

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Политехнический институт  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
Е. С. Воеводин  
«    » \_\_\_\_\_ 2022 г

## **МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

«Совершенствование инфраструктуры маршрутов городского пассажирского  
транспорта»

23.04.01 – «Технология транспортных процессов»

23.04.01.01 – «Организация перевозок и управление на транспорте»

Научный руководитель	Канд.техн.наук, доцент	Е.В. Фомин
Выпускник		А.А. Шалимова
Рецензент	Директор ООО «Авто-мобил»	М.Г. Омышев

Красноярск 2022

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Политехнический институт  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
Е. С. Воеводин  
«    » \_\_\_\_\_ 2022 г

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Красноярск 2022

Студенту: Шалимовой Анне Андреевне

Группа: ФТ20-05М Направление (специальность) 23.04.01

Технология транспортных процессов

Тема выпускной квалификационной работы Совершенствование  
инфраструктуры маршрутов городского пассажирского транспорта

Утверждена приказом по университету № 16955/с от 02.11.2020

Руководитель: Е. В. Фомин – канд.техн.наук, доцент кафедры «Транспорт»  
ПИ СФУ

Перечень разделов магистерской диссертации:

- 1) Современное состояние вопроса и постановка задач исследования
- 2) Оценка состояния доступности городского пассажирского транспорта
- 3) Организация транспортного обслуживания инвалидов и  
маломобильных групп населения.
- 4) Результаты и выводы

Перечень графического материала: презентация

Руководитель

Е.В. Фомин

Задание принял к исполнению

А.А. Шалимова

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. Современное состояние вопроса и постановка задач исследования	7
1.1 Система городского пассажирского транспорта	7
1.2 Инфраструктура общественного транспорта	11
1.3 Транспортно-пересадочные узлы	13
1.4 Остановочные пункты	17
1.5 Виды барьеров на пути передвижения МГН	23
1.6 Состояние системы городского пассажирского транспорта	27
Глава 2. Оценка состояния доступности городского пассажирского транспорта	31
2.1 Логистический принцип доступности городского пассажирского транспорта	31
2.2 Выбор подвижного состава городского пассажирского транспорта для перевозки инвалидов	35
2.3 Показатели измерения доступности	39
2.4 Алгоритм управления работой ГПТ	42
Глава 3 Организация транспортного обслуживания инвалидов и маломобильных групп населения.	55
3.1 Транспортное обслуживание МГН	55
3.2 Определение числа транспортных средств для обслуживания инвалидов	58
3.3 Адаптация маршрутной сети	60
Глава 4. Результаты и выводы	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	72
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	74

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Пассажирский транспорт является составной частью производственной инфраструктуры города. Его слаженное, устойчивое и эффективное функционирование является необходимым условием повышения качества жизни населения и дальнейшего социально-экономического развития экономики города. Роль пассажирского транспорта заключается в сокращении времени, затрачиваемого населением на перемещение. Насущная проблема городов, сформированных под влиянием исторических факторов, это не подготовленность УДС к пропуску интенсивных транспортных потоков.

В настоящее время городской пассажирский транспорт оказывается не в состоянии выполнять свою важнейшую функцию – качественно обслуживать население, обеспечивая минимальные затраты времени на поездки. Это происходит по большей части из-за значительной изношенности парка подвижного состава, так же влияет пропускная способность УДС города и инфраструктура маршрутов. Так в Красноярске более 500 остановочных пунктов и больше половины из них не соответствуют нормативным требованиям.

В этих условиях возрастает актуальность вопросов создания комплексной и адаптивной модели на всем пространстве организации движения, учитывающей оптимальное использование всех имеющихся ресурсов.

Состояние изученности проблемы. Проанализировав работы зарубежных и отечественных ученых, можно упомянуть наиболее значимые исследования в данной области. В статье Ларина О.Н, Кажеева А.А. «Оптимизация маршрутных сетей городов с учетом ограничения пропускной способности остановочных пунктов» рассмотрена тема оптимизации маршрутных сетей городов с целью снижения конфликтных ситуаций на остановочных пунктах, обусловленных эффектами синхронного движения маршрутного общественного транспорта по участкам маршрутной сети городов. В статье анализируются известные способы и направления решения данной проблемы, приводятся сведения о способах оптимизации маршрутных сетей.

Одной из важных условий комфортности городской среды является доступность автотранспортных услуг для населения и качество их предоставления. Данную проблему в своей статье рассмотрели Лебедева О.А., Никанорова Л.В.

В работе Елисеева М.Е., Липенкова А.В., Масловой О.А. рассматривается построение модели городских автобусных маршрутов. Основной ее особенностью является высокая степень детализации. Описываются особенности проведения обследования пассажирского транспорта, направленного на получение необходимых для моделирования данных.

Так же для эффективного функционирования городской инфраструктуры необходима организация маршрутной сети городского пассажирского транспорта, в статье Новикова А.Н., Кулева А.В., Кулева М.В., Кулевой Н.С., рассматривается методика организации маршрутной транспортной сети пассажирского транспорта общего пользования, за счет сокращения затрат времени, затрачиваемого пассажирами на передвижение, пересадку, ожидание транспортного средства.

Немаловажный аспект в городской инфраструктуре определить жизненный цикл городских транспортных систем. Этапы жизненного цикла городских транспортных систем не похожи на этапы жизненного цикла других объектов строительства. Балынин С.Ю. и Соколова С.Н. в своей работе рассматривают подходы к проектным работам над транспортными системами.

Основоположниками применения математических методов в расчетах пассажиропотоков в нашей стране были А.Х. Зильберталь, Г.В. Шелейховский и др. А.Х. Зильберталь впервые применил вероятностный метод для расчета распределения передвижений и поездок по длине для городов с различной конфигурацией транспортной сети, о чем говорится в классических учебниках [12;19].

Для анализа транспортных сетей широко используют три вида математических моделей. Прогнозные модели предназначены для решения задачи при известных геометрических и технических характеристиках транспортной сети, а также размещения потокообразующих объектов в городе. Прогноз загрузки транспортной сети включает в себя расчет усредненных характеристик движения, таких как объемы межрайонных передвижений, интенсивность потока, распределение автомобилей и пассажиров по путям движения и др. [25].

Имитационное моделирование ставит своей целью воспроизведение всех деталей движения, включая развитие процесса во времени. При этом усредненные значения потоков и распределение по путям считаются известными и служат исходными данными для этих моделей. К классу имитационных можно отнести широкий спектр моделей, известных под названием модели динамики транспортного потока. На основе таких моделей созданы программные продукты, например, PtVision, которые позволяют прогнозировать последствия изменений в транспортной сети, при размещении объектов, отражая имитацию движения каждого отдельного автомобиля и пешехода. Методы имитационного моделирования широко использовались В.В. Сильяновым при изучении параметров дорожного движения [18].

# **Глава 1. Современное состояние вопроса и постановка задач исследования**

## **1.1 Система городского пассажирского транспорта**

Транспорт – система, предназначенная для перемещения в пространстве грузов и пассажиров.

Городской пассажирский транспорт (ГПТ) – система транспорта, включающая в себя подсистему управления, транспортную инфраструктуру, организационную инфраструктуру и выделенную транспортно-дорожную инфраструктуру, целью которой является обеспечение комфортного перемещения жителей мегаполиса и обеспечение транспортной доступности всех районов современного мегаполиса.

Городской общественный пассажирский транспорт будет являться важным элементом единой транспортной системы страны, так как обеспечивает основной объем рабочих поездок населения городов и представляет собой часть их инфраструктуры как составляющей городского хозяйства.

Транспортная система - это комплекс различных видов транспорта, находящихся во взаимодействии при выполнении перевозок. Транспортная инфраструктура является частью транспортной системы России и включает в себя транспортные сети, транспортные узлы, подвижной состав и механизм управления транспортным комплексом [21].

Система городского пассажирского транспорта представляет собой структурированную экономическую систему, состоящую из совокупности предприятий и фирм, организующих потоки услуг и управляющих ими в процессе осуществления пассажирских перевозок, а также систему, сопутствующих им потоков информации и финансов, обеспечивающих обслуживание данного рынка.

Система городского пассажирского транспорта и транспортная сеть позволяет людям реализовывать свои потребности в передвижениях и добираться до мест тяготения посредством использования различных маршрутов. Но не все люди могут беспрепятственно воспользоваться существующей системой ГПТ. Причина кроется в наличии для людей с ограниченными возможностями непреодолимых барьеров на транспортных сооружениях, на путях передвижения и в подвижном составе, это обозначается как транспортная инфраструктура. Все остальное – это социальная и инженерная инфраструктуры. Из этого складывается среда жизнедеятельности, в которой имеются объекты тяготения (социальные объекты) человека, передвижения в этой системе описываются логистикой.

Для обеспечения возможности пользоваться услугами общественного транспорта всем категориям граждан включая инвалидов и других МГН,

необходимо организовать доступность системы ГПТ, т.е. речь идет о доступности внутренней и внешней среды системы.

Современное законодательство дает определение людям с ограниченными возможностями, имеющее социальную направленность и учитывающее международные правовые нормы: "Инвалид – лицо, которое имеет нарушение здоровья со стойким расстройством функций организма, обусловленное заболеваниями, последствиями травм или дефектами, приводящее к ограничению жизнедеятельности и вызывающее необходимость его социальной защиты" [24]. Но помимо этого существует и понятие маломобильные группы населения (далее МГН), "люди, испытывающие затруднения при самостоятельном передвижении, получении услуги, необходимой информации или при ориентировании в пространстве. К МГН здесь отнесены: инвалиды, люди с временным нарушением здоровья, беременные женщины, люди преклонного возраста, люди с детскими колясками и т.п." [23]

Все группы населения нуждаются в доступности, но более остро этот вопрос стоит для людей с ограниченными возможностями. Так доступными для МГН здания и сооружения в настоящее время считаются те, "в которых реализован комплекс архитектурно-планировочных, инженернотехнических, эргономических, конструкционных и организационных мероприятий, отвечающих нормативным требованиям обеспечения доступности и безопасности МГН этих зданий и сооружений". Приспособление среды жизнедеятельности, зданий и сооружений с учетом потребностей МГН называется их адаптацией.

С самого раннего возраста человек нуждается в доступности и по мере его приближения к старости ему становится все сложнее преодолевать препятствия. Но сложнее всего приходится людям с ограниченными возможностями, именно с этой группой населения чаще всего связывают доступность. Основной принцип формирования доступной среды – отсутствие дискриминации по признаку инвалидности.

Так транспортная доступность для обычного человека можно определить как возможность использования объектов транспортной инфраструктуры и услугами транспорта.

Функционирование системы городского пассажирского транспорта направлено на удовлетворение спроса населения в перевозках общественным транспортом. Основными видами городского пассажирского транспорта являются троллейбус, трамвай, автобус и маршрутное такси. Автобусный транспорт обладает большой провозной способностью и маневренностью, но значительно загрязняет окружающую среду. Выбросы вредных веществ в атмосферу одним автобусом в 5–6 раз, а уровень шума в 1,5–2 раза больше, чем у легкового автомобиля. Троллейбусный транспорт экологически чистый, имеет большую провозную способность и использует дешевое энергоснабжение. Его недостаток — большие капитальные вложения в организацию пути, малая маневренность, снижение пропускной способности



уличной сети в зависимости от частоты движения. Трамвай характеризуется большой провозной способностью, однако для организации движения трамвая требуется обособленное земляное полотно, которое занимает значительную часть улицы и затрудняет движение автомобильного транспорта. Маршрутное такси имеет низкую провозную способность, но более высокую скорость движения, большую маневренность.

На основе всестороннего изучения различных взглядов на роль общественного транспорта в инфраструктуре мегаполисов установлено, что деятельность городского пассажирского транспорта охватывает практически все слои населения Российской Федерации. Несмотря на то, что в последние годы увеличилось количество личных легковых автомобилей, все же в России огромная часть горожан зависит в своих ежедневных передвижениях от работы общественного пассажирского транспорта. В то же время, большинство пользующихся услугами системы общественных пассажирских перевозок недовольны его работой из-за постоянной переполненностью транспортного средства, длительными интервалами в движении, стоимостью проезда.

В нынешних экономических условиях для обеспечения функционирования системы городских пассажирских перевозок рекомендуется совершенствовать управление городским общественным транспортом с помощью введения логистического подхода. Структура системы городского пассажирского транспорта представлена на рисунке 1.

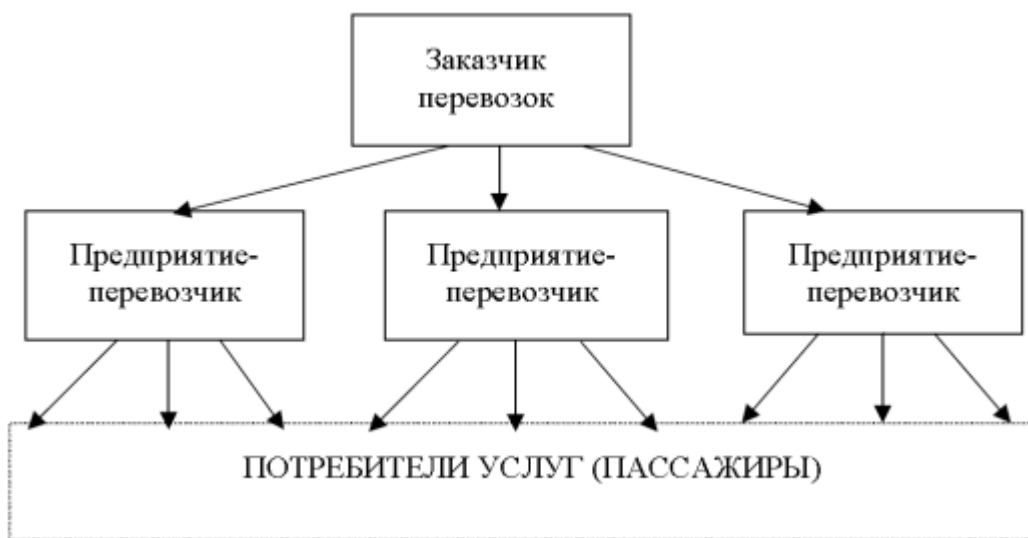


Рисунок 1.1 – Организационная структура системы городского общественного транспорта

Поскольку основной организационной единицей логистической системы городского пассажирского транспорта является маршрут, а перевозка пассажиров транспортом общего пользования осуществляется по заранее составленным постоянным маршрутам, то вся организация движения сводится

к обеспечению регулярности и бесперебойности обслуживания населения на них, следовательно, грамотному определению маршрутной системы города.

