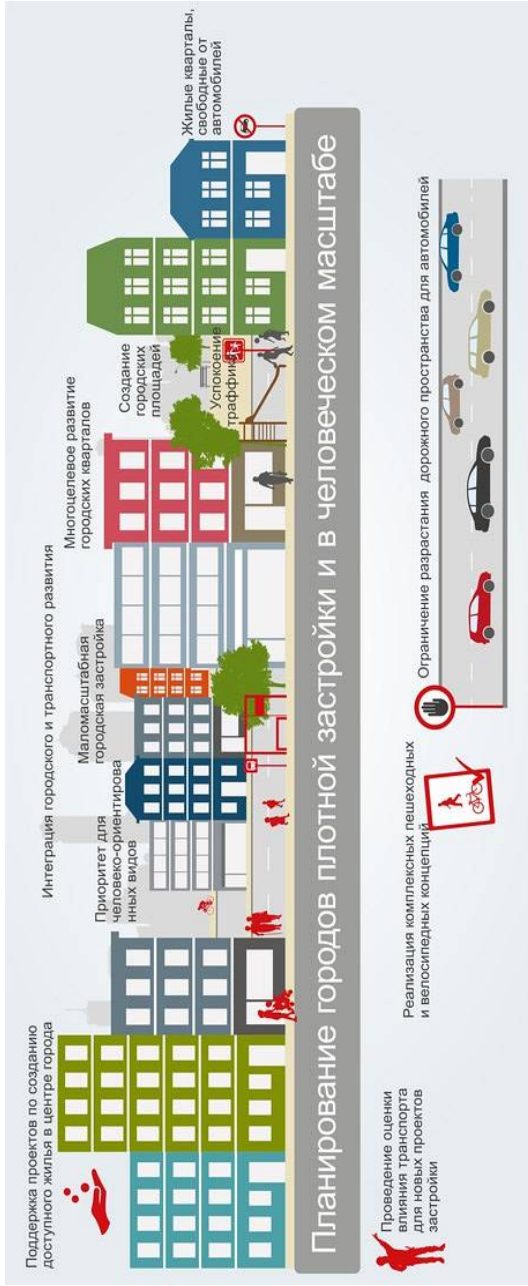


Рис. 2.2. Основные мероприятия по планированию городов с плотной застройкой, ориентированных на человека<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://sutp.org/publications/10-principles-for-sustainable-urban-transport>

Ограничение пространства для автомобилей должно гармонично сочетаться с созданием необходимой сети тротуаров, дорожек для пешеходов, пользователей СИМ, а также велосипедистов. При этом должны быть созданы такие условия, при которых движение пользователей СИМ и велосипедистов будет удобно и при этом не будет создавать опасность для пешеходов, то есть будет обеспечено их корректное взаимодействие [5, 6].

### ***2.2.2. Проектирование транзитно-ориентированных городов***

Цель транзитно-ориентированного проектирования городов – создание максимальных удобств для транзитных пассажиров, пешеходов. Это достигается за счет обеспечения легкого доступа людей к городскому пассажирскому транспорту (ГПТ), сокращения количества парковок для личных автомобилей.

Однако стоит отметить, что данный подход предполагает и одновременное развитие ГПТ, изменение традиционно сложившихся подходов к его организации и эксплуатации в пользу современных прогрессивных решений, способных привлечь к себе пассажиров качеством, надежностью и комфортом.

Транзитно-ориентированное проектирование городов (рис. 2.3) предполагает создание многофункциональных жилых и коммерческих зон.

Центральным элементом таких зон являются железнодорожные станции, станции метрополитена, крупные остановочные пункты ГПТ, терминалы и автовокзалы. Фактически эти многофункциональные зоны начинают выступать местами тяготения, одновременно являясь транспортно-пересадочными узлами. Вокруг центра такого крупного транспортно-пересадочного узла располагается плотная застройка в зоне пешеходной доступности (400–600 м), а по мере удаления от узла, плотность уменьшается. Застройка имеет различную функциональную направленность – от многоквартирных домов до офисных зданий [7].

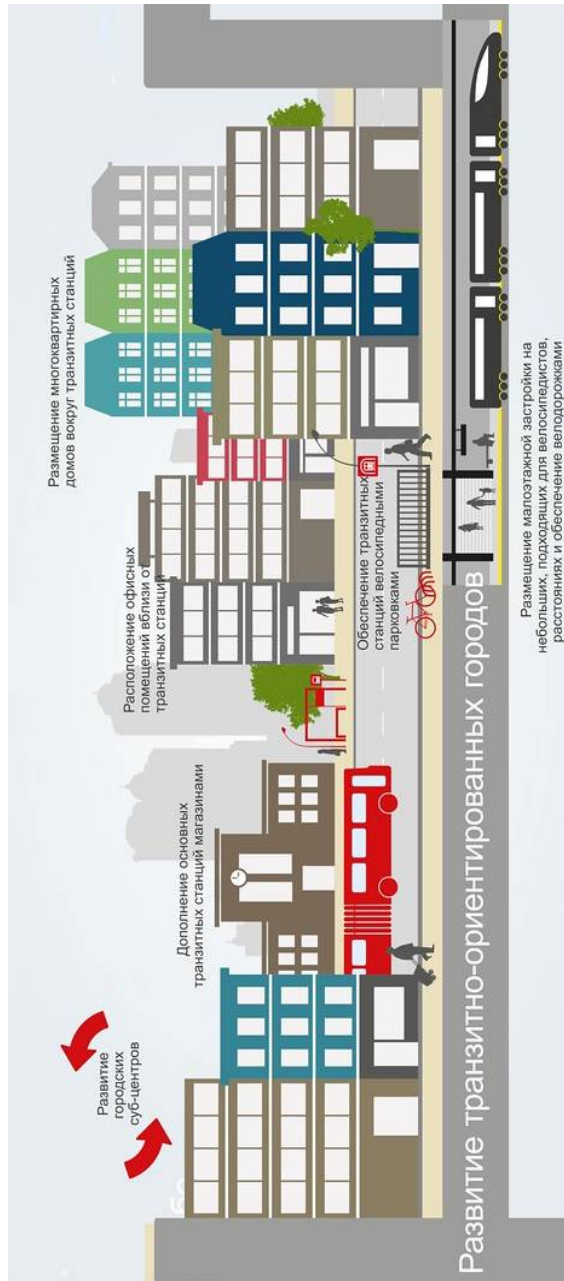


Рис. 2.3. Основные мероприятия по планированию транзитно-ориентированных городов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://sutp.org/publications/10-principles-for-sustainable-urban-transport/>

Целесообразным также является размещение в транспортно-пересадочных узлах не только торговых объектов, но и городских субцентров разного назначения (медицинских, информационных, мест оказания услуг, спортивных, развлекательных и т. д.). При этом качество оказываемых услуг в создаваемых объектах инфраструктуры не должно ограничивать их пользователей в качестве, быть недоступным в стоимости и т. д. Создание всей необходимой инфраструктуры на основе принципа доступности и единого стандарта качества создаст условия для удовлетворения многих потребностей жителей в пределах многофункциональных зон, что сокращает необходимость в передвижениях в другие районы города.

Многофункциональные зоны являются центрами образования и поглощения пассажиропотоков, концентрации рабочих мест, предоставления услуг.

В транспортно-пересадочных узлах также устраиваются велопарковки, удобные пешеходные переходы с минимальным временем передвижения между остановочными пунктами различных видов транспорта. При этом расписание ГПТ должно быть разработано таким образом, чтобы была обеспечена возможность выполнения удобных по времени ожидания пересадок, должна быть согласована работа не только отдельных маршрутов в рамках одного вида транспорта, но и работа маршрутов различных видов транспорта, при этом трассы маршрутов (и сами маршруты) должны быть удобны и понятны пассажирам. Для этого необходимо создание концепции организации ГПТ, удовлетворяющего принципам устойчивой мобильности.

Положительным примером реализации принципа транзитно-ориентированности является узел Wien Mitte (Landstraße) в г. Вене (Австрия), расположенный в центральной части города (в непосредственной близости к историческому центру и городскому парку Stadtpark).

Открытый после реконструкции в 2012 г. Wien Mitte сегодня является крупнейшим и одним из наиболее эффективных узлов маршрутного пассажирского транспорта в г. Вене, с пассажирооборотом более 100 000 человек в день (рис. 2.4).

С точки зрения маршрутного пассажирского транспорта Wien Mitte объединяет станции двух линий метро Wiener Linien, пяти железнодорожных линий электропоездов Schnellbahn ÖBB и железнодорожной линии CAT (City Airport Train, поезда которого соединяют центр Вены и аэропорт “Wien-Schwechat” со временем в пути

всего 16 мин.<sup>1</sup>), линию трамвая и ряд автобусных маршрутов. Главный вход с Landstraßer Hauptstraße ведет прямо в торговый центр и соединен эскалаторами и лифтами, обеспечивающими беспрепятственный переход между станциями ÖBB, CAT и Wiener Linien.

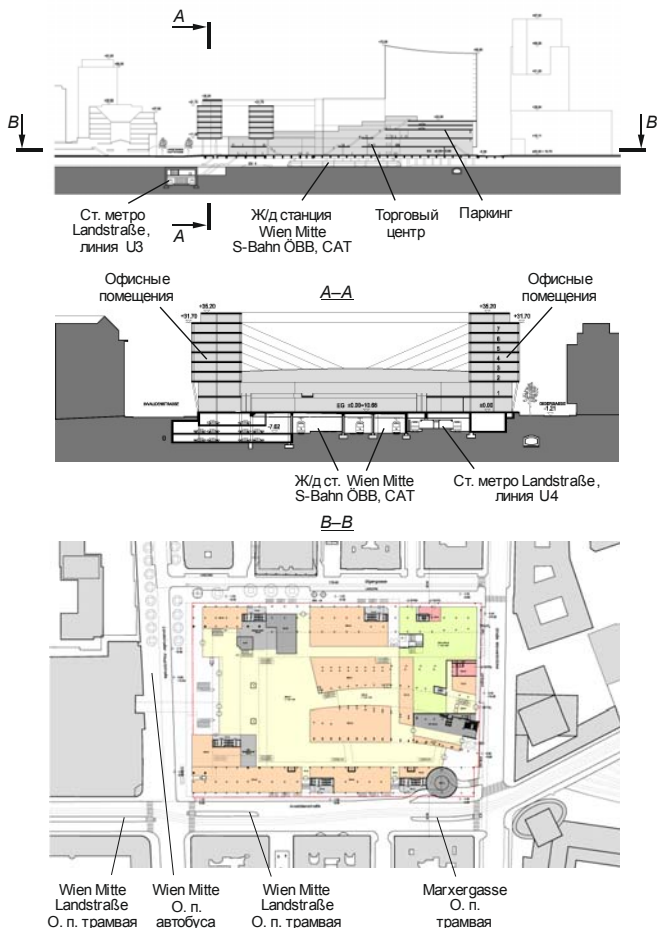


Рис. 2.4. Транзитно-ориентированный узел Wien Mitte (Landstraße) в г. Вене (Австрия)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Линия CAT работает ежедневно с 05:37 по 23:07 (из Вены) и с 06:08 по 23:38 (из аэропорта), поезда отправляются с конечных станций с постоянным интервалом 30 мин.

<sup>2</sup> <https://www.henkeschreieck.at/index.php/projects/mixed-use/wien-mitte>

Первые три этажа узла, расположенные над уровнем железнодорожных линий, используются как торговый центр, высотные части предназначены для размещения офисных помещений, а для автомобилей предусмотрен 3-этажный паркинг. Пример “Wien Mitte” не является единственным, данная практика широко используется в ряде городов, реализующих ПУГМ.

Таким образом, реализацией принципов проектирования транзитно-ориентированных городов минимизируется время передвижений, время пересадок, обеспечивается высокая доступность ГПТ и создаются условия для отказа от использования личных автомобилей [13].

### ***2.2.3. Оптимизация транспортной сети и ее использования***

Определенные резервы для обеспечения устойчивой городской мобильности имеются в упорядочении и оптимизации уличной сети и ее использовании (рис. 2.5). Здесь речь идет о выделении достаточного уличного пространства для движения маршрутных транспортных средств, велосипедистов и пешеходов. Особенно это актуально на крупных городских перекрестках, где затруднен разезд транспортных средств. Приоритет должен предоставляться устойчивым видам передвижений – на маршрутных транспортных средствах, пешком, на велосипеде или СИМ. Повысить эффективность использования существующей транспортной сети можно также за счет усиления контроля за соблюдением Правил дорожного движения, ограничения скоростного режима в жилых районах до 30 км/ч.

Важным фактором является информация о транспортной ситуации в различных фрагментах транспортной сети (об уровне загрузки движением участков сети, местах образования заторов, времени прибытия маршрутных транспортных средств к остановочным пунктам, наличии парковочных мест, рекомендации по выбору маршрутов движения и скоростного режима).

Обеспечение всех участников движения необходимой информацией об условиях движения в городе также может сократить перепробеги, позволить выбрать рациональную схему передвижений и вид транспорта, отказаться от «лишних» передвижений [15].

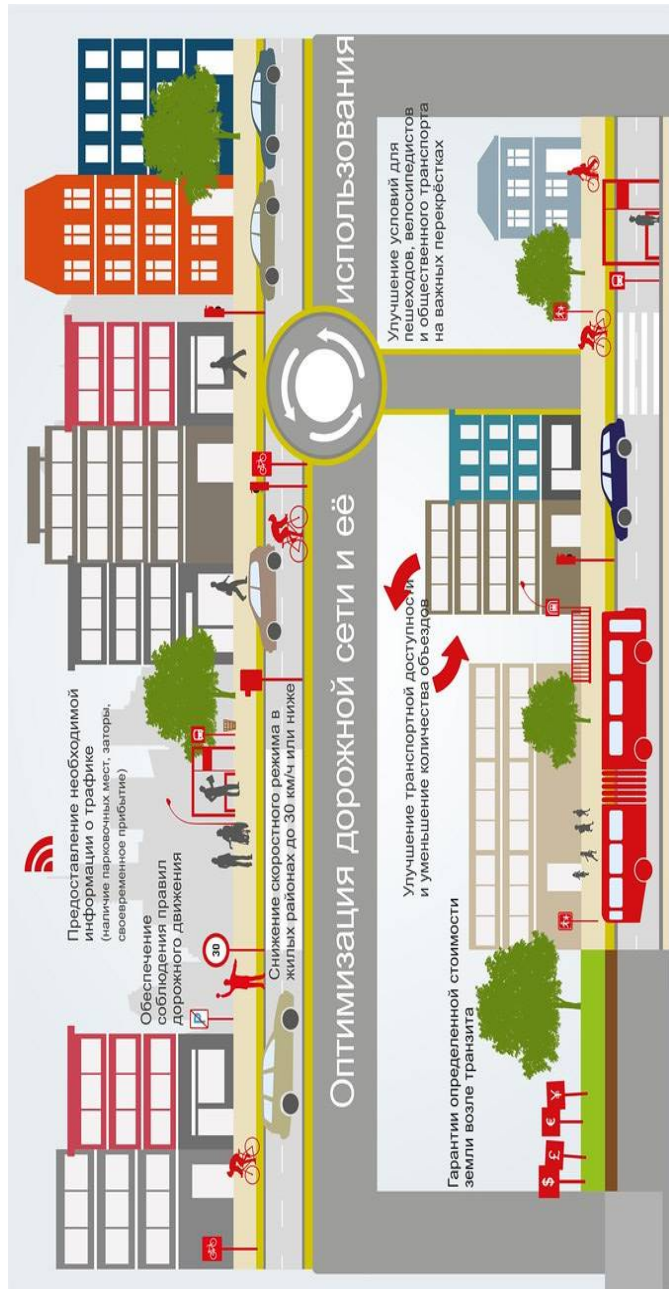


Рис. 2.5. Основные мероприятия по оптимизации дорожной сети и ее использования<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://sutp.org/publications/10-principles-for-sustainable-urban-transport/>



Положительным примером является применение интеллектуальных транспортных систем в г. Вене. На рис. 2.6–2.7 показан пример отображения информации об уличной сети города, условиях движения по ней и ее состоянии в режиме онлайн.

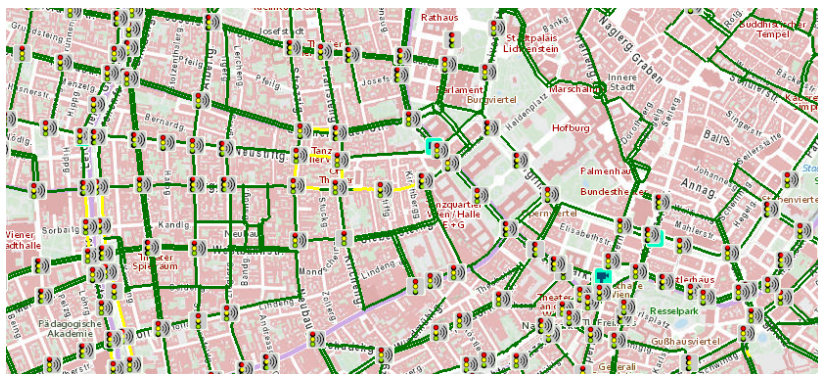


Рис. 2.6. Пример отображения информации о состоянии и режимах работы уличной сети в режиме реального времени<sup>1</sup>

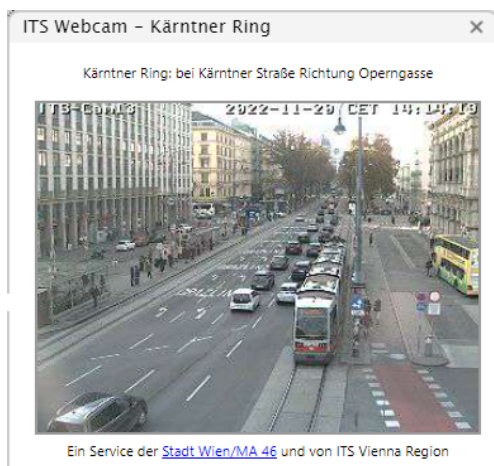


Рис. 2.7. Пример отображения видеoinформации с уличной сети г. Вены в режиме реального времени<sup>1</sup>

<sup>1</sup><https://www.wien.gv.at/stadtplan/grafik.aspx?lang=de-AT&bookmark=RRZoRZ5UP0UA-cstGdvGERpRpBghnrgPrkXs-b>

Реализация концепции оптимизации транспортной сети может быть построена на принципе применения модели разделения скоростных режимов «30/50». Реализация данной модели возможна в условиях различных городов и детальная проработка решения, конечно, зависит от применяемых принципов построения уличной сети, сложившихся градостроительных критериев и критериев, соответствующих потребностям участников дорожного движения. Однако в основу модели положено разделение уличной сети на магистральную с ограничением скорости 50 км/ч и вспомогательную – со скоростью 30 км/ч (рис. 2.8).

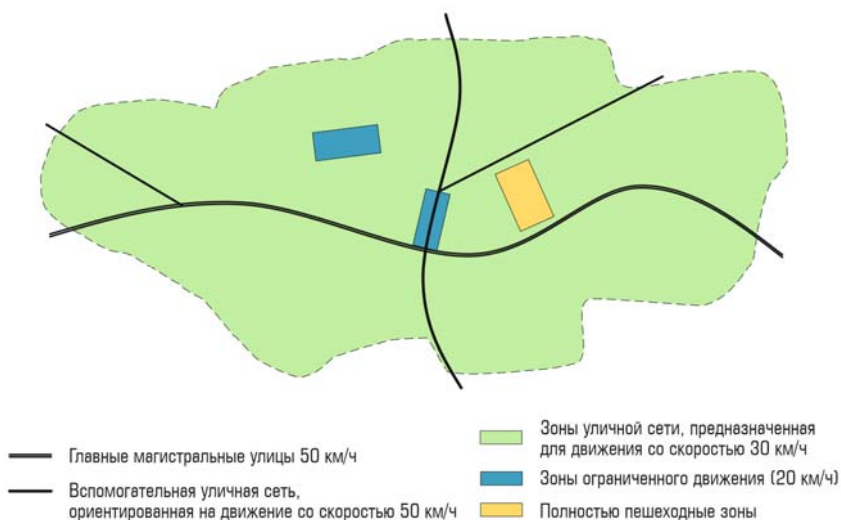


Рис. 2.8. Принципиальная схема модели «30/50»<sup>1</sup>

Интерес в рамках применения данной модели представляет реализация зон ограниченного движения, в которых пешеходы имеют преимущество перед транспортными средствами, при этом для транспортных средств устанавливаются правила въезда в данные зоны, а скорость движения ограничивается в 20 км/ч. Такие зоны подходят как для жилых зон, так и для вспомогательной уличной сети, и организовываются с целью повышения безопасности дорож-

<sup>1</sup>[https://www.walk-space.at/images/stories/pdf/bfu\\_Fachbrochure\\_Begegnungszonen.pdf](https://www.walk-space.at/images/stories/pdf/bfu_Fachbrochure_Begegnungszonen.pdf)

ного движения, а также улучшения качества пешеходного движения и условий проживания населения.

Зоны ограниченного движения могут быть расположены как на улицах вспомогательной уличной сети, ориентированной на жилые кварталы, так и на второстепенных улицах зоны уличной сети, предназначенной для движения со скоростью 30 км/ч.

Положительным примером успешной реализации концепции пешеходных улиц с организацией зон ограниченного движения в центре мегаполиса является Mariahilferstraße в г. Вене (рис. 2.9), реконструкция которой была начата с 2014 г., полностью концепция была реализована в 2015 г.



Рис. 2.9. Схема реализации пешеходной улицы с организацией зон ограниченного движения Mariahilferstraße<sup>1</sup>

Mariahilferstraße – одна из самых известных торговых улиц Вены, протяженностью 1,8 км, которая соединяет центральную часть города с вокзалом Westbahnhof.

Основная территория между Kirchengasse и Andreasgasse спроектирована как пешеходная зона (по утрам разрешено движение транспортных средств, осуществляющих доставку), а прилегающие территории – до Getreidemarkt и Kaiserstraße – обозначены как зоны ограниченного движения.

<sup>1</sup> Использована картоснова OpenStreetMap.

Зоны ограниченного движения в районе Andreasgasse до Kaiserstraße–Stumpergasse выполнены в одном уровне с пространством для движения пешеходов, ограниченное движение транспортных средств организовано односторонним, при этом движение на велосипеде разрешено в обоих направлениях. Мощение серого цвета визуально создает единое общественное пространство, побуждающее участников дорожного движения к взаимоуважению, благодаря чему пешеходы могут переходить дорогу везде, а также использовать ее при движении в продольном направлении, не мешая друг другу.

Пространство улицы, по которому допускается ограниченное движение транспортных средств, обустроено мелким мощением и окаймлено с двух сторон. Такая организация движения направлена на снижение интенсивности движения и включает в себя одностороннее движение (в сторону центра города, за исключением велосипедного движения) на участке от Kaiserstraße до Zieglergasse. На этом участке «территория для движения автомобилей» имеет ширину 6,5 метра. При этом, на данном участке действует запрет на остановку и стоянку на четной стороне улицы, а по нечетной – разрешается в установленных местах стоянка транспортного средства до 10 минут или остановка для выполнения разгрузочно-погрузочных работ. На участке от Zieglergasse до Andreasgasse была создана «территория для движения автомобилей» шириной 7,5 м с двухсторонним движением, которая необходима также для обеспечения доступности многоэтажных паркингов. Также были применены сопутствующие меры, такие как зоны со скоростью 30 км/ч (в том числе на Gumpendorferstraße, Burggasse и Neustiftgasse) и сокращение интенсивности движения за счет введения одностороннего движения. Между Getreidemarkt–Museumsplatz (Museumsquartier) и Rahlstiege организована зона ограниченного движения с двухсторонним движением, по нечетной стороне улицы предусмотрены места для кратковременной стоянки транспортных средств. Участок от Rahlstiege до Kirchengasse имеет уклон величиной до 3 % и представляет собой участок с односторонним движением с «территорией для движения автомобилей» шириной 6,5 м. В установленных местах на четной стороне улицы предусмотрены места для кратковременной стоянки (до 10 мин.).

На участке улицы между Capistrangasse и Kirchengasse организовано движение автобусов маршрута № 13А (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Автобус Mercedes Citaro на Mariahilferstraße<sup>1</sup>

В результате реконструкции у пешеходов появилось больше места для спокойных прогулок, отдыха и пеших перемещений. С учетом того, что движение транспортных средств ограничено, а максимальная скорость установлена в 20 км/ч, такое решение упрощает переход улицы и повышает безопасность дорожного движения.

С 2015 года Mariahilferstraße является одной из крупнейших зон ограничения движения транспортных средств в г. Вене и такая трансформация улицы по праву стала одним из самых успешных преобразований общественного пространства. По экспертным оценкам<sup>2</sup> интенсивность пешеходного движения на Mariahilferstraße составляет 25 000–70 000 пеш./день, автомобильного – 2300 ед./день, велосипедного – 3800 ед./день.

Оптимизация транспортной сети и ее использование предполагает также улучшение доступности крупных объектов транспортного тяготения, что обеспечивает снижение суммарной длины всех передвижений по сети [14].

---

<sup>1</sup> Использовано фото С. Семченкова.

<sup>2</sup> По данным walk-space.at.

#### *2.2.4. Стимулирование пеших и велопередвижений*

Физическая активность людей сегодня рассматривается как один из элементов здорового образа жизни. Поэтому физическую активность необходимо стимулировать во всех сферах, в том числе и в сфере транспорта. К способам активных передвижений относятся передвижения пешком, на велосипедах, скейтах, скутерах, роликовых коньках. Передвижения на маршрутных транспортных средствах также в определенной степени можно считать активными, так как они тоже связаны с пешими передвижениями (или на велосипедах) до остановочных пунктов ГПТ перед совершением поездки и от них – после поездки.

Еще одним преимуществом активной мобильности является отсутствие потребления топливных ресурсов и, соответственно, загрязнения окружающей среды. Кроме того, активная мобильность обеспечивает снижение загрузки движением транспортной сети. Основные мероприятия по популяризации пеших и велопередвижений представлены на рис. 2.11.

Что касается велопередвижений, этот вид активной мобильности требует, в первую очередь, создания развитой сети велосипедных дорожек, охватывающей весь город. Такие велодорожки могут устраиваться как на проезжей части улиц, так и за ее пределами. При этом необходимо создавать приоритетные условия проезда велосипедистов. Также необходимы дополнительные меры безопасности, особенно на перекрестках.

При этом необходимо грамотно проводить и профилактическую работу с велосипедистами, направленную на обеспечение безопасности движения. Пропаганда здорового образа жизни при использовании велосипедов не должна необоснованно возвышать велосипедистов над другими участниками движения и тем самым создавать почву для возникновения конфликтных ситуаций, исход которых может угрожать здоровью и жизни других участников движения, как малозащищенных, так и передвигающихся на других транспортных средствах. Развитие велодвижения всегда должно строиться на принципе взаимного уважения участниками дорожного движения друг друга и способствовать повышению безопасности дорожного движения, а не созданию новых рисков и угроз.



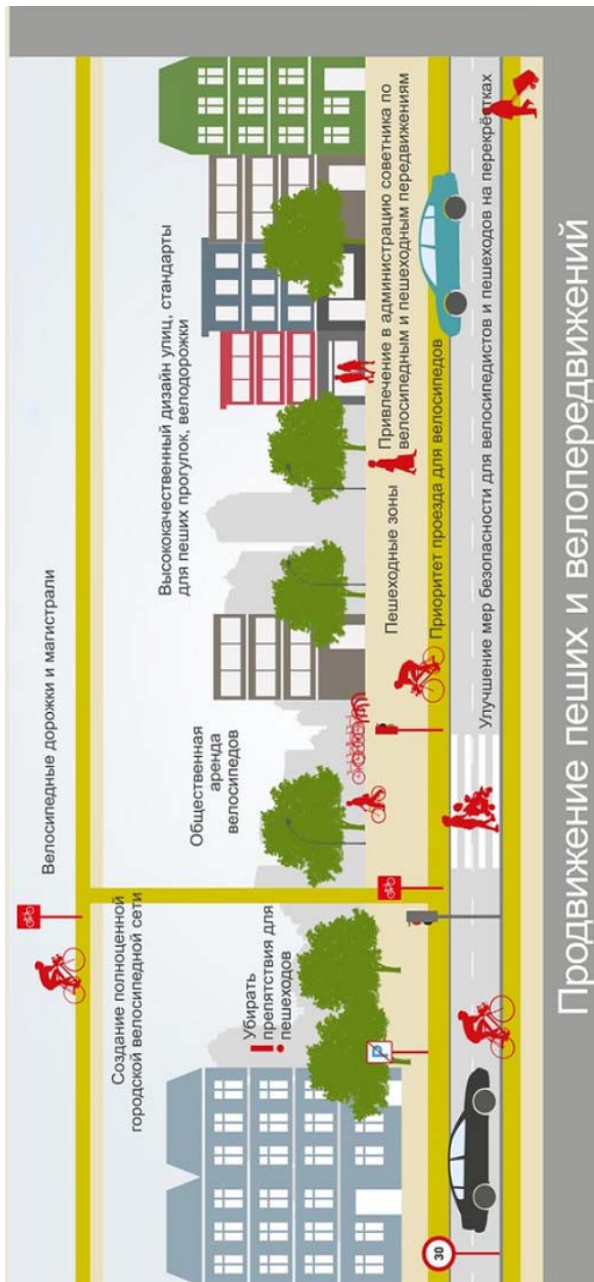


Рис. 2.11. Основные мероприятия по продвижению пешеходов и велосипедистов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://suipt.org/publications/10-principles-for-sustainable-urban-transport>

Повышению привлекательности велодвижения способствует предоставление определенных «преимуществ», а также дополнительных возможностей лицам, управляющим велосипедами. Так, вступившие с 01.10.2022 г. поправки в Закон о дорожном движении Австрии, позволили на определенных перекрестках, обозначенных соответствующей информационной табличкой (рис. 2.12), велосипедистам поворачивать направо при красном запрещающем сигнале светофора, выполнив обязательную остановку, при условии соблюдения мер, направленных на обеспечение безопасности дорожного движения, а также разрешают движение в направлениях, запрещенных для других транспортных средств. Такие знаки могут быть размещены в первую очередь там, где велосипедист поворачивает с улицы, двигаясь по велодорожке, на улицу, на которой также предусмотрена велодорожка.



Рис. 2.12. Пример дорожного знака, разрешающего велосипедистам выполнение правого поворота<sup>1</sup>

Описанное предоставление «преимуществ» направлено на сокращение времени поездки, совершаемой велосипедистами.

<sup>1</sup><https://www.vienna.at/rot-abbiege-ampeln-hier-duerfen-radfahrer-in-wien-ab-samstag-bei-rot-fahren/7665631>



Большое значение имеет привитие культуры использования велосипедов и СИМ. Заслуживает внимания работа, проводимая в данном направлении агентством мобильности Вены. На рис. 2.13 приведены примеры информационных материалов, направленных на развитие культуры велосипедистов в части соблюдения правил остановки и стоянки. Создание образа положительного велосипедиста, обусловленного корректным поведением, соблюдением всех установленных правил, также способствует развитию велодвижения и принятию обществом велодвижения как способа обеспечения устойчивой мобильности.

Создание пунктов аренды велосипедов, велопарковок, станций по ремонту и обслуживанию велосипедов, зарядных станций для электровелосипедов, мобильных приложений и информационных терминалов для проката велосипедов является эффективным средством развития активной мобильности.

Важным условием развития активных передвижений (особенно в крупных и крупнейших городах) является их интеграция с передвижениями на маршрутных транспортных средствах. В этом направлении перспективным является использование в «активной части» не только велосипедов, но и СИМ.

Это обеспечивает устройство «перехватывающих» велопарковок, пунктов проката велосипедов и СИМ в транспортно-пересадочных узлах, вблизи крупных остановочных пунктов ГПТ, станций метрополитена, железной дороги и других пассажирообразующих узлов маршрутной сети. С развитием велошерингов, шерингов электросамокатов с использованием цифровых технологий аренды и т. п., при которых любая точка может стать «пунктом проката», важным является обеспечение наличия велосипедов и СИМ в местах, где имеется спрос на данные средства передвижения.

Важным вопросом является реализация грамотной политики организации перевозки велосипедов и СИМ в самих маршрутных транспортных средствах. Положительный пример в данном вопросе показывает г. Вена, где разработана концепция, реализация которой позволила организовать единообразный подход к перевозке велосипедов в маршрутных транспортных средствах (перевозка велосипедов с соблюдением правил по их размещению из соображений комфорта и безопасности разрешена в поездах метро по рабочим дням с 09:00 до 15:00 и после 18:30, а также в выходные и праздничные дни – круглосуточно).

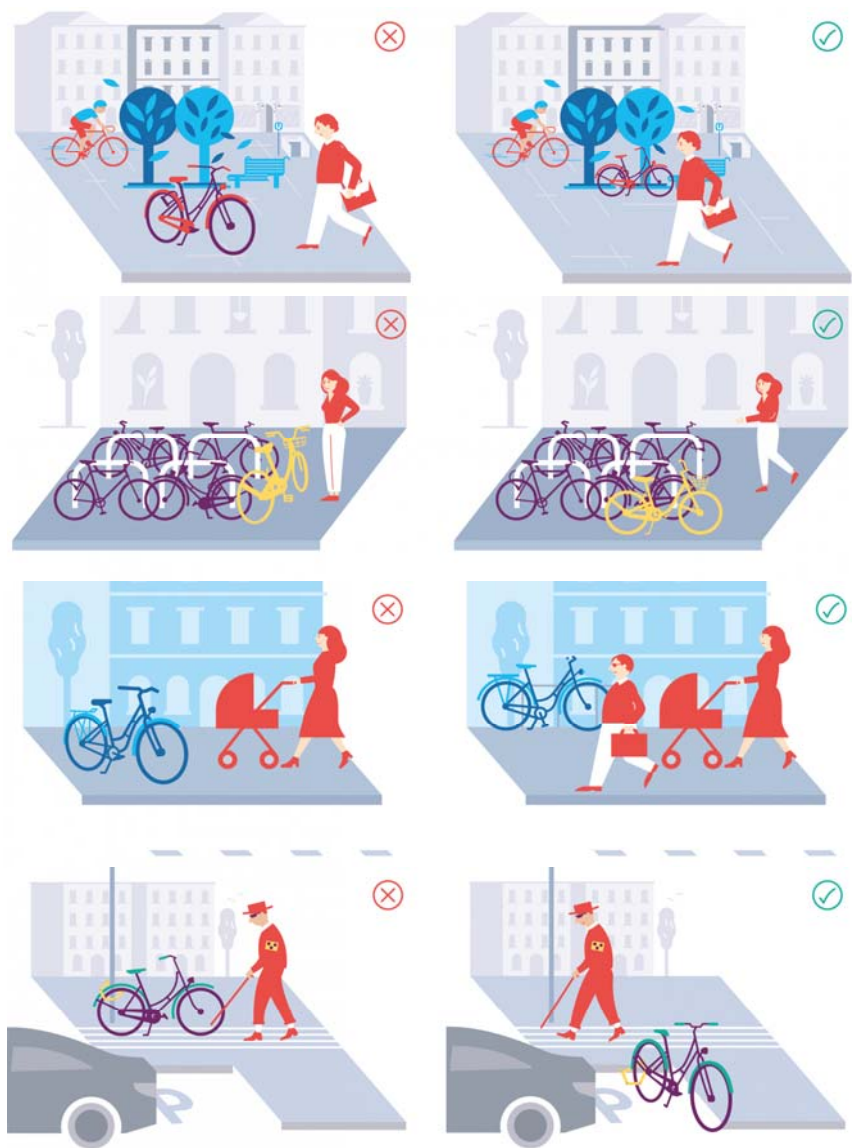


Рис. 2.13. Правила остановки и стоянки для велосипедистов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://www.fahrradwien.at/tipps-und-regeln/radgaragen/>

Как показала практика, все усилия по развитию пешеходных передвижений дают хороший эффект. Но для эффективного развития пешеходного движения также должны быть обеспечены необходимые для него условия, в первую очередь, – устранение всевозможных препятствий для пешеходного движения, к которым относятся:

- низкая пропускная способность отдельных участков пешеходной инфраструктуры;
- отсутствие системы маршрутного ориентирования для пешеходов;
- отсутствие хорошего освещения улиц и особенно пешеходных переходов;
- недостаточная безопасность и большая продолжительность пересечения проезжей части улиц в зоне перекрестков;
- низкая привлекательность дизайна улиц, пешеходного пространства.

Для снижения негативного влияния перечисленных факторов применяют:

- устройство пешеходных зон, свободных от автомобилей;
- устройство регулируемых пешеходных переходов;
- устройство островков безопасности на пешеходных переходах;
- дополнительное освещение пешеходных дорожек и пешеходных переходов;
- устройство «приподнятых» пешеходных переходов, искусственных неровностей в зоне пешеходных переходов для принудительного снижения скорости автомобилей.

Для стимулирования пешеходных передвижений во многих странах активно применяется практика создания «пеших школьных автобусов». Такой «автобус» представляет собой пешее передвижение групп детей в школу в сопровождении взрослых по заранее составленному расписанию с «остановками» по пути следования. Аналогичным образом организовывается движение школьников из школы домой.

Также во многих городах получила широкое распространение практика установки указателей времени (расстояния) пешего передвижения до различных объектов транспортного тяготения. Приемлемое расстояние пешего перемещения довольно индивидуально для каждого человека, но, в целом, его увеличению можно способствовать с помощью привлекательно оформленной информации о предполагаемом пункте назначения или о самом маршруте. Таким образом, системы указателей позволяют пешеходам легко оцени-

вать время передвижения до различных объектов. При должном подходе система маршрутного пешеходного ориентирования и все может быть использована как система управления пешеходами (пешеходным движением).

В основу системы маршрутного пешеходного ориентирования должны быть положены следующие основные принципы:

- обеспечение ориентации пешеходов в пространстве;
- обеспечение ориентации пешеходов во времени;
- направление пешеходов по наиболее привлекательным для них маршрутам;
- помощь пешеходу с определением пункта назначения.

Стоит отметить, что система маршрутного пешеходного ориентирования не должна ставить своей целью указание времени движения исключительно к магазинам и другим коммерческим объектам. В первую очередь необходимо, чтобы эта система была направлена на правильное ориентирование пешехода в городском пространстве. Однако на определенных указателях (не на всех) допускается использовать в качестве мест назначения указания к каким-либо коммерческим объектам, однако они не должны быть перегружены названиями, логотипами, фирменными знаками и т. п.

При разработке системы маршрутного пешеходного ориентирования определяют опорные точки (места тяготения, важные пункты назначения) и выстраивают остальные указатели относительно этих опорных точек, указывая на каждом из них расстояние и приблизительное время пешего движения до пунктов назначения (пример для г. Байройта показан на рис. 2.14).

В маршрутном ориентировании широко используются аналоговые указатели, однако сейчас стали доступны и новые технологии, такие как цифровые информационные столбы и (или) приложения для смартфонов с функциями маршрутизации. К ним относятся также и цифровые дисплеи, мобильные устройства, технологии определения местоположения, контекстно-зависимая информация и даже дополненная реальность.

Также интерес представляют карты пеших передвижений, которые показывают, сколько минут потребуется для преодоления расстояния между важными объектами, например, станциями метро (рис. 2.15) при движении пешком.

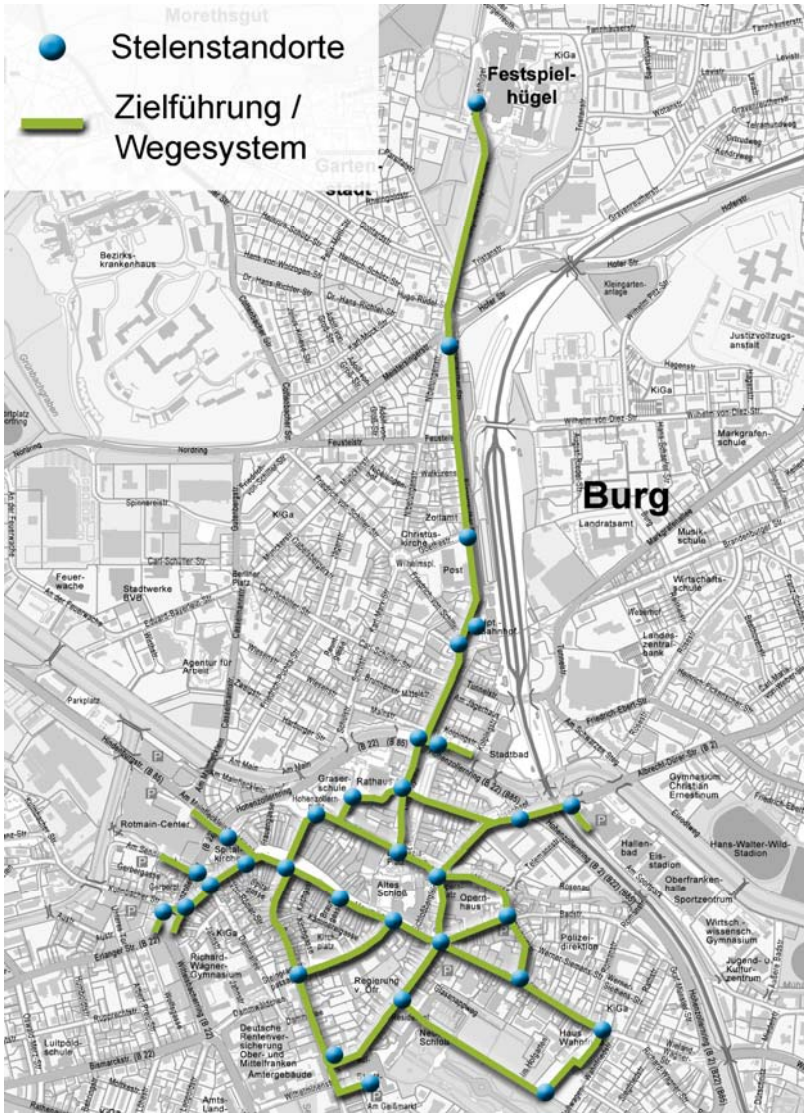


Рис. 2.14. Пример построения системы маршрутного пешеходного ориентирования в г. Байройте<sup>1</sup>

<sup>1</sup><https://www.bayreuth.de/rathaus-buergerservice/planen-bauen/verkehrsplanungen/fussgaengerleitsystem/stellenstandorte-wegefuehrung/>

# Geh-Minuten zwischen U-Bahn-Stationen

1' ... 1 Minute



Рис. 2.15. Схема линий метро с указанием времени пешеходного перемещения между станциями метро в г. Вене<sup>1</sup>

Особое значение имеет предоставление такой информации пассажирам при подготовке схем временной организации движения и перевозок, например, при выполнении ремонтных работ на линии метрополитена в г. Париже (рис. 2.16).

Бесспорно, специальная система маршрутного пешеходного ориентирования используется для повышения информированности и комфорта пешеходов и таким образом стимулирует пешеходное движение.

<sup>1</sup><https://www.wienzuffuss.at/wp-content/uploads/sites/3/2020/04/U-Bahn-GehminutenkarteStand-2020.pdf>



Рис. 2.16. Схема для пассажиров участка линии метро в г. Париже с указанием возможных альтернативных маршрутов с использованием ГПТ, а также времени пешей и велосодоступности временно закрытых станций<sup>1</sup>

### 2.2.5. Контроль использования транспортных средств

Данный принцип предполагает принятие и реализацию различных организационных мероприятий, направленных на ограничение и сокращение объемов передвижений, смещение передвижений в сторону устойчивых, экологически чистых видов транспорта. Такие мероприятия планируются и внедряются на уровне органов местной исполнительной власти, руководителей предприятий различных форм собственности. В большинстве случаев эти мероприятия носят стимулирующий характер, иногда – ограничительный. Наиболее распространенные мероприятия по контролю над использованием транспортных средств представлены на рис. 2.17.

На уровне руководителей предприятий, учреждений, организаций заинтересовать работников отказаться от использования личных автомобилей можно путем назначения надбавок к зарплате. Аналогичным образом возможно стимулировать передвижения на велосипедах и с использованием ГПТ. Также применяется практика частичной или полной компенсации стоимости проезда работникам (покупка проездных билетов).

<sup>1</sup> <https://ratp.fr>



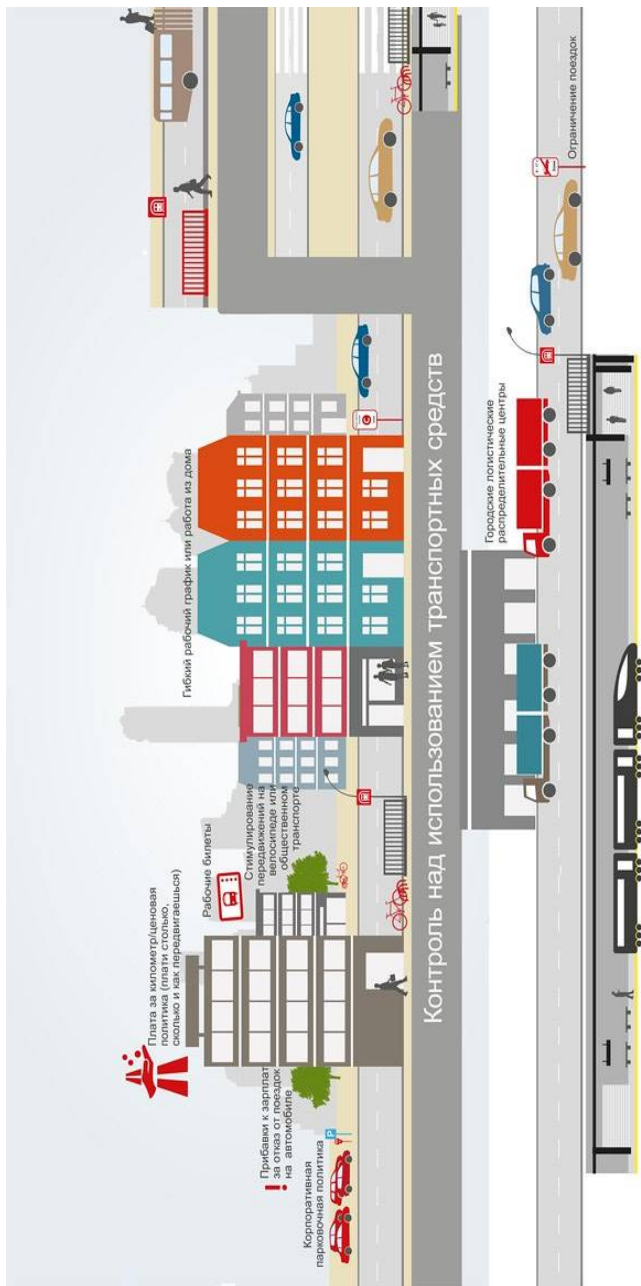


Рис. 2.17. Основные мероприятия по контролю использования транспортных средств<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://sutp.org/publications/10-principles-for-sustainable-urban-transport>



Снизить загрузку городской парковочной сети позволяет корпоративная парковочная политика. Такая политика предусматривает обустройство и выделение работникам мест для парковки транспортных средств на территориях предприятий. При этом упор целесообразно делать на места для парковки экологически чистых видов транспорта: электромобилей, велосипедов, самокатов, скутеров и т. д.

Сократить объемы трудовых передвижений и, соответственно, использование транспортных средств могут также гибкие графики работы предприятий, организация работы в домашних условиях. При использовании гибких графиков работы работники сами определяют время и продолжительность работы. При этом, конечно, не должно нарушаться трудовое законодательство в вопросах режима труда и отдыха работников.

*На уровне органов местной исполнительной власти* возможна разработка и внедрение рациональных распределенных графиков времени начала работы крупных предприятий, организаций, учебных заведений. Такие графики не сокращают объемы трудовых передвижений, но позволяют «растянуть» во времени утренний период «пик», когда наблюдается максимальная нагрузка на транспортную систему.

*Центральная и местная власть* могут влиять на тарифную политику в сфере перевозок. Необходимо реализовать такой принцип тарифообразования, когда клиент платит за расстояние, а не за поездку. Такие тарифы стимулируют более рациональное использование транспортных средств.

В городах, где транспортные сети перегружены движением, нередко применяются административные ограничения на использование транспортных средств. Существует практика запрета на въезд в определенные районы города (обычно в центральную часть) всех транспортных средств или транспортных средств с низкими экологическими характеристиками.

В некоторых городах вводятся ограничения на использование автомобилей во времени. Например, по четным дням разрешено использование автомобилей, чей регистрационный знак заканчивается на четную цифру. По нечетным – наоборот. Таким образом стимулируется совместное использование автомобилей.

Размещение логистических распределительных центров на городской территории приближает их к объектам розничной торгов-

ли. Это в свою очередь сокращает использование транспортных средств и объемы грузовых перевозок по городу.

Другой путь, предусматривающий не столько ограничительные меры, сколько привлекательные тарифные предложения для пассажиров ГПТ. Так тарифная политика, создающая выгодные условия, вместе с развитой сетью ГПТ и высоким уровнем обслуживания пассажиров на ней, способствуют отказу от личных автомобилей в пользу использования ГПТ.

Гибкая тарифная система реализована в г. Вене. В соответствии с ней стоимость билета<sup>1</sup> на одну поездку составляет 2,40 € (для детей 1,20 €), 24-часовой билет стоимостью 8,00 €, 48-часовой билет стоимостью 14,10 €, 72-часовой билет стоимостью 17,10 €, недельный билет стоимостью 17,10 €, билет на 8 дней (которые могут быть использованы не последовательно), стоимостью 40,80 €, билет на один месяц стоимостью 51,00 €. А наибольший интерес представляет годовой билет стоимостью 365,00 € (235,00 € для пассажиров в возрасте от 65 лет), стоимость которого начиная с 2012 г. была построена по понятному каждому пассажиру принципу «365 дней в году по 1 € в день». Данное предложение, отличающееся большой скидкой, позволяет по данному билету в течение 365-й дней в году неограниченно пользоваться МПТ в г. Вене, а также получить ряд преимуществ в организациях-партнерах Wiener Linien.

Стоит отметить, что в структуре продаж годовые билеты по итогам 2019-го года составили 48 %, билеты на месяц – 9 %, билеты на неделю – 4 %, билеты на одну поездку – 11 %, 24/48/72-часовые билеты – 8 %, другие виды билетов – 20 %.

Начиная с 2012-го года в 2019-м году Wiener Linien был достигнут лучший результат по количеству проданных годовых билетов. Динамика роста продаж годовых билетов показана на рис. 2.18, на рис. 2.19 – число перевезенных пассажиров в г. Вене.

На рис. 2.20 показана динамика числа владельцев легковых автомобилей в г. Вене в сравнении с динамикой роста продаж годовых билетов. Из рисунка видно, что число владельцев годовых билетов начиная с 2015 г. превысило число владельцев легковых автомобилей.

---

<sup>1</sup> Билет позволяет использовать для поездки транспортное средство любого вида маршрутного пассажирского транспорта (в т. ч. железных дорог ÖBB), маршрут которого проходит в черте г. Вены.

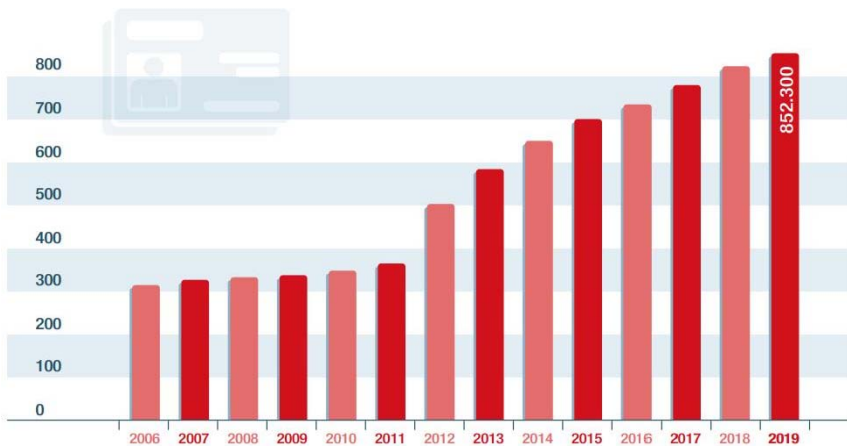


Рис. 2.18. Динамика роста продаж годовых билетов<sup>1</sup>



Рис. 2.19. Число перевезенных пассажиров (млн. пасс)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Данные Wiener Linien

<sup>2</sup> Данные Wiener Linien



Рис. 2.20. Сдерживание роста автомобилизации благодаря применению гибкой тарифной политики<sup>1</sup>

Во-первых, система ГПТ г. Вены позволяет каждому без проблем добраться из любой точки г. Вены в любую другую без использования автомобиля. Во-вторых, у 96 % жителей г. Вены остановочный пункт ГПТ находится в шаговой доступности (в пределах 500 м), что является показателем развитой маршрутной сети. В-третьих, расписание движения составлено таким образом, что обеспечивается высокая частота движения маршрутных транспортных средств (МТС), интервалы движения довольно «плотные». В-четвертых, низкая цена годового билета Wiener Linien с 2012 г. сделала его очень привлекательным [16].

Таким образом, данный шаг послужил примером того, когда сочетание цены и предложения в совокупности с высоким качеством и надежностью было очень хорошо воспринято жителями города и принесло значимые результаты в вопросе обеспечения устойчивой мобильности с использованием ГПТ.

На рис. 2.21 приведены данные, показывающие рост доли ГПТ в передвижениях пассажиров по г. Вене.

<sup>1</sup> Данные Wiener Linien



Рис. 2.21. Доля ГПТ в передвижениях по г. Вене<sup>1</sup>

Приведенные данные ярко свидетельствуют о том, что гибкая тарифная политика, которую по праву можно назвать «Венский путь», в совокупности с очень высокой плотностью маршрутной сети и высокой интенсивностью движения МТС в результате приводят к малому и конкурентоспособному времени поездки пассажиров по сравнению с личными автомобилями. Множество различных удобных пересадок без длительного ожидания способствует сдерживанию автомобилизации и тем самым позволяет управлять использованием личных транспортных средств жителями города.

Несмотря на то, что ситуация несколько изменилась в 2020–2021 гг. в связи с пандемией COVID-19, после некоторого падения в 2020 г. объем продаж годовых билетов был восстановлен и превысил допандемийный уровень (в 2021 г. было продано 859 000 годовых билетов), восстанавливается и доля поездок, выполненных с использованием ГПТ. В то же время объективные данные показывают, что доля поездок, совершенных с использованием ГПТ уменьшилась по сравнению с 2019 г. с 38 % до 30 % в пользу развития пеших и велопередвижений.

Резюмируя сказанное, следует обратить внимание на диаграмму (рис. 2.22), из которой видно изменение предпочтений жителей г. Вены на пути формирования устойчивой мобильности. Создавая

<sup>1</sup> Данные Wiener Linien

надежную систему маршрутного пассажирского транспорта, предоставляя качественный сервис с выгодными тарифными предложениями в совокупности с развитой инфраструктурой, города получают хороший инструмент управления использованием транспортных средств.

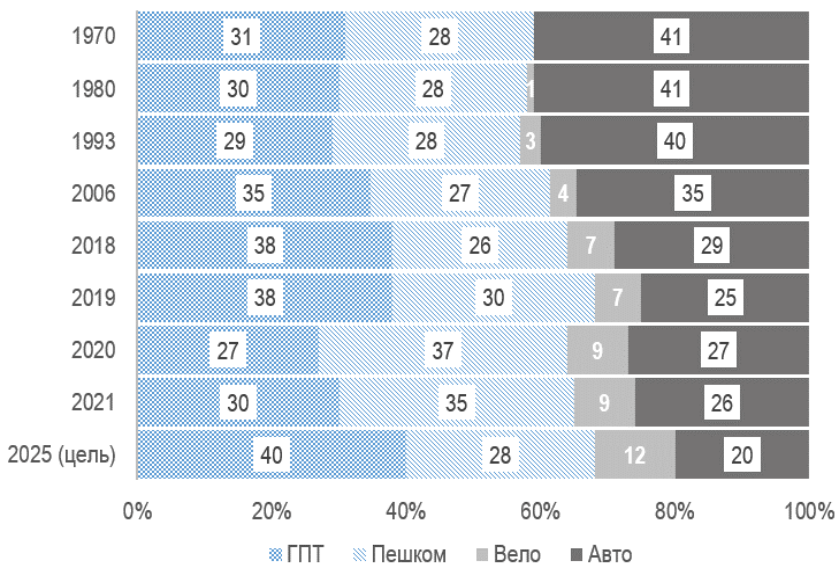


Рис. 2.22. Соотношение способов передвижений по г. Вене за период 1970–2021 гг.<sup>1</sup>

### 2.2.6. Внедрение транзитных улучшений

Личные автомобили во многих случаях создают возможность передвижений «от двери до двери» при высокой комфортабельности и скорости поездок. Переключение передвижений городских жителей на устойчивые экологически чистые виды требует внедрения целого ряда мероприятий, обеспечивающих, как минимум, сопоставимую эффективность, безопасность и комфортабельность по сравнению с передвижениями на личных автомобилях.

Одна из проблем развития устойчивых видов передвижений – это проблема транзита (под транзитом в данном случае понимается

<sup>1</sup> Диаграмма построена по данным статистики Wiener Linien

переход, пересадка пассажира) отдельных пунктов маршрута движения. Поездки с использованием ГПТ, как правило, состоят из нескольких передвижений:

- пешком (или на велосипеде, или СИМ);
- на МТС;
- вновь пешком (или на велосипеде, или СИМ) и т. д.

Кроме того, весомая часть поездок связана с пересадками с МТС одного маршрута на МТС другого маршрута или другого вида транспорта. Именно в пунктах такого «транзита» (пересадки) могут возникать дополнительные затраты времени и неудобства. Это затраты времени на переход между остановочными пунктами, ожидание посадки. Неудобства могут быть связаны со сложным приобретением билетов, отсутствием мест для парковки велосипедов и т. д. Все это может сделать передвижения с использованием ГПТ непривлекательными. Поэтому «внедрение транзитных улучшений» (рис. 2.23) является важным принципом устойчивой городской мобильности.

Для внедрения транзитных улучшений необходимо обеспечить высококачественное обслуживание пассажиров ГПТ, который должен стать «транспортом устойчивой мобильности», а не «транспортом для бедных». Это предполагает использование комфортабельных транспортных средств, обеспечение высокой скорости сообщения, предоставление высокого уровня сервиса, внедрение эффективных маршрутных систем с удобным расписанием движения, удобным расположением остановочных пунктов и пересадочных узлов и т. д. Большое значение имеет тарифная политика, влияние которой на привлекательность ГПТ было подробно рассмотрено в п. 2.2.5 учебного пособия [17].

В ряде городов распространяется практика отмены платы за проезд при использовании ГПТ, в этом случае расходы перевозчиков покрывает местный бюджет.

Повышение скорости сообщения достигается увеличением динамичности транспортных средств, обособлением их от дорожного движения, обеспечением приоритета движения МТС. Для обеспечения приоритетного движения МТС применяются такие инструменты, как выделение отдельных полос для движения нерельсовых видов МТС, введение отдельных ограничений (движения, парковки) для водителей автомобилей, обеспечение приоритета проезда перекрестков или выделение отдельной фазы в цикле светофорного регулирования.

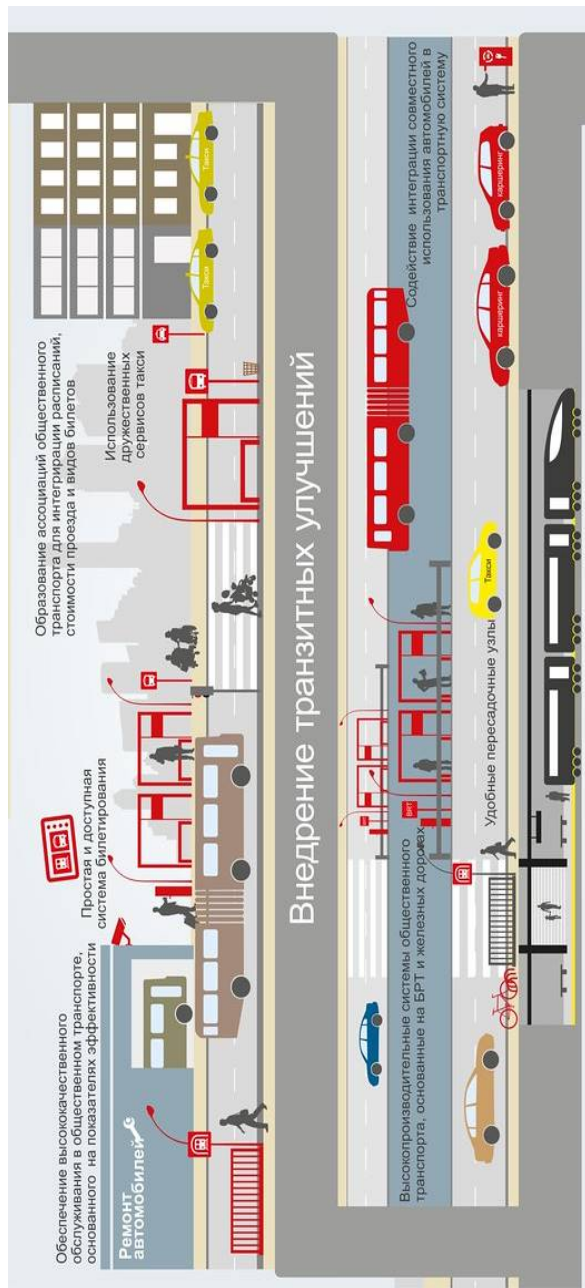


Рис. 2.23. Основные мероприятия по внедрению транзитных улучшений<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://sutp.org/publications/10-principles-for-sustainable-urban-transport/>



Так, повышению скорости сообщения рельсовыми МТС способствует:

- размещение трамвайных линий за пределами проезжей части улиц (рис. 2.24);
- конструктивное выделение трамвайных линий на проезжей части улицы (рис. 2.25);
- размещение трамвайных линий по краю проезжей части улиц, в том числе на участках улиц «навстречу» одностороннему движению автомобилей (рис. 2.26);
- строительство трамвайных линий в подземных туннелях (рис. 2.27), на эстакадах.



Рис. 2.24. Трамвай ULF A в г. Вене<sup>1</sup>

При распределении пространства улиц по видам транспорта и передвижений должна обеспечиваться следующая приоритетность:

1. Рельсовый транспорт (как транспорт с наибольшей провозной способностью).
2. Пешеходы, безрельсовый ГПТ, велосипедисты.
3. Личные автомобили.

Пример реализации такого подхода показан на рис. 2.28.

---

<sup>1</sup> Использовано фото С. Семченкова.



Рис. 2.25. Конструктивно выделенная на проезжей части трамвайная линия в г. Вене<sup>1</sup>



Рис. 2.26. Трамвайный путь, расположенный по краю проезжей части в г. Вене<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Использовано фото С. Семченкова.

<sup>2</sup> Использовано фото С. Семченкова.



Рис. 2.27. Подземная станция трамвая на участке линии, проходящем в туннеле в г. Вене<sup>1</sup>



Рис. 2.28. Трамвайно-автобусно-троллейбусное движение на Rue de la Confédération в г. Женеве<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Использовано фото С. Семченкова.

<sup>2</sup> Использовано фото С. Семченкова.

Стоит отметить, что привлекательность передвижений на МТС в значительной степени определяется удобством подхода к остановочным пунктам и пересадок с одного вида транспорта на другой. Для обеспечения такого удобства целесообразно организовывать пересечения различных маршрутов и видов ГПТ вблизи перекрестков с максимальным приближением остановочных площадок друг к другу.

Для сокращения затрат времени пассажиров в пунктах пересадки с одного вида транспорта на другой применяется интеграция (согласование) расписаний движения различных видов транспорта. Удобная система оплаты проезда, единые проездные билеты также обеспечивают удобство и сокращение затрат времени в пунктах пересадки.

В практике проектирования транзитно-ориентированных городов используются различные эффективные решения по взаимному размещению остановочных пунктов. Так, достаточно эффективным является решение устройства совмещенных остановочных пунктов различных видов транспорта с общей или смежными посадочными площадками. Примеры таких решений представлены на рис. 2.29, 2.30.

Также рациональным может быть устройство остановочных пунктов различных видов транспорта на разных уровнях (рис. 2.31, 2.32). Такие решения также обеспечивают удобство и минимизацию времени пересадок.



Рис. 2.29. Организация совмещенного остановочного пункта автобуса/троллейбуса и трамвая в Женеве<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Использовано фото С. Семченкова.





Рис. 2.30. Организация совмещенного остановочного пункта автобуса и трамвая в Вене<sup>1</sup>



Рис. 2.31. Устройство остановочного пункта трамвая на путепроводе через железнодорожные пути в г. Женеве<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Использовано фото С. Семченкова.

<sup>2</sup> Использовано фото С. Семченкова.



Рис. 2.32. Устройство остановочных пунктов автобуса и трамвая на узле Praterstern (вид из ж/д поезда) в г. Вене<sup>1</sup>

Распространенными являются решения по интеграции различных видов ГПТ на привокзальных площадях (рис. 2.33) и возле зданий аэровокзалов (рис. 2.34).



Рис. 2.33. Организация остановочных пунктов автобуса, скоростного автобуса и троллейбуса на привокзальной площадке в г. Вильнюсе<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Использовано фото С. Семченкова.

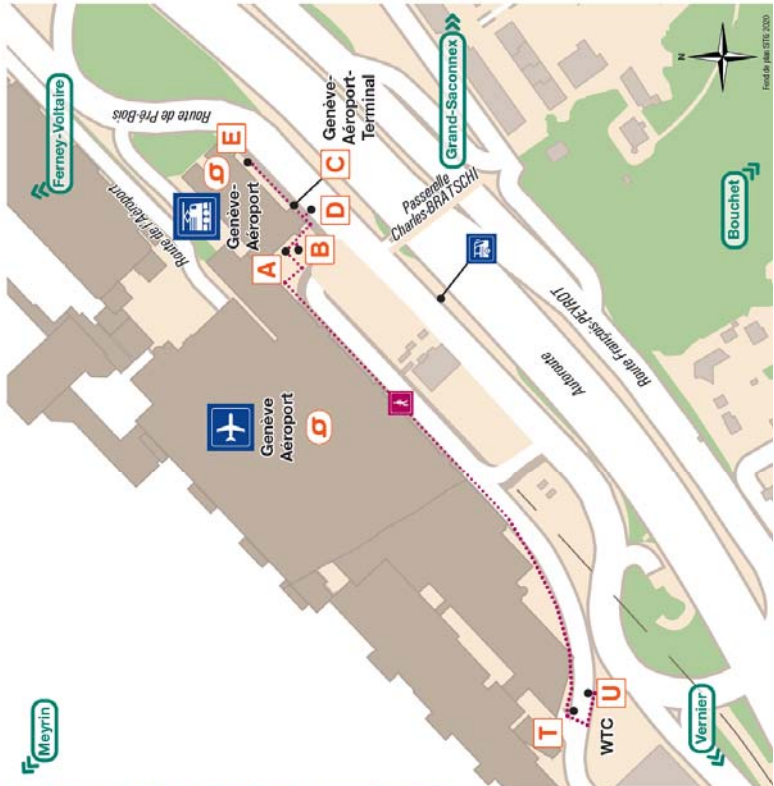
<sup>2</sup> Использована схема SĮ "Susisiekimo Paslaugos".

### Genève-Aéroport-Terminal Plan de connexions

Destination	Ligne & direction	Quai
Bel-Air	6 → Thonon-Valard	C
	10 → Rive	A, T
Genève-Rivadeau	24 → Genève-Lausanne via Genève Cornavin	A, T
Charmilles	10 → Rive	A, T
Genève-Bains-Vivres	24 → Genève-Lausanne via Genève Cornavin	A, T
Genève-Cas Cornavin	6 → Thonon-Valard	C
	10 → Rive	A, T
Hôpital	6 → Thonon-Valard	C
Jonction	24 → Genève-Lausanne via Genève Cornavin	A, T
Lancy-Douai-Rouge	24 → Genève-Lausanne via Genève Cornavin	A, T
Les Essarts	20 → Carouge-Tours	E, T
Nibions	6 → Thonon-Valard	C
Pierrefaldes	24 → Genève-Lausanne via Genève Cornavin	A, T
Rive	10 → Rive	A, T
Soreville	10 → Rive via Rivodan	A, T

**Légende**

- Aéroport
- Point d'arrêt
- Quai bus
- Parcours piétons
- Revendeur tpg



**Indox des lignes**

6	→ Thonon-Valard	C
10	→ Rive	A, T
20	→ Genève-Aéroport-Terminal	U
24	→ Aéroport N2	B, U
24	→ Carouge-Tours	E, T
24	→ Les Essarts	D, T
24	→ Versoix-Centre sportif	B
24	→ Versoix-Centre sportif	B
24	→ Hôpital de La Tour	D, T
24	→ Genève-Aéroport-Terminal	U
24	→ ZIMÉRYSA-Care	D, T
24	→ Genève-Aéroport-Terminal	U
24	→ Plage de Venogein	B
24	→ Ecole Mobile	B
24	→ Thonon-Casernat	B
20	→ Fret	B, U
20	→ Grand-Hanger	D, T
20	→ Armoey	A, T
20	→ Sallirozide	A, T

Рис. 2.34. Взаимное расположение терминалов аэропорта GVA, железнодорожной станции Genève-Aéroport и остановочных пунктов ГПТ, tpg.ch

На примере аэропорта г. Женевы (рис. 2.34) также можно увидеть удачное взаимное расположение здания аэропорта и остановочных пунктов ГПТ. Здесь также обеспечено удобство прибытия и убытия пассажиров, пересадок, грамотно организованы парковочные пространства, места для отстоя ГПТ.