Маршрутная система общественного городского транспорта представляет собой увязанную территориально и во времени совокупность маршрутов всех и отдельных видов городского пассажирского транспорта, обслуживающих городские пассажирские перевозки в пределах заданной транспортной сети. При этом под территориальной увязанностью маршрутной системы понимается согласованное с осваиваемыми пассажироперевозками размещение на плане города маршрутов какого-либо одного или разных видов городского пассажирского транспорта, их конечных станций, остановочных пунктов и других линейных сооружений; под увязанностью во времени — согласование режимов работы маршрутов во времени и расписаний движения транспортных средств, обслуживающих разные маршруты.

К сожалению, в Красноярске, как и во многих других городах России общественный городской транспорт считается убыточным, слишком затратным социальным благом. А состояние инфраструктуры оставляет желать лучшего, износ составляет более 70%.

Надо сказать, что проводится работа по обновлению подвижного состава пассажирского транспорта. Так в 2019 году в Красноярск правительством Москвы было передано 60 автобусов и 10 троллейбусов. В начале 2021 года на линию вышли ещё 24 новых троллейбуса. Их удалось приобрести благодаря участию Красноярска в нацпроекте «Безопасные и качественные автомобильные дороги» [8].

Реформирование муниципального транспорта связано с рядом сложностей. В первую очередь, это большая инертность системы управления, которая отличается слабой степенью адаптации к текущим условиям работы, в отличие от быстро адаптируемой системы коммерческих перевозчиков. Во вторых, это развитая инфраструктура, требующая значительных ресурсов для поддержания работоспособности. Несмотря на то, что подобная система должна предоставлять муниципальному транспорту безусловные преимущества, в реальности она зачастую выступает грузом, который серьезно замедляет развитие транспортной системы в целом.

В целом, сформулировать направления совершенствования системы городского пассажирского транспорта, исходя из комплекса проблем, определенных Министерством транспорта РФ и исходя из проблем, свойственных региональному транспорту, можно следующим образом:

1. Основная проблема городского пассажирского транспорта заключается в сильной изношенности всех компонентов системы. В первую очередь, стоит обратить внимание на техническое перевооружение транспортной инфраструктуры, заключающейся в закупке новых видов транспорта. Это уже позволит повысить уровень технической готовности системы и увеличит удовлетворенность конечных потребителей, а значит, повысит качество оказываемой транспортной услуги;

2. Совершенствование систем управления городским пассажирским транспортом должно производиться на основе единой автоматизированной системы, учитывающей работу всей системы городского транспорта, включая рельсовый и электротранспорт;

3. Задействование в системе управления вычислительных комплексов на основе персональных компьютеров, объединенные в единую сеть и системы сбора данных от датчиков на транспорте и городской информационной сети обработки информации на основе стандарта 5G;

4. Внедрение алгоритмов принятия решения независимо от оператора, внедрение систем искусственного интеллекта на основе высокоскоростного обмена данными между отдельными транспортными средствами. Выстраивание нейросети на базе системы городского пассажирского транспорта и Интернета вещей (IoT);

5. Создание доступной транспортной инфраструктуры для людей с ограниченными возможностями

## **1.2 Инфраструктура общественного транспорта**

Согласно программе Правительства РФ транспортная система представляет собой транспортную инфраструктуру, транспортные средства и предприятия и управление в совокупности [9]. Единая транспортная система обеспечивает согласованное развитие всех видов общественного транспорта с целью максимального удовлетворения транспортных потребностей жителей Красноярска. В структуру транспортной системы г. Красноярск входят следующие элементы:

- Транспортная инфраструктура – совокупность отраслей и предприятий транспорта, выполняющих перевозки.

- Транспортные предприятия – предприятие, основной задачей которого является перевозка людей.

- Транспортные средства – устройства, предназначенные для перевозки людей.

- Управление транспортной системы.

Инфраструктура городского пассажирского транспорта (ГПТ) состоит из сооружений, необходимых для его работы на маршруте, и включает:

- ТПУ

- Конечные станции

- Разворотные кольца

- Остановочные пункты

- Технические средства организации движения по маршруту

- Средства связи

Транспортно-пересадочные узлы. Комплекс объектов недвижимого имущества, включающий в себя земельный участок либо несколько земельных участков с расположенными на них, над или под ними объектами

транспортной инфраструктуры, а также другими объектами, предназначенными для обеспечения безопасного и комфортного обслуживания пассажиров в местах их пересадок с одного вида транспорта на другой.

Конечные станции предназначены для организации межрейсового и межсменного отстоя подвижного состава. Конечные станции могут быть распорядительными и техническими.

На распорядительной конечной станции предусматриваются помещения для линейных диспетчеров, отдыха водителей, приема пищи, бытовые помещения и т.п.

Техническая конечная станция таких помещений не имеет. Для управления движением подвижного состава конечные станции оборудуются необходимыми системами связи, управления и сигнализации. Помимо здания конечная станция включает площадку для отстоя подвижного состава или разветвленные рельсовые пути.

Как правило, конечная станция организуется в конечном пункте нескольких маршрутов, при этом эффективность ее использования повышается, если это маршруты нескольких видов транспорта (трамвай, автобус, троллейбус). При совмещении трамвайных и автобусных маршрутов, площадка отстоя автобусов для сокращения площади конечной станции организуется внутри трамвайного кольца.

Разворотные кольца предназначены для безопасного изменения направления движения подвижного состава ГПТ по маршруту в обратном направлении, как правило, без межрейсового отстоя. Для трамвайных линий разворотные кольца помимо конечной точки маршрута следует предусматривать каждые 6–8 км. Это обеспечивает повышение надежности транспортного обслуживания при заторах или неисправностях на участках пути [4]

Остановочный пункт – место остановки транспортных средств по маршруту регулярных перевозок, оборудованное для посадки, высадки пассажиров и ожидания транспортных средств. Остановочные пункты оборудуются указателями, определяющими место остановки транспортного средства для посадки (высадки) пассажиров [1].

Общие технические требования к элементам автобусных остановок, правилам их размещения на автомобильных дорогах и их обустройству техническими средствами организации дорожного движения определяют стандарт отрасли ОСТ 218.1.002–2003 Автобусные остановки на автомобильных дорогах [5], СП 98.13330.2012 Трамвайные и троллейбусные линии. Актуализированная редакция СНиП 2.05.09–90 и СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [3].

Технические средства организации движения ГПТ предназначены для обеспечения безопасной и бесперебойной работы маршрутного транспорта. Как правило, общие для организации движения транспорта технические

средства (знаки, светофоры, разметка) должны учитывать наличие ГПТ и проектироваться с учетом необходимости обеспечения приоритета его движению [5].

Средства связи предназначены для контроля соблюдения графика движения и управления работой ГПТ в случае сбоя. Современные системы связи, используемые на ГПТ, как правило, являются сложным и телематическими комплексами, интегрирующими функции голосовой связи с автоматической передачей параметров движения подвижного состава, данных об обстановке в салоне, контроля плановых показателей и автоматического предупреждения диспетчера об их отклонении и т.п.

Основные проблемы транспортной системы Красноярска это:

1 Недостаточная организация инфраструктуры транспорта города к нуждам маломобильных граждан

2 Отсутствие транспортных развязок на разных уровнях на пересечениях улично-дорожной сети, в том числе с железными дорогами;

3 Невозможность расширения УДС;

4 Малая пропускная способность автомобильных дорог;

5 Отсутствие скоординированной системы управления перевозками.

Что бы решить данные проблемы существует ряд рекомендаций:

1 Увеличение количества выделенных полос, для повышения скорости движения ГПТ;

2 Ввести систему, действующую на всех видах транспорта, позволяющую беспрепятственно и быстро пересаживаться с одного общественного транспорта на другой;

3 Произвести оптимизацию маршрутной сети с учетом загруженности дорог и «час-пиком», для того чтобы уменьшить интервалы движения общественного транспорта;

4 Провести реконструкции ряда остановочных пунктов с целью увеличения пропускной способности, как остановочного пункта, так и участка УДС.

### **1.3 Транспортно-пересадочные узлы**

Транспортно-пересадочные узлы (ТПУ) являются ключевыми связующими элементами транспортного узла города, включающего все системы действующих в нем видов городского и магистрального (внешнего) транспорта (линии, пути, станции, остановочные пункты, инженерные сооружения и устройства, здания и др.). Они формируются при взаимодействии двух и более видов массового городского транспорта в пересадочном процессе пассажиров, осуществляющих поездки с трудовыми и культурно-бытовыми целями.

Транспортно-пересадочные узлы формируются с целью осуществления координации перевозок пассажиров, осуществляемых различными видами транспорта.

Транспортно-пересадочный узел следует проектировать как узловой элемент планировочной структуры поселения, городского округа транспортно-общественного назначения, в котором осуществляется пересадка пассажиров между различными видами внешнего, регионального, городского и индивидуального транспорта в различных сочетаниях, а также обслуживание пассажиров объектов социальной инфраструктуры.

При расчете требуемых параметров транспортных и пешеходных коммуникаций следует учитывать интенсивность движения суммарных транспортных и пешеходных потоков, формируемых транспортно-пересадочным комплексом и объектами прилегающей застройки различного функционального назначения.

ТПУ классифицируют по назначению и функциональным характеристикам:

- межрегионального значения - обеспечивают связанность территории города с иными территориями Российской Федерации и зарубежными странами;

- регионального (агломерационного) значения - обеспечивают территориальное единство регионов;

- районного значения - обеспечивают транспортное обслуживание жителей муниципальных районов, проживающих в зонах транспортной и пешеходной доступностей данного вида ТПУ;

- локального значения - обеспечивают транспортное обслуживание территорий, расположенных в пешеходной доступности от ТПУ.

В составе ТПУ возможно размещение следующих объектов:

- зданий и технических устройств линейных объектов железнодорожного и скоростного внеуличного транспорта, конечных станций, тяговых подстанций, технических служб обеспечения эксплуатации железнодорожного и скоростного внеуличного транспорта;

- зданий, технических устройств и сооружений технической инфраструктуры железнодорожного транспорта;

- здания и технических устройств речных портов, речных вокзалов, причалов, пристаней и иных сооружений, обеспечивающих эксплуатацию водного транспорта;

- зданий и технических устройств транспортных сооружений магистральной улично-дорожной сети, технических служб обеспечения эксплуатации магистральной улично-дорожной сети;

- зданий и технических устройств пересадочных комплексов, вокзалов, причалов, станций, остановок транспорта, в том числе скоростного внеуличного транспорта, диспетчерских пунктов наземного общественного транспорта, пунктов контроля безопасности движения;

- зданий и технических устройств специального назначения;

- зданий и спасательных служб;

- гаражно-стояночных объектов всех типов;

- элементы пешеходной и велотранспортной инфраструктуры, расположенные в границах территории ТПУ;
- административно-деловых объектов;
- торгово-бытовых объектов;
- спортивно-рекреационных объектов;
- общественно-деловых объектов;
- производственных объектов,

Состав системы транспортно-пересадочных узлов города определяется численностью населения города, его географическим расположением и положением в системе расселения страны. Рекомендуемый состав системы пересадочных узлов для городов различной величины приведен в таблице 1.

Таблица 1.1 - Состав системы транспортно-пересадочных узлов для города

Тип города Вид ТПУ	Крупнейш ий город (св. 1 млн чел.)	Крупные города (население от 250 до 1000 тыс. чел.)	Большие города (население от 100 до 250 тыс. чел.)	Средние города (население от 50 до 100 тыс. чел.)	Малые города (население менее 50 тыс. чел.)
1 Узлы межрегион ального значения	+	+	+	+	+
2 Узлы региональн ого (агломерац ионного) значения	+	+	+	-	-
3 Узлы районного значения	+	+	+	-	-
4 Узлы локального значения	+	-	-	-	-

В ТПУ следует обеспечивать кратчайшие расстояния и затраты времени для пересаживающихся пассажиров, предусматривая параметры транспортных и пешеходных коммуникаций.

Дальность пересадки определяется расстоянием от входов в вестибюли скоростного внеуличного транспорта, с учетом не только горизонтальных, но и вертикальных перемещений.

Предельное время пересадки пассажира (не включая время ожидания пассажирского транспорта при отправлении от пересадочного узла) определяется 11.26 СП 42.13330.2016.