На рис. 2.35–2.37 показана успешная организация крупных пересадочных узлов в г. Женеве, в г. Вене. В данных примерах обеспечена эффективная пешеходная доступность всех видов транспорта узла: железнодорожного, автобусов, троллейбусов, трамваев, метрополитена.

Большое значение имеет организация скоростного сообщения городов с аэропортами, не находящимися в городской черте (рис. 2.38, 2.39).

В городах, в которых нецелесообразно или невозможно строительство метрополитена, основная ставка в качестве магистрального скоростного ГПТ делается на:

– скоростные автобусы (пример удачной транспортной реформы г. Вильнюса с организацией с 01.07.2013 шести скоростных автобусных маршрутов, «покрывших» город в основных направлениях, движение автобусов организовано преимущественно с выделением специальных полос для МТС, рис. 2.40);

– троллейбусы и трамваи (пример Женевы, рис. 2.41).

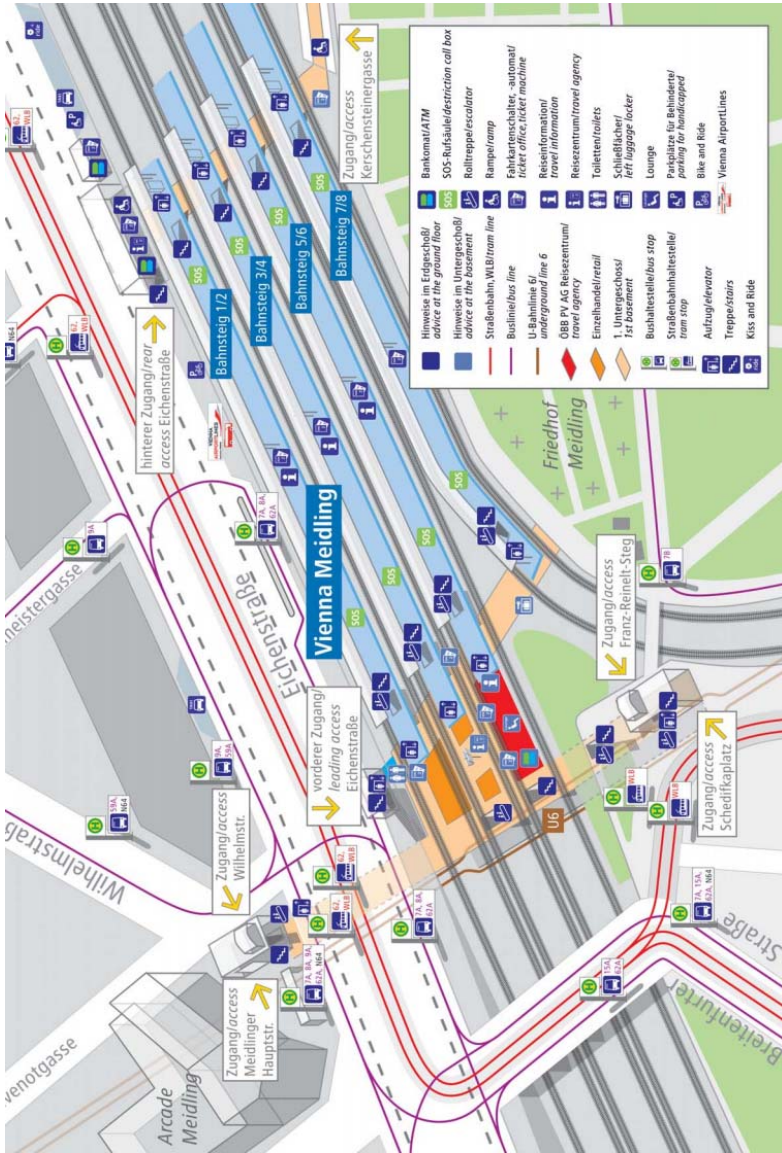
Использование дружественных сервисов такси также способствует транзитным улучшениям. Использование личного автомобиля требует затрат на его приобретение, хранение, обслуживание и ремонт, страхование, оплату парковок. С учетом этих затрат услуги автомобилей-такси вполне могут быть альтернативой использованию личного автомобиля.

Привлекательности автомобилей-такси также способствуют:

- гарантии обеспечения безопасности перевозки;
- система онлайн-заказов, исключая необходимость общения с оператором по телефону и позволяющая отслеживать местоположение автомобиля-такси;
- минимальное время предоставления услуги;
- гибкие дифференцированные тарифы с системой скидок;
- возможность выбора вида и класса транспортного средства.







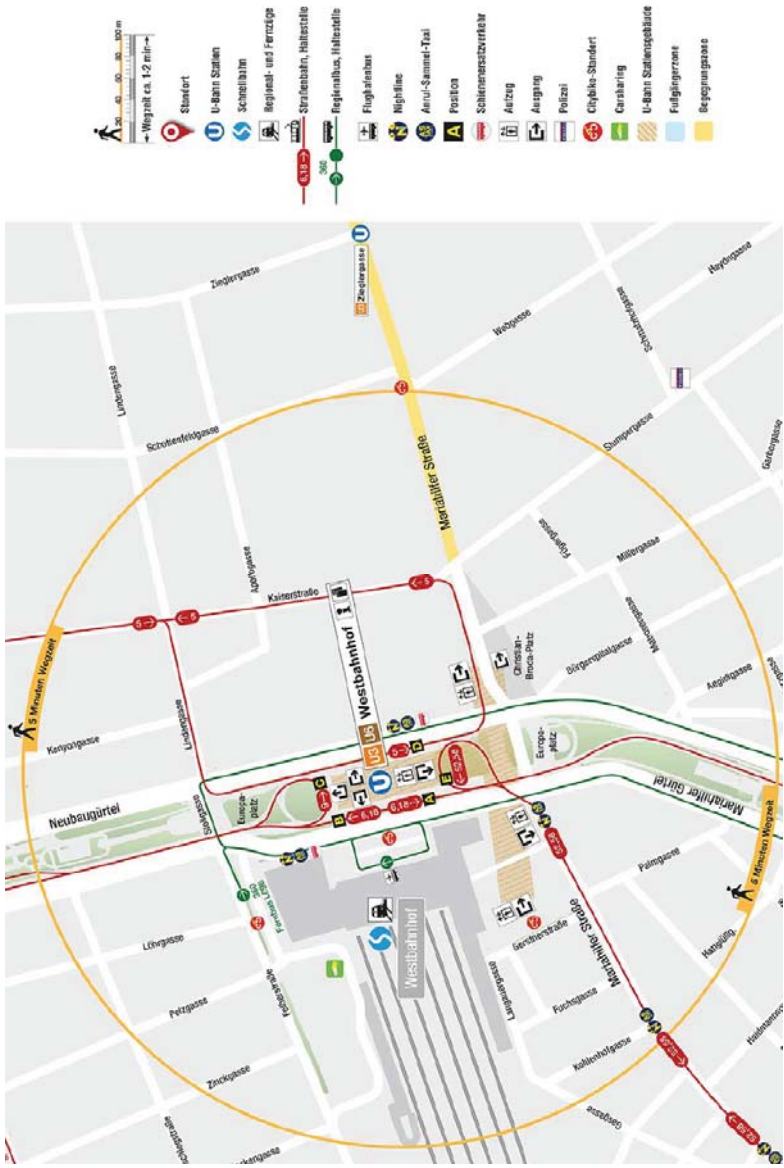


Рис. 2.37. Организация пересадочного узла на западном вокзале г. Вены (Австрия)  
 Wien Westbahnhof, wienertippen.at







Рис. 2.39. Схема скоростного сообщения города с аэропортом Wien Schwechat<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://www.viennaairportlines.at/>

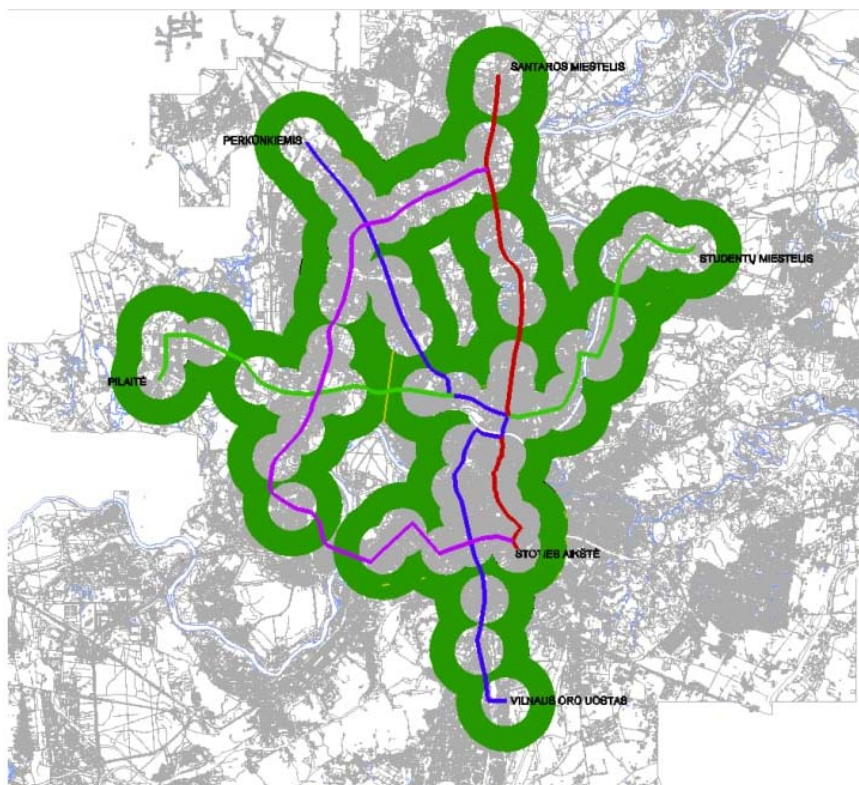


Рис. 2.40. Организация скоростного автобусного сообщения в г. Вильнюсе<sup>1</sup>

<sup>1</sup><https://vilnius.lt/lt/savivaldybe/miesto-pletra/vilniaus-miesto-bendrasis-planas/pratesus-vilniaus-miesto-savivaldybes-teritorijos-bendrojo-plano-viesinima-pakartotinai-pristatomi-patikslinti-sprendiniai/>

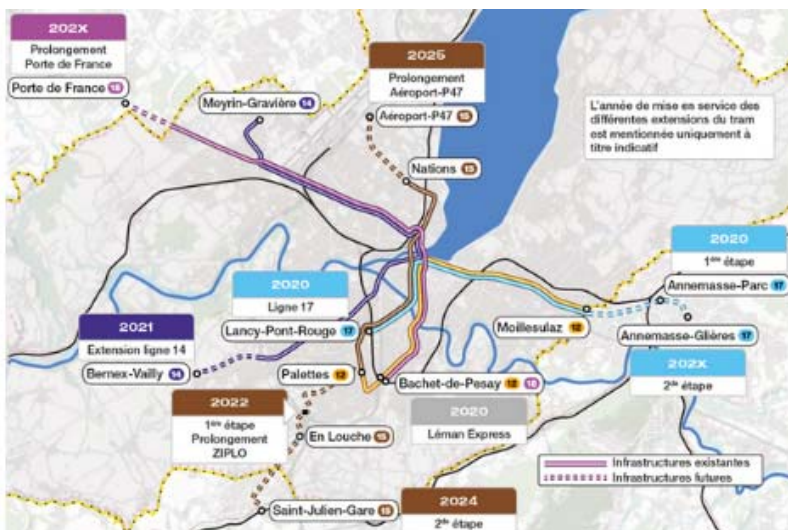


Рис. 2.41. Организация магистрального трамвайного сообщения в г. Женеве<sup>1</sup>

Относительно недавно в мире стала быстро развиваться система совместного потребления, которая основана на принципе аренды вместо владения. Транспортные услуги уже прочно стали частью этой системы. Различные системы краткосрочной аренды велосипедов (байкшеринг), самокатов (кикшеринг), автомобилей (каршеринг), поиска и перевозки попутчиков (райдшеринг) широко используются во многих городах мира.

В последние годы байкшеринг и кикшеринг развиваются высокими темпами благодаря концепции «фри-флоатинг», согласно которой велосипеды и самокаты не привязаны к постоянному месту хранения. Их можно получить и оставить на станциях, которые находятся в зоне пешеходной доступности (до 300 м). Развиваются и «бездоковые» системы (размещение велосипедов и самокатов без станций).

Велосипеды и самокаты рассматриваются, в первую очередь, как «транспорт первой и последней мили». Поэтому системы байкшеринга и кикшеринга интегрируются в систему ГПТ, что делает ГПТ более доступным в различных районах города и увеличивает его пассажирооборот.

<sup>1</sup> <https://www.tpg.ch/ft/nous-connaitre/tpg-aujourd'hui-et-demain/evolution-du-reseau>

Системы каршеринга обеспечивают удовлетворение транспортного спроса в определенном сегменте рынка, и также уже стали частью транспортной системы города. Но их развитию препятствует ряд факторов (в периоды заторов у операторов возникают проблемы в планировании использования автомобилей, существуют проблемы с выполнением установленных правил со стороны клиентов).

Райдшеринг получил большее развитие в городах с недостаточно развитым ГПТ и для поездок на большие расстояния. Этот вид совместного использования автомобилей чаще применяется для регулярных поездок, чем для единоразовых. Недостатком является риск преступных действий со стороны клиента [19].

### ***2.2.7. Управление парковочной системой***

Роль парковочной системы в транспортной сети города имеет двойственный характер. С одной стороны, парковочная система является средством обеспечения мобильности жителей. С другой стороны, расширение парковочного пространства является фактором индуцирования (стимулирования) передвижений на личных автомобилях. Поэтому управление парковочной системой должно осуществляться комплексно, на основе принятой парковочной политики.

Основные мероприятия по управлению парковочной системой приведены на рис. 2.42. Все мероприятия можно разделить на две группы:

- мероприятия по оптимизации парковочного пространства;
- мероприятия по совершенствованию использования парковок.

Что касается первой группы мероприятий, в современных условиях применяются следующие подходы и принципы:

1. Предпочтения следует отдавать внеуличным парковкам, а не парковкам на проезжей части.

2. Ограничения или запреты на расширение парковочного пространства (особенно в центральных районах). Применяется практика сокращения уличных парковок пропорционально увеличению внеуличных парковок в данном районе.

3. Установление лимитов на строительство паркингов в новых домах, в зависимости от их удаленности от остановок общественного транспорта. Применяется практика запретов на строительство паркингов в новых домах, находящихся на расстоянии до 400 м от остановочных пунктов МТС.



4. Ограничения или запреты на устройство парковок в пешеходных зонах.

5. Устройство физических ограждений (тумбы, шлагбаумы) для парковки автомобилей на тротуарах, пешеходных и велосипедных дорожках, общественных местах.

6. Устройство «перехватывающих» парковок в крупных транспортно-пересадочных узлах.

7. Реорганизация парковочного пространства с целью успокоения движения. Применяется практика устройства парковок на узких улицах в шахматном порядке, что заставляет водителей снижать скорость и двигаться зигзагами.

Ко второй группе относятся следующие мероприятия:

1. Зонирование парковочной сети. Введение прогрессивных тарифов на пользование парковочными местами возле крупных узлов транспортного тяготения и уличными парковками в зависимости от времени использования парковочного места и района города.

2. Введение различных условий пользования парковочными местами по месту жительства для местных жителей и посторонних.

3. Резервирование гарантированных свободных мест на парковочных площадках.

4. Внедрение удобной систем оплаты пользования парковочными местами. Широкое распространение получила практика оплаты парковки с помощью мобильных приложений.

5. Ограничения или запреты на парковку в центральных районах автомобилям с низкими экологическими характеристиками.

6. Внедрение систем информирования водителей о наличии свободных парковочных мест. В дальнейшем планируется обеспечение взаимодействия таких систем с бортовыми системами автомобилей.

7. Внедрение интеллектуальных систем контроля и взимания платы за парковку, которые взаимодействуют с водителем, парковочным инспектором, полицией.

8. Четкая маркировка парковочных мест на проезжей части улиц.

Большое значение имеет организация парковочных пространств в аэропортах, на вокзалах. Например, в аэропорте г. Вены используется удобная схема размещения парковочных мест, паркингов и мест стоянки прокатных автомобилей, каршеринга (рис. 2.43) [12].

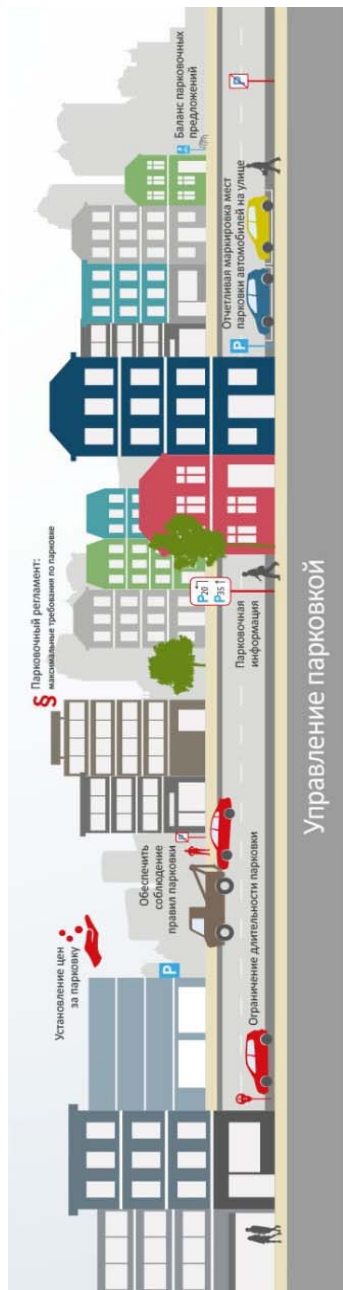


Рис. 2.42. Основные мероприятия по управлению парковочной системой<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://sutp.org/publications/10-principles-for-sustainable-urban-transport/>

# Паркен am Flughafen Wien

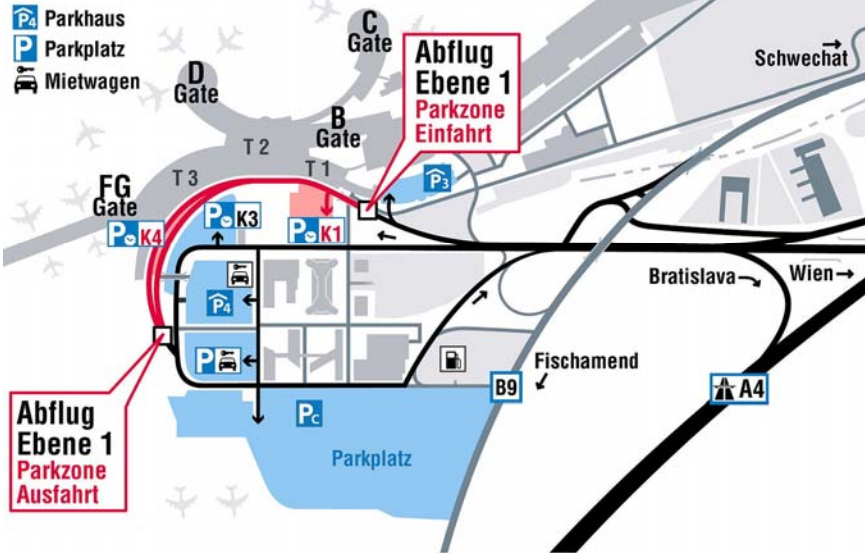


Рис. 2.43. Организация парковочных пространств в аэропорте г. Вены<sup>1</sup>

Интерес представляет и концепция Park+Ride («P+R»). Например, план действий «P+R» г. Женевы (рис. 2.44) на 2011–2014 гг. был направлен на развитие использования парковочных решений «P+R» в соответствии со стратегией кантона Женевы (далее г. Женевы) в области устойчивой мобильности.

Стоит отметить, что план «P+R» был построен на основе проведенного исследования и состоит из трех частей:

- диагностика спроса и предложения на парковку «P+R» с подведением итогов предыдущего плана действий;
- разработка руководящих принципов в масштабах всей агломерации (принцип организации «P+R», потенциальный спрос до 2020 года, действия в краткосрочной перспективе);
- конкретные меры, которые необходимо принять в течение четырехлетнего периода реализации плана действий.

<sup>1</sup> Использована схема Flughafen Wien (Vienna International Airport)

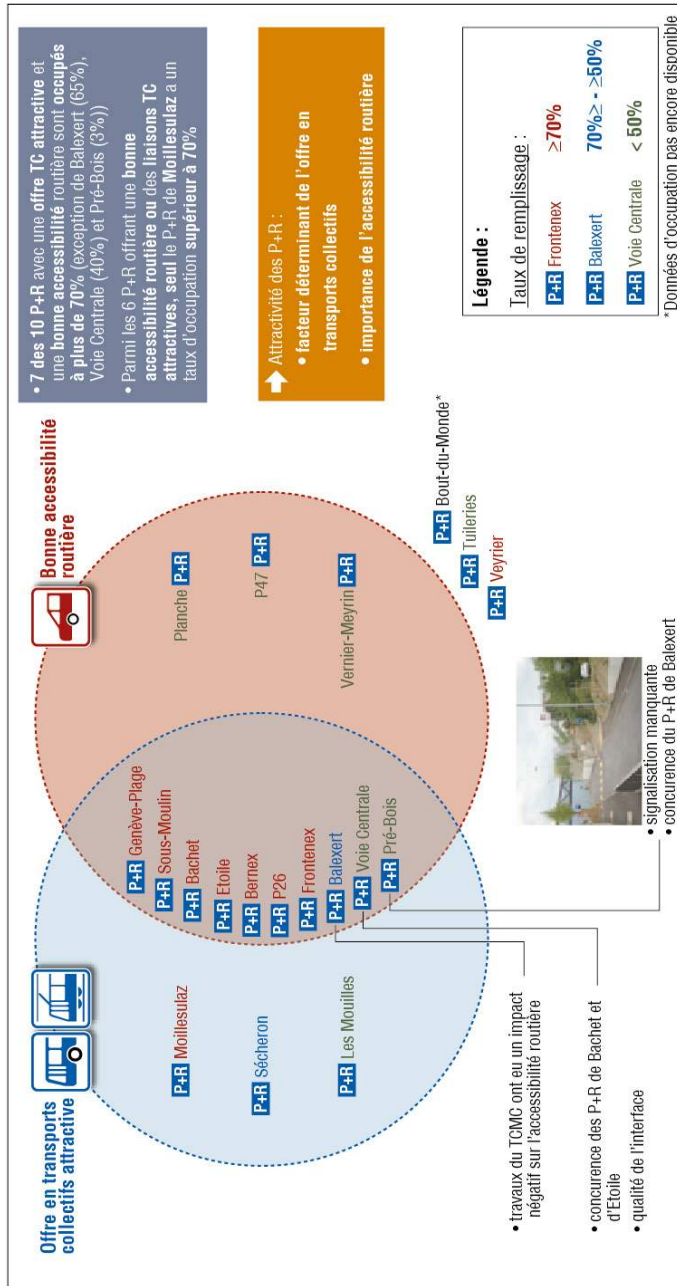


Рис. 2.44. Концепция реализации плана действий «P+R» в г. Женеве

<https://transitec.net/fr/references/presentation-d-etudes/item/7814-plan-d-actions-p-r-2011-2014.html>

Таким образом, управление парковочными местами является центральным и особенно эффективным инструментом улучшения городского движения, служит для распределения дефицитных парковочных мест и снижения автомобильного движения до приемлемого для города уровня.

Управление парковочными местами оказывает устойчивое влияние на выбор транспорта и поведение на дорогах. Это способствует значительному расслаблению ситуации с парковкой в течение дня.

Дальнейшие эффекты возникают в результате сокращения автомобильного движения: уменьшается загрязнение воздуха и шум, улучшается качество жизни.

### ***2.2.8. Продвижение экологических транспортных средств и средств персональной мобильности***

Обеспечение устойчивой городской мобильности неразрывно связано с проблемами энергоэффективности, которая, в свою очередь, в значительной мере определяет уровень экологических проблем. Поэтому продвижение экологических транспортных средств является одним из основных принципов устойчивой городской мобильности. К основным видам экологических транспортных средств относятся:

- велосипеды (в том числе с электрическими силовыми установками);
- электромобили, автомобили с гибридными и газовыми силовыми установками,
- троллейбусы, электробусы (особенности взаимодействия с другими видами транспорта приведены в прил. Б), трамваи (особенности взаимодействия приведены в прил. В).

Особое положение занимают средства индивидуальной мобильности, не являясь транспортными средствами, они позволяют при грамотном подходе и должной организации обеспечивать моторизованные передвижения пешеходов, дополняя маршрутный пассажирский транспорт (прил. Г).

Стоит уделить отдельное внимание видам транспортных средств с электрическим приводом, которые могут быть использованы как маршрутные транспортные средства. К их числу сегодня относятся:

1. Трамвай – транспортные средства данного вида передвигаются по рельсовому пути и приводятся в движение тяговыми электродви-

гателями, как правило, получающими электроэнергию от воздушной контактной сети (далее – КС) или от наземного контактного рельса, также известны исполнения трамваев с автономным бортовым источником энергии [8].

2. Троллейбус с питанием в движении (IMF) – транспортные средства данного вида передвигаются по улицам и дорогам, приводятся в движение тяговыми электродвигателями, получающими электроэнергию от воздушной КС. Конструкцией современных троллейбусов, как правило, предусмотрена возможность передвижения на короткие расстояния (до 100 м) на минимальной скорости (до 3 км/ч) в аварийном режиме с использованием для питания энергии аккумуляторной батареи, предназначенной для низковольтной бортовой сети транспортного средства или специальной резервной аккумуляторной батареи более высокого напряжения (для увеличения скорости движения в аварийном режиме).

3. Троллейбус с зарядкой в движении (IMC), с возможностью увеличенного автономного хода является разновидностью троллейбусов, но для получения электроэнергии на отдельных участках маршрута троллейбусами с зарядкой в движении может использоваться не КС, а автономный бортовой источник энергии, заряжающийся от КС во время движения троллейбуса. На сегодня это решение является наиболее перспективным вариантом.

4. Дуобус является разновидностью троллейбусов, однако транспортные средства этого вида транспорта оснащены двигателем внутреннего сгорания, используемым в одних схемах в режиме генератора электроэнергии для электродвигателей троллейбуса, а в других схемах – в режиме самостоятельного силового агрегата. Это решение не получило широкого распространения.

5. Гибридный автобус – транспортные средства данного вида движатся по улицам и дорогам, приводятся в движение тяговым электродвигателем, получающим электроэнергию от автономного бортового источника энергии, работающим совместно с двигателем внутреннего сгорания. В зависимости от схемы гибридного привода меняется соотношение степени использования электродвигателя и двигателя внутреннего сгорания. Зарядка бортового источника производится при рекуперации электроэнергии во время торможения или от двигателя внутреннего сгорания, работающего в режиме постоянной нагрузки. Данное решение нашло широкое применение во многих странах.

6. Электробус – транспортные средства данного вида передвигаются по улицам и дорогам, приводятся в движение тяговыми электродвигателями, получающими электроэнергию от автономного бортового источника (зарядка бортового источника производится во время нахождения электробуса на специальных зарядных станциях и требует определенного времени).

Различают:

6.1. Электробусы с ультрабыстрой зарядкой (OC), имеющие запас хода, соизмеримый с протяженностью одного рейса или оборотного рейса, требующие зарядную инфраструктуру на конечной станции маршрута (конечных станциях маршрута), при этом зарядка осуществляется за время до 10 мин (существуют решения с очень малым запасом хода и очень быстрой зарядкой, осуществляемой на промежуточных пунктах маршрута).

6.2. Электробусы с ночной зарядкой (ONC), имеющие запас хода, достаточный для работы в течение одного рабочего дня.

Последние годы характеризуются бурным развитием электрического транспорта, производители маршрутных транспортных средств с электрическим приводом также продолжают развивать данное направление и предлагают новые решения. Появление новых моделей и модификаций транспортных средств привело к тому, что в рамках одной и той же схемы по известной классификации (IMF, IMC, OC, ONC) оказались транспортные средства, имеющие существенные различия параметров, определяющих их эксплуатационные свойства и качества, требования к зарядной инфраструктуре и, как следствие, характеризующих возможность применения транспортных средств на регулярных маршрутах определенной конфигурации и длины [11].

В расширенной классификации, предлагаемой авторами, в дополнение к обозначению схемы (IMF, IMC, OC, ONC) вводится понятие категории, имеющей цифровое обозначение (при этом, чем выше значение категории, тем большим запасом автономного хода обладает транспортное средство) и сформированной исходя из предлагаемых производителями решений и сложившейся практики применения маршрутных транспортных средств с электрическим приводом на регулярных маршрутах.

Для троллейбусов, построенных по схеме IMF, предусматриваются две категории:

– 0 – запас автономного хода отсутствует;

– 1 – запас автономного хода до 1 км (как правило, это аварийный режим).

Для троллейбусов, построенных по схеме ИМС, предусматриваются три категории:

- 1 – запас автономного хода от 5 до 15 км;
- 2 – запас автономного хода от 15 до 31 км;
- 3 – запас автономного хода от 31 до 51 км.

Для электробусов, построенных по схеме ОС, предусматриваются четыре категории:

- 1 – запас автономного хода от 3 до 5 км;
- 2 – запас автономного хода от 5 до 13 км;
- 3 – запас автономного хода от 13 до 21 км;
- 4 – запас автономного хода от 21 до 51 км.

Для электробусов, построенных по схеме ОНС, предусматриваются две категории:

- 1 – запас автономного хода до 170 км (равный продолжительности одной рабочей смены);
- 2 – запас автономного хода от 170 до 250 км (равный продолжительности одного рабочего дня с ограничениями);
- 3 – запас автономного хода от 250 до 350 км (равный продолжительности одного рабочего дня).

В настоящее время в Республике Беларусь тремя производителями налажено собственное производство трамваев, троллейбусов ИМФ, троллейбусов ИМС и электробусов.

Основные параметры и характеристики нерельсовых маршрутных транспортных средств с электрическим приводом, эксплуатируемых сегодня в Республике Беларусь, с указанием схемы и категории в рамках предложенной расширенной классификации, приведены в табл. 2.2.

Для городов, имеющих троллейбусное движение, наибольший интерес представляют троллейбусы ИМС-2 и ИМС-3. С практической точки зрения, троллейбусы ИМС-2 имеют возможность движения на участках, на которых не предусмотрена контактная сеть в режиме автономного хода до 15 км, и их целесообразно использовать для продления троллейбусных маршрутов «в вылетном направлении» на расстояние до 7,5 км от участка с КС с выполнением оборота в конце данного участка и движением в обратном направлении к участку с КС, или для создания принципиально новых маршрутов, участки автономного хода которых будут находиться в центральной части маршрута.



Таблица 2.2

Технические характеристики нерельсовых маршрутных транспортных средств с электрическим приводом

Вид транспортного средства	Троллей-бус	Троллей-бус	Троллей-бус	Электро-бус	Электро-бус	Электро-бус	Электро-бус	Электро-бус
Схема-Категория	IMF-0	IMC-2	IMC-3	OC-2	OC-3	OC-4	ONC-1	ONC-4
Модель	AKCM-321	MA3-203T70	AKCM-32100D	AKCM-E433	AKCM-E321	AKCM-E321 «Ольгерд»	CRRC TEG6125B EV03	MA3-303E
Длина кузова, м	12,5	12,5	12,5	18,7	12,5	12,5	12,5	12,5
Пассажировместимость, пасс	101	90	92	153	88	83	80	72
Вид бортового накопителя энергии	–	тяговая LiFePO <sub>4</sub> -батарея	тяговая NMC-батарея	молекулярный накопитель	молекулярный накопитель	тяговая NMC-батарея	тяговая LiMn <sub>1/3</sub> Co <sub>1/3</sub> Ni <sub>1/3</sub> O <sub>2</sub> батарея	тяговая LiFePO <sub>4</sub> -батарея
Запас автономного хода, км	–	15	50	12,5	20	50	150	300
Время зарядки, мин.	–	60	120	9	9	30	120	240

Вид транспортного средства	Троллейбус	Троллейбус	Троллейбус	Электробус	Электробус	Электробус	Электробус	Электробус	Электробус
Зарядная инфраструктура	–	воздушная контактная сеть	воздушная контактная сеть + зарядные станции*	зарядные станции на конечных станциях маршрута	зарядные станции на конечных станциях маршрута	зарядные станции на конечных станциях маршрута и/или централизованная сеть	зарядная станция в парке и/или централизованная сеть	зарядная станция в парке	Электробус
Система отопления	электрическое	электрическое	электрическое	дизельное	дизельное	электрическое	дизельное	электрическое	электрическое
Объем топливного бака, л	–	–	–	30	30	–	данные отсутствуют	–	–
Срок службы, лет	10 (15**)	10 (15**)	10 (15**)	10	10	10	10	10	10
Производитель	Белкоммунмаш, РБ	МАЗ, РБ	Белкоммунмаш, РБ	Белкоммунмаш, РБ	Белкоммунмаш, РБ	Белкоммунмаш, РБ	СРRC, Китай	МАЗ, РБ	МАЗ, РБ

\* При необходимости дополнительная зарядка может осуществляться на конечных станциях маршрута, не имеющих воздушной контактной сети, через зарядную розетку от сети 380 В переменного тока.

\*\* Может быть продлен до 15 лет по ТКП 314.

Также возможно создание различных маршрутов, в т. ч. с использованием секторального метода (возможные принципиальные схемы сегментов маршрутов, обслуживаемых новыми видами нерельсового электрического транспорта, приведены на рис. 2.45). Целесообразен перевод автобусных маршрутов, трасса которых частично проходит под КС, на обслуживание троллейбусами ИМС-2. При этом следует учитывать, что для обеспечения зарядки тяговых аккумуляторных батарей перед участками маршрута, не имеющими КС, следует предусматривать движение по участкам с КС такой же протяженности, как и предыдущий участок, не имеющий КС. Троллейбусы ИМС-3 имеют возможность движения на участках, на которых не предусмотрена КС, в режиме автономного хода на расстояние до 50 км, более того, такие троллейбусы, как правило, имеют возможность зарядки не только от КС, но и от зарядной станции (в том числе и централизованной системы зарядных станций).