Таблица 1.2 - Расстояния пересадки между видами транспорта на территории транспортно-пересадочного узла, м

Корреспондирующие объекты	Станция метрополитена	Станция ж/д	Остановочные пункты наземного пассажирского транспорта	Стоянка для краткосрочной остановки и стоянка такси	Перехватывающая стоянка
Станция метрополитена	Регламентируется СП 120.13330	150	100	190	450*
Станция железной дороги	150	Определяется техническими условиями железной дороги	150	190	450*
Остановочные пункты наземного пассажирского транспорта	100	150	120	190	450*
Стоянка для краткосрочной остановки и стоянка такси	190	190	190	-	450*
Перехватывающая стоянка	450	450	450	450	-

\* Предельное максимальное удаление всех элементов перехватывающей стоянки.



При дальности пересадки более 150 м рекомендуется предусматривать в составе коммуникационных объектов ТПУ механические транспортные средства (системы), ускоряющие перемещение пассажира:

- на подъемах и спусках - эскалаторы и лифты;
- на горизонтальных участках.

Все мероприятия по развитию ТПУ должны разрабатываться исходя из следующих требований:

- обеспечение комфорта и безопасности пассажира;
- многофункциональность - компактное размещение всех объектов ТПУ с максимальным использованием возможности совмещения различных устройств и помещений;
- комплексность - обеспечение связанности не только всех объектов узла между собой, но и с прилегающими городскими территориями, учитывая их перспективное развитие.

При разработке документации по планировке территории ТПУ следует использовать следующую иерархию доступа пешеходов и транспортных средств на территорию узлов:

- доступ пешеходов к общественному транспорту;
- наземный пассажирский транспорт;
- пешеходное движение;
- велосипедное движение;
- такси и индивидуальный транспорт, следующий на стоянки для краткосрочной остановки индивидуального транспорта;
- индивидуальный транспорт, следующий на перехватывающую стоянку;
- индивидуальный транспорт, следующий на стоянки объектов нетранспортного назначения в составе ТПУ.

#### **1.4 Остановочные пункты**

Размещение остановочных пунктов в Российской Федерации регулируется ГОСТР 52766–2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования от 23 октября 2007г. [1] и стандартом отрасли ОСТ 218.1.002–2003 Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования, принятому распоряжением Государственной службы дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации от 23.05.2003 № ИС–460–р. [13], СНиП 2.07.01–89 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [10].

К организации остановочных пунктов в черте населенного пункта согласно ГОСТ Р 52766-2007 Дороги автомобильные общего пользования Элементы обустройства. Общие требования от 23 октября 2007г. предъявляется ряд следующих требований:

- остановочная площадка;
- посадочная площадка;
- заездной "карман" на дорогах;
- боковая разделительная полоса;
- тротуары и/или пешеходные дорожки;
- автопавильон или навес;
- пешеходный переход;
- скамья;
- урна для мусора;
- технические средства организации дорожного движения (дорожные знаки, разметка, ограждения);
- освещение (с питанием от распределительных сетей или автономных источников).

Длину остановочной площадки принимают в зависимости от одновременно стоящих транспортных средств из расчета 20 м на один автобус или троллейбус, но не более 60 м.

Посадочную площадку устраивают на границе остановочной площадки.

Длина посадочной площадки должна быть равна длине остановочной площадки, а ее ширина должна быть не менее 2 м. В населенных пунктах в стесненных условиях ширина посадочной площадки может быть уменьшена до 1,5 м.

Возвышение посадочной площадки над остановочной должно быть 0,20 м. С целью обеспечения безопасных условий движения на перегонах улиц с проезжей частью шириной менее 15 м расстояние между посадочными площадками остановочных пунктов автобусов и троллейбусов встречных направлений следует принимать от 30 до 50 м один от другого.

Посадочные площадки на всех остановочных пунктах в районах с холодным климатом должны быть оборудованы павильонами для пассажиров, а в районах с умеренным или жарким климатом - навесами.

Размер павильона определяют из расчета 4 чел./м с учетом числа пассажиров, одновременно находящихся в час пик на автобусной остановке. Расстояние от края проезжей части (остановочной площадки) до ближайшего к ней края павильона должно быть более 3 м. В стесненных условиях допускается уменьшать это расстояние до 2,5 м.

В павильонах должны быть установлены скамья и урна для мусора. Павильон должен быть надежно закреплен и быть устойчивым к опрокидыванию.

Чтобы устранить влияние стоящего на остановке автобуса (троллейбуса) на транспортный поток, он должен быть удален от правого края соседней полосы движения не менее чем на 1,5 м. Поэтому желательно делать заездные карманы на остановках, как это показано на рис. 1, или общее уширение проезжей части на такую величину. Местные условия далеко не всегда позволяют устроить карманы достаточной глубины, поэтому могут быть предусмотрены меньшие уширения. Они не полностью устраняют

возмущающее влияние автобуса на транспортные потоки, но все же улучшают условия движения.

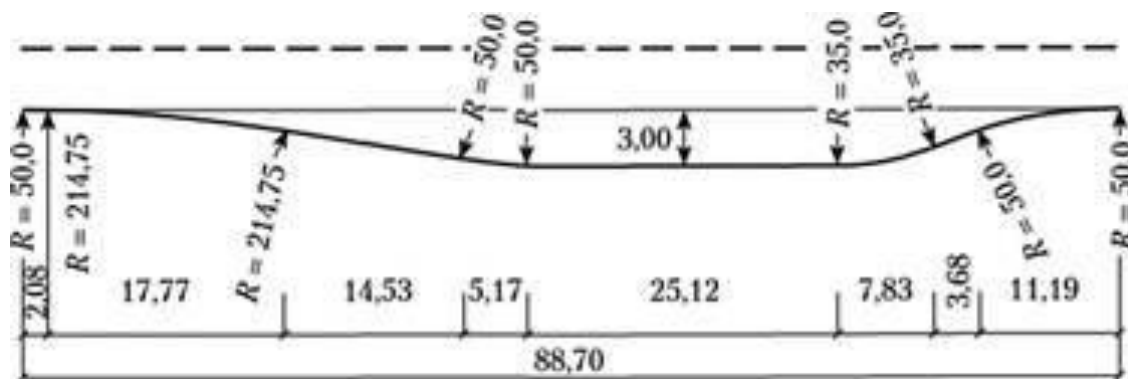


Рисунок 1.2 – Пример заездного кармана для остановочного пункта

Остановочные пункты отделяют от основных полос движения боковой разделительной полосой шириной не менее 0,75 м, это делается для разграничения полос движения. Может быть выполнена в виде сплошной разметки на протяжении длины всего ОП либо в виде разделительной полосы. Но в городских условиях применение разделительной полосы рекомендуется только на магистральных улицах с большим потоком автомобилей и наличием более 4 полос для движения.

Тротуары и пешеходные дорожки – ширина, тип покрытия, возвышение над дорогой:

- ширина пешеходных дорожек устанавливается в соответствии со СНиП II–К.3–62 и принимается равной не менее 0,75 м. Ширина тротуаров принимается равной не менее 3 метров;

- тип покрытия устанавливается в соответствии со СНиП II–К.3–62 и может быть твердым асфальтным либо облегченным ( брусчатка, тротуарная плитка);

- Возвышение над дорогой не менее 0,15м.

В соответствии с СП 369.1325800.2018 наземные пешеходные переходы допускается размещать:

- на магистральных улицах регулируемого движения - через 300-400 м в соответствии с шагом размещения остановочных пунктов НПТОП;

- на улицах и дорогах местного значения в зонах застройки жилого и общественного назначения - через 150-250 м, в остальных случаях - по мере потребности.

Ширину перехода следует назначать по расчету в соответствии с ГОСТ Р 52289, но не менее 4,0 м.

При невозможности обеспечения видимости пешеходного перехода следует предусматривать устройство светофоров, а также островков безопасности (в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52766) - при количестве полос движения транспорта 3 и более в одном направлении.

Длина островка безопасности (вдоль оси проезжей части) должна быть не менее ширины пешеходного перехода, увеличенной на 1 м.

В зоне наземных пешеходных переходов и островков безопасности следует обеспечивать водоотвод, исключая скопление воды на поверхности пешеходных путей.

Рекомендуемое размещение автобусных остановок на дорогах различных категорий приведено в ОСТ 218.1.002-2003 (рисунки 2 – 6). Обозначения на рисунках 3 – 7:

ПП - посадочная площадка;

АП - павильон;

$L_o$  - наименьшее расстояние видимости для остановки автомобиля;

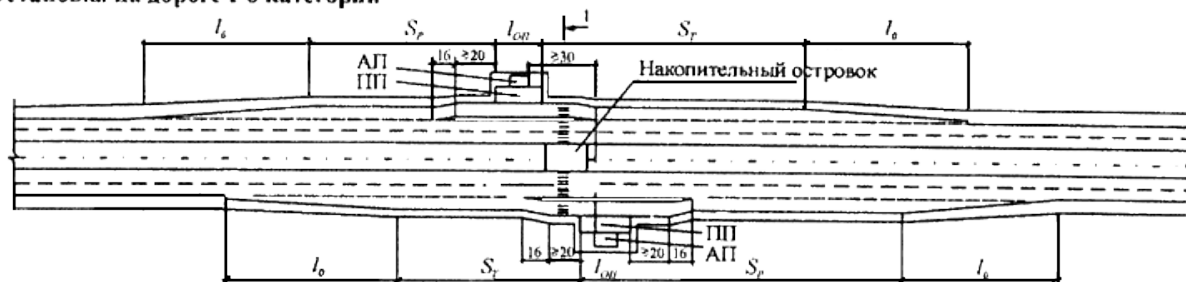
$l_o$  - длина участка отгона полос разгона и торможения;

$S_T$  - длина полосы торможения;

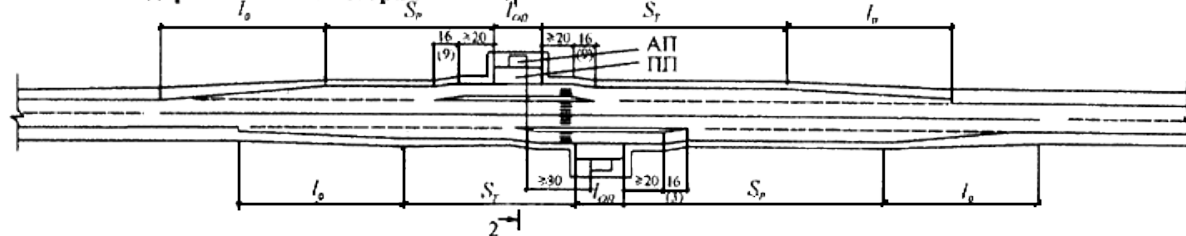
$S_P$  - длина полосы разгона;

$l_{op}$  - длина остановочной площадки

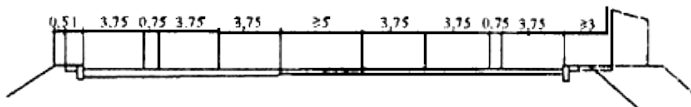
### 1. Остановка на дороге I-б категории



### 2. Остановка на дорогах II-III категории



Сечение 1 - 1



Сечение 2 - 2

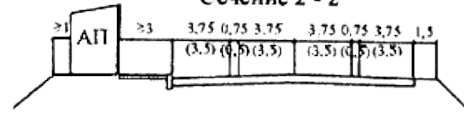


Рисунок 1.3 - Автобусные остановки на дорогах с пешеходным переходом в одном уровне вне зоны пересечения и примыкания дорог

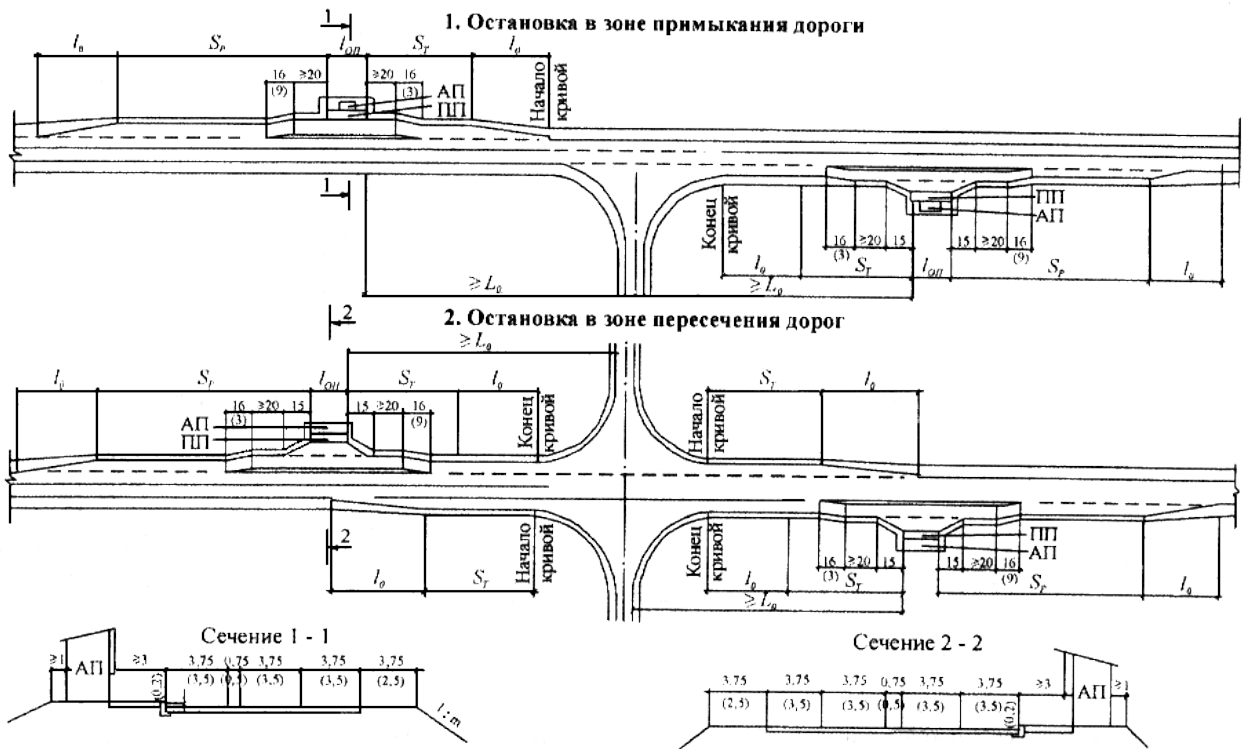


Рисунок 1.4 - Автобусные остановки на дорогах II-III категорий с пешеходным переходом в одном уровне в зоне пересечения и примыкания дорог

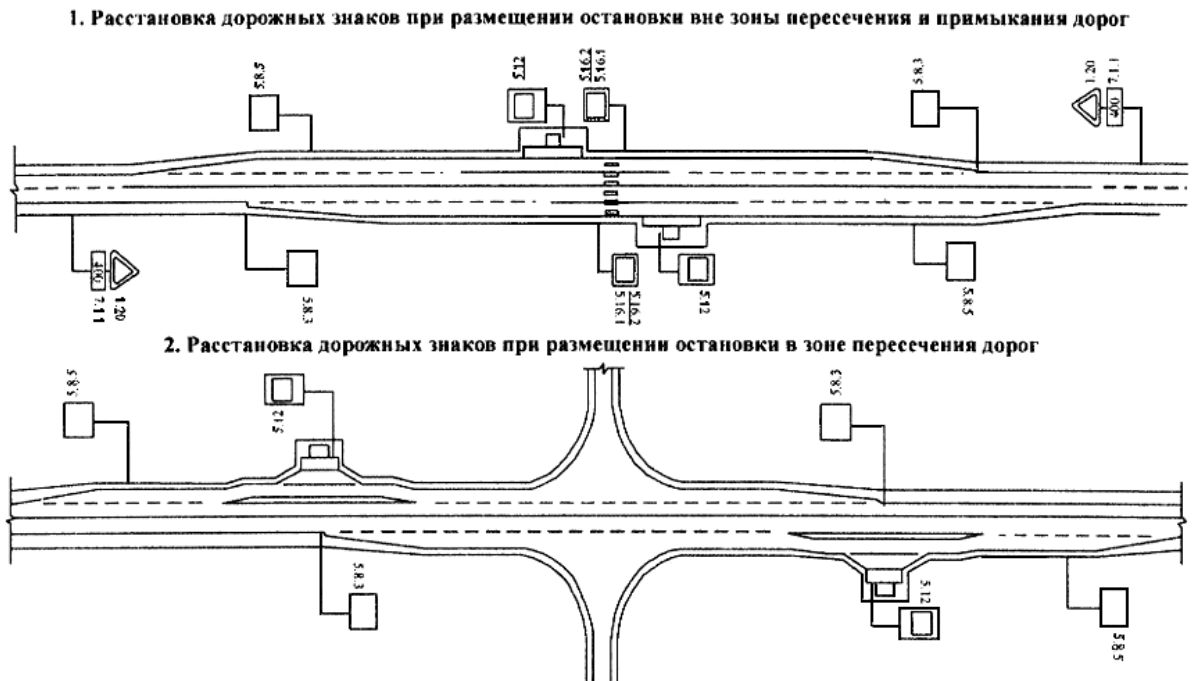


Рисунок 1.5 - Расстановка дорожных знаков у автобусных остановок

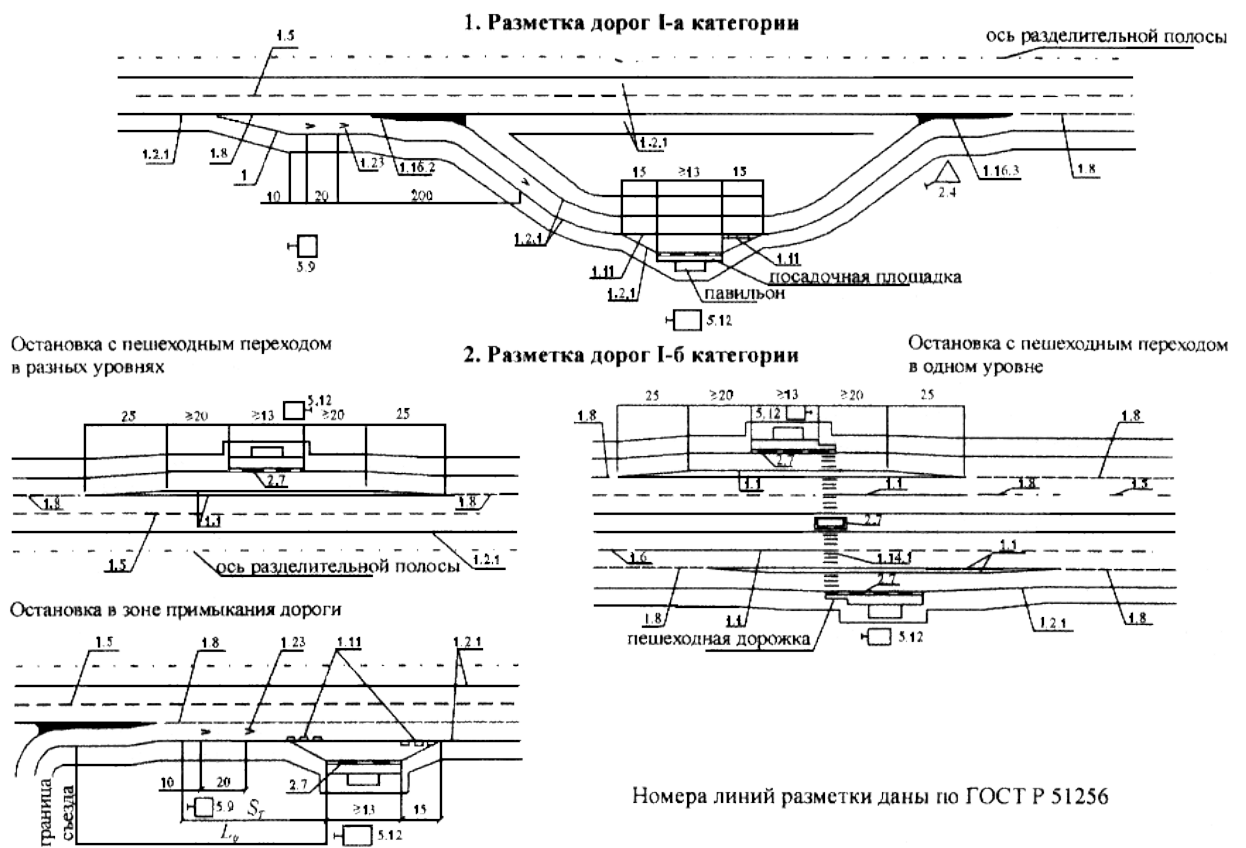


Рисунок 1.6 - Разметка дорог у автобусных остановок на дорогах I категории

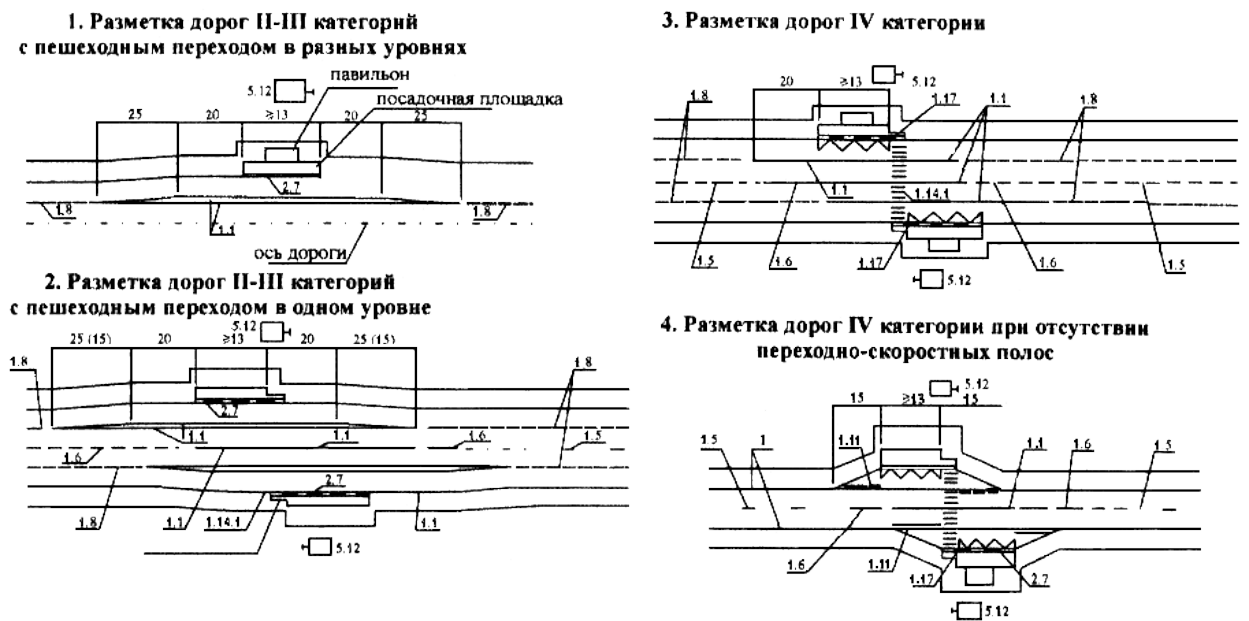


Рисунок 1.7 - Разметка дорог у автобусных остановок на дорогах II-IV категорий

## 1.5 Виды барьеров на пути передвижения МГН

В предыдущих пунктах были разобраны существующие нормативы по размещению остановочных пунктов, транспортно-пересадочных узлов и т.д., но на практике не все нормативы соблюдены и появляются проблемы с доступностью к объектам инфраструктуры людям с ограниченными возможностями. В этом пункте рассмотрим какие барьеры встречаются на пути передвижения инвалидов и пути их устранения.

На путях передвижения инвалидов и других МГН встречается несколько типов барьеров. К организационным относится отсутствие системы обслуживания, разработанных стандартов и технологии обслуживания инвалидов. Поведенческие барьеры свидетельствуют об отсутствии организации помощи инвалидам и другим МГН. Коммуникационные барьеры препятствуют получению информации отдельным категориям инвалидов. Технологические барьеры не позволяют инвалидам и другим МГН пользоваться услугами ГПТ и т.д. В зависимости от категории инвалидности люди сталкиваются с определенными барьерами, мешающими им пользоваться различными видами транспорта, зданиями, сооружениями и предоставляемыми населению услугами наравне с остальными людьми (таблица 1.3). На начальном этапе необходимо выявить такие барьеры. В зависимости от выявленных барьеров принимаются решения по их устранению. Общие рекомендации по устранению барьеров окружающей среды на объектах социальной инфраструктуры представлены в таблице 1.4. Выбранные мероприятия ложатся в основу плана мероприятий (дорожной карты) по адаптации объектов.

Выделим несколько критериев доступности для МГН

- досягаемость кратчайшим путём мест целевого посещения и беспрепятственности перемещения внутри зданий и сооружений и на их территории;
- безопасность путей движения (в том числе эвакуационных и путей спасения), а также мест проживания, обслуживания и приложения труда МГН;
- эвакуация людей из здания или в безопасную зону до возможного нанесения вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов;
- своевременное получение МГН полноценной и качественной информации, позволяющей ориентироваться в пространстве, использовать оборудование (в том числе для самообслуживания), получать услуги, участвовать в трудовом и обучающем процессе и т.д.;
- удобство и комфорт среды жизнедеятельности для всех групп населения.