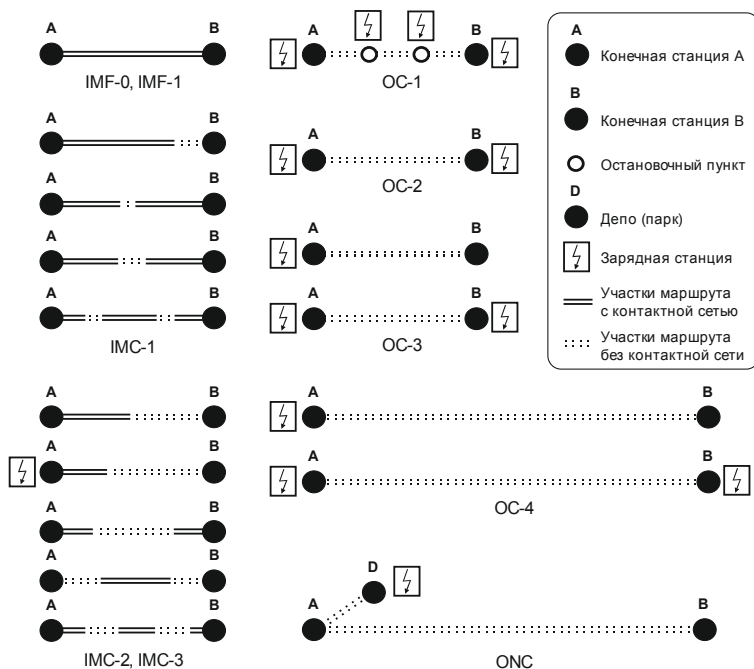


Рис. 2.45. Принципиальные схемы сегментов маршрутов, разработанных с применением секторального метода

Использование таких троллейбусов значительно расширяет возможности организации маршрутов в «вылетном направлении» на расстояние более 15 км, при этом, при необходимости на конечной станции во время междурейсовой стоянки предусматривается дополнительная зарядка тяговых аккумуляторных батарей подключением троллейбуса к сети промышленного напряжения через зарядную розетку. Примером использования троллейбусов ИМС-3 по описанной схеме в г. Минске может быть организация троллейбусного маршрута в пос. Лесной («Боровляны»), с использованием дополнительной зарядки на конечной станции, или пригородного маршрута сообщением «Минск–Логойск».

Основные мероприятия по продвижению экологических транспортных средств (рис. 2.46) состоят в следующем:

1. Стимулирование приобретения экологических транспортных средств:

- популяризация и реклама в средствах массовой информации;
- льготные кредиты, субсидии, скидки при приобретении.

2. Обеспечение преимуществ при эксплуатации экологических транспортных средств:

- освобождение от транспортного налога (или предоставление льгот);
- льготные тарифы на электроэнергию;
- предоставление бесплатных парковок (или льготных тарифов);
- предоставление возможности въезда в городские зоны, закрытые для автомобилей с низкими экологическими характеристиками.

3. Развитие инфраструктуры для ремонта и технического обслуживания экологических транспортных средств, зарядных станций, газовых заправок.

4. Развитие инфраструктуры модификации транспортных средств, а также утилизации высоковольтных аккумуляторов [20].



Рис. 2.46. Основные мероприятия по продвижению экологичных транспортных средств<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://sutp.org/publications/10-principles-for-sustainable-urban-transport>

## 2.2.9. Информирование населения

Различные мероприятия по информированию населения носят комплексный характер и используются при реализации всех принципов устойчивой городской мобильности.

В современных условиях мобильность населения в городах неразрывно связана с предоставлением подробной информации о транспортных услугах, информации в реальном масштабе времени об уровне загрузки движением участков транспортной сети, средней скорости транспортных потоков, образовании заторов, наличии свободных мест в автомобилях попутчиков, наличии свободных мест на парковочных площадках, эффективности различных схем передвижений из пункта А в пункт В, времени прибытия МТС на остановочные пункты – рис. 2.47.



Рис. 2.47. Информационные табло на остановочных пунктах в г. Вене<sup>1</sup>

В целом, вопрос ставится не только о своевременном предоставлении населению необходимой информации, а и об использовании цифровых информационных технологий в целях обеспечения устойчивой городской мобильности (рис. 2.48).

<sup>1</sup> Использовано фото С. Семченкова.



Для обеспечения своевременного обмена такой информацией используются различные стандарты открытых данных.

Различные решения по информированию требуют разработки сайтов, мобильных приложений, предоставления необходимой информации разработчикам.

К слову, средства информирования могут использоваться также для продвижения местной продукции и видов досуга, что способствует сокращению объемов перевозок товаров и передвижений жителей.

Также мероприятия по информированию включают в себя популяризацию активных способов передвижений и передвижений с использованием ГПТ, рекламу их преимуществ по сравнению с личными автомобилями (рис. 2.49), создание положительного образа человека, использующего ГПТ, в противовес личным автомобилям и т. д.



Рис. 2.49. Рекламная кампания «Чао, пробки! В центр города быстрее с линией U2»<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Использовано фото Wiener Linien ([www.bildstrecke.at](http://www.bildstrecke.at)).



### *2.2.10. Комплексный подход к решению проблем*

Как уже отмечалось, принципы устойчивой городской мобильности носят не обособленный характер, а тесно взаимосвязаны друг с другом. Например, принцип «Информирования населения» используется в реализации мероприятий, относящихся к большинству других принципов. То же самое относится к принципу «Продвижения экологичных транспортных средств». Поэтому очевидна необходимость комплексного системного подхода в планировании и внедрении мероприятий по транспортному планированию. В этом собственно и заключается один из принципов устойчивой городской мобильности (рис. 2.50).

Современный подход к транспортному планированию требует объединения усилий различных подразделений местной и центральной исполнительной власти. Цель такого объединения усилий – достижение баланса решений по транспортному планированию с требованиями социально-экономического, инженерно-технического, архитектурно-художественного и санитарно-гигиенического характера. Требуется также использование общих методических подходов к принятию решений на местном, региональном и государственном уровнях.

Комплексный подход к решению транспортных проблем предполагает создание единого органа по городскому и транспортному планированию. Неотъемлемым элементом деятельности такого единого органа должно быть вовлечение в процесс обсуждения и оценки решений всех заинтересованных сторон (коммунальных предприятий, граждан, общественных организаций, профсоюзов). Сегодня во многих городах такие единые органы отсутствуют, а деятельность различных подразделений местной исполнительной власти не согласована и характеризуется противоречиями.

Практическая деятельность единых органов городского и транспортного планирования должна базироваться на разработанных планах устойчивой городской мобильности. Указанные планы должны разрабатываться специалистами при активном участии всех заинтересованных сторон, общественности.



Рис. 2.50. Основные направления комплексного подхода к решению проблем<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://sutp.org/publications/10-principles-for-sustainable-urban-transport>

При разработке ПУГМ крайне желательным является использование компьютерной транспортной модели города, которая позволяет оценить эффективность различных сценариев развития. Это особенно актуально для крупных и крупнейших городов. Работа по реализации ПУГМ должна сопровождаться постоянным мониторингом и оценкой эффективности внедряемых мероприятий, оценкой экологических изменений, а важную роль в обеспечении устойчивой городской мобильности должен играть ГПТ (некоторые способы повышения привлекательности ГПТ средствами ОДД описаны в прил. Д). Ряд методов, комплексное применение которых позволяет обеспечивать устойчивую мобильность применением ГПТ, описан в пп. 2.2.2, 2.2.3, 2.2.5, 2.2.6, 2.2.8, 2.2.9. Также, в целях обеспечения устойчивой мобильности представляет интерес организация работы маршрутов ГПТ секторальным методом (СМ) [9, 10].

Основу СМ составляет сектор (рис. 2.51), который рассматривается как симбиоз маршрутов, ТС ГПТ и водителей, каждый из которых взаимозаменяем в границах сектора, в то же время высокая степень их совместимости дают право говорить о секторе как о универсальной экосистеме, обеспечивающей выполнение принципа равноценности на экономическом уровне и конгруэнтности – на транспортном.

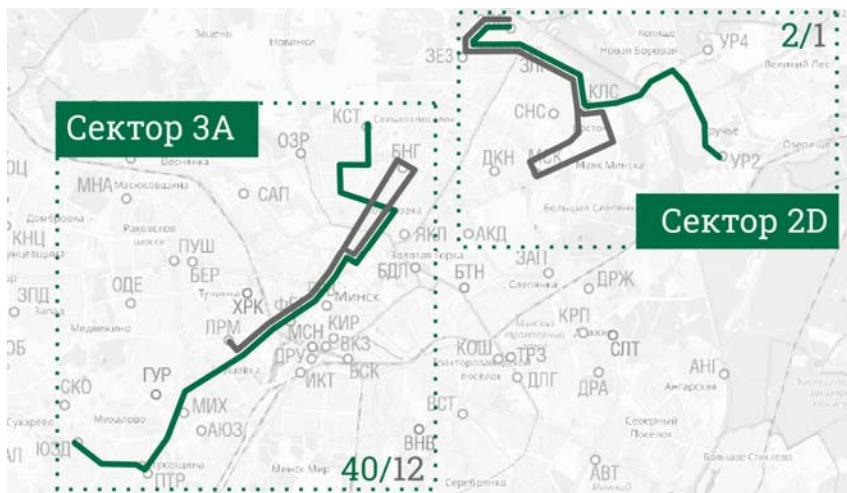


Рис. 2.51. Примеры организованных секторов в г. Минске

Основной принцип действия сектора – взвешенная «коммутация» маршрутов и «коммутация» водителей, закрепленных за этим сектором. В результате сектор является управляемой замкнутой системой «ТС–водитель–маршрут–режим работы», обладающей возможностями управления и контроля за состоянием отдельных элементов сектора с оперативным анализом эффективности, что позволяет выявлять и оперативно разрешать проблемы, возникающие внутри сектора.

В рамках СМ справедливы законы организации системы «ТС–водитель–маршрут–режим работы»: изотропности продолжительности рабочего времени внутри системы сектора, сохранения равенства пробега внутри системы сектора.

Главное отличие СМ состоит в том, что работа ТС и их водителей организована не по постоянному маршруту, а по всем маршрутам, входящим в сектор, поэтому такое решение повышает информированность водителей об особенностях условий движения на маршрутах внутри сектора и осведомленность о типичных дорожно-транспортных ситуациях, возникающих на них.

СМ определяет, что каждый сектор будет отвечать следующим требованиям:

- комплементарность (объединение маршрутов в сектор по признаку общности значимых параметров);
- масштабируемость (возможность увеличения количества элементов сектора за счет отдельных выпусков или маршрутов на основе учета значимых критериев для обеспечения сохранения стабильности свойств сектора);
- производительность (обеспечение требуемых значений эффективности работы);
- управляемость (обеспечение возможности как централизованного, так и децентрализованного управления секторами, мониторинга состояния сектора, возможности эффективного управления человеческим ресурсом сектора, планирования и развития);
- готовность (периодом времени, за который может быть развернута работа в секторе);
- универсальность (на основе взаимозаменяемости ТС и водителей);
- отказоустойчивость (способность быстрого реагирования на отказ отдельных элементов сектора);

– безопасность (способность сектора обеспечивать высокий уровень безопасности движения путем повышения информированности водителей об условиях движения на маршрутах внутри сектора, подбора водителей на основе рейтинга безопасности водителя и рейтинга безопасности сектора, что является элементом проактивного подхода к обеспечению безопасности движения и перевозок);

– надежность.

Возможность применения СМ для организации работы ТС на маршрутах ГПТ заключается в выделении и секторальном совмещении маршрутов, имеющих общие сегменты, на основе правил «коммутации» и совмещения маршрутов внутри сектора с сохранением обязательного последовательного чередования работы по ним, рациональным распределением водительских и технических ресурсов сектора.

Реализацию СМ для организации работы ТС на маршрутах ГПТ можно рассмотреть с использованием модели, представленной на рис. 2.52.

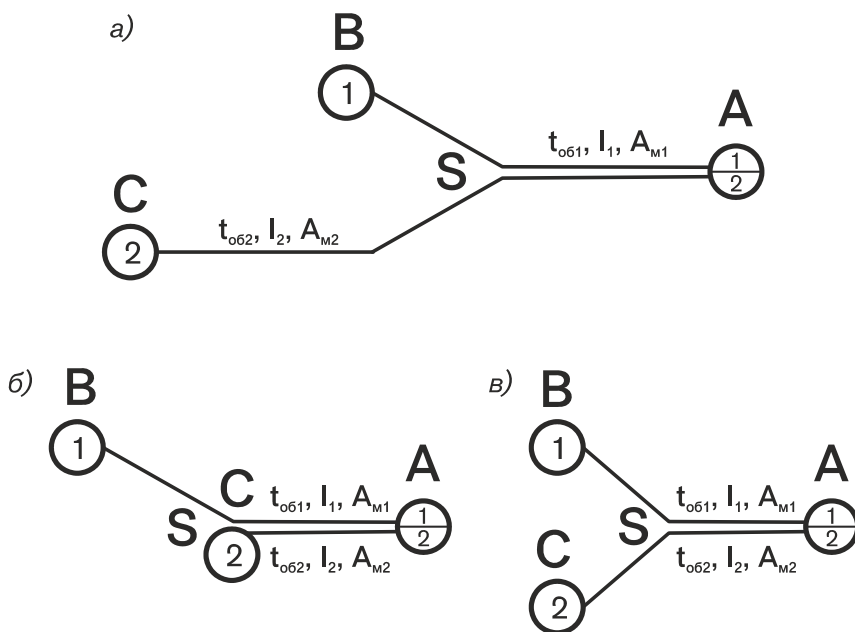


Рис. 2.52. Модели маршрутов ГПТ, работа которых организована СМ

Формирование сектора осуществляется путем выделения на маршрутах АВ (время оборота  $t_{об1}$ , интервал движения  $I_1$ , количество транспортных средств  $A_{м1}$ ), АС (время оборота  $t_{об2}$ , интервал движения  $I_2$ , количество транспортных средств  $A_{м2}$ ) совместных сегментов, которые образуют участок маршрута АS (при этом возможны конфигурации маршрутов, когда АС значительно больше АВ, когда маршрут АС является частью маршрута АВ и предназначен для его усиления, и фактически общий сегмент АS является маршрутом АС, а также, когда АС=АВ).

В соответствии с СМ предусматривается работа маршрутов АВ и АС таким образом, что сегмент АS на них всегда обслуживается по принципу равного сетевого интервала с соблюдением условия равенства интервалов движения  $I_1 = I_2$ , с гарантированным исключением так называемого эффекта нониуса, что влечет за собой не только равномерное распределение производственной нагрузки, но и снижает экономические потери пассажиров, заключающиеся в трате их времени на излишнее ожидание ТС ГПТ на остановочных пунктах, при этом предотвращаются перегрузки ТС и не допускаются усложнение работы водителей на маршрутах.

Такие инфраструктурные совмещения маршрутов (и даже видов ГПТ) также являются решением для повышения пропускной способности и производительности сектора за счет минимизации времени дополнительных стоянок на конечных станциях при выполнении назначенных условий для применения секторального метода для организации работы ТС на маршрутах МПТ (пример организации работы маршрутов ГПТ СМ приведен в прил. Е).

Также с целью повышения надежности работы ГПТ, повышения привлекательности и популярности ГПТ, снижения непродуктивных затрат, связанных с оплатой простоев водителей ТС ГПТ, авторами предлагается создание службы аварийных комиссаров (службы аварийных ревизоров), которая будет наделена определенными полномочиями в оказании помощи ГАИ при оформлении ДТП, что сократит время простоев ТС ГПТ.

Это позволит снизить значительные потери времени при остановке движения ТС ГПТ, вызванных ДТП, для чего необходим четкий алгоритм действий всех служб при возникновении ДТП и следующем за ним периоде до восстановления регулярного движения ТС ГПТ, концепция, структура и порядок работы службы аварий-

ных комиссаров, наделенных правом оформления ДТП (без пострадавших), не привлекая сотрудников ГАИ.

Хорошим примером комплексного подхода и успешной его реализации является ПУГМ г. Вены (рис. 2.53).

Предпосылками к созданию плана явилась ситуация, сложившаяся к началу 90-х годов XX века. Улицы большого города не были достаточно широкими для того, чтобы обеспечить движение большого количества автомобилей, более того, было невозможно обеспечить всех желающих автомобилистов необходимым количеством парковочных мест.

Принимая во внимание то, что автомобильное движение требует использования больших площадей городских пространств, что сопряжено с шумом и загрязнением воздуха, опасностью дорожно-транспортных происшествий, и исходя из того, что в таком большом городе, как Вена, в принципе невозможно совершить каждую поездку на автомобиле, городской совет г. Вены принял решение содействовать развитию ГПТ, пешеходного и велосипедного движения и переводу автомобильного движения на более удобный для города вид транспорта, что было закреплено в концепции дорожно-го движения 1994 г., в программе защиты климата 1999 г., в Генеральном плане транспорта г. Вены 2003 г. и в Концепции мобильности 2014 г.

В результате в настоящее время чуть более  $\frac{1}{4}$  всех пассажирских перевозок в г. Вене осуществляется личными автомобилями и мотоциклами, а почти  $\frac{3}{4}$  всех поездок уже совершаются на ГПТ, пешком или на велосипеде.

И стоит отметить, что по сравнению с другими крупными европейскими городами, в г. Вене наблюдается очень мало автомобильных пробок.

С 2017 года в г. Вене под девизом «WienMobil – мобильность из одних рук» начато внедрение комплексного пакета мобильности WienMobil, объединившего в себе предложения ГПТ, совместного использования СИМ, каршеринга и т. д.

Развитием принципов устойчивой мобильности является строительство инновационных станций мобильности Easymobil, реализованных Wiener Lokalbahn (прил. Ж).

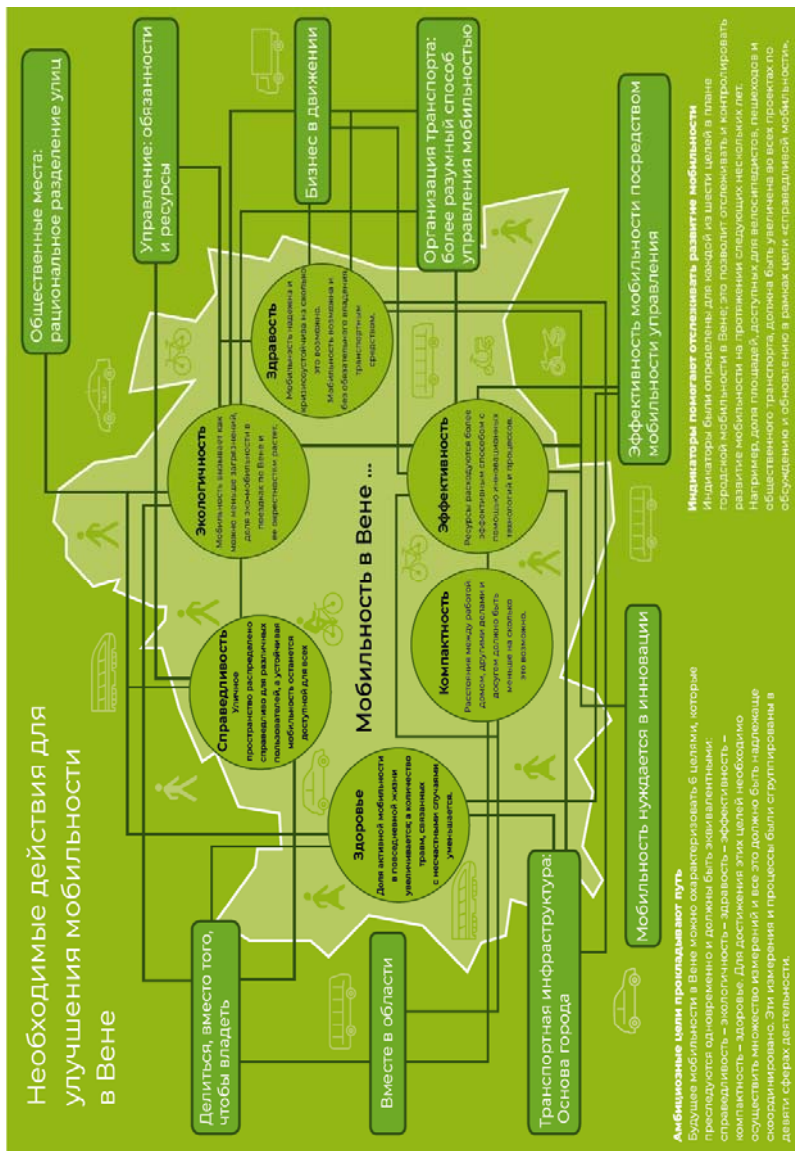


Рис. 2.53. Концепция плана устойчивой мобильности г. Вены ([wien.gv.at](http://wien.gv.at))



### **3. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП РАЗРАБОТКИ ПЛАНА УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ**

Разработке ПУГМ предшествует достаточно объемная подготовительная работа. На подготовительном этапе определяются отправные точки для разработки плана, вырабатываются технические принципы его внедрения, формируется команда исполнителей, определяются объем и график выполнения работ.

#### **3.1. Принятие решения о разработке плана**

Как видно из табл. 2.1, планирование устойчивой мобильности имеет ряд существенных отличий от традиционного транспортного планирования. Разработка и последующее внедрение ПУГМ невозможны без заинтересованности и понимания необходимости перехода на новые принципы транспортного планирования городских властей. Для достижения такого понимания могут потребоваться дополнительные консультации с руководителями подразделений городской исполнительной власти, представителями депутатского корпуса, общественных организаций. В ходе таких консультаций целесообразно рассмотреть на конкретных примерах результаты внедрения ПУГМ в других городах и странах.

Решение городских властей о разработке ПУГМ является первым шагом к переходу на принципы устойчивой мобильности.

#### **3.2. Оценка исходного состояния**

При оценке исходного состояния определяется цель и основные задачи ПУГМ проекта, вырабатываются технические принципы его внедрения, определяются предпосылки для разработки ПУГМ на государственном и городском уровнях.

##### ***3.2.1. Цели и основные задачи ПУГМ, краткое описание проектирования***

Принципы устойчивой городской мобильности основаны на использовании большого набора мероприятий различной направленности. При определении основных целей и задач разработки ПУГМ

необходимо учитывать возможность их достижения исходя из специфики города и страны, текущего положения дел в сфере устойчивой мобильности. В общем случае в качестве основных целей разработки ПУГМ могут выступать:

- повышение эффективности транспортного планирования;
- использование в планировании принципов устойчивой городской мобильности;
- обеспечение выполнения требований интегрированного развития города в соответствии с Лейпцигской хартией «Города Европы на пути устойчивого развития»;
- улучшение благосостояния жителей города;
- улучшение использования устойчивых видов транспорта;
- эффективное использование ресурсов города.

В качестве основных задач ПУГМ, как правило, выступают:

- сбор исходных данных, анализ текущего состояния мобильности;
- проведение обследований транспортного спроса;
- выработка видения концепции ПУГМ для города, приоритетных направлений устойчивого развития;
- разработка транспортной модели;
- разработка сценариев развития транспортной системы города;
- прогнозирование результатов при реализации различных сценариев развития транспортной системы города;
- повышение квалификации руководителей и специалистов городской администрации;
- анализ возможности финансового обеспечения для различных сценариев развития транспортной системы города.

### ***3.2.2. Технические принципы внедрения ПУГМ***

Разработка ПУГМ базируется на следующих общих принципах:

1. Интеграция ПУГМ с другими планами развития города, в первую очередь – с Генеральным планом города. Кроме того, в каждом городе на основе государственных планов и программ могут разрабатываться и реализовываться планы развития по отдельным направлениям, например:

- стратегия экономического развития города, области;
- план развития транспортной инфраструктуры различных видов транспорта;

- план повышения безопасности дорожного движения;
- план интегрированного развития города или отдельных его районов;

- план повышения энергоэффективности.

2. Обеспечение участия в разработке ПУГМ всех заинтересованных сторон. Информация о разработке ПУГМ должна освещаться в средствах массовой информации. Кроме того, ключевые решения (разработка концепции ПУГМ, сценарии развития транспортной системы, отдельные мероприятия) должны обсуждаться и согласовываться не только со специалистами, а и с представителями общественных организаций, жителями города.

3. Оценка результатов внедрения ПУГМ. Реализация ПУГМ предполагает постоянный мониторинг и оценку эффективности различных мероприятий. Поэтому на этапе разработки ПУГМ необходимо выработать систему показателей для оценки мобильности населения. Данная система показателей должна обеспечить возможность оценки устойчивости мобильности населения до и после внедрения сценариев и отдельных мероприятий ПУГМ.

К основным техническим принципам внедрения ПУГМ, базирующимся на принципах устойчивой городской мобильности, относятся:

- обеспечение интегрированного развития городского пространства с целью сокращения потребностей в передвижениях;

- приоритет в развитии ГПТ, экологически чистых видов транспорта;

- внедрение транзитных улучшений;

- уменьшение вредного воздействия транспорта на окружающую среду;

- обеспечение устойчивой мобильности для малообеспеченных, маломобильных групп населения;

- повышение энергоэффективности транспортной системы;

- снижение уровня аварийности на транспорте;

- повышение эффективности использования транспортных средств.

При разработке технических принципов внедрения ПУГМ необходимо учитывать уровень реализации принципов устойчивой мобильности в данном городе.

### **3.2.3. Определение предпосылок разработки плана на государственном и местном уровне**

Необходимость оценки предпосылок разработки ПУГМ на государственном уровне связана с рядом причин.

*Международные обязательства* государства, его участие в различных международных программах, законодательство страны, государственные планы и программы могут способствовать или, наоборот, создавать препятствия для разработки ПУГМ. Поэтому на подготовительном этапе следует проанализировать, в какой степени разработка ПУГМ будет способствовать реализации государственных и международных программ, какие при этом могут возникать юридические, административные, политические препятствия и противоречия. Целесообразно также до начала разработки ПУГМ определить пути преодоления имеющихся препятствий и противоречий.

*Местные условия* также могут в большей или меньшей степени способствовать разработке ПУМГ. Поэтому необходимо оценить предпосылки разработки ПУГМ на местном (городском) уровне. Для этого следует проработать следующие вопросы:

- географическое положение города, его транзитные возможности;
- уровень развития транспортной инфраструктуры города;
- научный потенциал города, наличие учебных и научно-исследовательских институтов транспортной отрасли;
- промышленный потенциал города;
- инвестиционный потенциал города;
- уровень развития IT-индустрии;
- перечень действующих городских планов и программ в сфере транспортного планирования;
- потенциал городских транспортных предприятий.

### **3.3. Выработка требований к составу команды разработчиков ПУГМ**

Для разработки ПУГМ создается группа, которая состоит как минимум из двух структур:

1. Рабочая группа городской администрации.
2. Группа разработчиков ПУГМ.

Кроме того, к участию могут привлекаться консалтинговые фирмы, имеющие опыт работы в сфере устойчивой мобильности

или разработки ПУГМ. Участие таких фирм в разработке ПУГМ является желательным, т. к. способствует повышению обоснованности и качества проектных решений.

*Рабочая группа городской администрации (РГГА)* официально утверждается решением городской администрации. Ее возглавляет руководитель городской администрации или его заместитель. В состав рабочей группы городской администрации включаются руководители или ответственные лица ключевых подразделений, отвечающие за вопросы транспорта, связи, социальной политики, экономики, международной деятельности, экологии, землепользования. Кроме того, в составе рабочей группы городской администрации необходимо участие всех заинтересованных сторон: представителей общественных организаций, коммунальных предприятий, местных и зарубежных экспертов. Основными задачами рабочей группы городской администрации являются:

1. Содействие разработке ПУГМ, консультации по возникающим в процессе разработки вопросам.

2. Обеспечение разработчика ПУГМ необходимой информацией.

3. Участие в принятии решений по принципиальным вопросам.

В количественном отношении состав рабочей группы городской администрации не ограничивается, однако он не должен быть чрезмерным и обеспечивать оперативность работы.

*Разработчик* – это организация, которая собственно разрабатывает ПУГМ на основе договора с Заказчиком (как правило, городской администрацией). В процессе разработки ПУГМ разработчик осуществляет взаимодействие с Заказчиком и РГГА. Количество исполнителей, выполняющих создание ПУГМ, разработчик определяет самостоятельно, исходя из объема работ. Однако для руководства созданием ПУГМ разработчиком назначается руководитель проекта (главный эксперт) и команда ключевых экспертов. В качестве ключевых экспертов проекта могут выступать как работники разработчика, так и сторонние эксперты. Кроме того, для выполнения отдельных задач в конкретных разделах ПУГМ могут привлекаться субподрядчики на договорных условиях. Все участники сформированной разработчиком команды должны обладать необходимыми знаниями, опытом, компетентностями в зависимости от особенностей проекта.

Руководитель проекта (главный эксперт) координирует всю работу по разработке ПУГМ. Поэтому к нему предъявляются макси-

мальные требования в плане знаний и опыта. Основные требования к главному эксперту:

1. Высшее образование в сфере транспорта или градостроительства. Ученая степень желательна.

2. Как минимум пятилетний опыт в сфере планирования, проектирования городской мобильности.

3. Как минимум пятилетний опыт взаимодействия с городскими администрациями, командами экспертов в сфере транспорта, градостроительства.

4. Как минимум пятилетний опыт управления проектами в сфере транспорта, опыт планирования, проектирования, моделирования транспортных процессов и систем.

5. Опыт участия в разработке ПУГМ.

6. Знание транспортной системы города и опыт взаимодействия с городской администрацией.

Главный эксперт координирует работу команды ключевых экспертов, которая должна соответствовать целям и задачам создаваемого ПУГМ. В общем случае состав команды ключевых экспертов, их задания и требования к ним выглядят следующим образом:

1. Ключевой эксперт по транспортной инфраструктуре. Руководит работами по анализу, планированию развития транспортной инфраструктуры, разработке сценариев развития транспортной системы города. Основные требования к компетенциям:

– высшее образование в сфере транспорта, ученая степень желательна;

– как минимум пятилетний опыт руководства проектами реконструкции и развития транспортной инфраструктуры;

– опыт разработки генеральных планов и программ в сфере транспорта;

– знание транспортной системы города и опыт взаимодействия с городской администрацией.

2. Ключевой эксперт по транспортному моделированию. Руководит работами по проведению транспортных исследований, разработке транспортной модели города, моделированию функционирования транспортной системы города, обучению работников городской администрации. Основные требования к компетенциям:

– высшее образование в сфере транспорта, ученая степень желательна;

– как минимум пятилетний опыт моделирования транспортных потоков;

– как минимум пятилетний опыт участия в проектах оптимизации работы городского транспорта;

– участие в разработке генеральных планов и программ развития транспорта;

– знание транспортной системы города и опыт взаимодействия с городской администрацией.

3. Ключевой эксперт по экономике и финансам. Руководит работами по проведению анализа ценообразования, финансово-экономического анализа, оценке затрат на реализацию проекта. Основные требования к компетенциям:

– высшее образование в сфере экономики, транспорта или градостроительства;

– как минимум трехлетний опыт в сфере городского экономического развития;

– как минимум трехлетний опыт взаимодействия с городскими администрациями, командами экспертов;

– участие в разработке генеральных планов и программ развития транспорта.

4. Ключевой эксперт по коммуникации. Руководит работами по взаимодействию с заинтересованными сторонами, выработке видения концепции ПУГМ, проведению информационных кампаний, разработке системы мониторинга городской мобильности. Основные требования к компетенциям:

– высшее образование в сфере транспорта, коммуникации, связью с общественностью;

– как минимум двухлетний опыт в сфере планирования городской мобильности;

– опыт работы в сфере связей с общественностью;

– участие в разработке генеральных планов и программ развития транспорта;

– как минимум двухлетний опыт взаимодействия с городскими администрациями, командами экспертов.

5. Ключевой эксперт по экологии. Руководит работами по анализу экологических характеристик транспортной системы, разработке системы мониторинга экологических изменений, оценке влияния

проектных решений на окружающую среду. Основные требования к компетенциям:

- высшее образование в сфере экологии, транспорта, ученая степень желательна;
- как минимум двухлетний опыт в сфере климатических изменений, воздействия транспорта на окружающую среду;
- участие в разработке генеральных планов и программ развития транспорта;
- как минимум двухлетний опыт взаимодействия с городскими администрациями, командами экспертов.

Все участники команды проекта должны обладать знаниями основных принципов устойчивой городской мобильности, опытом командной работы на достижение общего конечного результата.

### **3.4. Принятие решение о разработке транспортной модели и выбор ее вида**

Разработка транспортной модели не является обязательным элементом ПУГМ. Особенно это характерно для городов, находящихся на самом начальном этапе перехода к принципам устойчивой мобильности.

Транспортная модель является инструментом прогнозирования характеристик функционирования транспортной системы после внедрения различных мероприятий по ее совершенствованию. Она позволяет дать ответ на вопрос: «Что будет, если ...?». Однако разработка транспортной модели требует значительных материальных и трудовых затрат. Кроме того, целесообразность разработки транспортной модели зависит от выполнения ряда технических условий. К ним относятся наличие соответствующего программного обеспечения и специалистов по моделированию, доступность данного программного обеспечения для городской администрации после завершения разработки ПУГМ. Для разработки транспортной модели требуются дополнительные данные о транспортной системе.

При отсутствии необходимых условий и возможностей транспортная модель не разрабатывается. В этом случае разработчик ПУГМ будет вынужден рассматривать ограниченный набор мероприятий, эффективность которых не вызывает сомнений. Метод экспертных оценок различных сценариев развития транспортной



системы (без транспортной модели) позволяет сделать лишь недостаточно обоснованный грубый прогноз.

Наличие транспортной модели обеспечивает обоснованность разрабатываемых мероприятий, позволяет сделать более точный прогноз количественных оценок сценариев развития транспортной системы. Кроме того, транспортная модель может использоваться в процессе реализации ПУГМ, при корректировке мероприятий, при разработке последующих планов. Поэтому, при наличии необходимых условий, разработка транспортной модели является крайне желательной.

При принятии решения заказчиком о включении в ПУГМ разработки транспортной модели возникает вопрос о выборе ее вида. На этот выбор влияют доступность и возможности программного обеспечения для разработки модели, материальные возможности и т. д.