Таблица 1.3 – Барьеры на пути передвижения различных МГН

Категория МГН	Значимые виды барьеров
Инвалиды, передвигающиеся на креслах-колясках	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Высокие пороги, ступени;</li> <li>● Отсутствие поручней, нарушение их высоты;</li> <li>● Неровное, скользкое и мягкое (с высоким ворсом, крупнонасыпное проч.) покрытие;</li> <li>● Ненормативные пандусы;</li> <li>● Узкие дверные проемы и коридоры;</li> <li>● Отсутствие места для разворота креслаколяски в помещении;</li> <li>● Высокое расположение информации</li> </ul>
Инвалиды с патологией опорнодвигательного аппарата	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Высокие пороги, ступени, перепады высот, крутые уклоны;</li> <li>● Неровное и скользкое покрытие;</li> <li>● Ненормативные пандусы;</li> <li>● Отсутствие поручней;</li> <li>● Отсутствие мест отдыха на пути движения</li> <li>● Трудности в открывании/ закрывании дверей;</li> <li>● Трудности в пользовании выключателями, кранами;</li> <li>● Невозможность, сложность в написании текстов, подписании документов;</li> <li>● Иные ограничения действия руками</li> </ul>



Продолжение таблицы 1.3

<p>Инвалиды с нарушениями зрения</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Преграды на пути движения (колонны, тумбы, стойки и проч.), без предупредительной информации о препятствии (тактильной, звуковой);</li> <li>● Ступени, особенно разной геометрии, без тактильного обозначения;</li> <li>● Отсутствие дублирующей тактильной или звуковой информации и указателей;</li> <li>● Отсутствие поручней, иных направляющих;</li> <li>● Неорганизованность доступа на объект и места ожидания собаки-проводника;</li> <li>● Отсутствие дублирующей звуковой информации при чрезвычайных ситуациях и в экстренных случаях</li> <li>● Отсутствие цветовой контрастной информации и указателей;</li> <li>● Использование знаков, текстовой и графической информации недостаточных размеров;</li> <li>● Наличие препятствий и преград на пути движения без достаточной (по размеру, цвету, контрасту) информационной поддержки;</li> <li>● Недостаточная освещённость мест и путей движения</li> </ul>
--------------------------------------	---

Окончание таблицы 1.3

Инвалиды с нарушениями слуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Отсутствие и недостаточность зрительной информации;</li> <li>● Отсутствие сурдо-и тифлосурдоперевода и переводчика;</li> <li>● Иные информационные барьеры и отсутствие дублирующей световой информации при чрезвычайных ситуациях</li> <li>● Отсутствие аудиокарты, индукционных петель;</li> <li>● Наличие электромагнитных помех;</li> <li>● Недостаточность, отсутствие зрительной информации;</li> <li>● Отсутствие звукоусиливающих средств в местах получения услуг и информации</li> </ul>
Инвалидов с умственными нарушениями	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Отсутствие (недостаточность) понятной информации, информации на простом языке;</li> <li>● Отсутствие ограждений опасных мест;</li> <li>● Трудности ориентации при неоднозначности информации;</li> <li>● Неорганизованность сопровождения на объекте (при необходимости)</li> </ul>

Таблица 1.4 – Общие рекомендации по устранению барьеров для людей с разными формами инвалидности

Основные формы инвалидности	Общие рекомендации по устранению барьеров окружающей среды
Инвалиды, передвигающиеся на креслах-колясках	Устранение физических барьеров на пути к месту предоставления услуг, альтернативные формы оказания услуг (в т.ч.) на дому, удобное размещение информации, организация работы помощников

#### Окончание таблицы 1.4

Инвалиды с нарушениями опорно-двигательного аппарата	Устранение физических барьеров на пути к месту предоставления услуг, организация места для отдыха; для инвалидов не действующих руками, помощь при выполнении необходимых действий
Инвалиды с нарушениями зрения	Устранение информационных и физических барьеров на пути движения, предоставление информации в доступном виде (укрупненный шрифт, плоскоточечный шрифт Брайля, контрастные знаки), допуск тифлопереводчика, допуск собакипроводника
Инвалиды с нарушениями слуха	Устранение барьеров по предоставлению информации, допуск сурдопереводчика
Инвалиды с нарушениями умственного развития	Устранение барьеров по предоставлению информации ("ясный язык" или "легкое чтение"), организация сопровождения

Обеспечение доступности транспортной инфраструктуры влияет на всю сферу жизнедеятельности населения и выгодно для всех участников экономических отношений. Для людей, не имеющих ограничения мобильности, доступность позволяет комфортно передвигаться и даже продлить время трудоспособного возраста [16], но для инвалидов доступность – это реальная возможность влиться в общество.

### 1.6 Состояние системы городского пассажирского транспорта

Современное состояние отдельных элементов системы ГПТ не отражает в полной мере потребности экономики по многим показателям, в т.ч. и по уровню доступности [17]. Известно, что мобильность населения РФ в 2 раза ниже, чем в странах ЕС, и в 3 раза ниже, чем в США. В последнее время транспортная подвижность населения стала измеряться в пасс.-км, раньше измерялся в поездках на 1 жителя в год. По данным новой редакции государственной программы "Развитие транспортной системы", утверждённой постановлением Правительства РФ от 20 декабря 2017 года №1596, данный показатель составит в 2023 году 5,5 тыс. пасс.- км в год на 1 жителя (рост транспортной подвижности населения по отношению к уровню

2017 года составит 156,6%), в США – 30,5, в Канаде – 14,34, в Китае – 1,6 тыс. пасс.-км/чел. [22].

Согласно данным Российского статистического ежегодника, к 2020 году протяженность автомобильных дорог общего пользования с 2000 года выросла в 2,5 раза. Протяженность трамвайных путей снизилась до 83%, эксплуатационная длина путей троллейбусов и метро выросла на 110 и 128% соответственно. Перевозки пассажиров автобусами общего пользования в 2020 году по сравнению с 2000 годом сократились до 50%, трамваями и троллейбусами – до 21%, в то же время легковыми такси выросли до 169%. Автобусным транспортом (включая маршрутные такси) по внутригородским маршрутам перевезено 29,5% пассажиров, на трамвай пришлось 6,2%, на троллейбус – 8%, на метрополитен – 56,2%.

Растет уровень легковой автомобилизации населения. В 2020 году, по информации "Автостат", Россия заняла 46-е место в мире по количеству автомобилей на число жителей. Лидером мирового рейтинга является Сан-Марино, где на каждого жителя приходится более чем один автомобиль (1263 ед. на 1000 чел.). На втором по обеспеченности месте находится княжество Монако – на 1000 подданных в среднем приходится 908 легковых автомобилей. В последние годы Монако уверенно обходит по этому показателю США с 802 машинами на 1000 жителей. Среди прочих наиболее обеспеченных стран – Исландия (746 ед.), Люксембург (739 ед.), Новая Зеландия (718 ед.), Австралия (688 ед.), Мальта (679 ед.), Кипр (675 ед.), Италия (672 ед.) и Канада (602 ед.). Франция расположилась на 11-м месте (598 шт.), Германия – на 19-м (564 шт.), Великобритания – на 26-м (523 шт.), Испания и Греция занимают 13-е и 16-е места соответственно. О переходе на индивидуальный транспорт свидетельствует сокращение количества автобусов с 2000 года по 2019 год до 69%, за это же время количество индивидуальных автомобилей увеличилось в 2 раза, уровень индивидуальной легковой автомобилизации в 2019 году составил 283 авт./тыс. жит. Количество трамвайных вагонов уменьшилось до 69%, троллейбусов – до 88%.

Ухудшение качества транспортных услуг проявляется в снижении их доступности для социальных слоев общества. Общественного транспорта в городах стало меньше, его услуги стали дороже. Малообеспеченные и социально не защищенные граждане не имеют возможность решать свои транспортные проблемы путем приобретения автомобиля, зачастую не имеют возможность управлять им (дети, пожилые люди), а инвалиды не имеют возможности физически управлять автомобилем. Кроме того, в нашей стране не выпускаются доступные по цене автомобили, тем более приспособленные для инвалидов, и они не выдаются инвалидам. Индексы тарифов на услуги пассажирского транспорта ежегодно увеличивались в среднем на 18–20%.

В настоящее время в крупных городах на долю коммерческого транспорта приходится более 40% всего объема перевозок пассажиров. Следует заметить, что рынок автобусных пассажирских перевозок в основной

массе не является доходным. В целом по РФ автобусный пассажирский транспорт является убыточным.

Пассажирские перевозки перестали быть массовыми, большинство населения приобрело индивидуальные автомобили. Если автобусные перевозки оказываются в плюсе, то это достигается за счет упрощенного налогообложения, убыточности муниципального автобусного транспорта, на который перекладываются обязанности по перевозке льготных пассажиров, работа на социальных маршрутах, перевозка пассажиров в утренние и вечерние часы, выходные и праздничные дни, по садовым и сезонным маршрутам. Таким образом, население и город платит за привилегию иметь коммерческий транспорт, субсидируя муниципальный. Т.к. содержать только муниципальный накладно для муниципалитета, а один коммерческий – для населения, то здесь необходимо искать баланс

Пути дальнейшего развития ГПТ в городах зависят от их финансовых возможностей. В развитых странах города могут себе позволить субсидировать общественные перевозки до 60% от их себестоимости. В некоторых городах можно в наиболее загруженные дни и часы недели проехать бесплатно, предъявив права. Это стимулирует поездки на ГПТ там, где уровень автомобилизации достиг критической отметки и необходимо повышать привлекательность ГПТ. В нашей стране политика привлечения пассажиров на ГПТ еще не сформировалась.

Таким образом тенденция ближайших лет на повышение уровня легковой автомобилизации сохранится. Однако несколько факторов препятствуют этому: наступает предел насыщения городов индивидуальным транспортом, который не создает заторы, население недостаточно обеспечено, чтобы пересесть за руль собственных автомобилей. Остается категория людей, которая не имеет возможности использовать индивидуальный транспорт.

#### Выводы по главе

В настоящее время транспортная инфраструктура не является совершенной, существует много проблем, как доступность транспортных средств так и инфраструктуры в целом. Недоступность влияет на мобильность значительной части населения, снижает социальную активность инвалидов, ухудшает качество жизни, ведет к экономическим потерям для всего общества.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить доступность городского пассажирского транспорта;
2. Выделить методику оценки доступности перевозок пассажиров по регулярным маршрутам на ГПТ;
3. Разработать алгоритм управления работой ГПТ.

## Глава 2. Оценка состояния доступности городского пассажирского транспорта

### 2.1 Логистический принцип доступности городского пассажирского транспорта

В мире, по данным ООН, инвалиды составляют в среднем 10% населения, в свою очередь в России 8,1% от населения и эта доля продолжает расти. Так к основным причинам инвалидности можно отнести у взрослых – онкологические заболевания, у детей – психические расстройства и расстройства поведения, причинами также являются ДТП, проблемы экологии, техногенные катастрофы и врожденные заболевания. За последние 4 года, по данным федеральной службы государственной статистики, статистика по инвалидности продолжает расти (таб. ).

Таблица 2.1 – Численность инвалидов по группам инвалидности

	на 1 января 2021						на 1 января 2020					
	Всего		1 группа	2 группа	3 группа	Дети инвалиды	Всего		1 группа	2 группа	3 группа	Дети инвалиды
по РФ	1163 2958	1092 8989	1 367 579	4 982 434	4 578 976	703 969	1118 802	1118 8902	1 422 675	5 209 753	4 556 474	6880 23
по Красноярскому краю	1933 07	1080 91	25 324	78 238	76 529	25 324	1940 69	1808 65	25 638	80 178	75 049	13 204
	на 1 января 2019						на 1 января 2018					
	Всего		1 группа	2 группа	3 группа	Дети инвалиды	Всего		1 группа	2 группа	3 группа	Дети инвалиды
по РФ	1194 7754	1127 7668	1 433 011	5 356 052	4 488 605	670 086	1211 1388	1140 266	1 466 292	5 552 416	4 441 558	651 122
по Красноярскому краю	1920 04	1791 31	25 520	81 114	72 497	12 873	1911 61	1788 97	25 657	83 001	70 239	12 264

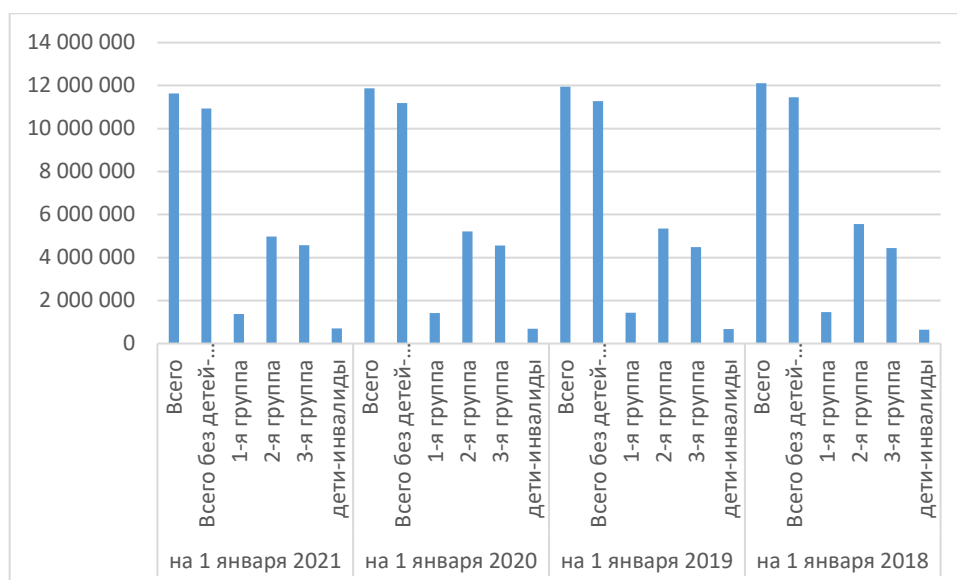


Рисунок 2.1 – Распределение инвалидов по группам в России

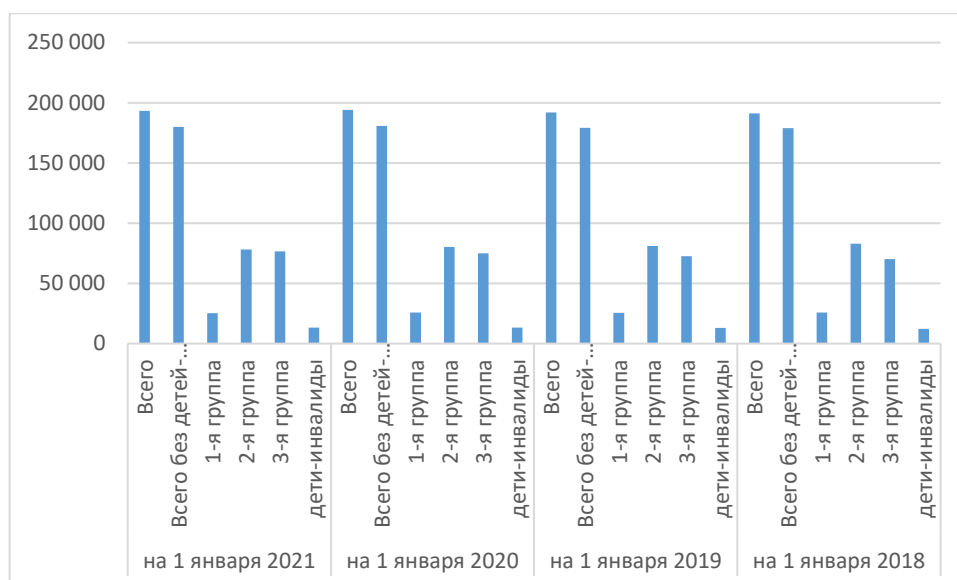


Рисунок 2.2 - Распределение инвалидов по группам в Красноярском крае

С ростом числа людей с инвалидностью в мире все более выраженным становится явление, которое можно назвать социализацией городской среды. Проектировщики и строители стремятся сделать так, чтобы не создавалось препятствий на путях движения пешеходов и пассажиров с инвалидностью, людей преклонного возраста, маленьких детей в колясках. Предпосылки формирования доступной транспортной инфраструктуры, а если рассматривать вопрос шире, то среды в целом, назрели давно. В результате исследований, проведенных в РФ и за рубежом, их удалось сформулировать следующим образом:

- люди с инвалидностью и МГН из-за недоступности среды ограничены в реализации своих прав;



- ограничения для значительной части населения среды жизнедеятельности имеют негативные социальные и экономические последствия для всего общества;

- уровень экономического развития России позволяет часть средств направить на формирование доступной среды;

- доступная среда, включая транспортную инфраструктуру, способствует повышению качества жизни и развитию экономики.

Эти предпосылки лежат в основе принципов построения логистической системы. Основные логистические принципы включают целостность, связанность, структурированность, иерархичность, эмерджентность, адаптивность [11]. Дополнительно выделяют такие принципы, как рациональность, системность, эффективность, соответствие, результативность, единство управления, информативность [26].

Однако мало внимания уделено такому принципу логистической системы общественного транспорта, как доступность, основанному на принципах универсального дизайна, лежащих в основе Конвенции ООН о правах инвалидов, которую Россия ратифицировала в 2012 году. Такой подход к построению логистической системы подразумевает, что данной системой могут пользоваться потребители с инвалидностью и МГН, т.е. максимальное количество пользователей.

В отличие от нее традиционная система ГПТ обслуживала не всех пассажиров, исключение составляла дискриминационная группа [20]. Чтобы понять проблемы транспортной логистики, необходим анализ процесса передвижения людей с ограниченными возможностями, который в городском пространстве условно можно разделить на 6 этапов и который зависит от реализуемых потребностей. Подобные передвижения можно представить в логистической системе: "жилье – среда – транспорт – объекты тяготения" (рисунок 2.1). У каждого элемента логистической системы есть набор физических показателей, характеризующих его доступность (уклоны, размеры, габариты, расстояния, время, безопасность, стоимость). Траектория передвижения для МГН является лекалом, позволяющим сформировать доступные пути для всего населения.

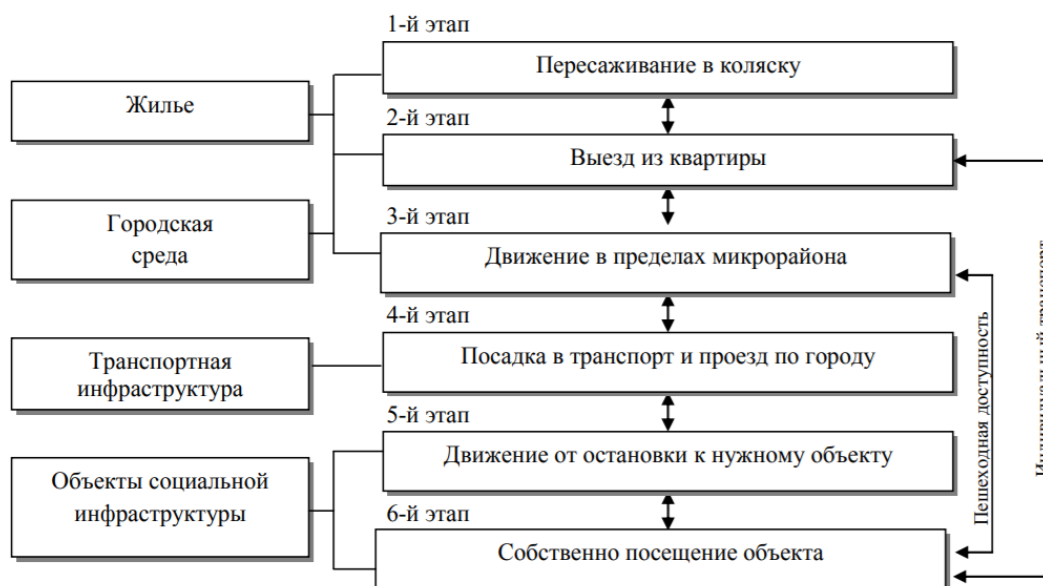


Рисунок 2.3 - Этапы передвижения инвалида-колясочника в логистической системе

Передвижения МГН осуществляются в среде жизнедеятельности, в большинстве случаев задействуется микрологистическая система ГПТ муниципального уровня. От состояния ее доступности зависит степень реализации потребностей МГН.

Логистическая система "ГПТ представляет собой сложную систему, поскольку включает в себя ряд подсистем: транспортную инфраструктуру, подвижной состав, подсистему управления". В нашей стране неоднократно предпринимались попытки организовать транспортное обслуживание людей с ограниченными возможностями. В каждом городе в разные промежутки времени они имеют свои особенности, объединяет их отсутствие единого подхода и результатов. В советский период были попытки повысить мобильность инвалидов с помощью индивидуального специализированного транспорта, обеспечение которым в настоящее время прекращено. Кстати, за долгие годы так и не был создан специализированный индивидуальный транспорт для инвалидов, надежный и доступный по цене. В настоящее время основной акцент сделан на развитие индивидуальных средств реабилитации. Однако проблем от этого меньше не стало.

Многие инвалиды предпочитают пользоваться импортными автомобилями с автоматической коробкой передач, что исключает использование сложных рычажных и кулисных механизмов, требующих постоянного ухода. В Сибирском регионе популярностью пользуются японские модели, где правое расположение руля облегчает посадку в автомобиль с тротуара. При использовании личного транспорта возникают проблемы, связанные с парковкой и хранением. Специальные места на парковках предусмотрены не везде, а там, где они есть, не налажен контроль за их использованием. Получить бесплатное место на стоянках для временного хранения удастся с трудом, хотя такое право закреплено за инвалидами

законодательно. Во многих городах сейчас формируются службы социального такси, однако они доступны лишь инвалидам. Поэтому основным и доступным средством передвижения для МГН остается общественный транспорт. Главная задача сделать его доступным. Это достигается заменой устаревших моделей на новые, приспособленные для обслуживания инвалидов в процессе их обновления. Важную роль в формировании ДГПТ играет система управления транспортным комплексом, приобретение доступного подвижного состава, приспособление остановочных пунктов, транспортных узлов и всей транспортной инфраструктуры к потребностям инвалидов.

## **2.2 Выбор подвижного состава городского пассажирского транспорта для перевозки инвалидов**

Для того чтобы организовать перевозку человека с ограниченными возможностями движения, в первую очередь стоит вопрос выбора подвижного состава, он должен отвечать требованиям стандартов по доступности и безопасности для инвалидов, а также требованиям нормативных документов на данные виды транспортных средств, утвержденных в установленном порядке, в том числе по безопасности. Конструкция транспортных средств должна обеспечивать беспрепятственный доступ в пассажирское помещение (салон) и безопасную поездку в нем инвалидов, передвигающихся самостоятельно или с сопровождающим лицом.

На сегодняшний день известны два основных типа доступного ПС – высокопольные модели, оборудованные подъемниками, и низкопольные (полунизкопольные), оснащенные рампой.

Автобусы с подъемными устройствами. Примером такого автобуса может быть ПАЗ Вектор 320414 оборудованный кассетным подъемником [27]. Подъемник кассетного типа в транспортном положении полностью уходит в подножку задней автоматической двери автобуса. Что дает большое преимущество - автобус свободно может эксплуатироваться на маршрутах. А в задней части имеется большая накопительная площадка. В случае перевозки инвалида-колясочника водитель или помощник с помощью пульта управления раскладывает подъемник в рабочее положение и производит посадку-высадку пассажира. При движении автобуса подъемник остается заблокированным. Салон оборудован кнопками для связи с водителем, дополнительными поручнями, эффективной системой отопления.



Рисунок 2.4 – Автобус ПАЗ Вектор с кассетным подъемником

К преимуществам автобусов с подъемниками следует отнести возможность производить посадку-высадку пассажиров с уровня проезжей части и с высокой площадки.

Но наряду с этим отмечены и недостатки:

- подъемник исключает его самостоятельное использование;
- при работе на городских маршрутах в час пик загрузка салона может достигать до 80–90%, что создает трудности для перевозки инвалидов;
- велики затраты времени на посадку-высадку инвалидов, что вызывает недовольство у пассажиров;
- водителю необходимо выходить из кабины и обеспечивать посадку-высадку инвалидов;
- подъемник находится в зачехленном состоянии (после жалоб пассажиров на его острые конструктивные элементы);
- во избежание кражи, пульт управления подъемником водитель отключает и хранит у себя в кабине;
- способ штатного крепления колясок в салоне ремнями безопасности может вызвать удушье инвалида;
- без крепления возможно перемещение по салону и опрокидывание некоторых типов колясок.

Следует подчеркнуть, что для массового использования такие автобусы не приспособлены. Это связано со сложностью механизма подъемника, не рассчитанного на многократное использование, и длительностью процесса посадки/высадки. Лучшее применение для них – обслуживание инвалидов

организаций, например, коллективное посещение театра, выезд на природу и т.д.

Низкопольные автобусы. Во всем мире большую популярность получают низкопольные модели автобусов.

Принципиальное отличие в конструкции низкопольного автобуса - продольное в заднем свесе расположение двигателя. Общая пассажироместимость такого автобуса - 120 пассажиров, в том числе - 22 посадочных места. Низкий уровень пола, большая накопительная площадка, оборудованная специальными креплениями для инвалидных колясок и аппарель для въезда/съезда, удобные антивандалные сидения позволяют комфортно себя чувствовать всем пассажирам. Значимых преимуществ данная модель для колясочников не имеет, т.к. дальше средней накопительной площадки в салоне они не перемещаются. К недостаткам следует отнести их высокую стоимость и повышенные требования к обустройству остановочных комплексов и мастерству водителей, в противном случае колясочнику будет не просто без посторонней помощи попасть в салон.



Рисунок 2.5 – Низкопольный автобус

Полунизкопольные автобусы. В России низкопольные автобусы стоят очень дорого, поэтому все большую популярность получают полунизкопольные автобусы, которые одновременно и более удобны, чем обычные, и стоят дешевле – в них сохранена традиционная конструкция заднего моста.

К таким автобусам можно отнести, например ЛиАЗ-5293, салон автобуса имеет современный вид, качественно выполнен, имеет визуальную

информацию, кнопки связи с водителем. Предусмотрено крепление двух кресел-колясок с помощью ремней безопасности. Для этого в средней части салона имеются места с мягкими панелями и поручни.

Снаружи ЛиАЗ-5293 почти не отличается от ЛиАЗа-5256 – те же очертания, те же три планетарных двери. Но внутри отличия более заметны. В проёмах передней и средней дверей нет ступенек, однако сзади они сохранены, и разница в уровне пола в передней и задних значительная. Пассажиры, которые сидят на сиденьях вне колёсных арок в передней части, зачастую вообще не могут смотреть в окно, потому что для них оно расположено достаточно высоко.

Откидная рампа представляет собой квадрат из армированного легкосплавного металла толщиной 15 мм и стороной 800 мм (в представленных моделях) без ограничительных бортиков. Ее поднятие осуществляется на остановках водителем с помощью ручки. Высота пола салона над уровнем дороги, по замерам, составила 380 мм, что на 40 мм превышает характеристики завода-изготовителя. К достоинствам автобуса следует отнести систему кнелинга (приседание подвески), которая позволяет расширить возможности использования автобуса и снизить требования по подготовке маршрутной сети. Автобус с помощью пневмопривода подвески может приседать на 120 мм.



Рисунок 2.6 – Полунизкопольный автобус ЛиАЗ-5293

Наиболее выгодным при использовании в городской среде будет низкопольный автобус, т.к такая компоновка дает возможность инвалидам и МГН с меньшими затратами времени и сил попадать в салон, повышает надежность ПС, снижает требования к обустройству маршрутной сети.

## 2.3 Показатели измерения доступности

Во всем мире признают потребность в качественных индикаторах доступной среды. Для того чтобы "отследить прогресс и оценить отдачу от усилий, направленных на достижение целей в области развития, сформулированных в Декларации тысячелетия, не хватает качественных статистических и иных данных. Недостаток статистических и иных данных по инвалидам не позволяет сделать подкрепленных доказательствами выводов о том, какие способы устранения барьеров и расширения доступа будут способствовать социальному прогрессу и развитию на благо всех членов общества".

В области обеспечения доступности транспорта таких показателей вообще нет. В рамках реализации госпрограммы "Доступная среда" в 2012 году Минздравсоцразвития РФ была разработана "Методика паспортизации и классификации объектов и услуг с целью их объективной оценки для разработки мер, обеспечивающих их доступность". К положительным моментам следует отнести структурирование объектов по функциональным зонам при проведении обследования. Тем не менее, при использовании зарубежного опыта не была учтена российская специфика в сфере формирования доступной среды, предлагалось заполнять многостраничные анкеты бесчисленными измерениями параметров путей передвижения инвалидов и других МГН.