В настоящее время существует несколько вариантов выбора транспортной модели. Чаще всего стоит вопрос о выборе мультимодальной или унимодальной транспортной модели.

В мультимодальных моделях детально описывается структура различных видов передвижений, использование нескольких матриц корреспонденций для различных видов транспорта. При распределении корреспонденций по транспортной сети учитываются такие факторы, как стоимость проезда, парковки и т. д. В унимодальных моделях не производится расщепление по видам передвижений и широко используются различные упрощения.

Также возникает вопрос о выборе статической или динамической модели. В статических моделях транспортный поток рассматривается как непрерывное стационарное явление, которое характеризуется общей средней скоростью, плотностью, интенсивностью. В динамических моделях транспортный поток рассматривается как явление, изменяющееся во времени. Динамические модели более точные. При этом они гораздо сложнее и в разработке, и в использовании.

В существующей практике разработки ПУГМ, учитывая все преимущества и недостатки, чаще всего делается выбор в пользу мультимодальной статической транспортной модели

### **3.5. Определение объема и графика разработки ПУГМ**

Следующей задачей, которая решается на подготовительном этапе разработки ПУГМ, является определение объема и формиро-

вание графика разработки ПУГМ. Для ее решения необходимо учесть целый ряд факторов.

Города существенно отличаются между собой по размерам, численности населения, уровню развития транспортной сети и системы ГПТ, что оказывает влияние на объем работ при создании ПУГМ. Также необходимо учитывать наличие необходимых исходных данных о транспортной системе города и мобильности жителей.

Города могут находиться на различной стадии внедрения принципов устойчивой мобильности. Для одного города – это первый шаг в направлении устойчивой мобильности. Для другого – это совершенствование, развитие ранее принятых планов. Эти обстоятельства также влияют на объемы работ.

На сроки выполнения работ влияет наличие в городе необходимых кадровых и технических условий для разработки ПУГМ.

Заказчик разработки ПУГМ до начала работ оценивает перечень, трудоемкость, временные рамки выполнения проекта и отражает их в техническом задании.

Пример графика разработки ПУГМ приведен в табл. 3.1. Данный график может быть использован в городах с населением до 500 тыс. жителей, для которых ПУГМ разрабатывается впервые.

Если некоторые виды работ были выполнены ранее, до разработки ПУГМ, они не включаются в график. В первую очередь, это относится к таким видам работ, как «Комплекс обследований» или «Разработка транспортной модели».

Трудоемкость этапов проекта различна и не пропорциональна времени их выполнения.

Например, модуль 2 «Комплекс обследований» выполняется относительно непродолжительный период (в данном варианте графика – 6 месяцев). Однако этот модуль является наиболее трудоемким и требует привлечения большого количества учетчиков.

С увеличением размеров и численности населения города трудоемкость работ и, соответственно, время их выполнения корректируются в сторону увеличения.

Так для крупных городов с населением до 1 млн жителей сроки разработки ПУГМ могут увеличиваться до 24-х месяцев, для крупнейших городов с населением более 1 млн жителей – до 30 месяцев.

Таблица 3.1

## График разработки ПУГМ

Этапы разработки	Месяц																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Начальный этап	■																	
Модуль 1. Диагностика		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Модуль 2. Комплекс обследований			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Модуль 3. Разработка транспортной модели				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Модуль 4. Видение и планирование мероприятий					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Модуль 5. План действий и финансирование											■	■	■	■	■	■	■	■
Модуль 6. Процесс управления и взаимного участия	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

### 3.6. Выбор разработчика ПУГМ

Подготовительный этап разработки ПУГМ завершается выбором разработчика проекта. Этот выбор осуществляется заказчиком.

Процедура и временной период выбора разработчика проекта зависит от того, кто является заказчиком разработки ПУГМ.

В качестве заказчика проекта может выступать городская администрация или органы центральной государственной власти. В этом случае финансирование разработки ПУГМ будет осуществляться за счет бюджетных средств (местных или центральных). Это предполагает проведение открытых конкурсных торгов по определению разработчика проекта. Процедура проведения конкурсных торгов определена государственным законодательством.

После объявления конкурса претенденты направляют в конкурсную комиссию необходимые документы. Конкурсная комиссия определяет победителя торгов в соответствии с установленной процедурой. После этого заказчик заключает договор с разработчиком ПУГМ. Разработчик приступает к выполнению работ.

Как показывает практика, нередкими являются ситуации, когда в местном или центральном бюджете отсутствуют средства для финансирования разработки ПУГМ. Поэтому при финансировании разработки ПУГМ донором могут выступать небюджетные организации или зарубежные правительственные компании. В этом случае процедура выбора разработчика проекта определяется внутренними правилами и положениями таких компаний. Как правило, это также конкурсный отбор, который регламентируется внутренним положением.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ПЛАНА УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ

Содержание ПУГМ определяется техническим заданием на разработку. В каждом конкретном случае содержание ПУГМ может иметь отличия от типового плана в зависимости от факторов, рассмотренных выше. В данном разделе рассматривается содержание ПУГМ, график разработки которого представлен на рис. 3.1.

### 4.1. Начальный этап

Начальный этап разработки ПУГМ длится 1,5–2 месяца. Основная цель данного этапа – решение наиболее общих организационных, технических и методических вопросов разработки ПУГМ. Несмотря на небольшую продолжительность, на этом этапе решаются достаточно важные для успешного выполнения проекта задачи. К таким задачам относятся:

1. *Выработка и согласование регламента работы коллектива разработчиков.*

Определяется состав участников, периодичность, продолжительность проведения рабочих совещаний. Обычно, это еженедельные встречи продолжительностью 0,5–1 ч для контроля хода разработки ПУГМ, решения возникающих вопросов и проблем. На постоянной основе участниками рабочих совещаний являются представители заказчика, главный и ключевые эксперты разработчика. При необходимости в таких совещаниях могут принимать участие представители рабочей группы городской администрации, представители общественности, внешние эксперты.

Для подведения итогов этапов разработки ПУГМ целесообразно проводить встречи в расширенном формате с приглашением всех заинтересованных сторон.

2. *Определение системы коммуникации, обмена информацией между членами коллектива разработчиков.*

Учитывая территориальную разобщенность членов коллектива, еженедельные рабочие совещания целесообразно проводить в форме онлайн видеоконференций с использованием различных облачных платформ.

Встречи в расширенном формате с участием РГГА целесообразно проводить в офлайн режиме.

Для обмена информацией между членами рабочего коллектива (учитывая большое их количество) кроме традиционных средств (почта, мессенджеры) целесообразно использовать облачные технологии.

*3. Уточнение основных направлений развития транспортной системы города.*

В техническом задании на разработку ПУГМ основные направления развития транспортной системы города сформулированы в наиболее общем виде. Поэтому на начальном этапе целесообразно уточнить данные направления с учетом особенностей транспортной системы. При этом не производится детализация этих направлений, которая осуществляется в дальнейшем по результатам диагностики текущего состояния транспортной системы.

*4. Распределение обязанностей между членами коллектива экспертов.*

Основные направления работы и обязанности каждого эксперта установлены в техническом задании проекта. Однако, как показывает практика, решение ряда задач при разработке ПУГМ осуществляется на основе взаимодействия двух или большего количества экспертов. Поэтому важно четко распределить обязанности и ответственность за разработку отдельных задач ПУГМ между членами коллектива экспертов на начальном этапе проекта. Это позволяет избежать противоречий и конфликтных ситуаций между экспертами. При этом сохраняется возможность корректировки распределения обязанностей в процессе выполнения работ.

*5. Подбор персонального состава исполнителей.*

Каждый эксперт определяет трудоемкость решаемых задач, требования к исполнителям. Исходя из этого, главный и ключевые эксперты осуществляют подбор персонального состава исполнителей.

*6. Оформление договорных отношений с исполнителями.*

Определяется форма трудовых взаимоотношений с исполнителями, размер заработной платы, сроки работы. Трудовые отношения оформляются соответствующими договорами в соответствии с действующим законодательством.

*7. Отправка запросов на получение исходных данных.*

Коллективом экспертов готовится пакет писем в городскую администрацию, коммунальные предприятия, учреждения и организации с просьбой предоставить информацию, необходимую для проведения анализа текущего состояния транспортной системы города.

#### *8. Анализ возможных рисков.*

До начала разработки ПУГМ целесообразно оценить наличие и степень опасности различных неблагоприятных факторов (политического, социально-экономического, экологического характера), которые могут затруднить или остановить дальнейшую работу. Анализ возможных рисков может позволить предотвратить или снизить негативное влияние неблагоприятных факторов.

#### *9. Проведение установочной встречи коллектива разработчиков.*

Начальный этап завершается проведением установочной встречи. В этой встрече принимают участие представители заказчика, все эксперты, РГГА, заинтересованные стороны.

Главная цель установочной встречи – знакомство членов коллектива исполнителей и создание в нем рабочей атмосферы, обеспечение уверенности заказчика в компетентности разработчика. Для достижения этой цели в ходе установочной встречи представляются:

- цели, задачи и основные принципы разработки ПУГМ;
- график разработки ПУГМ;
- члены коллектива разработчиков, их опыт, достижения;
- основные этапы разработки ПУГМ и их характеристика;
- регламент работы коллектива разработчиков и система коммуникации;
- распределение обязанностей между членами коллектива разработчиков;
- анализ возможных рисков.

После проведения установочной встречи коллектив разработчиков приступает к выполнению основных этапов разработки ПУГМ.

### **4.2. Модуль 1. «Диагностика»**

Диагностика текущего состояния транспортной системы начинается параллельно с подготовкой установочной встречи и продолжается 9 недель согласно графику разработки ПУГМ (табл. 3.1). Конечная цель диагностики текущего состояния – выработка стратегических направлений разработки ПУГМ. Структура диагностики текущего состояния транспортной системы представлена на рис. 4.1.

На первом этапе диагностики необходимо определить список необходимых исходных данных. Далее нужно определить источники их получения. Для этого требуется взаимодействие с городской администрацией и членами РГГА.

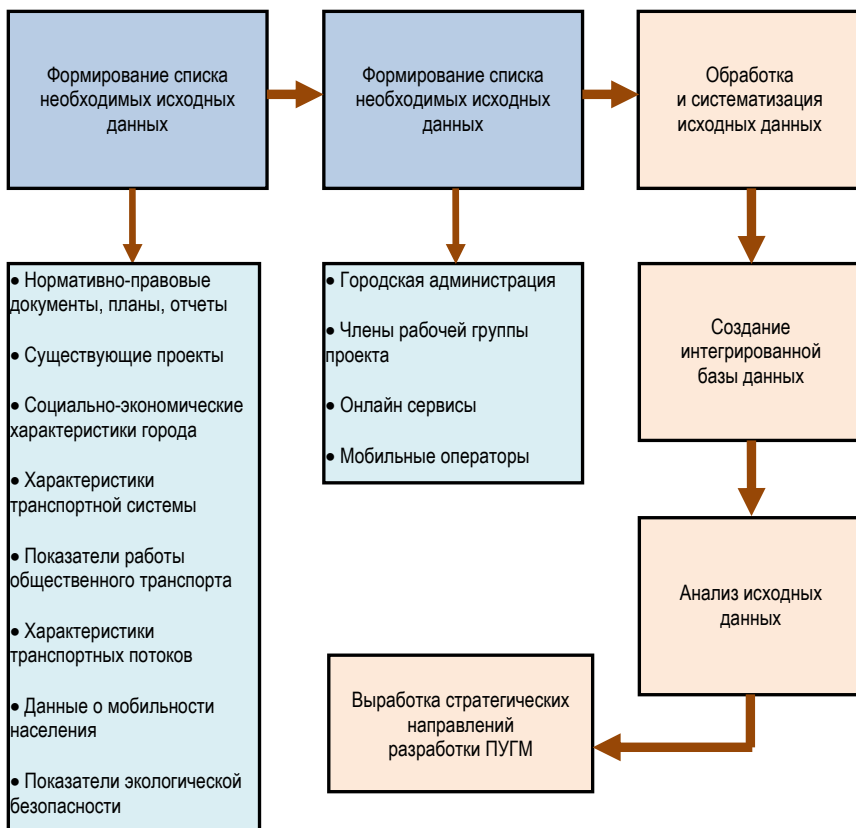


Рис. 4.1. Структура диагностики текущего состояния транспортной системы

Проведение диагностики текущего состояния транспортной системы предполагает наличие целого ряда нормативных документов (постановлений кабинета министров, приказов министерств, решений городского Совета народных депутатов и городской администрации), планов, программ, проектных разработок.

Значительная часть перечисленных документов находится в открытом доступе и может быть получена разработчиком ПУГМ самостоятельно. Однако для получения указанных документов необходимо содействие городской администрации, т. к. разработчик ПУГМ может не иметь информации о существовании некоторых документов, их полных названий и других реквизитов.



Поэтому на начальном этапе проекта после определения источников получения информации разработчик ПУГМ направляет пакет писем в городскую администрацию, коммунальные предприятия, учреждения и организации с просьбой о предоставлении абсолютно всех документов и информации.

Для получения исходной информации могут использоваться также различные онлайн ресурсы. Так, современные онлайн ресурсы позволяют получить информацию о маршрутной сети и функционировании системы ГПТ, характеристиках транспортных потоков, уровне загрузки дорог движением.

Для получения информации о мобильности населения могут также использоваться данные операторов мобильной связи. Однако существуют проблемы с доступностью такой информации. Кроме того, данные операторов мобильной связи могут позволить получить лишь наиболее общие показатели мобильности населения. Это связано с проблемами идентификации вида и цели передвижений, пола пользователя, его возрастной категории и принадлежности к той или иной социальной группе. Поэтому до сих пор в практике разработки ПУГМ данные операторов мобильной связи использовались весьма ограниченно.

После сбора исходной информации производится ее обработка и систематизация. Далее важным этапом является создание интегрированной базы данных, так как полученные исходные данные будут использоваться при разработке других разделов ПУГМ, а также могут в дальнейшем корректироваться. Поэтому все полученные данные необходимо сгруппировать и перенести в соответствующие электронные базы в удобном для последующей работы виде.

На следующем этапе полученные исходные данные необходимо проанализировать. Цель данного анализа – выявление преимуществ и недостатков функционирования транспортной системы с позиций принципов устойчивой городской мобильности. Для достижения этой цели проводится комплексный анализ по целому ряду направлений. Пример содержания такого анализа приведен в табл. 4.1. В каждом конкретном случае содержание диагностики текущего состояния может быть расширено или сужено в зависимости от местных особенностей и содержания разрабатываемого ПУГМ.

Как уже отмечалось, некоторые данные о мобильности населения, характеристиках транспортных потоков, работе системы ГПТ,

объемах вредных выбросов часто отсутствуют или являются устаревшими. В большинстве городов отсутствует достоверная информация о работе частных перевозчиков пассажиров. Поэтому на этом же этапе устанавливается перечень недостающих исходных данных, возможные пути и методы их получения. По результатам такого анализа может быть принято решение о проведении дополнительных социологических, натурных обследований в полевых или лабораторных условиях. Такая практика является распространенной. Количество, виды, объемы указанных обследований зависят от содержания ПУГМ, разрабатываемого для конкретного города.

Таблица 4.1

Содержание диагностики текущего состояния  
транспортной системы

Направление диагностики	Содержание направления диагностики
Нормативно-правовые основы работы транспортного сектора	Анализ законов страны и государственных программ, постановлений кабинета министров и приказов министерств, решений городской администрации, регулирующих работу в сфере транспорта
	Анализ действующих стратегий, планов, программ развития городского транспорта
	Анализ генерального плана города
	Анализ комплексной транспортной схемы города
Наличие предыдущих разработок	Анализ результатов разработанных проектов, научных исследований (за последние 5 лет), направленных на развитие и совершенствование транспортной системы города
Управление и финансирование транспортного сектора города	Анализ эффективности структуры управления городом
	Анализ эффективности структуры финансирования транспортного сектора города
	Анализ бюджета города и планов финансирования транспортного сектора
Характеристики транспортной сети	Схема транспортной сети
	Данные геоинформационных систем

Продолжение табл. 4.1

Направление диагностики	Содержание направления диагностики
Характеристики транспортной сети	Характеристик участков транспортной сети (протяженность, количество полос движения, категория улиц и дорог, максимальная скорость движения, возможность парковки на проезжей части)
	Схема и характеристики системы велодорожек
Характеристики транспортной сети	Схема расположения светофорных объектов
	Схемы организации дорожного движения на перекрестках с указанием запрещенных маневров
	Параметры светофорного регулирования на перекрестках
	Схема расположения технических средств для движения маломобильных групп населения (пандусов, пониженного бортового камня)
	Данные об интенсивности и составе транспортных потоков на участках транспортной сети
	Схема расположения камер видеонаблюдения за дорожным движением с указанием камер подсчета интенсивности и скорости транспортных потоков
	Схема парковочной сети с указанием мест незаконной парковки
	Схема расположения подземных пешеходных переходов с указанием их обустройства для движения маломобильных групп населения
	Схема расположения аэропортов, автовокзалов, железнодорожных вокзалов
	Данные об уровне аварийности за последние 3 года (статистика ДТП, характеристика мест концентрации ДТП), материалы анализа ДТП
	Схема расположения станций байкшеринга, кикшеринга, каршеринга
	Схема грузового каркаса транспортной сети (дорог и улиц для движения грузового транспорта)
	Информация о количестве зарегистрированных в городе автомобилей

Продолжение табл. 4.1

Направление диагностики	Содержание направления диагностики
Социально-экономические характеристики города	Данные о распределении численности населения по возрасту, полу
	Данные о численности маломобильных групп населения
	Данные о расположении домохозяйств и количестве проживающих в них жителей
	Данные о расположении и численности работников предприятий, организаций, учреждений города
	Данные о расположении и численности работников, учащихся в учебных заведениях города
	Данные о расположении и численности работников, детей в дошкольных учреждениях города
	Данные о расположении, численности работников и среднем количестве посетителей объектов культурно-спортивного назначения
	Данные о расположении, численности работников и среднем количестве посетителей объектов торговли, питания, бытового обслуживания
Организационные основы работы общественного транспорта	Анализ договоров на оказание услуг по перевозке пассажиров общественным транспортом
	Анализ процедуры проведения конкурсов, выбора перевозчиков общественного транспорта
	Анализ уставов государственных транспортных предприятий города
	Анализ системы контроля качества услуг по перевозке общественным транспортом
	Анализ финансовых показателей работы перевозчиков общественного транспорта
Характеристики маршрутной сети ГПТ	Схемы и характеристики маршрутов ГПТ, пригородных маршрутов
	Характеристики и состояние маршрутных транспортных средств
	Схема расположения остановочных пунктов МТС, их соответствие установленным требованиям

Направление диагностики	Содержание направления диагностики
Характеристики маршрутной сети ГПТ	Данные о пассажиропотоках на маршрутах ГПТ
	Данные о пассажирообмене на остановочных пунктах ГПТ
	Данные GPS- треков маршрутных транспортных средств
	Схема и характеристики выделенных полос для МТС
	Характеристика существующих способов и инфраструктуры оплаты проезда на ГПТ
	Информация о существующих тарифах на маршрутах ГПТ, методике их расчета
	Информация о себестоимости перевозок на маршрутах ГПТ
	Перечень льготных категорий пассажиров, их численность, размеры льгот
Характеристика мобильности населения	Данные о количестве передвижений различных социальных групп населения
	Данные о распределении количества передвижений по целям
	Данные о распределении количества передвижений по видам транспорта
	Данные о распределении количества передвижений по продолжительности
	Данные о распределении количества передвижений по времени суток
Уровень экологической безопасности	Оценка общего уровня загрязнения воздуха вредными веществами
	Распределение выбросов вредных веществ по видам транспорта
	Оценка общего уровня загрязнения воздуха парниковыми газами
	Распределение выбросов парниковых газов по видам транспорта
	Анализ проектов, планов и программ развития транспортной системы города, направленных на сокращение выбросов вредных веществ, парниковых газов

Направление диагностики	Содержание направления диагностики
Инвестиционные перспективы	Анализ информации о прямых иностранных инвестициях в развитие городской транспортной системы за последние 10 лет
	Анализ действующих проектов развития городской транспортной системы и источников их финансирования
	Анализ возможностей города по привлечению инвестиций (национальных, иностранных) в развитие городской транспортной системы

Кроме того, по результатам анализа необходимо сформулировать выводы о преимуществах и недостатках функционирования транспортной системы с позиций принципов устойчивой городской мобильности. При формировании выводов особое внимание следует уделить следующим вопросам:

1. Наличие противоречий, препятствий внедрению принципов устойчивой мобильности в стратегических планах, программах развития города. Пути преодоления данных противоречий и препятствий.

2. Соответствие структуры управления городом в целом и транспортным сектором в частности внедрению ПУГМ. Необходимость совершенствования структуры управления.

3. Наличие необходимой нормативно-правовой базы для внедрения принципов устойчивой мобильности, ее воздействие на эффективность взаимодействия между участниками транспортных процессов.

4. Наличие всех необходимых данных для разработки ПУГМ. Необходимость сбора недостающих данных и проведения дополнительных обследований.

5. Уровень и тенденции развития устойчивых видов транспорта.

6. Существующие тенденции изменения мобильности городского населения, эффективности и безопасности движения транспортных потоков.

7. Сильные и слабые стороны городской транспортной системы.

8. Существующие угрозы внедрению ПУГМ.

9. Возможности финансирования внедрения мероприятий ПУГМ.

Результаты анализа исходных данных являются основой для разработки стратегических направлений разработки ПУГМ. На данном

этапе не разрабатываются конкретные мероприятия, направленные на обеспечение устойчивой мобильности, а лишь уточняются основные направления, сформулированные на начальном этапе выполнения проекта. Для выработки стратегических направлений разработки ПУГМ используются основные принципы устойчивой мобильности (раздел 2). Набор таких стратегических направлений может быть различным в каждом городе в зависимости от результатов диагностики текущего состояния транспортной системы.

### **4.3. Модуль 2. «Комплекс обследований»**

#### ***4.3.1. Определение видов обследований***

Теоретически, при наличии всех необходимых исходных данных для разработки ПУГМ, комплекс обследований может не проводиться. В этом случае данный раздел не включается в содержание ПУГМ. Однако, как показывает практика, в подавляющем большинстве случаев отсутствует вся необходимая актуальная информация.

Комплекс обследований выполняется параллельно с диагностикой текущего состояния транспортной системы и продолжается 9 недель согласно графику разработки ПУГМ (табл. 3.1). В ходе диагностики текущего состояния транспортной системы определяется перечень недостающих (или устаревших) исходных данных. При формировании списка недостающих данных учитывается решение о выборе вида транспортной модели. Различные виды транспортной модели требуют и различного набора исходных данных.

На основе списка недостающих данных определяются виды дополнительных обследований и их объем. Комплекс обследований может быть связан со значительными дополнительными объемами работ, что, в свою очередь, требует дополнительного финансирования. Вопросы финансирования дополнительного комплекса обследований требуют согласования с заказчиком проекта.

Решение о проведении комплекса дополнительных обследований может быть принято и на подготовительном этапе разработки ПУГМ. Это возможно в том случае, если на этом этапе уже есть полная ясность с наличием исходных данных. В этой ситуации вопросы определения объемов обследований и их финансирования решаются на подготовительном этапе при определении объема

и графика разработки ПУГМ, до выбора разработчика проекта. Это наиболее благоприятная ситуация, т. к. не требует дополнительных согласований с заказчиком и дополнительного финансирования уже в ходе разработки ПУГМ.

В общем случае виды дополнительных обследований и их объем определяются после проведения диагностики текущего состояния транспортной системы. Набор возможных дополнительных обследований представлен в табл. 4.2.

Каждый вид обследований имеет свою цель.

#### **4.3.2. Обследования характеристик транспортных потоков**

Обследование характеристик транспортных потоков проводится с целью получения необходимой информации для оценки условий движения на участках транспортной сети.

Таблица 4.2

Характеристика дополнительных обследований

Предмет обследования	Методы обследований	Получаемая информация
Характеристики транспортных потоков	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полевые</li> <li>2. Лабораторные</li> <li>3. Автоматизированные</li> <li>4. Онлайн сервисы</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Интенсивность движения</li> <li>2. Состав транспортных потоков</li> <li>3. Скорость транспортных потоков</li> <li>4. Уровень загрузки дорог движением</li> </ol>
Работа ГПТ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полевые</li> <li>2. Автоматизированные</li> <li>3. Лабораторные</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пассажиропотоки на маршрутах</li> <li>2. Количество оборотных рейсов на маршрутах</li> </ol>
Мобильность населения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Социологические</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статистические данные о респондентах</li> <li>2. Статистические данные о мобильности респондентов</li> </ol>

Эти данные также используются для проверки адекватности транспортной модели и ее калибровки.



В зависимости от наличия технических возможностей данные обследования могут проводиться различными методами. Наиболее простой (но и самый трудоемкий) вариант – это непосредственные натурные полевые обследования. Информация о характеристиках транспортных потоков может быть получена также путем обработки видеофайлов камер видеонаблюдения в лабораторных условиях.

Детекторы транспорта, установленные в различных точках транспортной сети, позволяют получить данные о характеристиках транспортных потоков без непосредственного участия человека. Использование камер видеонаблюдения и детекторов транспорта возможно при их достаточном количестве на элементах транспортной сети. В противном случае целесообразно использовать комбинацию двух или трех методов обследования.

Некоторые характеристики транспортных потоков (скорость, уровень загрузки дорог движением) можно получить с использованием различных онлайн сервисов.

Проведение обследований характеристик транспортных потоков требует определенной подготовительной работы, которая включает в себя:

- выбор элементов транспортной сети для проведения обследований;
- определение необходимого количества учетчиков и их персонального состава;
- подготовку карт учета;
- формирование базы файлов видеонаблюдения;
- инструктаж учетчиков;
- организацию проезда, питания учетчиков;
- создание электронной базы данных для аккумуляции результатов обследований.

Для проведения обследований характеристик транспортных потоков выбирают будние дни наиболее нагруженного движением сезона года, как правило, это осенне-весенний период. Обследования проводятся отдельно в утренний и вечерний «пики» интенсивности движения, межпиковый период. Выделенные для проведения обследований периоды времени суток целесообразно разбить на пятнадцатиминутные интервалы. Это необходимо для обеспечения достаточной точности при калибровке транспортной модели.

После проведения обследований результаты заносятся в электронную базу данных, которая позволяет в дальнейшем рассчитать производные, суммарные и средние показатели.

#### ***4.3.3. Обследование работы ГПТ***

Обследование работы ГПТ проводится с целью получения необходимой информации для оценки спроса и предложения в данном сегменте передвижений. Результаты этих обследований также используются при создании транспортной модели.

В ходе обследований определяются пассажиропотоки на ГПТ и количество оборотных рейсов. При проведении полевых натурных обследований пассажиропотоков обычно используется табличный метод. Возможно также применение различных автоматизированных методов с последующей обработкой информации в лабораторных условиях.

Количество оборотных рейсов подсчитывают непосредственно на маршрутах или путем обработки информации с камер видеонаблюдения. При выборе места подсчета оборотных рейсов целесообразно использовать точки пересечения нескольких маршрутов. Это позволяет сократить трудоемкость обследований. Большое значение имеют данные предприятий ГПТ.

Обследования проводятся отдельно на каждом маршруте ГПТ. Подготовка обследований и обработка результатов аналогична обследованиям характеристик транспортных потоков [22].

#### ***4.3.4. Обследование мобильности населения***

Обследование мобильности населения проводится с целью получения необходимой информации о структуре и количественных параметрах транспортного спроса, качестве услуг ГПТ. Результаты этих обследований также используются при создании транспортной модели.

Обследование мобильности населения проводится методами социологических исследований, путем опроса жителей домохозяйств. Организация соцопроса в домохозяйствах требует значительной подготовительной работы, которая включает в себя следующие этапы:

1. Разработка схемы районирования города (является этапом разработки транспортной модели).

2. Определение объема выборки респондентов. Объем выборки должен составлять не менее 1 % численности населения города. Увеличение объема выборки является желательным для повышения статистической ценности результатов.

3. Определение квот респондентов для каждого микрорайона. Квоты устанавливаются пропорционально численности жителей микрорайона с учетом их пола и возраста.

4. Определение необходимого количества интервьюеров и их персонального состава.

5. Закрепление интервьюеров за микрорайонами.

6. Разработка формы анкеты для опроса. Анкета состоит из 3-х разделов. Первый раздел – общая информация (дата, время, место опроса, Ф.И.О. интервьюера). Второй раздел – информация о респонденте (пол, возрастная категория, статус респондента, частота передвижений по городу, предпочтения по видам передвижений, способы оплаты проезда, оценка качества услуг ГПТ). Третий раздел – информация о мобильности респондента за предыдущий рабочий день (цели и количество передвижений, описание и параметры передвижений).

7. Разработка инструкции интервьюерам по проведению опроса.

8. Инструктаж интервьюеров.

9. Создание электронной базы данных для результатов обследований.

Соцопросы жителей домохозяйств проводятся в установленные сроки путем непосредственных интервью. Это связано с определенными техническими и этическими проблемами. Опрос одного респондента может продолжаться 15–25 минут, что не всех устраивает. Часть жителей не желает общаться с посторонними людьми, опасаясь мошенников. Проведение соцопросов в рабочее время суток ограничивает охват всех категорий респондентов по статусу (в это время в домохозяйствах пребывают в основном неработающие категории граждан). Все это затрудняет проведение соцопросов и увеличивает их трудоемкость.

После проведения соцопросов результаты заносятся в электронную базу данных, которая позволяет рассчитать показатели мобильности по каждому транспортному району города [23].

#### 4.4. Модуль 3. «Разработка транспортной модели»

При принятии решения о разработке транспортной модели данный модуль включается в содержание ПУГМ. Разработка транспортной модели выполняется параллельно с диагностикой текущего состояния транспортной системы и комплексом обследований и продолжается 10 недель согласно графику разработки ПУГМ (табл. 3.1).

Транспортная модель разрабатывается с целью создания инструмента для прогнозирования функционирования транспортной системы после реализации различных сценариев ее совершенствования. Данная модель позволяет рассчитать интенсивность транспортных потоков, перераспределение пассажиропотоков после изменения транспортной системы [24].

Классическая схема разработки транспортной модели предполагает выполнение 4-х этапов:

Этап 1. Моделирование транспортного предложения.

Этап 2. Моделирование транспортного спроса.

Этап 3. Расчет распределения транспортных потоков.

Этап 4. Проверка адекватности и калибровка модели.

Рассмотрим краткое содержание указанных 4-х этапов на примере мультимодальной транспортной модели.

На этапе 1 «Моделирование транспортного предложения» выполняется графическое и математическое описание транспортной сети. Для этого разрабатывается топологическая схема транспортной сети. Вся сеть представляется в виде узлов и отрезков (пример на рис. 4.2, 4.3).

Характеристики узлов и отрезков описываются в соответствующей электронной базе данных.

Далее разрабатываются схемы маршрутов различных видов ГПТ (пример для маршрутов трамвая на рис. 4.4).

Характеристики маршрутов ГПТ также описываются в соответствующей электронной базе данных.

На этапе 2 «Моделирование транспортного спроса» выполняется районирование транспортной сети (пример на рис. 4.5).

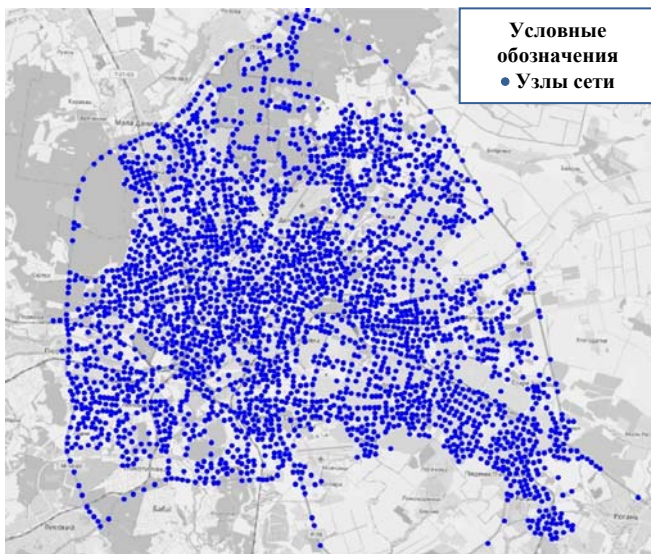


Рис. 4.2. Схема узлов транспортной сети

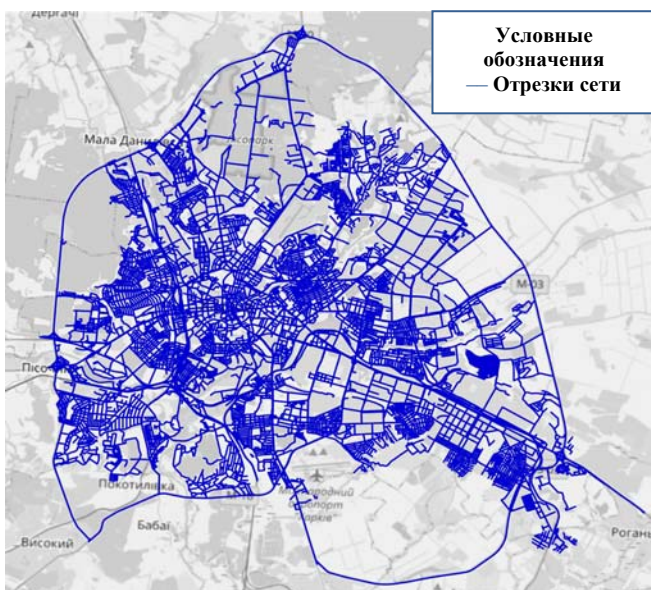


Рис. 4.3. Схема отрезков транспортной сети

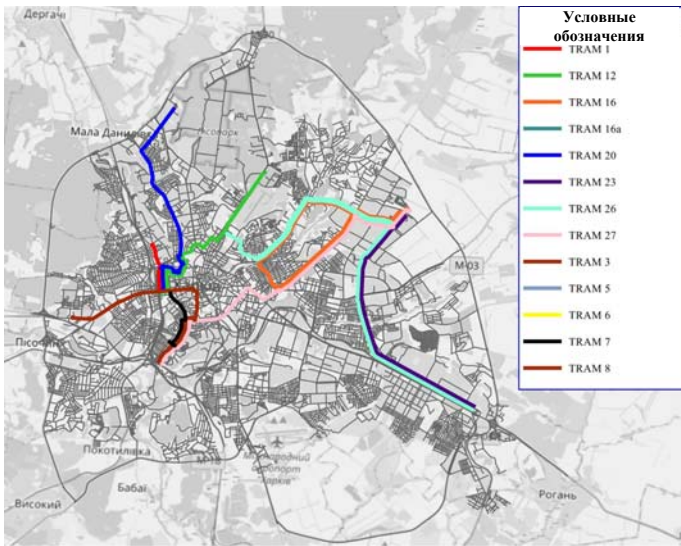


Рис. 4.4. Схема маршрутов трамвая

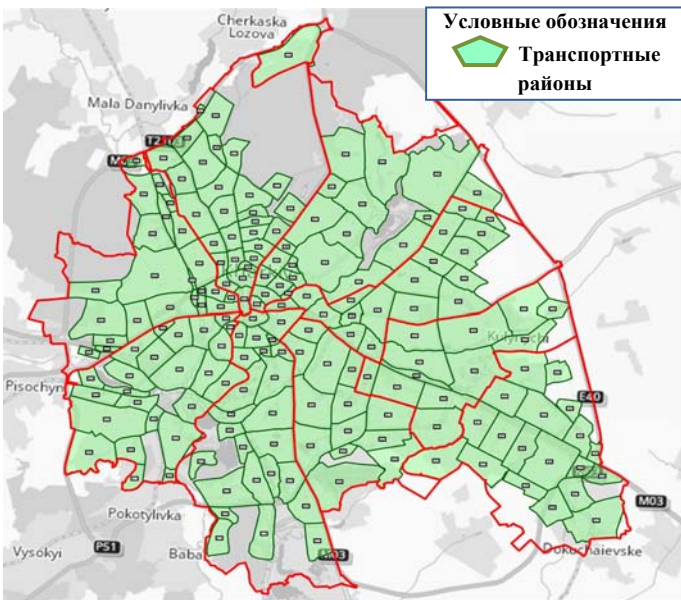


Рис. 4.5. Схема транспортных районов

Транспортная сеть разбивается на отдельные транспортные районы. Четких критериев формирования транспортных районов не существует. Они могут существенно отличаться по площади, количеству проживающих жителей (работников). При этом нужно стремиться к тому, чтобы домохозяйства, объединенные в транспортный район, имели близкие транспортные условия, этажность. Для каждого транспортного района определяется количество проживающих (работников), их распределение по возрастному признаку, полу, статусу.