На начальном этапе реализации госпрограммы "Доступная среда" необходимо было зафиксировать существующий уровень доступности. Для этого в 2011 году регионам было предложено сформировать перечень приоритетных объектов, согласовать его с инвалидными объединениями и начать их адаптировать за счет субсидий. При этом был использован индикатор – доля доступных приоритетных объектов в общем объеме приоритетных объектов.

Возник вопрос, как измерять доступность вообще, в каких абсолютных единицах, ведь не все объекты можно отнести в разряд полностью доступных. Например, если одну из функциональных зон объекта не удастся сделать доступной, то объект не перейдет в другую категорию и общий показатель не изменится, сколько бы средств не было вложено в другие зоны. Здесь требуется показатель, который бы отражал доступность объекта, соответствовал интересам инвалидов и позволял проводить статистическую обработку

В связи с этим для оценки доступности объекта возьмем бальную систему оценки доступности, разработанную в СибАДИ, выраженную в коэффициентах доступности Кд:

Кд = 0 – доступность не требуется;

Кд = 1 – недоступно;

Кд = 2 – доступно с посторонней помощью;

Кд = 3 – доступно самостоятельно.

Зоны доступности показаны на рисунке 2.7.

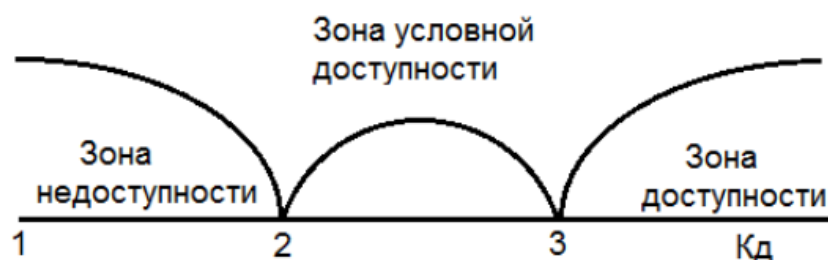


Рисунок 2.7 – Бальная шкала доступности

Методика Минтруда РФ (2015) делит инвалидов на 5 категорий – колясочники, опорники, с нарушением слуха, зрения и умственного развития. Некоторые специалисты пошли дальше и ввели подкатегории – инвалиды с нарушением верхних и нижних конечностей, с нарушением слуха и полностью глухие, с нарушением зрения и слепые, получилось 8.

Несмотря на обилие категорий, исходя из специфики транспортного обслуживания, пассажира всегда обслуживают водитель, кондуктор, работник вокзала, которые должны оказывать помощь. Адаптация транспортных средств ограничена конструктивными особенностями и требованиями безопасности и здравым смыслом. Например, невозможно в каждом автобусе разместить пандус нужной ширины и уклона. Некоторые устройства применяются только при оказании помощи со стороны персонала или сопровождающего.

В этом случае категории инвалидов при оценке состояния доступности можно сократить до двух крупных групп – инвалиды с нарушением опорнодвигательного аппарата, в т.ч. колясочники, и инвалиды с нарушением слуха и зрения. Для первых необходимо организовать преодоление физических барьеров, для вторых – скорее информационных и коммуникативных.

В зависимости от уровня мобильности пассажиров (таблица 2.8) объекты транспортной инфраструктуры и транспортные средства, таким образом, можно разделить на три категории, используя при этом принятую характеристику групп мобильности:

1 – доступно для всех, кроме пассажиров из числа инвалидов (M1);

2 – доступно для пассажиров из числа инвалидов при оказании ситуационной помощи (M1, M2, M3);

3 – доступно для всех, в т.ч. для пассажиров из числа инвалидов (M1, M2, M3, M4).



Таблица 2.2 – Характеристика мобильности по СП 59.13330.2012

Группа мобильности	Общие характеристики людей групп мобильности
М1	Люди, не имеющие ограничений по мобильности, в том числе с дефектами слуха
М2	Немощные люди, мобильность которых снижена из-за старения организма (инвалиды по старости); инвалиды на протезах; инвалиды с недостатками зрения, пользующиеся белой тростью; люди с психическими отклонениями
М3	Инвалиды, использующие при движении дополнительные опоры (костыли, палки)
М4	Инвалиды, передвигающиеся на креслах-колясках, приводимых в движение вручную

Именно состояние доступности физической среды и информационное обеспечение для данных категорий инвалидов и призвана отражать предложенная система показателей. Т.е. если обеспечена доступность на уровне  $K_d = 3$ , то на объекте, помимо обычных пассажиров, транспортными и иными услугами могут воспользоваться маломобильные группы населения (куда входят маленькие дети, старики, беременные, люди с временным нарушением здоровья, с колясками, багажом и т.д.) и инвалиды, в т.ч. с нарушением опорно-двигательного аппарата, в т.ч. колясочники и инвалиды с нарушением слуха и зрения, с собакой-проводником.

При уровне доступности  $K_d = 2$  маломобильные группы населения могут получать услуги при наличии организованной системы оказания ситуационной помощи, сопровождения и наличия дополнительных устройств, обеспечивающих доступность, а также в дистанционном режиме.

При уровне доступности  $K_d = 1$  маломобильные группы населения вряд ли смогут воспользоваться услугой.

При уровне доступности  $K_d = 0$  объект не предназначен для оказания услуг и адаптации не подлежит. Это может быть гараж, ангар, цех, внутренняя транспортная территория автовокзала и т.д.

## 2.4 Алгоритм управления работой ГПТ

При поступлении запроса на транспортное обслуживание пассажиров из числа инвалидов разработан алгоритм оценки доступности системы ГПТ для обслуживания инвалидов. В основе алгоритма лежит методика оценки доступности, которая учитывает существующие нормативные и законодательные требования, предъявляемые к транспортному средству и обустройству объектов транспортной инфраструктуры, предназначенных для обслуживания пассажиров из числа инвалидов, к которым относятся люди с нарушением опорно-двигательного аппарата, инвалиды-колясочники, инвалиды по зрению, инвалиды по слуху, с нарушением умственного развития.

Для обеспечения пассажирам условий доступности в транспортном средстве пассажиру из числа инвалидов перевозчиком обеспечивается посадка в транспортное средство и высадка из него, в том числе с использованием специальных подъемных устройств для пассажиров из числа инвалидов, неспособных передвигаться самостоятельно, провоз собак-проводников при наличии специального документа, перевозка кресла-коляски пассажира из числа инвалидов. Транспортное средство оснащается надписями, иной текстовой и графической информацией, выполненной крупным шрифтом, в том числе с применением рельефно-точечного шрифта Брайля.

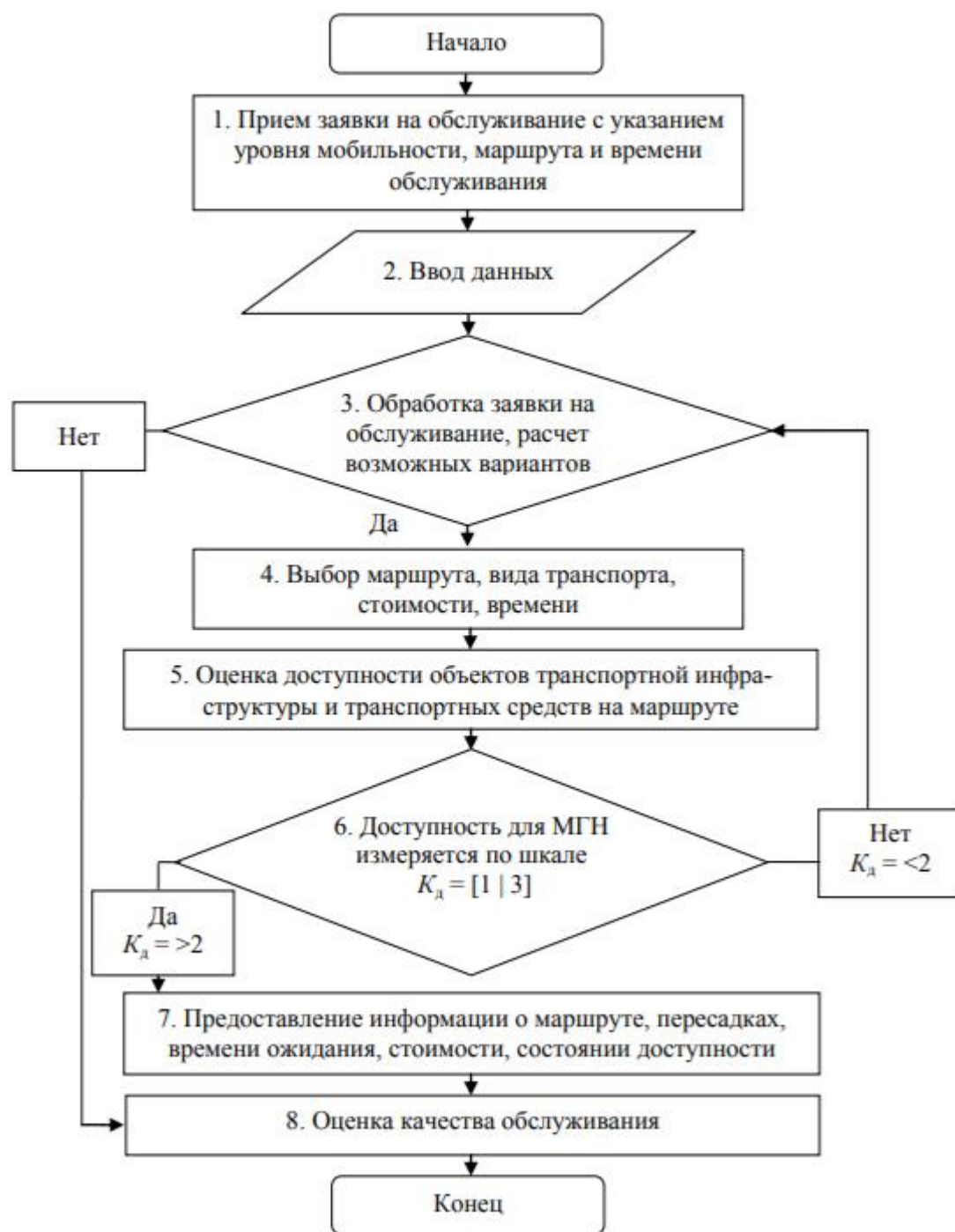


Рисунок 2.8 – Блок-схема алгоритма управления работой городского пассажирского транспорта при обслуживании инвалидов

1. Заявку на обслуживание с указанием уровня мобильности, маршрута и времени обслуживания принимает оператор ОУ (диспетчер).
2. Поступивший запрос фиксируется диспетчером в электронном журнале.
3. С помощью компьютерной программы, отображающей в реальном времени функционирование транспортных средств, заявка обрабатывается, предварительно определяется возможность ее реализации по наличию подходящих маршрутов и транспортных средств.

4. При наличии возможности реализовать заявку выбирается нужный маршрут из числа маршрутов автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта, маршрут оценивается на соответствие заявке, либо выбирается маршрут с пересадкой, оценивается время начала и окончания обслуживания, которое должно соответствовать заявке в том числе по стоимости услуг, при отсутствии – обработка завершается, оценивается качество обслуживания и причины отказа. На данном этапе, при невозможности удовлетворения заявки, запрос может быть перенаправлен в службу социального такси или иную специально созданную структуру для работы по нерегулярным маршрутам.

5. Оценивается доступность объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств на маршруте. В зависимости от уровня мобильности пассажиров (М1 – без ограничений, М2 – немощные и слабовидящие, М3 – опорники, М4 – инвалид-колясочник) объекты транспортной инфраструктуры и транспортные средства делятся на три категории: 1 – доступно для всех, кроме пассажиров из числа инвалидов (М1); 2 – доступно для пассажиров из числа инвалидов при оказании ситуационной помощи (М1, М2, М3); 3 – доступно для всех, в т.ч. для пассажиров из числа инвалидов (М1, М2, М3, М4).

Для идентификации все объекты транспортной инфраструктуры и транспортные средства на рассматриваемой маршрутной сети кодируются с помощью коэффициентов доступности в балльной системе  $K_d = [1 | 3]$ . Это делается на начальном этапе разработки логистической системы транспортного обслуживания инвалидов, затем данные регулярно обновляются. Оценка доступности осуществляется по изложенной ранее методике. Каждый элемент зоны оценивается на соответствие нормативам доступности – перепады высот, ширина проходов, уклоны, наличие и высота поручней и т.д.

6. Доступность на маршрутной сети измеряется по шкале  $K_d = [1 | 3]$  и зависит от уровня мобильности пассажиров:

М1 – по маршрутной сети на транспортных средствах и объектах транспортной инфраструктуры с коэффициентами доступности  $K_d = [1 | 3]$ ;

М2-3 – по маршрутной сети на транспортных средствах и объектах транспортной инфраструктуры с коэффициентами доступности  $K_d = [2 | 3]$ ;

М4 – по маршрутной сети на транспортных средствах и объектах транспортной инфраструктуры с коэффициентами доступности  $K_d = [3]$ .