В дальнейшем эта информация используется для определения квот респондентов при проведении соцопросов в домохозяйствах. Таким образом, формируются необходимые данные для расчета матриц корреспонденций между всеми парами транспортных районов.

На этапе 3 «Расчет распределения транспортных потоков» с помощью программного обеспечения выполняются следующие расчеты:

- расчет матрицы кратчайших расстояний;
- расчет матриц корреспонденций по видам транспорта;
- распределение транспортных корреспонденций в транспортной сети;
- расчет характеристик транспортных потоков, пассажиропотоков на участках транспортной сети.

В результате определяются уровни загрузки дорог движением на участках транспортной сети. Результаты расчетов для наглядности представляют в виде картограммы интенсивности транспортных потоков (пример на рис. 4.6).

Аналогичные картограммы можно построить для пассажиропотоков на различных видах ГПТ. После решения задачи распределения транспортных потоков программное обеспечение рассчитывает характеристики движения на участках транспортной сети. После определения параметров транспортной модели проводится проверка ее адекватности и калибровка. Для этого используются данные диагностики текущего состояния транспортной системы. Это данные об интенсивности движения транспортных потоков на участках транспортной сети, количестве оборотных рейсов и пассажиропотоках на маршрутах ГПТ [22].

Проверка адекватности модели проводится путем сравнения фактических и прогнозных значений интенсивности, пассажиропотоков. Вывод об адекватности модели делается по значению средней ошибки аппроксимации, которая не должна превышать 10 %.



При необходимости производится калибровка модели путем корректировки ее параметров с последующей проверкой адекватности.

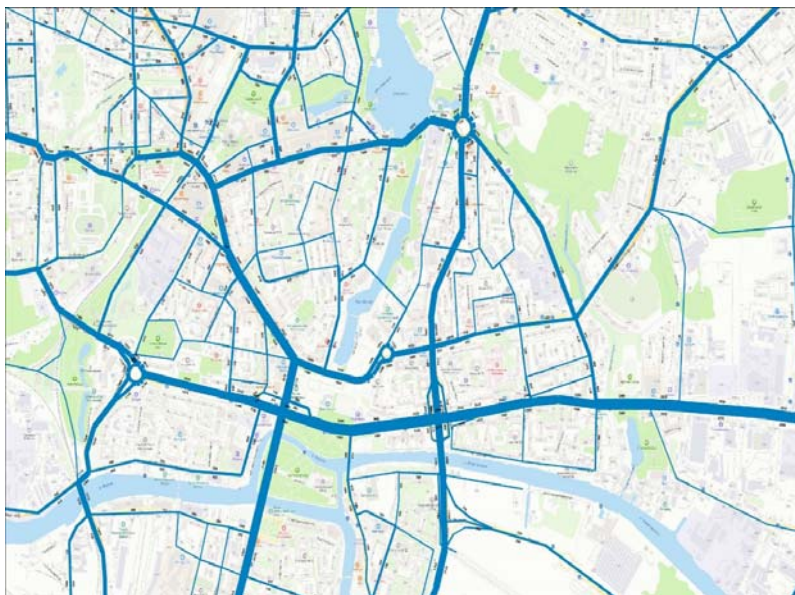


Рис. 4.6. Картограмма интенсивности транспортных потоков

#### **4.5. Модуль 4. «Видение и планирование мероприятий»**

##### ***4.5.1. Методика планирования мероприятий***

Разработка ПУГМ предполагает последовательное выполнение ряда этапов (рис. 4.7).

На первом этапе вырабатывается видение концепции устойчивого развития мобильности в городе. На основе принятого видения концепции устойчивого развития мобильности определяются приоритеты устойчивого развития городской мобильности. Под каждый приоритет формулируются его основные цели. Далее разрабатываются сценарии развития устойчивой мобильности в городе. Для каждого сценария определяются конкретные мероприятия, обеспечивающие достижение целей установленных приоритетов устойчивого развития мобильности.



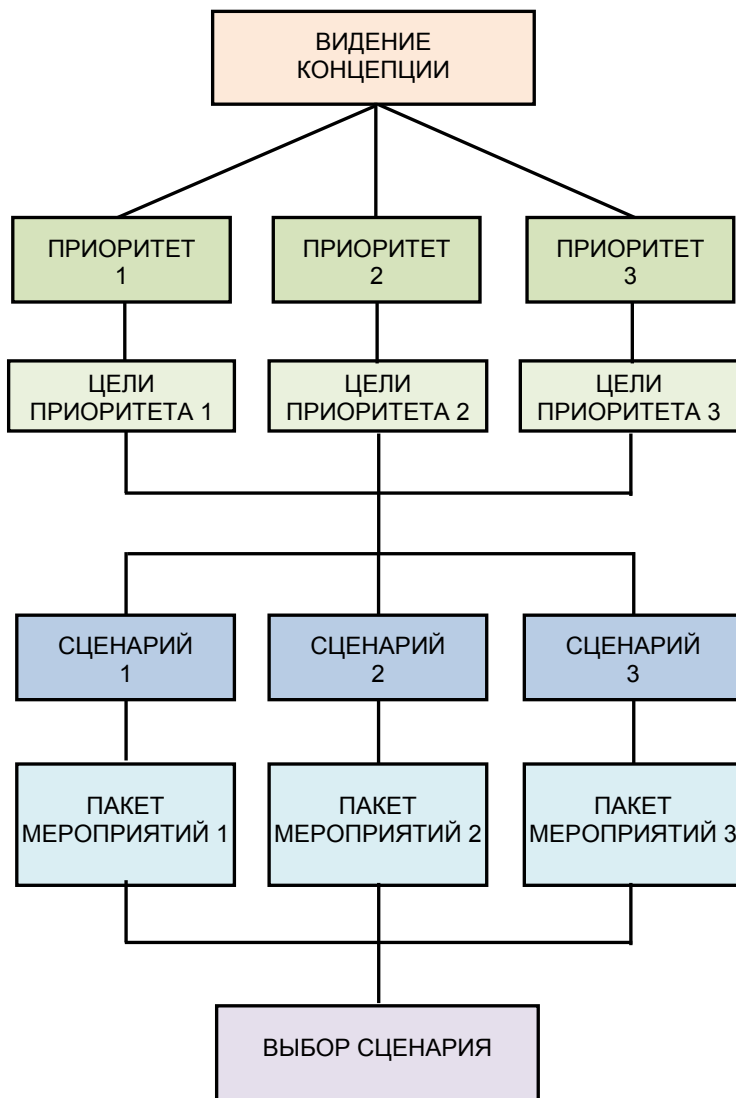


Рис. 4.7. Методика планирования мероприятий

На завершающем этапе выполняется анализ разработанных сценариев, определяются их преимущества и недостатки, оценивается вероятность их реализации.

В результате выбирается наиболее реалистичный сценарий и, соответственно, пакет предусмотренных им мероприятий.

Особенностью методики разработки ПУГМ является использование принципов открытости, доступности, взаимного участия всех заинтересованных сторон на всех этапах.

#### ***4.5.2. Выработка концепции устойчивого развития мобильности***

Концепция устойчивого развития мобильности определяет генеральное направление развития городской мобильности на долгосрочную перспективу. Это своеобразный девиз всех действий, направленных на обеспечение устойчивой городской мобильности. Разработка концепции развития устойчивой мобильности строится на следующих основных принципах:

- учет основных особенностей предыстории городского развития;
- оценка потенциала города в долгосрочной перспективе;
- широкое участие всех заинтересованных сторон.

Выработка концепции устойчивого развития мобильности является одним из ключевых элементов разработки ПУГМ, определяющим содержание разрабатываемых в дальнейшем мероприятий. Поэтому крайне важно признание, одобрение видения концепции всеми заинтересованными сторонами.

Для выработки концепции устойчивого развития мобильности могут применяться различные методики. Один из подходов заключается в следующем. Предварительно ключевыми экспертами создается множество ключевых слов, которые могут использоваться для формулирования концепции (рис. 4.8).

Также заранее ключевые эксперты проекта готовят свои варианты формулировки концепции. Некоторые возможные варианты концепции развития устойчивой мобильности приведены ниже.

«Город устойчивой и безопасной мобильности населения».

«Город устойчивого экологически чистого транспорта».

«Город – лидер устойчивой мобильности».

«Зеленый город интеллектуального транспорта и равной транспортной доступности».

«Комфортный для жизни город устойчивых видов транспорта».

«Туристический город устойчивой мобильности и здоровой жизни».

«Город качественной транспортной инфраструктуры и устойчивой мобильности населения».

«Харизматичный город инновационного развития и устойчивой мобильности».

«Город динамичного развития и устойчивых видов транспорта».



Рис. 4.8. Множество ключевых слов для формулировки концепции

После формирования вариантов концепции проводится рабочая встреча коллектива разработчиков и представителей всех заинтересованных сторон. На этой встрече участникам демонстрируются ключевые слова, варианты концепции. В ходе встречи обеспечивается интенсивное взаимодействие участников, обсуждение преимуществ и недостатков предложенных вариантов концепции. При этом возможна корректировка предложенных вариантов или формулировка новых. После этого проводится голосование, которое и определяет окончательный вариант концепции развития устойчивой мобильности.

#### ***4.5.3. Выработка приоритетов развития устойчивой мобильности***

В соответствии с принятой концепцией развития устойчивой мобильности ключевыми экспертами определяются основные приоритеты разрабатываемого ПУГМ. При определении приоритетов используются материалы диагностики текущего состояния транспортной системы. Каждый приоритет должен быть обоснован не только теоретическими соображениями, но и конкретными количественными показателями. Принятые приоритеты устойчивого развития должны быть направлены на устранение недостатков и проблем функционирования действующей транспортной системы. Для принятия приоритетов устойчивого развития также проводится рабочая встреча экспертов и представителей заинтересованных сторон.

Приоритеты устойчивого развития являются основой для выработки целей ПУГМ. Цели ПУГМ фактически уточняют принятые приоритеты и являются базой для разработки и оценки эффективности мероприятий, системы мониторинга реализации ПУГМ. Сформулированные цели ПУГМ должны быть конкретными и реалистичными. При этом должна быть возможность индикации их достижения с помощью количественных показателей. Определение целей ПУГМ строится на принципах взаимного участия заинтересованных сторон.

Примеры приоритетов и целей ПУГМ приведены в табл. 4.3.

#### ***4.5.4. Разработка сценариев развития устойчивой мобильности***

Разработка сценариев развития устойчивой мобильности является важным этапом разработки ПУГМ. Базой для сценарного планирования является диагностика текущего состояния транспортной системы города. При разработке сценариев учитываются тенденции изменения политической и социально-экономической ситуации, перспективы развития в сфере транспорта, изменения в экологии.

Сценарии развития устойчивой мобильности дают возможность оценить состояния транспортной системы города в будущем, определить реалистичные мероприятия и индикаторы оценки их результатов.

## Приоритеты и цели ПУГМ

Приоритеты	Цели
1. Акцент на развитие общественного транспорта	1.1. Интеграция работы различных видов общественного транспорта 1.2. Обеспечение приоритета движения общественного транспорта 1.3. Повышение комфортабельности и экологичности общественного транспорта
2. Повышение безопасности движения	2.1. Снижение уровня аварийности 2.2. Снижение вредного воздействия транспорта на окружающую среду 2.3. Повышение дисциплины участников движения
3. Развитие активных способов передвижений	3.1. Создание сети велодорожек 3.2. Создание инфраструктуры для хранения, ремонта велосипедов, самокатов 3.3. Популяризация активных способов передвижений 3.4. Расширение пешеходного пространства 3.5. Повышение привлекательности общественного пространства 3.6. Устранение препятствий пешеходному движению
4. Совершенствование парковочной сети	4.1. Оптимизация парковочного пространства в центральной части города 4.2. Совершенствование тарифной системы и оплаты за пользование парковками
5. Повышение эффективности грузового транспорта	5.1. Совершенствование грузового «каркаса» города 5.2. Повышение эффективности перевозок грузов
6. Развитие совместного использования транспортных средств	6.1. Снижение уровня загрузки транспортной сети 6.2. Снижение темпов роста уровня автомобилизации

При разработке сценариев принимается ряд допущений, от которых во многом зависит реалистичность прогноза, поэтому при принятии допущений требуется их всестороннее обоснование.

Сценарии развития устойчивой мобильности разрабатываются на перспективу 20–30 лет. Наиболее распространенным является подход, согласно которому разрабатываются 3 сценария:

- инерционный;
- альтернативный;
- амбициозный.

*Инерционный сценарий* строится на существующих планах, программах, проектах. Предполагается, что все имеющиеся материальные ресурсы город направит на реализацию действующих планов и программ. Также предполагается, что городские власти и жители города не будут испытывать потребности в существенных изменениях транспортной системы.

Основные допущения данного сценария:

- численность населения и структура расселения сохранятся на существующем уровне;
- существующие тенденции изменения уровня автомобилизации сохранятся;
- активные, немоторизованные способы передвижения будут использоваться, главным образом, как форма отдыха;
- существующие тенденции изменения экологических показателей в городе сохранятся;
- имеющиеся в городе материальные средства будут направлены на эксплуатацию и содержание объектов транспортной инфраструктуры и разработку запланированных стратегическими документами проектов.

*Альтернативный сценарий*, в отличие от инерционного, строится на предположении, что определенные организационные усилия и материальные ресурсы (в том числе внебюджетные) будут направлены на внедрение отдельных мероприятий по развитию устойчивой мобильности.

Основные допущения альтернативного сценария:

- численность населения несколько увеличится в результате урбанизации;
- темпы роста уровня автомобилизации несколько сократятся;
- благодаря развитию инфраструктуры возрастет объем регулярных активных, немоторизованных передвижений;
- повысится безопасность движения, снизится вредное воздействие транспорта на окружающую среду;

– имеющиеся в городе материальные средства будут направлены как на разработку запланированных стратегическими документами проектов, так и на некоторые проекты развития устойчивых, экологически чистых видов транспорта.

*Амбициозный сценарий* предполагает широкое внедрение новых проектов развития устойчивой городской мобильности. Привлечение инвестиций, реорганизация структуры управления транспортным сектором, создание новых органов транспортного планирования обеспечит качественное изменение транспортной инфраструктуры. Привлекательность города существенно возрастет.

Основные допущения амбициозного сценария:

– численность населения города существенно возрастет в результате его развития;

– структура расселения изменится в результате появления новых центров транспортного тяготения;

– совершенствование системы ГПТ обеспечит увеличение спроса на его услуги [25];

– в результате активной разъяснительной работы существенно возрастут объемы активных, немоторизованных передвижений, сократятся передвижения на личных автомобилях;

– изменение системы налогообложения, тарифообразования, субсидирования приведет к увеличению количества экологически чистых транспортных средств;

– внедрение ряда инновационных проектов развития устойчивой мобильности обеспечит существенное улучшение экологических показателей в городе.

Сценарии развития устойчивой мобильности разрабатываются коллективом экспертов. После подготовки сценариев они обсуждаются и корректируются с участием всех заинтересованных сторон. Каждый сценарий предполагает разработку пакета мероприятий, направленных на развитие устойчивой мобильности.

#### ***4.5.5. Разработка мероприятий по развитию устойчивой мобильности***

Пакеты мероприятий разрабатываются отдельно для каждого сценария. Они планируются к внедрению в различные временные периоды. По этому признаку их можно разделить на:

– краткосрочные (внедрение в течение 1–3 лет);

- среднесрочные (внедрение в течение 5–10 лет);
- долгосрочные (внедрение в течение 10–20 лет).

Мероприятия формируют в пакеты согласно принципам устойчивой мобильности (раздел 2). В зависимости от стадии перехода города к принципам устойчивой мобильности пакеты мероприятий могут охватывать не весь, а более узкий перечень указанных принципов.

Для городов, которые находятся на начальной стадии перехода к принципам устойчивой мобильности, наиболее актуальными являются следующие группы мероприятий:

- реорганизация структуры управления транспортным сектором;
- развитие компетенций работников городских администраций;
- развитие инфраструктуры устойчивой городской мобильности;
- совершенствование системы мониторинга и анализа показателей функционирования транспортной системы;
- популяризация и стимулирование устойчивых видов передвижений.

Мероприятия, разработанные для различных сценариев, могут частично дублироваться. Например, набор мероприятий сценария более высокого уровня может включать в себя мероприятия сценария более низкого уровня.

Разработка пакетов мероприятий осуществляется с участием всех заинтересованных сторон.

#### ***4.5.6. Выбор сценария развития устойчивой мобильности***

Выбор сценария развития устойчивой мобильности производится на основе сравнения базовых показателей (индикаторов) функционирования транспортной системы в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе. К таким базовым показателям относятся:

- среднее время передвижения пассажира при использовании ГПТ;
- среднее время ожидания пассажиром посадки в МТС;
- среднее расстояние подхода к остановочным пунктам;
- среднее время передвижения на личном транспорте;
- объем перевозок и транспортная работа ГПТ;
- средняя скорость сообщения на ГПТ;
- суммарный пробег и суммарное время передвижений на личном автомобиле;
- количество погибших в ДТП;



– уровень загрязнения воздуха вредными веществами отработавших газов автомобилей;

– объемы выбросов парниковых газов.

Данные показатели в значительной степени характеризуют уровень устойчивости городской мобильности. Однако выбрать оптимальный сценарий на основе только лишь этих показателей нельзя. Необходимо учесть еще ряд факторов, влияющих на реалистичность и значимость разработанных сценариев. К ним относятся:

1. Наличие финансовых возможностей для реализации. Вопросы финансирования мероприятий рассматриваются в отдельном модуле ПУГМ. Однако на этапе сравнения сценариев также необходимо оценить возможности их внутреннего или внешнего финансирования. Нет смысла выбирать сценарий при отсутствии возможности его финансирования.

2. Наличие технических возможностей реализации. Реализация сценария может быть связана с рядом проблем инженерно-технического характера (невозможность реконструкции коммуникаций, отсутствие необходимых технологий, археологические ограничения, архитектурные требования, ограничения по отводу земельных участков).

3. Наличие социально-экономических условий для реализации. Отдельные мероприятия сценария могут вступать в противоречия с интересами различных социальных групп населения, не обеспечивать равные возможности передвижений маломобильных и малообеспеченных слоев населения. Эффективность некоторых мероприятий может быть незначительной из-за высокой стоимости услуг, диспропорции между спросом и предложением, низкой рентабельности.

4. Наличие нормативно-правовых возможностей реализации. Мероприятия сценария могут вступать в противоречия с действующей нормативно-правовой базой, требовать длительных процедур согласования, принятия новых законов и т. д.

При сравнении сценариев развития устойчивой мобильности широко используются результаты моделирования. Так транспортная модель используется для прогнозирования транспортного спроса, характеристик движения на краткосрочную, среднесрочную и долгосрочную перспективу. После прогнозирования характеристик транспортных потоков для каждого из сценариев производится расчет базовых показателей (индикаторов) функционирования транспортной системы в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Кроме транспортной модели, для прогнозирования отдельных показателей функционирования транспортной системы может использоваться метод экспертных оценок.

После выполнения всех оценок и расчетов принимается решение о выборе оптимального сценария развития устойчивой мобильности в городе. Оптимальный сценарий принимается при активном участии всех заинтересованных сторон [27–29].

#### **4.6. Модуль 5. «План действий и финансирование»**

Основная цель данного модуля – обеспечение возможности финансирования принятого сценария развития устойчивой мобильности. Поэтому достижение указанной цели возможно на основе тесного взаимодействия коллектива разработчиков в процессе выполнения модуля 4. Согласно графику разработки ПУГМ (табл. 3.1) выполнение модуля начинается параллельно с выбором оптимального сценария развития устойчивой мобильности и продолжается 7 недель. Фактически проработка ряда вопросов обеспечения возможности для финансирования принятого сценария начинается в процессе разработки мероприятий.

Для достижения основной цели модуля 5 необходимо решить ряд взаимосвязанных задач:

1. *Разработка плана действий по реализации принятого сценария развития устойчивой мобильности.*

Данный план должен содержать детальное описание конкретных действий, направленных на реализацию мероприятий ПУГМ. При этом эти действия необходимо сгруппировать по видам транспорта и направлениям (например, ГПТ, активные виды передвижений, экология, безопасность дорожного движения и т. д.). Возможна также группировка действий по географическому признаку (например, центральный район, периферийные районы). Целесообразна группировка действий отдельно по крупным транспортно-пересадочным узлам, т. к. для них планируется большое количество мероприятий, требующих координации.

При описании действий особое внимание необходимо уделить решению проблем инженерно-технического, социально-экономического, нормативно-правового характера.

План действий должен включать оценки времени выполнения, трудозатрат, материальных затрат по каждому пакету мероприятий отдельно. В плане действий также необходимо отразить требования по техническому заданию, риски, необходимость привлечения заинтересованных сторон.

В плане действий должно быть отражено распределение обязанностей и ответственности за реализацию.

### *2. Оценка приоритетности пакетов мероприятий.*

Пакеты мероприятий выбранного сценария, как правило, существенно отличаются по трудоемкости и необходимым материальным средствам. Поэтому необходимо составить таблицу приоритетности пакетов мероприятий от более трудоемких и дорогих до менее трудоемких и дешевых. Это даст необходимую информацию для принятия решений на завершающей стадии разработки ПУГМ. При определении приоритетности пакетов мероприятий целесообразно также использовать экспертные оценки, отечественный и зарубежный опыт.

### *3. Оценка возможностей финансирования мероприятий.*

Для решения этой задачи необходимо оценить:

- единовременные капитальные и текущие эксплуатационные затраты на реализацию пакетов мероприятий;
- существующие у местной власти возможности по финансированию пакетов мероприятий;
- возможность новых поступлений в бюджет города (налоги, тарифы, сборы);
- возможность получения субсидий от центральной власти;
- возможность частных инвестиций;
- возможность получения кредитов от местных и зарубежных банков;
- кредитоспособность городских властей.

На основе проведенных оценок необходимо разработать 2 варианта использования существующих у местной власти возможностей по финансированию пакетов мероприятий: экономный и оптимистичный.

### *4. Разработка системы мониторинга реализации ПУГМ.*

Для внедрения ПУГМ разрабатывается отдельный график на весь период его реализации (10–15 лет). При этом на первые 5 лет график внедрения должен быть максимально детализирован. График внедрения разрабатывается с учетом приоритетности пакетов

мероприятий, их стоимости, возможности финансирования. Необходимо также учесть дополнительные затраты времени и средств на выполнение проектных работ, подготовку и согласование документов, проведение конкурсов на закупку материалов, оборудования и т. д.

Для обеспечения контроля над выполнением графика внедрения ПУГМ разрабатывается план мониторинга. Данный план представляет собой методические указания, в которых отражаются:

- уточненные показатели для оценки устойчивой мобильности;
- периодичность оценки состояния мобильности в городе;
- цели и показатели мобильности для каждого контрольного периода;
- методика сбора данных и расчета показателей мобильности;
- ответственные за проведение мониторинга;
- затраты на проведение мониторинга;
- форма и содержание отчетов по мониторингу внедрения ПУГМ.

По периодичности проведения мониторинг делится на следующие виды:

- регулярный (ежемесячный, ежеквартальный);
- ежегодный;
- в конце контрольного периода (например: 3, 5, 10 лет).

##### *5. Определение необходимости повышения квалификации.*

Разработка и внедрение ПУГМ требует новых знаний и умений работников городской администрации, коммунальных предприятий. Поэтому необходимо изучить потребность в повышении квалификации указанных работников. Целесообразным может быть также пополнение кадрового состава новыми работниками, обладающими необходимыми навыками (например, опытом транспортного моделирования). Поэтому план обучения работников является неотъемлемой составляющей общего плана действий. Тематика тренингов может включать в себя:

- новые подходы к транспортному планированию;
- принципы устойчивой мобильности;
- разработка и использование транспортных моделей;
- опыт развития активных передвижений;
- опыт совершенствования работы ГПТ;
- опыт использования интеллектуальных транспортных систем;
- опыт внедрения транзитных улучшений.

#### 4.7. Модуль 6. «Процесс управления и взаимного участия»

Данный модуль выполняется на протяжении всего периода разработки ПУГМ. Ответственным за выполнение данного модуля является ключевой эксперт по коммуникации.

Процесс управления является важным элементом, обеспечивающим успешную подготовку ПУГМ. Поэтому на начальном этапе разработки ПУГМ вырабатывается структура управления коллективом экспертов, принципы взаимодействия экспертов с РГА, распределение обязанностей и ответственности между членами коллектива разработчиков. Принимается регламент работы, принципы коммуникации.

Как уже отмечалось, принципы открытости и доступности информации, взаимного участия всех заинтересованных сторон являются ключевыми при разработке ПУГМ и его внедрении. Для реализации этих принципов необходимо:

1. Провести анализ заинтересованных сторон (их интересы, участие и отношение к вопросам мобильности, возможные поддержка и препятствия в разработке ПУГМ).

2. Проанализировать опыт участия заинтересованных сторон в вопросах продвижения устойчивой мобильности.

3. Определить перечень всех заинтересованных сторон.

4. Разработать систему и определить инструменты взаимного участия в разработке ПУГМ всех заинтересованных сторон.

5. Разработать систему коммуникации с заинтересованными сторонами, гражданами, средствами массовой информации с целью широкого обсуждения этапов подготовки ПУГМ.

6. Обеспечить предоставление необходимых консультаций заинтересованным сторонам [30].

При разработке системы взаимного участия заинтересованных сторон необходимо определить график проведения мероприятий по ключевым вопросам ПУГМ на весь период его разработки. Каждое мероприятие предполагает использование соответствующих инструментов. К наиболее распространенным инструментам взаимного участия относятся:

1. *Рабочая встреча.* Данное мероприятие проводится для рассмотрения одного заранее запланированного вопроса. Участники встречи предварительно изучают вопрос, который выносится на рассмотрение. В начале встречи проводится обсуждение вопроса, обмен

мнениями. После этого участники разбиваются на рабочие группы, каждая из которых готовит свои предложения. В заключительной части встречи принимаются решения, обычно на основе голосования.

2. *Общественная панель.* Это регулярные встречи по обсуждению текущих вопросов разработки ПУГМ. Состав участников формируется отдельно для каждой встречи в зависимости от ее темы. Участники встречи заранее готовятся к обсуждаемому вопросу. После встречи проводится опрос участников с целью изучения их мнения по рассмотренному вопросу.

3. *Мировое кафе.* Представители заинтересованных сторон встречаются в неофициальной обстановке для подготовки предложений по запланированному вопросу. После предварительного обсуждения рассматриваемый вопрос разбивается на несколько составляющих. Участники встречи разбиваются на несколько групп в соответствии с количеством составляющих вопроса. Каждая группа за отдельным «столиком кафе» в течение 15–20 минут готовит предложения по одной из составляющих вопроса. После этого группы меняются «столиками». Таким образом формируется несколько пакетов предложений по каждой составляющей рассматриваемого вопроса. После встречи все предложения анализируются, систематизируются.

4. *Консенсусная конференция.* Это встреча экспертов проекта с гражданами города. Состав участников может быть достаточно большим. Цель встречи – информирование населения о ходе разработки ПУГМ и выработка совместных решений по вопросам, затрагивающим интересы населения.

5. *Онлайн офис.* Данный инструмент предполагает создание новых или использование существующих онлайн-ресурсов для информирования населения, проведения соцопросов, сбора предложений по отдельным вопросам.

Каждый из инструментов взаимного участия обладает своими преимуществами и недостатками. Поэтому для различных мероприятий могут использоваться и различные инструменты. Ключевой эксперт по коммуникации при подготовке графика проведения мероприятий выбирает (по согласованию с руководителем проекта) инструменты взаимного участия.

При разработке системы коммуникации с заинтересованными сторонами необходимо определить используемые средства массовой информации, способы и периодичность предоставления информации, форму подачи информации, место проведения встреч [21, 26].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодня уже накоплен достаточно большой опыт разработки и внедрения ПУГМ. Многие города мира на протяжении продолжительного периода времени внедряют принципы устойчивой мобильности населения. Это стало результатом комплексной целенаправленной работы правительств государств, городских администраций, специалистов по транспортному планированию.

Время показало, что внедрение ПУГМ дало существенные положительные результаты в виде увеличения удельного веса активных немоторизованных передвижений, качественного изменения условий для передвижения маломобильных групп населения, увеличения парка экологически чистых транспортных средств, улучшения городского пространства и качества воздуха. В значительной степени указанные результаты были достигнуты благодаря активной разъяснительной работе и популяризации среди населения активных способов передвижений, устойчивых экологически чистых видов транспорта.

Главное – в обществах многих стран пришло понимание, что переход к устойчивой мобильности является не прихотью, модным течением, а объективной необходимостью. Без такого перехода сегодня невозможно дальнейшее развитие стран, городов.

При подготовке учебного пособия использовался отечественный и зарубежный опыт, наиболее удачные мировые практики. Однако приведенные в данном учебно-методическом пособии практические рекомендации по разработке ПУГМ не следует воспринимать как жесткую методику, не предполагающую каких-либо отклонений. Например, в некоторых городах переход к принципам устойчивой мобильности осуществлялся поэтапно, от более простых краткосрочных планов с ограниченным набором мероприятий к более объемным и продолжительным во времени.

Исходя из диагностики текущего состояния транспортной системы города, возможностей по финансированию мероприятий, местных особенностей, проекты по разработке ПУГМ могут предполагать различные сроки планирования мероприятий, иметь различную структуру, продолжительность.

По мнению авторов, при разработке ПУГМ предпочтительным является использование комплексного подхода к решению проблем (что является одним из принципов устойчивой мобильности), рассчитанного на долгосрочную перспективу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по устойчивой городской мобильности и территориальному планированию – содействие активной мобильности. – ЕЭК ООН, Женева, 2020. – 222 с.
2. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 года № 70/1. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года.
3. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский [и др.]. – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.
4. Леончик, В. П. Планы устойчивой городской мобильности: зарубежный опыт и рекомендации для Беларуси : монография / В. П. Леончик, П. Н. Астапеня. – Минск : Издательство «Колорград». – 91 с.
5. Сафронов, Э. А. Транспортные системы городов и регионов / Э. А. Сафронов. – М. : изд-во АСВ, 2007. – 288 с.
6. Горбанев, Р. В. Городской транспорт / Р. В. Горбанев. – М. : Улей, 2017. – 245 с.
7. Горев, А. Э. Основы теории транспортных систем / А. Э. Горев. – СПб. : СПбГАСУ, 2010. – 214 с.
8. Семченков, С. С. Совершенствование пассажирских перевозок трамваем путем применения транспортных средств повышенной вместимости (на примере г. Минска) / С. С. Семченков, В. Н. Седюкевич, Д. В. Капский // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов : сборник научных трудов : по результатам ежегодной Международной научно-практической конференции / ред. колл.: Ф. А. Романюк [и др.]. – Минск : БНТУ, 2014. – С. 293–299.
9. Семченков, С. С. Снижение непродуктивных затрат маршрутного пассажирского транспорта секторальным методом / С. С. Семченков, Д. В. Капский // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2022. – № 3. – С. 85–90.
10. Семченков, С. С. Управление режимом работы маршрутного пассажирского транспорта секторальным методом / С. С. Семченков, Д. В. Капский // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2022. – № 9. – С. 59–63.



11. Капский, Д. В. Организация дорожного движения с учетом электрического маршрутного пассажирского транспорта / Д. В. Капский, С. С. Семченков, Е. Н. Кот // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. – 2021. – № 2(65). – С. 66–77.

12. Lobashov, O. Assessment of possibility of "Park and ride" system in Kharkiv, Ukraine. // 14th International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport (TRANSCOM, 2021-5-26 to 2021-5-28. Transportation Research Procedia. 2021. – № 55. – P. 159–164. (Scopus). <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.06.017>.

13. Rossolov, A. Sustainable suburban supply chain / A. Rossolov, O. Lobashov, D. Kopytkov, V. Naumov // Transportation Research Procedia. – 2020. – Том 45. – С. 795–802. (Scopus). – DOI: 10.1016/j.trpro.2020.02.092.

14. Rossolov, A. A Two-Echelon Green Supply Chain for Urban Delivery / A. Rossolov, O. Lobashov, D. Kopytkov, A. Botsman, S. Lyfenko // Science and Technique. – Vol 18, № 6. – 2019. – P. 495–503. – (Web of Science). Proceedings of the 16th European Automotive Congress. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-7448-2019-18-6-495-503>.

15. Капский, Д. В. Транспортные передвижения для построения сети городского пассажирского транспорта и транспортной системы в целом / Д. В. Капский // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2022. – № 1(74). – С. 17–30. – DOI 10.53078/20778481\_2022\_1\_17.

16. Методы и средства повышения привлекательности городского пассажирского транспорта / Д. В. Капский, С. С. Семченков // XIV Всероссийская мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2021): материалы XIV мультиконференции (Дивноморское, Геленджик, 27 сентября – 2 октября 2021 г.) : в 4 т. / Южный федеральный университет [редкол.: И. А. Каляев, В. Г. Пешехонов и др.]. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. – С. 45–47.

17. Капский, Д. В. Проблемы городской логистики симбиотических городов / Д. В. Капский // Автомобильные перевозки и транспортная логистика: теория и практика : сборник научных трудов кафедры "Организация перевозок и управление на транспорте" (с международным участием) / под научной редакцией Е. Е. Витвицкого. – Омск : Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2021. – С. 37–43.

18. Капский, Д. В. Некоторые аспекты применения средств персональной (индивидуальной) мобильности / Д. В. Капский, Е. Н. Кот // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Минск, 25–28 мая 2021 года : в 2 т. – Т. 2. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2021. – С. 160–165.

19. Капский, Д. В. Устойчивая логистика умных симбиотических городов / Д. В. Капский, С. В. Богданович // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Международной научно-практической конференции, Гомель, 25–26 ноября 2021 года : в 2 ч. / под общей редакцией Ю. И. Кулаженко. – Ч. 1. – Гомель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет транспорта", 2021. – С. 22–24.

20. Капский, Д. В. Определение подходов к анализу чувствительности транспортной отрасли к изменениям климата / Д. В. Капский, С. В. Богданович, Ю. В. Буртыль // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Международной научно-практической конференции, Гомель, 25–26 ноября 2021 года : в 2 ч. / под общей редакцией Ю. И. Кулаженко. – Ч. 1. – Гомель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет транспорта", 2021. – С. 24–26.

21. Внедрение плана устойчивой мобильности для создания симбиотического города / Д. В. Капский, В. Н. Кузьменко, Д. В. Мозалевский [и др.] // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Международной научно-практической конференции, Гомель, 25–26 ноября 2021 года : в 2 ч. / под общей редакцией Ю. И. Кулаженко. – Ч. 2. – Гомель: Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», 2021. – С. 72–74.

22. Исследование подвижности населения симбиотического города / Д. В. Капский, В. Н. Кузьменко, Д. В. Мозалевский [и др.] // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Международной научно-практической конференции, Гомель, 25–26 ноября 2021 года : в 2 ч. / под общей редакцией Ю. И. Кулаженко. – Ч. 2. – Гомель: Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», 2021. – С. 74–76.

23. Эффективность транспортной системы симбиотического города / Д. В. Капский [и др.] // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Международной научно-практической конферен-

ции, Гомель, 25–26 ноября 2021 года : в 2 ч. / под общей редакцией Ю. И. Кулаженко. – Ч. 2. – Гомель: Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», 2021. – С. 76–77.

24. Оценка транспортных передвижений в симбиотическом городе / Д. В. Капский [и др.] // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Международной научно-практической конференции, Гомель, 25–26 ноября 2021 года : в 2 ч. / под общей редакцией Ю. И. Кулаженко. – Ч. 2. – Гомель: Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», 2021. – С. 80–82.

25. Капский, Д. В. Применение информационных технологий при организации перевозок пассажиров в городах / Д. В. Капский, А. Д. Лукьянчук, С. С. Семченков // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : сборник научных трудов : в 2 т. / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: Д. В. Капский (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – Т. 2. – С. 101–110.

26. Результаты внедрения плана устойчивой мобильности для создания симбиотического города / Д. В. Капский [и др.] // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2021. – № 1. – С. 121–136.

27. Исследования показателей эффективности транспортной системы симбиотического города / Д. В. Капский [и др.] // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2021. – № 1. – С. 137–148.

28. Методология оценки эффективности транспортной системы симбиотического города / Д. В. Капский [и др.] // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2021. – № 1. – С. 149–155.

29. Капский, Д. В. Методология экономической, социальной и экологической эффективности транспортной системы / Д. В. Капский // Проектирование автомобильных дорог : сборник докладов 80-й Международной научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ, Москва, 24–28 января 2022 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "А-проджект", 2022. – С. 190–199.

30. Капский, Д. В. Подготовка специалистов для устойчивого развития симбиотических городов / Д. В. Капский // Проблемы международной транспортной политики : материалы международной конференции, Москва, 27 марта 2022 года. – Москва: Москов-

ский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2022. – С. 43–48.

31. Капский, Д. В. Городская логистика – стратегический элемент устойчивого развития урбанизированных территорий / Д. В. Капский // Проблемы международной транспортной политики : Материалы международной конференции, Москва, 27 марта 2022 года. – Москва: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2022. – С. 49–54.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Количество транспортных средств, находящихся в собственности граждан и юридических лиц Республики Беларусь<sup>1</sup>

Таблица А.1

Количество транспортных средств в Беларуси (на 01.01.2022)

Виды транспортных средств	Республика Беларусь	Брестская область	Витебская область	Гомельская область	Гродненская область	г. Минск	Минская область	Могилевская область
Грузовые автомобили	396802	66742	41716	57085	53093	58247	75350	44569
Автобусы	41558	6346	4970	6477	5151	7021	7027	4566
в т. ч. электробусы	109	1	1	3	1	100	0	3
Легковые автомобили	3131424	472921	349938	402608	395475	666542	521069	322871
в т. ч. электромобили	2538	212	114	197	197	1258	474	86
Мотоциклы и мотороллеры	425686	173550	24999	62942	54299	18980	66675	24241
Прицепы и полуприцепы	266918	62964	24770	29938	38509	38195	47734	24808
Всего ТС автомобильного транспорта	4265035	782736	446508	559250	546725	790343	718329	421144
Троллейбусы	1424	77	90	198	130	778	0	151
Трамвайные вагоны	278	0	96	47	0	135	0	0
Вагоны метрополитена	391	0	0	0	0	391	0	0
Всего ТС городского электрического транспорта и метрополитена	2093	77	186	245	130	1304	0	151

<sup>1</sup> <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=264588>

### **Особенности взаимодействия нерельсового электрического транспорта с другими видами транспорта, которые должны быть учтены при разработке схем организации движения в целях обеспечения устойчивой мобильности**

В целом при разработке схем организации дорожного движения в рамках реализации планов устойчивой мобильности с учетом нерельсового электрического транспорта следует учитывать следующие особенности троллейбусов ІМС и ІМF, справедливые для городов Беларуси и многих других стран, применяющих аналогичные конструкции и устройства контактной сети:

1. Троллейбус получает питание от двухпроводной сети номинальным напряжением 550 В постоянного тока. Напряжение поступает в контактные провода от тяговых подстанций городского электрического транспорта через подземную кабельную сеть (при этом левый контактный провод «+», а правый «-»).

2. Для разветвления линий применяются автоматические управляемые стрелки, которые обеспечивают переход токоприемников троллейбуса на нужную линию. Водитель выбирает нужное направление, используя необходимый для этого режим движения под вводными контактами автоматической управляемой стрелки. При движении в левом направлении троллейбус должен следовать по подводным контактам в режиме тяги, а при движении в правом направлении – в режиме выбега, при этом троллейбус остается обесточенным на расстоянии до 3 м. Для соединения двух линий применяются сходные стрелки, не имеющие подвижных элементов. При прохождении сходной стрелки с левого направления троллейбус становится обесточенным на расстоянии до 1,6 м. Скорость движения троллейбуса при прохождении стрелок ограничена 10 км/ч.

3. Для пересечения линий троллейбуса применяются специальные части – пересечения, скорость движения по которым ограничена 20 км/ч. При прохождении пересечения в любом направлении троллейбус становится обесточенным на расстоянии 2,5–3,0 м (в зависимости от угла скрещивания линий).

4. Для разделения смежных участков контактной сети каждые 200–800 м предусматривают секционные изоляторы, при прохожде-

нии которых троллейбус становится обесточенным на расстоянии до 0,2–0,4 м (в зависимости от конструкции применяемого изолятора). Различают однополярную установку секционных изоляторов, когда они разрывают только «+» контактный провод при секционировании в рамках одной тяговой подстанции, и двухполярную установку секционных изоляторов, когда они разрывают и «+» и «-» контактные провода на стыке тяговых подстанций.

5. Конструкция токоприемников позволяет двигаться троллейбусу с отклонением от оси контактной линии на расстояние до 4,5 м. При этом чем больше отклонение, тем ниже скорость троллейбуса. И если при отклонении от оси контактной линии до 2,0–2,5 м скорость троллейбуса не ограничивается, то при отклонении до 4,5 м скорость троллейбуса ограничивается 3–5 км/ч, что связано с опасностью схода токоприемников с контактных проводов.

6. Не рекомендуется двигаться троллейбусу с отклонением от оси контактной линии под инженерными сооружениями, под специальными частями контактной сети (особенно автоматическими стрелками). Отклонение от оси контактной линии может привести как сходу токоприемников с контактных проводов, так и к ложному (неправильному) срабатыванию механизмов автоматической управляемой стрелки, что приведет к переходу токоприемников на линию, не соответствующую нужному направлению движения.

7. При движении троллейбуса в кривых наиболее безопасным является траектория движения, при которой радиус поворота троллейбуса больше радиуса контактной линии. В обратной ситуации возникает опасность схода токоприемников с контактных проводов.

8. Сход токоприемников с контактных проводов опасен травмированием участников движения частями токоприемника, а также возможными повреждениями контактной сети, самих токоприемников, и инженерных конструкций.

9. При перестановке токоприемников с линии на линию и постановке токоприемников на контактные провода вручную подвергается опасности жизнь водителя троллейбуса, так как ему приходится выполнять эти работы на проезжей части, находясь в условиях дорожного движения.

10. Троллейбусы двигаются по маршруту, как правило, с ускорениями 1,1–1,3 м/с<sup>2</sup>, а при служебном торможении – с замедлениями до 1,3 м/с<sup>2</sup> (замедления ограничены условиями безопасности, в первую

очередь, пассажиров, совершающих поездки стоя). Для служебного торможения используется электродинамический тормоз с рекуперацией электрической энергии. Тормозной путь троллейбуса при экстренном торможении (при начальной скорости 40 км/ч на горизонтальном участке дороги при сухом и чистом дорожном покрытии) составляет не более 18,6 м, при установившемся замедлении не менее  $4,9 \text{ м/с}^2$ .

При движении троллейбусов ИМС с опущенными токоприемниками (как правило, по участкам без контактной сети) их параметры аналогичны электробусам, которые, в свою очередь, отличаются от параметров движения автобусов более высокими тягово-скоростными характеристиками.

С точки зрения организации дорожного движения для таких троллейбусов важно обеспечивать возможность беспрепятственного подъезда и размещения транспортного средства на проезжей части в зоне расположения ловителей токоприемников, предназначенных для улавливания головки токоприемника при их автоматическом подъеме для постановки на контактные провода. Применение автоматического подъема значительно сокращает затраты времени, необходимого для постановки токоприемников на контактные провода в ручном режиме, а также повышает безопасность дорожного движения за счет того, что водителю не приходится выполнять работы по постановке токоприемников, находясь на проезжей части.

С точки зрения организации дорожного движения для электробусов важно обеспечивать возможность беспрепятственного подъезда и размещения электробуса на проезжей части в зоне расположения контактных элементов зарядной станции.



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### **Особенности взаимодействия рельсового электрического транспорта с другими видами транспорта, которые должны быть учтены при разработке схем организации движения в целях обеспечения устойчивой мобильности**

Трамвай является наиболее мощным по провозной способности среди всех видов наземного транспорта, интегрированных в городскую среду, так как является наиболее быстрым, безопасным и надежным. Затраты на строительство новых трамвайных линий значительно ниже, чем на строительство линий метрополитена, при этом при использовании трамваев большой пассажироместимости можно достичь соизмеримые с метрополитеном провозные способности линий. Трамвай может быть легко использован для построения разветвленной маршрутной сети. Обособление трамвая от дорожного движения возможно применением как различных решений, связанных с организацией дорожного движения, интеллектуальными транспортными системами, так и отделением трамвайных линий от проезжей части на этапе их проектирования и строительства.

Надежность трамвайной системы значительно повышается при наличии хорошо развитой сети путей, дающей возможность организовать движение трамваев по альтернативным направлениям, организовать движение трамваев с применением методов диспетчерского управления.

Особенности рельсового пути и конструкции трамваев, характер взаимодействия рельсового пути и трамваев, а также условия дорожного движения, высокие ускорения и замедления при работе на городских маршрутах, маленькие интервалы движения определяют некоторые специфические особенности эксплуатации трамваев.

В настоящее время конструкции рельсовых путей по виду исполнения их верхнего покрытия можно разделить на пять видов:

- пути, уложенные на железобетонные или деревянные шпалы без верхнего покрытия;
- пути, уложенные по шпальной или бесшпальной технологии с верхним покрытием в виде газона;
- пути, уложенные на железобетонные или деревянные шпалы с мощением мелкоштучными материалами (например, железобетонной плиткой);

– пути, уложенные по шпальной или бесшпальной технологии с верхним покрытием бесшовного типа;

– пути, уложенные по бесшпальной технологии (основание путей при этом выполнено в виде штучных бетонных плит, в которые вклеены специальные, как правило, бесшпальные рельсы).

Стоит отметить, что строительство и реконструкция трамвайных путей по бесшпальной технологии выполняется с целью снижения уровня шума и повышения плавности хода трамвайных вагонов, увеличения сроков между необходимыми ремонтами путей (заявленный межремонтный срок – 25 лет), улучшения внешнего вида улиц. Однако, кроме заявленных преимуществ, при последующей эксплуатации проявился и ряд недостатков, которые были исследованы:

#### 1. Ограниченная ширина совмещенного трамвайного полотна.

На участках, прошедших реконструкцию по бесшпальной технологии, конструктивная ширина двухпутного пути уменьшилась до 5,6 м (ширина плит с рельсами составляет 2,4 м, ширина плиты междупутья составляет 0,8 м). Такая ширина совмещенного трамвайного полотна не позволяет использовать его в качестве выделенной трамвайно-автобусной полосы, существенно улучшающей условия работы маршрутных транспортных средств и повышающей эффективность использования пространства городских улиц.

#### 2. Изменение параметров видимого поперечного профиля путей

При устройстве покрытия на трамвайных путях путем мощения мелкоштучными материалами (бетонной плиткой) со стороны внешнего рельса плитка и бордюрный камень укладываются в полосе шириной около 0,50 м, что полностью соответствует габариту трамвая по ширине. Водители нерельсовых транспортных средств психологически воспринимают это как «постороннюю» территорию и стремятся не заезжать на полосу, вымощенную плиткой, в результате их транспортные средства не попадают в габарит трамвая.

Ширина видимой бетонной плиты-основания рельсового пути, выполненного по бесшпальной технологии, меньше. Расстояние от внешнего рельса до края плиты составляет около 0,32 м. При движении (и при ожидании разрешающего сигнала светофора) нерельсовых транспортных средств вдоль внешнего края плит они уже попадают в габарит трамвая. В результате трамваи не могут беспрепятственно проехать вдоль стоящих перед светофором нерельсовых транспортных средств либо опередить автомобиль, движущийся в соседней полосе.

3. Улучшение условий движения автомобилей по трамвайному полотну, выполненному по бесшпальной технологии.

Движение автомобилей по покрытию из мелкоштучных материалов (плитке), используемому для мощения полотна при обычной технологии, приводит к шумовому и вибрационному дискомфорту, поэтому водители автомобилей, как правило, избегают движения по таким трамвайным путям. На путях из бетонных плит с поверхностной обработкой движение автомобилей по ним практически не доставляет неудобств водителям.

Рассматривая вопрос взаимодействия трамваев с другими транспортными средствами, следует учитывать, что масса пустого 15-метрового трамвая составляет 20 т, с пассажирами – 28 т, масса пустого 26-метрового трамвая составляет 31 т, с пассажирами – 44 т, при этом тормозной путь трамвая при скорости начала торможения 40 км/ч на горизонтальном, прямом, сухом и чистом участке пути составляет при служебном торможении 60 м, а при экстренном – 30 м.

В трамваях широко применяются следующие способы торможения:

- механическое, при котором силы трения создаются в тормозных механизмах, установленных в элементах тяговой передачи трамвая;
- электрическое, при котором торможение происходит за счет перевода тяговых двигателей в режим генератора;
- электромагнитное рельсовое, при котором торможение происходит за счет сил трения при воздействии тормозных башмаков, внутри которых расположены электромагниты, на рельсы.

При механическом и электрическом торможении реализация тормозной силы происходит через сцепление колес с рельсами, так как механизмы данных видов торможения так или иначе воздействуют на тяговую передачу и колесную пару трамвая. Величина коэффициента сцепления в значительной степени зависит от состояния поверхностей катания бандажа и рельса и, менее значительно, от скорости движения колеса по рельсу (в диапазоне скоростей, характерных для трамвая).

Для обеспечения безопасности дорожного движения дополнительные меры безопасности устанавливают ряд дополнительных требований к скоростному режиму, соблюдению дистанции и т. д., не характерных для транспортных средств автомобильного транспорта.

Так, установлены обязательные для соблюдения значения дистанции за впереди идущим трамваем на сухих и чистых рельсах не

менее 60 м при скорости движения до 20 км/ч и не менее 120 м при скорости движения 20 км/ч и выше, на уклонах свыше 0,040 значение дистанции составляет 120–200 м (для разных городов могут предъявляться различные требования). Приближение к впередистоящему трамваю разрешается на горизонтальном участке на расстояние не ближе 15 м, а на уклонах более 0,040 – не ближе 60 м. Приближение на меньшее расстояние к впередистоящему трамваю разрешается только на сдвоенных остановках, конечных станциях и на территории депо. В этих случаях разрешается приближение к впередистоящему трамваю на расстояние 3 м за территорией депо и на расстояние 1,5 м на территории депо, при этом рекомендуется устанавливать дополнительное требование предварительной остановки трамвая на расстоянии не менее 15 м с последующим приближением к впередистоящему трамваю на скорости менее 5 км/ч. Если из-за загрязнения пути может возникнуть вероятность движения трамвая юзом, указанные расстояния удваиваются. Особая опасность появляется при следовании трамвая за нерельсовым транспортным средством, движущимся по трамвайным путям или близко к ним, в этом случае скорость движения трамвая снижается до такой, которая при внезапной остановке автомобильного транспортного средства, имеющего значительно меньший тормозной путь, позволит остановить трамвай без столкновения с автомобильным транспортным средством.

Правила технической эксплуатации трамвая устанавливают следующие ограничения скорости в кривых: при радиусе кривой менее 50 м скорость не должна превышать 15 км/ч, при радиусах от 50 до 75 м – не более 20 км/ч, при радиусах от 75 до 100 м – не более 25 км/ч, при радиусах от 100 м – не более 30 км/ч.

Ограничения скорости устанавливаются также и на спусках с уклоном от 0,070 до 0,090 – 15 км/ч, от 0,050 до 0,070 – 20 км/ч, от 0,030 до 0,050 – 25 км/ч, при загрязнении пути, когда может возникнуть опасность движения трамвая юзом – 10 км/ч. Превышение скорости на спусках не допускается, т. к. это может привести к серьезным дорожно-транспортным происшествиям. Также на спусках с уклонами свыше 0,040 целесообразно вводить технические остановки, предназначенные для снижения скорости движения трамвая, а также для проверки исправности его тормозных систем.

Особыми характеристиками обладает движение трамваев в осенне-зимний период. Во-первых, выпадающие в этот период осадки

не высыхают, а смешиваясь с пылью и грязью, образуют на рельсах маслянистую пленку. Во-вторых, опавшие с деревьев и кустарников листья, попадая под колеса трамвая, превращаются в маслянистую кашицу (в том числе и в сухую погоду). При этом коэффициент сцепления колес с рельсами уменьшается в несколько раз. Свой вклад в это вносят и противогололедные реагенты, которыми обрабатываются проезжие части улиц. От водителя в это время требуется повышенное внимание при разгоне и торможении трамвая. В частности, разгон следует производить с меньшими ускорениями с подачей песка на рельсы. Для недопущения движения юзом водителю следует выбирать меньшие замедления, при запланированных остановках – заранее снижать скорость, а при нарушении сцепления колес с рельсами – подавать песок на рельсы, для восстановления сцепления также можно кратковременно пользоваться магнитно-рельсовым тормозом. В случае экстренного торможения водителю следует сразу применять магнитно-рельсовый тормоз, подавать песок на рельсы. Очевидно, что при любом торможении в описанных условиях тормозной путь будет больше, чем тормозной путь трамвая, находящегося на сухих чистых рельсах.

Во время обильных осадков могут возникать ситуации, когда система водоотведения не будет справляться, и вода начнет заливать трамвайные пути. На участках подтопления скорость ограничивается в 5 км/ч, а при уровне воды над головками рельсов свыше 100 мм, движение трамваев на залитом участке останавливается.

Кроме того, правилами технической эксплуатации трамвая устанавливаются особые ограничения скорости при проезде некоторых специальных частей рельсового пути: при проезде стрелочных переводов в противошерстном направлении (пути перед трамваем расходятся) – 5 км/ч, при проезде стрелочных переводов в пошерстном направлении (пути перед трамваем сходятся) и глухих пересечений пути – 15 км/ч.

В отличие от железных дорог и метрополитенов, рельсовые пути которых изолированы от дорожного движения, рельсовые пути трамвая, проложенные в городе, не исключают возможности взаимодействия рельсовых транспортных средств в кривых с автомобильными транспортными средствами. Принимая во внимание то, что по различным причинам автомобильные транспортные средства могут оказаться внутри предусмотренного габарита рельсовых

транспортных средств, отдельное внимание следует уделить особенностям вписывания в кривые наиболее распространенных конструкций трамвая.

В трамваях могут применяться поворотные и неповоротные тележки, а также бестележечные конструкции ходовой части, при этом кузова трамваев могут быть цельными и сочлененными. Как известно, расстояние между осями опор кузова трамвая на тележке называется базой. Так как база всегда будет меньше длины кузова (или секции кузова в сочленном трамвае), то с двух сторон относительно базы образуются свесы кузова. В эксплуатации, с точки зрения динамики, длина свесов кузова существенно влияет на характер колебаний кузова и распределение масс при движении, а с точки зрения безопасности движения, влияет на предельные габариты при вписывании трамвая в кривые.

Поворотные тележки трамваев имеют возможность вращения относительно кузова трамвая в горизонтальной плоскости вокруг пятниковой опоры на угол до  $15^\circ$ , при этом ось пятниковой опоры выступает центром поворота. Неповоротные тележки сочлененных трамваев не имеют возможности вращения относительно кузова (или имеют возможность поворота не более чем на  $1,5-2^\circ$ , что обусловлено упругостью системы подвешивания), поэтому вписывание таких трамваев в кривые осуществляется благодаря складыванию секций кузова вокруг вертикальной оси сцепного устройства, расположенного в узлах сочленения.

Знание приведенных особенностей рельсового пути и трамваев позволит специалистам правильно интегрировать трамвай в городскую среду. Реализуя ПУГМ, применяя различные средства организации дорожного движения, трамвай необходимо максимально ограждать от влияния нерельсовых транспортных средств, что позволит добиться высоких показателей безопасности дорожного движения. При таком подходе трамвай непременно реализует высокий потенциал, являясь надежным видом транспорта с высокой провозной способностью и скоростью в любую погоду и в любое время года, трамвай внесет большой вклад в обеспечение устойчивой мобильности.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Особенности применения средств индивидуальной мобильности (СИМ)

Под средством индивидуальной мобильности в ПДД понимаются устройства или приспособления, не являющиеся транспортными средствами, при этом приводимые в движение двигателем и предназначенные для индивидуального или совместного (в случае наличия специально оборудованных мест для сидения) использования пешеходами<sup>1</sup>. В целом, пользователь СИМ приравнивается ПДД к пешеходу.

Таким образом, под СИМ можно понимать устройства, которые используются человеком в качестве средства для передвижения между пунктами назначения за счет использования электродвигателя (в определенных случаях вместе с мускульной энергией человека).

Стоит отметить, что СИМ, являясь прежде всего средством передвижения, должно соответствовать ряду критериев «потребительского» спроса, таких как мобильность, экологичность, мощность и доступность для широкой аудитории.

Итак, к СИМ можно отнести следующие устройства:

- электросамокаты;
- гироскутеры;
- моноколеса;
- сегвеи;
- мотороллеры (скутеры).

Популярность тенденции замены транспортных средств на СИМ можно объяснить, исходя из их характерных особенностей:

– легкость в управлении: безусловно, управление имеет свои особенности, но в данном случае важно отметить, что пользователю СИМ не требуется прохождения специального обучения управлением данным средством передвижения и для управления СИМ не требуется наличие права управления (водительское удостоверение на право управления СИМ не требуется);

---

<sup>1</sup> В соответствии с п. 2.60<sup>1</sup> Правил дорожного движения (Указ Президента Республики Беларусь от 28.11.2005 № 551 "О мерах по повышению безопасности дорожного движения" в редакции от 18.04.2022

– расчет на широкую аудиторию: СИМ может быть использовано пользователем широкого возрастного диапазона, также существуют специальные детские модели;

– низкий ценовой сегмент и доступный сервис;

– относительная безопасность использования (при соблюдении мер безопасной эксплуатации СИМ) [18].

Основные характеристики СИМ, являющиеся значимыми для пользователей, приведены в табл. Г.1.

Таблица Г.1

### Характеристики СИМ

Вид СИМ / Показатель	«Малыши»	Большие самокаты, малые велосипеды	Большие велосипеды	Мопеды	Мотоциклы и авто
Запас хода, км	10–20	15–40	25–60	60–150	150+
Скорость <sup>1</sup> , км/ч	5–10	15–30	15–40	30–80	30–130
Можно носить	+	+	(+)		
Нужен гараж				(+)	+
Экипировка			(+)	+	+
Тротуары	+	+	+	(+)	
Метро, в зданиях	+	(+)			
Дороги		(+)	+	+	+
Лес, горы, спорт			+	+	(+)
Применение	Прогулки, гаджет	Прогулки, езда до/от метро	Прогулки, спорт, ТС	Спорт, ТС	Спорт, ТС

Основные технические характеристики СИМ определяются:

– максимальной скоростью СИМ;

<sup>1</sup> Скорость при использовании СИМ в Республике Беларусь ограничена 25 км/ч



- запасом хода, емкостью аккумуляторной батареи;
- способом зарядки аккумуляторной батареи;
- временем полной зарядки аккумуляторной батареи;
- видом привода.

Так, для обеспечения запаса хода в 35 км при условии движения со скоростью до 25 км/ч, СИМ необходима аккумуляторная батарея с емкостью 8,8 А·ч (время полной зарядки при нормальном зарядном токе будет составлять около 5 ч).

Таким образом, к числу характеристик, которыми должна обладать универсальная модель СИМ, используемая для движения в городской среде, можно отнести:

- максимальную скорость 25 км/ч (необходимая и достаточная скорость для передвижений в рамках города);
- емкость аккумуляторной батареи 8,8 А·ч (исходя из требований обеспечения запаса хода при движении с разрешенной скоростью);
- задний привод (как преимущественный вид привода с учетом особенностей инфраструктуры, эксплуатируемой в различных погодных условиях).

Порядок использования СИМ и правила взаимодействия других участников движения с пешеходами, передвигающимися с использованием СИМ, были урегулированы в Республике Беларусь с введением в действие новой редакции ПДД с 27.10.2022.

ПДД определяют, что к пешеходу приравнивается лицо, передвигающееся с использованием средства персональной мобильности, а СИМ не является транспортным средством.

ПДД установлено, что:

- СИМ должно иметь исправные тормозную систему и рулевое управление (при наличии);
- при движении на СИМ пешеходу рекомендуется использовать защитный шлем;
- при движении на СИМ в темное время суток и (или) при недостаточной видимости дороги пешеход должен обозначить себя световозвращающим элементом (элементами), при этом на СИМ должна быть установлена и включена фара (фонарь), позволяющая временно обнаружить препятствие для дорожного движения;

При использовании СИМ пешеходу запрещается:

- двигаться со скоростью более 25 км/ч;
- быть в состоянии опьянения;

– перевозить других лиц вне специально оборудованных мест для сидения, предусмотренных конструкцией СПМ;

– двигаться, не держась за руль (при его наличии).

При использовании СИМ пешеход обязан двигаться по велосипедной дорожке, а при ее отсутствии – по тротуару, пешеходной дорожке либо обочине, не создавая препятствий для движения других пешеходов.

При передвижении на роликовых коньках, лыжах, другом спортивном инвентаре, СИМ пересекать проезжую часть дороги со скоростью идущего шагом пешехода, убедившись, что выход (выезд) на проезжую часть дороги безопасен.

Пешеход, в случае движения на СИМ, имеет право на преимущественное пересечение проезжей части дороги по:

– нерегулируемому велосипедному переезду<sup>1</sup> (рис. Г.1);

– регулируемому велосипедному переезду при разрешающем сигнале регулировщика или светофора.

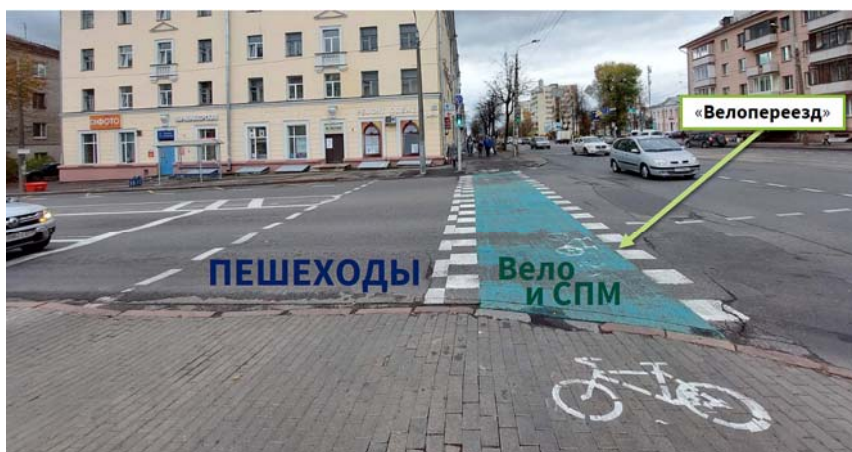


Рис. Г.1. К определению термина «Велопереезд»<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Велосипедный переезд – участок проезжей части, предназначенный для движения велосипедистов и пешеходов, передвигающихся с использованием средств персональной мобильности, через проезжую часть дороги и обозначенный дорожными знаками «Велосипедный переезд» и (или) горизонтальной дорожной разметкой (п. 2.6<sup>1</sup> ПДД).

<sup>2</sup> Использовано фото С. Семченкова.

В случае отсутствия велосипедного переезда или велосипедной дорожки, пешеход на СИМ пересекает проезжую часть в местах, предусмотренных для пешеходов.

Отдельно стоит отметить, что пешеходам в возрасте до четырнадцати лет можно передвигаться на СИМ только в пешеходных и жилых зонах.

В жилой и пешеходной зонах, на прилегающей территории движение пешеходов, в том числе передвигающихся на СИМ, велосипедистов разрешается по тротуару, обочине и по проезжей части дороги. Пешеходы, велосипедисты имеют преимущество перед транспортными средствами, но не должны необоснованно препятствовать их движению.

Водитель транспортного средства обязан предоставлять преимущество пешеходам на СПМ:

- на нерегулируемых велосипедных переездах;
- на нерегулируемых пешеходных переходах (при отсутствии велосипедных переездов);
- на регулируемых велосипедных переездах при одновременном для водителей и пешеходов разрешающем сигнале;
- на регулируемых пешеходных переходах (при отсутствии велосипедных переездов) при одновременном для водителей и пешеходов разрешающем сигнале;
- на велосипедных дорожках, пересекающих проезжую часть (при наличии преимущества).

Несмотря на то, что ряд вопросов урегулирован ПДД, пешеходам, передвигающимся с использованием СИМ, следует иметь в виду, что они используют средство передвижения, приводимое в движение двигателем, и могут развивать скорость намного большую, чем пешеход. Поэтому пешеходы по отношению к ним становятся менее защищенными и более уязвимыми участниками дорожного движения. Несоблюдение правил безопасности может привести к несчастным случаям, в результате которых пешеходы могут получить серьезные травмы. В связи с этим до пешеходов, передвигающихся на СИМ, следует доводить также и основные правила безопасности движения:

- не следует создавать препятствий для движения пешеходов;
- следует передвигаться со скоростью, которая позволит при возникновении препятствия на пути остановиться, не прибегая к экстренному торможению;

– при приближении к пешеходам следует снижать скорость движения и двигаться с такой скоростью, которая позволит безопасно взаимодействовать с пешеходами в сложившихся условиях, соблюдать боковой интервал до других пешеходов;

– при движении мимо детей следует быть готовым к их внезапным действиям;

– при следовании мимо остановочных пунктов маршрутного пассажирского транспорта, выходов из метро, подземных переходов, магазинов, входных дверей и т. п. следует быть готовым к внезапному появлению на пути следования пешеходов, заранее снижать скорость и двигаться с особой бдительностью;

– не стараться на высокой скорости объезжать препятствия, внезапно изменяя траекторию движения, снижать скорость заранее и выполнять все «маневры» на малой скорости;

– помнить, что СИМ не является «спортивным средством», не предназначено для движения на высоких скоростях, поэтому основной целью его использования является обеспечение устойчивой мобильности, а не проверка спортивных свойств и качеств СИМ.

Также в ПДД необходимо урегулировать вопрос, который касается перевозки других СИМ и грузов с использованием СИМ, создающей опасность для незащищенных и наиболее уязвимых участников дорожного движения. Так, сегодня не являются редкостью ситуации, показанные на рис. Г.2.



Рис. Г.2. Пример опасного для других участников движения использования СИМ

ПДД установлено, что велосипедисту и водителю мопеда запрещается перевозить грузы, которые выступают более чем на 0,5 м по длине или ширине за габариты транспортного средства, а также грузы, мешающие управлению этим транспортным средством. В отношении водителей транспортных средств определено, что перевозка груза запрещается, если он ограничивает водителю обзорность дороги и (или) затрудняет управление транспортным средством, нарушает его устойчивость, создает угрозу безопасности дорожного движения. Однако действие названных положений не распространяется на пешеходов, передвигающихся с использованием СИМ.

Поэтому целесообразно установление в ПДД запрета на перевозку с помощью СИМ других СИМ, а также грузов, которые ограничивают обзорность дороги, затрудняют передвижения на СИМ, нарушают его устойчивость. Также необходимо закрепить положение, состоящее в том, что пешеходу при передвижении с использованием СИМ запрещается совершать действия, угрожающие безопасности дорожного движения и безопасности других участников движения.

Также стоит отметить, что подход к применению СИМ из соображений обеспечения безопасности участников движения в ряде стран значительно различается. В табл. Г.2 приведено сравнение правовых норм для использования СИМ.

В подтверждение тому, что появление СИМ, помимо преимуществ в обеспечении устойчивой мобильности, принесло новые вызовы специалистам по обеспечению безопасности движения, являются данные статистики происшествий с участием электросамокатов в г. Вене (Австрия). Вместе с ростом популярности электросамокатов, значительно растет и количество происшествий с их участием: в 2021 году произошло 159 происшествий с участием электросамокатов, а за первое полугодие 2022 г. таких происшествий произошло уже 169 (учитываются случаи, когда пешеходы на электросамокатах травмировали других пешеходов, при этом не учитывались несчастные случаи, в которых пешеходы на электросамокатах травмировали только себя или причиняли материальный ущерб)<sup>1</sup>.

Эксперты<sup>2</sup> называют следующие вероятные причины:

– превышение разрешенной скорости (проведенное исследование показало, что превышение скорости на электросамокатах стало нор-

---

<sup>1</sup> По информации газеты Heute № 4458 за 26.08.2022

<sup>2</sup><https://www.heute.at/s/e-scooter-in-wien-mit-102kmh-von-der-polizei-geblitzt-100224530>

мой для их пользователей, особенно в зонах с повышенным уровнем опасности: в зонах ограниченного движения 39 % поездок электросамокатов было совершено со скоростью, превышающей разрешенную 20 км/ч, а в пешеходных зонах 98 % поездок было совершено со значительным превышением разрешенной скорости 5 км/ч);

– пешеходы, передвигающиеся на электросамокатах, значительно недооценивают тормозной путь своего СИМ (тормозной путь со скорости 20 км/ч составляет 9 м, со скорости 25 км/ч – 13 м, однако пользователи СИМ значительно переоценивают возможности электросамоката и, выбирая скорость движения, «занижают» значение тормозного пути, а, особенно на тротуарах, где такой тормозной путь имеет существенное значение);

– «тюнинг» электросамокатов, в результате которого электросамокаты могут развивать скорость до 102 км/ч (в определенных кругах распространен «тюнинг» электросамокатов, снятие блокировки скорости, увеличение мощности двигателя);

– приобретение электросамокатов за пределами Австрии или на «параллельном рынке» в Интернете с более высокими значениями скоростных характеристик, чем разрешены в Австрии.

При этом эксперты отмечают пренебрежение средствами защиты: только 11 % пешеходов, передвигающихся на электросамокатах, используют защитный шлем, в то время как 38 % велосипедистов в Вене управляют велосипедом в шлеме.

Также специалисты по обеспечению безопасности движения призывают пользователей электросамокатов правильно применять установленные ограничения скорости и не воспринимать разрешенную скорость движения как рекомендованную или минимальную скорость движения. Таким образом, пользователям СИМ не следует передвигаться на СИМ с максимальной разрешенной скоростью везде и всегда – скорость движения всегда должна быть выбрана в соответствии с окружающей обстановкой и адаптирована к складывающейся ситуации.

**Правовые нормы для использования СИМ в разных странах**

<b>Страна</b>	<b>Возрастной ценз</b>	<b>Наличие документов</b>	<b>Участки для движения</b>	<b>Ограничение скорости</b>	<b>Участки, где движение запрещено</b>	<b>Обеспечение безопасности</b>
<b>Мальта</b>	18+	Страховка, водительское удостоверение, регистрация СИМ, как ТС	Пешеходные зоны, велодорожки, улицы	20 км/ч; 10 км/ч на набережных и в пешеходных зонах	Главные улицы, подземные переходы, туннели (штраф до 500 евро)	Светоотражающий жилет
<b>Франция</b>	8+	—	—	20 км/ч	Трогуары	Система освещения, звуковой сигнал, тормозная система. запрещено движение в наушниках
<b>Польша</b>	10+	—	Велодорожки, дороги с ограничением до 30 км/ч, тротуары шириной от 2 м	25 км/ч	—	—
<b>Германия</b>	14+	Страховка, водительское удостоверение	Велодорожки, проезжая часть, если нет велодорожек	20 км/ч	Трогуары	—
<b>Израиль</b>	16+	Водительское удостоверение	—	—	—	Запрещена парковка на тротуарах
<b>Италия</b>	—	—	Только в разрешённых местах	30 км/ч на дороге 20 км/ч на велодорожках 6 км/ч тротуар	Везде, где не разрешено	—

### Способы предоставления приоритета МТС

В условиях растущей автомобилизации значение МТС в городах оценивается с совершенно новых позиций. Для обеспечения надежности главенствующую роль следует отводить пунктуальному выполнению расписания движения МТС с обеспечением высокого уровня безопасности дорожного движения.

Сложившаяся застройка городов налагает ряд ограничений на проектирование, строительство и развитие улично-дорожной сети. Ставшие уже типовыми мероприятия, направленные на совершенствование условий движения всего транспортного потока, в ряде случаев не могут дать должного эффекта в отношении МТС. Становится необходимым использование методов организации движения, основанных на предоставлении МТС приоритета в движении, построенных на основе интеллектуальных технологий.

Высокая эффективность этих методов должна быть обусловлена их относительно высокой скоростью реализации и возможностью обеспечить регулярные пассажирские перевозки в условиях сформированной уличной сети городов.

Классическое представление целей приоритетного движения МТС заключается в уменьшении затрат времени пассажиров на поездки, повышении эффективности использования МТС, формировании оптимальной структуры транспортного потока, повышении безопасности движения на маршрутах следования МТС.

Известно, что приоритет МТС при движении по перегонам улиц может быть обеспечен выделением всей проезжей части только для движения МТС с запрещением (полным или частичным) движения прочих транспортных средств, выделением обособленной полосы (полос) проезжей части, право движения по которой представлено только МТС.

При этом положительным является наличие требований об организации специальных полос для МТС в действующих нормативных документах. В соответствии со Строительными Нормами Республики Беларусь СН 3.01.03-2020 «Планировка и застройка населенных пунктов», при суммарной частоте движения автобусов и троллейбусов 30 ед./ч и более в одном направлении на проезжей части следует



предусматривать дополнительную специальную полосу для пропуски и остановки маршрутных транспортных средств.

В общем случае, в качестве обособленной полосы проезжей части возможно использование правой полосы движения в направлении транспортного потока, левой полосы движения в направлении транспортного потока, введения реверсивной полосы, левой полосы движения в направлении общего транспортного потока, выделенной за счет использования полосы проезжей части, предназначенной для встречного движения, левой полосы движения в направлении против транспортного потока на участках улиц с односторонним движением.

Стоит отметить, что одним из направлений применения интеллектуальных транспортных систем является использование их для создания систем обеспечения приоритетного проезда маршрутных транспортных средств на перекрестках, оборудованных светофорным регулированием.

Понятие приоритета в данном контексте подразумевает предоставление МТС определенного преимущества на перекрестках со светофорным регулированием, путем изменения режима работы светофорного объекта таким образом, чтобы МТС могли как можно быстрее и с минимальными задержками проследовать перекресток.

Сложность при решении данной проблемы всегда будет состоять в том, что режим движения МТС значительно отличается от режима движения транспорта, формирующего основной транспортный поток.

Речь идет, в первую очередь, о средней скорости движения МТС: ее значительный разброс со скоростями движения основного транспортного потока обусловлен наличием остановочных пунктов и соответственно временем, которое затрачивается на высадку и посадку пассажиров, а также большой степенью влияния со стороны других транспортных средств.

Значительное различие данных скоростей приводит к тому, что МТС в принципе тяжело включить в систему координированного управления транспортными потоками, в основу расчета которой положены характеристики основного транспортного потока, формируемого более-менее однородными транспортными средствами со схожими техническими характеристиками.

В результате частыми получаются ситуации, когда МТС, начиная движение на предыдущем светофорном объекте в составе группы немаршрутных транспортных средств, за счет задержки при вы-

садке-посадке пассажиров на остановочном пункте, расположенном на перегоне между светофорными объектами, прибывает к следующему светофорному объекту, включенному в систему координированного управления, после окончания такта разрешающего сигнала в следующем направлении.

При этом стоит заметить, что длительность задержек МТС на светофорных объектах, составляет большую долю в длительности всех задержек при движении по маршруту (экспериментальные исследования показывают, что для трамвая в г. Минске эта доля составляет до 60 % длительности всех задержек).

Сформированное представление об организации приоритетного движения МТС на перекрестках предписывает выбор методов организации движения на перекрестках исходя из наличия или отсутствия, а также расположения обособленных полос для движения МТС на перегонах до и после перекрестка, геометрических характеристик перекрестка, направлений движения МТС через перекресток, наличия или отсутствия на перекрестке светофорного регулирования, загрузки перекрестка движением МТС и других транспортных средств.

Принимая во внимание особенности технологии работы МТС, можно выстроить ряд стратегий обеспечения приоритета при построении интеллектуальных транспортных систем городов, основывающихся на предоставлении МТС пассивного или активного приоритетов.

Также названные стратегии можно разделить по характеру управляющих воздействий на стратегии с абсолютным и условным приоритетом.

В основу обеспечения пассивного приоритета положена разработка режимов светофорного регулирования на основе статистического обследования режимов движения маршрутных транспортных средств. На основании данных обследований составляется диаграмма движения маршрутного транспортного средства по перегону.

Светофорное регулирование при реализации данного направления рассчитывается на основании диаграммы таким образом, чтобы учесть наиболее вероятный момент прибытия МТС к светофорному объекту, полученный на основе анализа времени движения.

Стоит заметить, что методы данного направления никогда не будут учитывать фактическое местонахождение МТС в режиме реального времени, а будут только предполагать его.

К основным методам реализации пассивного приоритета относятся изменение продолжительности цикла светофорного регулирования, деление фаз (выделение специальных фаз для МТС), изменение продолжительности фазы с учетом скорости МТС, изменение порядка фаз (с учетом скорости МТС), выделение специальных полос движения, создание «ускоренных» маршрутов объезда для МТС.

В основу обеспечения активного приоритета положена разработка режимов светофорного регулирования на основе адаптивного управления с вызывными устройствами и специальными детекторами, идентифицирующими МТС.

Программы светофорного регулирования предусматривают различные варианты включения, причем управляющим воздействием в данных схемах всегда будет являться сигнал о приближении МТС, поступающий от детектора. Таким образом управление в данных системах ведется в режиме реального времени.

Методологически обеспечение активного приоритета МТС возможно путем оперативного увеличения продолжительности фазы (основного такта), опережения разрешающего сигнала («выпуск» МТС перед основным потоком), применения специальной «монопольной» фазы (обеспечения проследования светофорного объекта МТС при одновременном включении запрещающего сигнала для других транспортных средств во всех направлениях), исключения определенных фаз из текущего цикла для «приближения» времени включения фазы разрешающей проезд МТС.

В случае применения некоторых из данных методов в последующих циклах при отсутствии в них МТС целесообразно предусматривать применение мер компенсационного воздействия (удлинение фаз для немаршрутных транспортных средств и т. д.).

В то же время по характеру управляющих воздействий можно выделить абсолютный и условный приоритеты.

В случае предоставления абсолютного приоритета система управления светофорным объектом не учитывает маршрут, наполняемость салона, отклонение от расписания МТС и т. п.

В случае предоставления условного приоритета интеллектуальная система управления дорожным движением учитывает названные факторы и определяет необходимость и очередность предоставления приоритета.

Перспективным направлением для обеспечения приоритетного движения маршрутных транспортных средств в интеллектуальных транспортных системах городов является использование именно активного приоритета маршрутных транспортных средств с условным или абсолютным характером управляющих воздействий [31].

**Организация маршрутов ГПТ  
секторальным методом (пример)**

Маршрутная технология обслуживания пассажиров предусматривает работу ТС ГПТ по проложенным маршрутам от конечной станции А (далее – ст. А) до конечной станции Б (далее – ст. Б) и в обратном направлении, по расписанию движения. Модель работы ТС ГПТ на маршруте можно представить в виде системы зависимостей (1), разделив время стоянок ТС ГПТ на ст. А и ст. Б на обязательное и дополнительное:

$$\left\{ \begin{array}{l} t_{об} = t_{окА} + t_{АБ} + t_{окБ} + t_{БА} \\ t_{окА} = t_{окоА} + t_{окДА} \\ t_{окБ} = t_{окоБ} + t_{окДБ} \\ A_m = \frac{t_{об}}{I} \end{array} \right. , \quad (1)$$

где  $t_{об}$  – полное время оборота ТС на маршруте, мин.;

$t_{окА}$ ,  $t_{окБ}$  – время стоянки на ст. А и ст. Б соответственно, мин.;

$t_{окоА}$ ,  $t_{окоБ}$  – время обязательной стоянки на ст. А и ст. Б соответственно, мин.;

$t_{окДА}$ ,  $t_{окДБ}$  – время дополнительной стоянки на ст. А и ст. Б соответственно, мин.;

$t_{АБ}$ ,  $t_{БА}$  – время движения от ст. А к ст. Б и от ст. Б к ст. А соответственно, мин.;

$A_m$  – количество ТС на маршруте, ед.;

$I$  – интервал движения на маршруте, мин.

При этом следует учитывать, что время стоянок  $t_{окоА}$  и  $t_{окоБ}$  не может быть менее времени:

- необходимого для санитарно-бытовых нужд водителя;
- необходимого для компенсации возможного опоздания по прибытию ТС ГПТ на конечную станцию маршрута, для отправления его в следующий рейс по расписанию;
- необходимого на выполнение зарядки бортовых накопителей энергии новых видов ГПТ (например, для электробусов концепции

ОС моделей АКСМ-Е321, АКСМ-Е433 составляет 9 мин., для модели АКСМ-Е321 «Ольгерд» составляет 30 мин.).

Известно, что интервалы движения на маршрутах  $I$  выбираются таким образом, чтобы обеспечить перевозки пассажиров с учетом суточной неравномерности, пассажироместимости ТС ГПТ и конфигурации маршрутов. При этом целые значения  $A_m$  обеспечивают согласованием  $t_{об}$  и  $I$ . Это реализуется двумя путями:

- увеличением  $t_{об}$ , в результате чего кроме обязательных  $t_{окоА}$  и  $t_{окоБ}$  возникают дополнительные  $t_{окДА}$  и  $t_{окДБ}$ , однако следует отметить, что необоснованное увеличение времени дополнительных стоянок  $t_{окДА}$  и  $t_{окДБ}$  приводит к снижению средней эксплуатационной скорости  $v_s$  и росту непродуктивных затрат;

- уменьшением выбранных интервалов движения на маршрутах  $I$ , что приводит к снижению  $\gamma_n$ , неоправданному росту пробега, выполнению дополнительной (лишней) транспортной работы, что в совокупности приводит к значительному необоснованному росту затрат и издержек.

Рациональное использование времени нахождения ТС ГПТ на конечных станциях  $t_{ок}$  позволяет повысить производительность и снизить непродуктивные затраты, связанные с избыточным временем нахождения ТС ГПТ на конечных станциях.

Пример организации маршрутов ГПТ СМ будет рассмотрен с использованием модели сектора, приведенной на рис. Е.1.

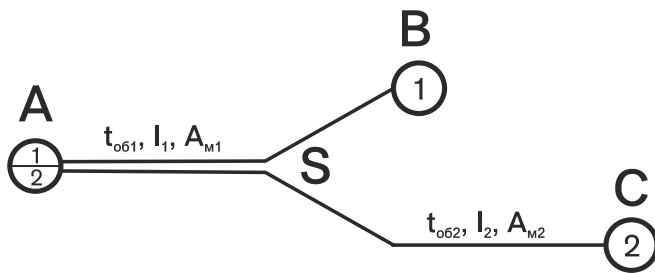


Рис. Е.1. Модель маршрутов, организованных СМ

Данный сектор сформирован путем выделения на маршруте АВ со временем оборота  $t_{об1}$ , обслуживаемым  $A_{m1}$  ТС, интервалом движения  $I_1$  и на маршруте АС, обслуживаемым  $A_{m2}$  ТС, со временем

оборота  $t_{062}$ , интервалом движения  $I_2$ , совместного сегмента, который образовал сегмент AS. При этом вне секторального обслуживания справедливы зависимости (2):

$$\left\{ \begin{array}{l} t_{ta1} = t_{lstmA} + t_{lstaA1} + t_{AB} + t_{lstmB} + t_{lstaB1} + t_{BA} \\ A_{veh1} = \frac{t_{ta1}}{I_1} \\ t_{ta2} = t_{lstmA} + t_{lstaA2} + t_{AC} + t_{lstmC} + t_{lstaC2} + t_{CA} \\ A_{veh2} = \frac{t_{ta2}}{I_2} \end{array} \right. \quad (2)$$

А с использованием СМ – зависимости (3).

$$\left\{ \begin{array}{l} t_{ta12} = t_{lstmA} + t_{lstaA12.1} + t_{AB} + t_{lstmB} + t_{lstaB12} + t_{BA} + \\ + t_{lstmA} + t_{lstaA12.2} + t_{AC} + t_{lstmC} + t_{lstaC12} + t_{CA} \\ A_{veh12} = \frac{t_{ta12}}{I_{12}} \end{array} \right. \quad (3)$$

Теперь можно смоделировать работу двух маршрутов, отправляющихся с одной и той же конечной станции, по схеме рис. Е.1, сделав следующие допущения: подготовительное и заключительное время для водителя не учитывается, время обеденных перерывов не учитывается, депо находится при станции А, а нулевой пробег в начале и в конце работы составляет 5 км и 18 мин. Исходные и расчетные данные приведены в табл. Е.1.

Фрагмент расписания для станций А, В, С для первоначальной версии (ТС маршрута 1 обозначены 101–105, ТС маршрута 2 обозначены 201–207) представлен в табл. Е.2.

Фрагмент расписания для станций А, В, С после применения секторального метода представлен в табл. Е.3 (транспортные средства обозначены 301–311).

Углубленный расчет экономического эффекта от внедрения СМ произведен на основе наиболее значимых затрат на оплату труда водителей и капитальных вложений в приобретение транспортных средств. В связи с обстоятельствами, описанными выше, другие показатели не принимались в расчет, результаты расчетов сведены в табл. Е.4.

## Расчетные показатели для различных сценариев

Сценарий	Наименование показателя	Обозначение	Ед. изм.	Исходный сценарий (для действующей системы)			Сценарий СМ	$\Delta$
				М-т 1	М-т2	Всего	1&2	
				ASBS А	ASCS А		ASBSA SCSA	
Сегмент АВ	Время обязательной стоянки на ст. А	$t_{IstmA}$	мин.	5	–	–	5	0
	Время дополнительной стоянки на ст. А (непродуктивное время)	$t_{IstaA}$	мин.	10	–	–	0	–10
	Время движения от ст. А к ст. В	$t_{AB}$	мин.	40	–	–	40	0
	Время обязательной стоянки на ст. В	$t_{IstmB}$	мин.	5	–	–	5	0
	Время дополнительной стоянки на ст. В (непродуктивное время)	$t_{IstaB}$	мин.	0	–	–	0	0
	Время движения от ст. В к ст. А	$t_{BA}$	мин.	40	–	–	40	0
Сегмент АС	Время обязательной стоянки на ст. А	$t_{IstmA}$	мин.	–	5	–	5	0
	Время дополнительной стоянки на ст. А (непродуктивное время)	$t_{IstaA}$	мин.	–	10	–	0	–10
	Время движения от ст. А к ст. С	$t_{AC}$	мин.	–	60	–	60	0
	Время обязательной стоянки на ст. С	$t_{IstmC}$	мин.	–	5	–	5	0
	Время дополнительной стоянки на ст. С (непродуктивное время)	$t_{IstaC}$	мин.	–	0	–	0	0
	Время движения от ст. С к ст. А	$t_{CA}$	мин.	–	60	–	60	0
Показатели для сети	Интервал движения на сегменте АВ	$I_{netAB}$	мин.	–	–	20	20	20
	Интервал движения на сегменте АС	$I_{netAC}$	мин.	–	–	20	20	20



Сценарий	Наименование показателя	Обозначение	Ед. изм.	Исходный сценарий (для действующей системы)			Сценарий СМ	$\Delta$
				М-т 1	М-т2	Всего		
				ASBS А	ASCS А		ASBSA SCSSA	
Маршрут								
Последовательн.								
Показатели для сети	Интервал движения на сегменте AS	$I_{netAS}$	мин.	-	-	10	10	10
	Общее время оборота ТС на маршруте	$t_{ta}$	мин.	100	140	240	220	-20
	Интервал движения на маршруте	I	мин.	20	20	20	20	-20
Показатели работы за день	Количество ТС	$A_{veh}$	ТС	5	7	12	11	-1
	Число водителей	$A_{driv}$	Вод.	10	14	24	22	-2
	Количество рейсов по отмеченной последовательности пунктов	$N_{tat}$	Рейс	51	51	102	51	(n/a)
	Количество нулевых рейсов	$N_{zt}$	Рейс	10	14	24	22	-2
	Время в пути (без времени стоянок на конечных станциях)	$T_{tt}$	ч	68,00	102,00	170,00	170,00	0,00
	Время стоянок на конечных станциях	$T_{pt}$	ч	17,00	17,00	34,00	17,00	-17,00
	Обязательное	$T_{ptm}$	ч	8,50	8,50	17,00	17,00	0,00
	Дополнительное (непродуктивное)	$T_{pta}$	ч	8,50	8,50	17,00	0,00	-17,00
	Время нулевых рейсов	$T_{zt}$	ч	3,00	4,20	7,20	6,60	-0,60
	Машиночасы	$T_{mh}$	ч	88,00	123,20	211,20	193,60	-17,60
	Пробег	$M_{vh}$	км	1138,34	1702	2840,34	2830,34	-10,00
	Эксплуатационная скорость	$V_{op}$	км/ч	12,94	13,81	13,45	14,62	+1,17
	Доля машиночасов в движении (полезная работа)			81 %	86 %	84 %	91 %	-
	Доля непродуктивного времени в машиночасах			10 %	7 %	8 %	0 %	-

Таблица Е.2

Фрагмент расписания, составленного по принципам действующей системы организации работы ГПТ

ТС	Отпр. А	Приб. В	Отпр. В	Приб. А	Отпр. А	Приб. В	Отпр. В	Приб. А	Отпр. А	Приб. В	
101	<b>5:00</b>	5:40	5:45	6:25	<b>6:40</b>	7:20	7:25	8:05	<b>8:20</b>	9:00	...
102	<b>5:20</b>	6:00	6:05	6:45	<b>7:00</b>	7:40	7:45	8:25	<b>8:40</b>	9:20	...
103	<b>5:40</b>	6:20	6:25	7:05	<b>7:20</b>	8:00	8:05	8:45	<b>9:00</b>	9:40	...
104	<b>6:00</b>	6:40	6:45	7:25	<b>7:40</b>	8:20	8:25	9:05	<b>9:20</b>	10:00	...
105	<b>6:20</b>	7:00	7:05	7:45	<b>8:00</b>	8:40	8:45	9:25	<b>9:40</b>	10:20	...
ТС	Отпр. А	Приб. С	Отпр. С	Приб. А	Отпр. А	Приб. С	Отпр. С	Приб. А	Отпр. А	Приб. С	
201	<b>5:10</b>	6:10	6:15	7:15	<b>7:30</b>	8:30	8:35	9:35	<b>9:50</b>	10:50	...
202	<b>5:30</b>	6:30	6:35	7:35	<b>7:50</b>	8:50	8:55	9:55	<b>10:10</b>	11:10	...
203	<b>5:50</b>	6:50	6:55	7:55	<b>8:10</b>	9:10	9:15	10:15	<b>10:30</b>	11:30	...
204	<b>6:10</b>	7:10	7:15	8:15	<b>8:30</b>	9:30	9:35	10:35	<b>10:50</b>	11:50	...
205	<b>6:30</b>	7:30	7:35	8:35	<b>8:50</b>	9:50	9:55	10:55	<b>11:10</b>	12:10	...
206	<b>6:50</b>	7:50	7:55	8:55	<b>9:10</b>	10:10	10:15	11:15	<b>11:30</b>	12:30	...
207	<b>7:10</b>	8:10	8:15	9:15	<b>9:30</b>	10:30	10:35	11:35	<b>11:50</b>	12:50	...

Таблица Е.3

Фрагмент расписания, составленного с использованием СМ

ТС	Отпр. А	Приб. В	Отпр. В	Приб. А	Отпр. А	Приб. С	Отпр. С	Приб. А	Отпр. А	Приб. В	...
301					<b>5:10</b>	6:10	6:15	7:15	<b>7:20</b>	8:00	...
302					<b>5:30</b>	6:30	6:35	7:35	<b>7:40</b>	8:20	...
303					<b>5:50</b>	6:50	6:55	7:55	<b>8:00</b>	8:40	...
304					<b>6:10</b>	7:10	7:15	8:15	<b>8:20</b>	9:00	...
305	<b>5:00</b>	5:40	5:45	6:25	<b>6:30</b>	7:30	7:35	8:35	<b>8:40</b>	9:20	...
306	<b>5:20</b>	6:00	6:05	6:45	<b>6:50</b>	7:50	7:55	8:55	<b>9:00</b>	9:40	...
307	<b>5:40</b>	6:20	6:25	7:05	<b>7:10</b>	8:10	8:15	9:15	<b>9:20</b>	10:00	...
308	<b>6:00</b>	6:40	6:45	7:25	<b>7:30</b>	8:30	8:35	9:35	<b>9:40</b>	10:20	...
309	<b>6:20</b>	7:00	7:05	7:45	<b>7:50</b>	8:50	8:55	9:55	<b>10:00</b>	10:40	...
310	<b>6:40</b>	7:20	7:25	8:05	<b>8:10</b>	9:10	9:15	10:15	<b>10:20</b>	11:00	...
311	<b>7:00</b>	7:40	7:45	8:25	<b>8:30</b>	9:30	9:35	10:35	<b>10:40</b>	11:20	...

## Расчет экономического эффекта от внедрения СМ

Наименование показателя	Ед. изм.	Автобус (12 м)	Троллейбус (12 м)	Трамвай (15 м)
<i><u>Исходный сценарий</u></i>				
Машиночасы (в год)	ч	77088,00	77088,00	77088,00
Необходимое число водителей (принимая во внимание коэффициент невыходов 1,18)	вод.	45	45	45
Затраты на оплату труда водителей (в год)	кEUR	493,36	493,36	493,36
Количество ТС с учетом коэффициента выпуска	ТС	14	14	14
Стоимость ТС	кEUR/ТС	250,00	350,00	630,00
Инвестиции в ТС	кEUR	3500,00	4900,00	8820,00
Жизненный цикл ТС	лет	10	15	30
Затраты на оплату труда водителей в течение жизненного цикла ТС	кEUR	4933,63	7400,45	14800,90
Затраты на подготовку водителей	кEUR	135,00	202,50	405,00
Общие затраты на оплату труда водителей и обучение водителей в течение жизненного цикла	кEUR	5068,63	7602,95	15205,90
Общие капитальные вложения в ТС и затраты на водителей в течение жизненного цикла	кEUR	8568,63	12502,95	24025,90
<i><u>Сценарий «СМ»</u></i>				
Машиночасы (в год)	ч	70664,00	70664,00	70664,00
Необходимое число водителей (принимая во внимание коэффициент невыходов 1,18)	вод.	42	42	42
Затраты на оплату труда водителей (в год)	кEUR	452,25	452,25	452,25
Количество ТС с учетом коэффициента выпуска	ТС	13	13	13
Стоимость ТС	кEUR/ТС	250,00	350,00	630,00
Инвестиции в ТС	кEUR	3250,00	4550,00	8190,00
Жизненный цикл ТС	лет	10	15	30
Затраты на оплату труда водителей в течение жизненного цикла ТС	кEUR	4522,50	6783,74	13567,49
Затраты на подготовку водителей	кEUR	126,00	189,00	378,00

Наименование показателя	Ед. изм.	Автобус (12 м)	Троллейбус (12 м)	Трамвай (15 м)
Общие затраты на оплату труда водителей и обучение водителей в течение жизненного цикла	кEUR	4648,50	6972,74	13945,49
Общие капитальные вложения в ТС и затраты на водителей в течение жизненного цикла	кEUR	7898,50	11522,74	22135,49
<i>Экономический эффект от внедрения СМ</i>				
Общие затраты на оплату труда водителей и их обучение	кEUR	-420,14	-630,20	-1260,41
Инвестиции в ТС	кEUR	-250,00	-350,00	-630,00
Общие капитальные вложения и затраты на водителей	кEUR	-670,14	-980,20	-1890,41

Результаты моделирования показывают, что в результате организации работы маршрутов 1 и 2 секторальным методом, с работой каждого ТС с водителями по последовательному маршруту 1+2, наблюдается экономия в количестве транспортных средств на 1 единицу, в числе водителей – на 2, в количестве нулевых рейсов на – 2, сокращение времени дополнительной стоянки на конечных станциях (непродуктивного времени) на 17 ч, сокращение машиночасов на 17,60 ч, сокращение пробега, увеличение эксплуатационной скорости на 1,17 км/ч (+9 %). В то же время доля времени непродуктивного использования времени снижается с 8 % до 0 %, а доля машиночасов в движении увеличивается с 84 % до 91 %.

По результатам расчетов видно, что экономический эффект от обслуживания каждых двух маршрутов СМ, при соблюдении необходимых условий, выражается для 12-метрового автобуса за 10-летний период (жизненный цикл одного транспортного средства) в текущих ценах 670 кEUR, для 12-метрового троллейбуса за 15-летний период 980 кEUR, для 15-метрового трамвая за 30-летний период 1890 кEUR.

### Инновационные станции мобильности Easymobil

Предприятие Wiener Lokalbahn, осуществляющее перевозки пассажиров по междугородней трамвайной линии «Вена–Баден» (протяженность маршрута составляет 30 км), в 2021 году начало внедрение станций мобильности Easymobil (рис. Ж.1).

Это инновационное решение, которое объединяет в себе несколько предложений в сфере обеспечения мобильности и услуг, оказываемых непосредственно на станции мобильности (рис. Ж.2). Это связано с тем, что все больше людей сочетают различные виды транспорта для своих повседневных поездок. На станциях Griesfeld (Wiener Neudorf) и Guntramsdorf расположены первые станции Easymobil Wiener Lokalbahn.

Таким образом, в дополнение к трамвайному и региональным автобусным маршрутам Badner Bahn, пассажиры могут воспользоваться услугами электрического каршеринга и велопроката. На станции мобильности предусмотрена крытая парковка для велосипедов, а также велосипедные боксы.



Рис. Ж.1. Внешний вид станции Easymobil <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Использована иллюстрация <https://www.easymobil.at/stationen/>

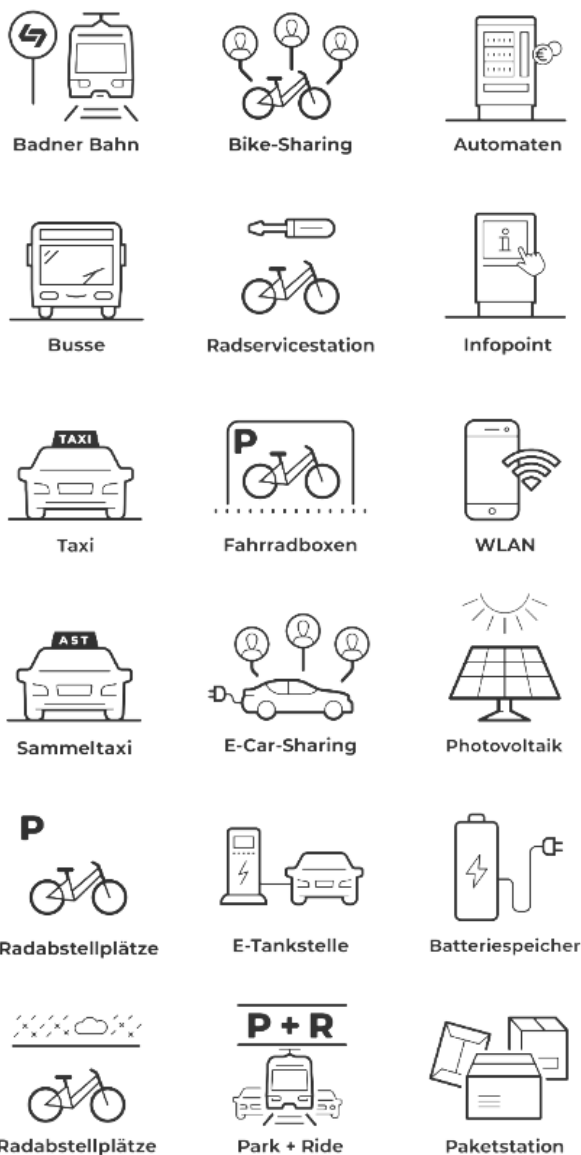


Рис. Ж.2. Услуги на станции Easymobil<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Использована иллюстрация <https://www.easymobil.at/stationen/>

На территории станции мобильности имеется возможность обслуживания велосипедов: велосипедистам предоставляется насос, стойка для велосипедов и различные инструменты для обслуживания велосипедов.

Также на станции мобильности можно зарядить электромобили (предусмотрена станции зарядки электромобилей). Кроме того, к услугам пассажиров предоставлены почтовые ящики, постоматы для получения посылок и бесплатный Wi-Fi на станции. Таким образом, пассажиры трамвая могут заранее заказывать покупки онлайн и выбирают время получения – станцию мобильности, чтобы по дороге домой забрать покупку из постомата.

Предложения Wiener Lokalbahn делает использование маршрутного пассажирского транспорта еще более привлекательным и, таким образом, вносит положительный вклад в окружающую среду. Кроме того, в рамках данного проекта реализуется еще одна инициатива "Easymobil Green-Energy" для обеспечения питания оборудования станции с помощью солнечных батарей и систем накопления энергии.

Учебное издание

**ЛОБАШОВ** Алексей Олегович  
**СЕМЧЕНКОВ** Сергей Сергеевич  
**КОТ** Евгений Николаевич и др.

## **ПЛАНИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальностей 1-44 01 01 «Организация перевозок  
и управление на автомобильном и городском транспорте»,  
1-44 01 02 «Организация дорожного движения»,  
1-44 01 06 «Эксплуатация интеллектуальных транспортных  
систем на автомобильном и городском транспорте»

Редактор *Е. О. Германович*  
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 28.12.2022. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Цифровая печать.  
Усл. печ. л. 10,23. Уч.-изд. л. 5,83. Тираж 100. Заказ 789.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.