В зависимости от уровня мобильности подбирается маршрут и транспортное средство, при отсутствии вариантов, возвращается на уровень 3, где возможен отказ в обслуживании. На маршрутной сети посадка/высадка может осуществляться только на ООТ, при этом (рисунок 4.13):

ООТ  $K_d = 1$  – доступно для всех, кроме людей с инвалидностью и других МГН (М1);

ООТ  $K_d = 2$  – доступно для людей без инвалидности и для людей с инвалидностью при оказании ситуационной помощи (М1, М2, М3);



маломобильных групп населения (СУПМГН) в форме клиентсерверного приложения, состоящая из двух модулей и базы данных:

1. Модуль управления пассажиропотоком МНГ.
2. Модуль формирования оптимальных маршрутов для МНГ.
3. БД СУПМНГ. Пользователями данной системы являются организатор перевозок, перевозчики, представители МНГ, планирующие и реализующие поездки на общественном транспорте по объектам тяготения.

Пользователь – представитель МНГ на первом этапе осуществляет планирование посещения объектов тяготения, на основании которого формирует маршрут передвижения по объектам тяготения. На основании сформированного маршрута передвижения по объектам тяготения он с применением модуля формирования оптимальных маршрутов для МНГ СУПМНГ создает запрос на формирование оптимального маршрута, который поступает в модуль управления перевозками МНГ. Модуль управления перевозками МНГ на основании анализа БД СУПМНГ выполняет расчет возможных маршрутов перевозки МНГ и их параметров:

- время перевозки МНГ по маршруту;
- время начала передвижения МНГ по маршруту;
- время окончания передвижения МНГ по маршруту;
- количество необходимых пересадок МНГ при реализации маршрута;

Таблица 2.3 - Характеристика модулей и БД СУПМГН

Наименование	Характеристика	Пользователи
Модуль управления перевозками МНГ	Клиент-серверная версия. Основными функциями модуля являются: - обработка заявок от МНГ на разработку оптимальных маршрутов их перевозки; - разработка оптимальных маршрутов перевозки МНГ; - мониторинг перевозок МНГ; - анализ результатов организации перевозок МНГ; - когнитивная визуализация результатов анализа организации перевозок МНГ	Организатор перевозок

Продолжение таблицы 2.3

<p>Модуль формирования оптимальных маршрутов для МНГ</p>	<p>Android-приложение, связывающееся с модулем управления пассажиропотоком МНГ по протоколам HTTP/HTTPS. Устанавливается на телефон или планшет пользователя. Основными функциями программы является: - формирование запроса на построение оптимального маршрута перевозки для МНГ; Отправление запроса на построение оптимального маршрута перевозки МНГ; - получение из модуля управления перевозками МНГ и когнитивная визуализация построенных оптимальных маршрутов перевозки МНГ; - получение сообщений о невозможности построения оптимальных маршрутов перевозки МНГ; - сохранение шаблонов запросов на построение оптимальных маршрутов перевозки для МНГ; - сохранение выбранного оптимального маршрута перевозки МНГ</p>	<p>Пользователь представитель МНГ —</p>
--	---	---

Окончание таблицы 2.3

БД СУПМНГ	БД устанавливается на сервере. В БД хранится информация о подвижном составе для перевозки МНГ, о остановках, оборудованных для МНГ, запросы на построение оптимальных маршрутов для МНГ, разработанные оптимальные маршруты перевозки МНГ; отказы на разработку оптимальных маршрутов перевозки МНГ, результаты мониторинга пассажиропотока МНГ	Организатор перевозок
-----------	---	-----------------------

- время ожидания транспортного средства для перевозки МНГ;
- количество необходимых транспортных средств для перевозки МНГ;
- количество видов транспорта, необходимых для перевозки МНГ;
- расстояние между начальной и конечной остановкой перевозкой МНГ;
- расстояние от конечной остановки до объекта тяготения МНГ;
- коэффициент доступности построенного маршрута.

На следующем этапе модуль управления перевозками МНГ выполняет анализ соответствия коэффициента доступности разработанных возможных маршрутов перевозки МНГ требуемым значениям. В случае если данный коэффициент меньше или равен 2, то данный маршрут считается оптимальным, в противном случае – нет. В случае, если среди разработанных возможных маршрутов передвижения присутствуют оптимальные маршруты, то из них формируется множество оптимальных маршрутов, и пользователю – представителю МНГ отправляется отчет о множестве оптимальных маршрутов МНГ и их показатели. В случае, если среди разработанных возможных маршрутов перевозки МНГ оптимальные отсутствуют, то пользователю – представителю МНГ отправляется сообщение о невозможности выполнения его заявки. Информация о функционировании СУПМНГ вносится в БД СУПМНГ.

Накопленный опыт по моделированию логистических систем различного назначения и масштаба может быть использован при



формировании ДГПТ. Функции оператора логистической системы ДГПТ может выполнять организация, которая предоставляет комплексные услуги в области логистики для клиентов – Third Party Logistics – логистика третьей стороны.

Для обеспечения возможности инвалидам пользоваться транспортными услугами в расширенном диапазоне с вовлечением такси и частных перевозчиков, можно задействовать уже существующие сервисы, такие как Яндекс.Транспорт. Это мобильное приложение, которое соединяет пользователей и водителей. В основе платформы Яндекс лежат новые технологии, которые позволяют сделать сервис не только доступным, надежным и безопасным, но и создать новые экономические возможности для экономик государств, отдельных секторов промышленности и частных лиц. Выбор ПС может осуществляться пользователем по заданному уровню мобильности, а в качестве критерия может быть использован уровень доступности, выраженный коэффициентом доступности:

$$k_{\text{ТС МГН}} = \frac{Q_{\text{ТС МГН}}}{Q_{\text{ТС}}} \quad (2.1)$$

где  $Q_{\text{ТС.МГН}}$  - количество транспортных средств, оснащенных вспомогательными средствами для перемещения человека, сидящего в кресле-коляске, при посадке в транспортное средство или высадке из него [28].

$Q_{\text{ТС}}$  - общее количество транспортных средств, предназначенных для перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом по маршрутам регулярных перевозок, ед.

## 2.5 Анализ затрат на доступность транспортной инфраструктуры

Математическая модель логистической системы транспортного обслуживания населения с учетом мобильности включает различные функции для участников перевозочного процесса. Для потребителей услуг функция направлена на ограничение временных затрат и основана на показателях времени обслуживания:

$$T_{\text{МГН}} = \sum_{i=1}^i t_i \rightarrow \lim \quad (2.2)$$

где  $T_{\text{МГН}}$  – время передвижения пассажира из числа инвалидов и других МГН, мин:

$$T_{\text{МГН}} = t_{\text{под}} + t_{\text{ож}} + t_{\text{по}} + t_{\text{пер}} \quad (2.3)$$

где -  $t_{\text{под}}$  – время подхода к остановке и объекту, мин;  
 $t_{\text{ож}}$  – время ожидания, мин;  
 $t_{\text{по}}$  – время поездки (включая посадку/высадку), мин;

$t_{пер}$  – время на пересадку, мин и т.д.

Функция стремится к  $\lim$ , а не к  $\min$ , как это принято во многих исследованиях. Объясняется это тем, что время ожидания при наличии навигационных систем заранее известно и выбирается пользователем. Скорость передвижения в настоящее время зависит не столько от выбранного маршрута (кратчайшего), сколько от загруженности магистралей, по которым он проходит, и этот показатель также отражают современные навигационные системы (например, Яндекс-пробки). Так как время поездки включает посадку и высадку пассажиров разных групп мобильности, то оно напрямую зависит от уровня доступности ПС и ООТ.

Основным критерием выступает время поездки (включая посадку/высадку), т.к. оно зависит от конструкции ПС и оценивается по коэффициенту доступности  $K_d$

$$t_{по} = t_{по} + (t_{пс1} + \dots + t_{пон}) \quad (2.4)$$

где  $t_{пс}$  – время посадки/высадки  $n$ -го пассажира, мин и т.д. Сравнительная характеристика ПС ДГПТ, ранжированная по критерию  $t_{пс}$  представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Сравнительная характеристика ПС ДГПТ

Ранг	Конструкция ПС	Посадка/высадка 1 пассажира, с	Время, затрачиваемое на каждого последующего пассажира, с
1	Низкопольный автобус с откидной рампой в проеме передней двери	35	11
2	Низкопольный автобус с электромеханической рампой в проеме передней двери	40	11
3	Низкопольный автобус с откидной рампой в проеме средней двери	45	10
4	Низкопольный автобус с электромеханической рампой в проеме средней двери	51	10

Окончание таблицы 2.4

5	Высокопольный автобус с электромеханическим подъемником в проеме средней (задней) двери	123	46
6	Высокопольный автобус с электромеханическим подъемником с отдельным входом	170	90

Экономика ГПТ складывается из многих составляющих, в основе лежит выбор системы транспортного обслуживания, включающей различные виды транспорта. В настоящее время в большинстве городов развит автомобильный транспорт, далее следует троллейбус, затем трамвай и метрополитен.

Для оценки различных вариантов маршрутной сети города целесообразно использовать частные критерии: приведенный пробег ( $P_{п} \rightarrow \min$ ), использованная работа транспорта ( $P_{и} \rightarrow \max$ ) и эксплуатационные затраты ( $Z_{э} \rightarrow \min$ ).

Ключевой является формула расчета количества доступного ПС

$$\Delta N_{\text{ДПС}} \left( \frac{M_i \lambda_1 \lambda_2}{365 V_э h \alpha \gamma \Omega_i} \right) \left( \frac{\Delta M_{\text{д}}}{\Omega_{\text{д}} \gamma_{\text{д}}} \right) \quad (2.5)$$

где  $\Delta N_{\text{ДПС}}$  – количество доступного подвижного состава соответствующих типов;  $M_i$  – объем годовой работы, приходящаяся на  $i$ -й вид транспорта; пасс.-км;  $\Delta M_{\text{д}}$  – доля доступного ПС;  $\lambda_1$  – коэффициент сезонной неравномерности;  $\lambda_2$  – коэффициент суточной неравномерности;  $V_э$  – эксплуатационная скорость подвижного состава с учетом отстоя на конечных пунктах;  $h$  – среднее время работы подвижного состава на линии, ч.;  $\gamma$  – коэффициент среднесуточного наполнения;  $\alpha$  – коэффициент выпуска ПС на линию;  $\Omega_i$  – средняя номинальная вместимость  $i$ -го вида транспорта в час пик;  $\Omega_{\text{д}}$  – средняя номинальная вместимость доступного ПС;  $\gamma_{\text{д}}$  – коэффициент среднесуточного наполнения доступного ПС.

Доступность ПС позволяет расширить контингент обслуживаемых пассажиров, поэтому в течении суток доступный ПС перевезет больше пассажиров, чем недоступный. Коэффициент среднесуточного наполнения доступного ПС находится в знаменателе формулы определения количества ПС, отсюда следует зависимость, чем выше коэффициент наполнение ПС, тем выше производительность ПС и тем меньше ПС необходимо для выполнения транспортной работы:

$$\gamma_d = \frac{M_i \lambda_1 \lambda_2 \Delta M_d}{365 V_3 h \alpha \gamma \Omega_i \Omega_d N_{\text{ПС}}} \quad (2.6)$$

Такой подход позволяет уменьшить загрузку магистралей, а рост доступности – увеличить объем перевозок и снизить эксплуатационные затраты, т.е. повысить эффективность маршрутной сети [32].

Улично-дорожная сеть. Важнейшим аспектом решения проблемы реконструкции городской среды должно стать использование регулярно проводимых в городе работ по ремонту полотна и покрытий дорог и тротуаров, в процессе которых возможно и необходимо создание доступных для инвалидов пешеходных путей [288]. Реконструкция тротуаров и проезжей части улиц может и должна производиться участками и постепенно в процессе планового или вынужденного ремонта дорожного покрытия, но обязательно в соответствии с действующими нормативными документами, рекомендуемыми чертежами и пособиями. Такой способ организации работ по приспособлению пешеходной части улиц к потребностям инвалидов не требует выделения дополнительных финансовых и материально-технических ресурсов. Можно в течение ограниченного периода времени преобразовать всю пешеходно-транспортную сеть города и приспособить ее к потребностям инвалидов [29].

Предлагаемая работа по видам транспорта

$$P_T^i = l_n^i \Omega_i N_{\text{ПС}}^i N_p^i \quad (2.7)$$

где  $P_T^i$  – предлагаемая работа по видам транспорта, место-км;

$l_n^i$  – длина рейса в одном направлении, км;

$\Omega_i$  – вместимость  $i$  – го транспортного средства (ТС), мест;

$N_{\text{ПС}}^i$  – количество ПС;

$N_p^i$  – количество рейсов в сутки, ед.

Использованная работа по видам транспорта:

$$P_{\text{И}}^i = P_T^i K_{\text{Н}}^i \quad (2.8)$$

где  $P_{\text{И}}^i$  – использованная работа по  $i$  – ым видам транспорта, пасс.-км;

$K_{\text{Н}}^i$  – коэффициент наполнения салона.

Объем перевозок по видам транспорта:

$$A^i = \sum_{i=1}^n \frac{P_{\text{И}}^i}{l_{\text{М}}^i} \quad (2.9)$$

где  $A^i$  – объем перевозок по видам транспорта, пасс;

$l_{\text{М}}^i$  – средняя дальность маршрута поездки, км.

Выбор варианта МС по условию  $A \geq A_c$ , где  $A_c$  – существующий объем перевозок по видам транспорта.

Приведенный пробег по МС:

$$W_{\text{пр}}^i = \sum_{i=1}^n W^i K_{\text{пр}}^i \quad (2.10)$$

где  $W_{\text{пр}}^i$  – приведенный пробег, авт.-км;

$W^i$  – пробег  $i$  – ого вида транспорта, маш.-км;

$K_{\text{пр}}^i$  – коэффициент приведения различных видов транспорта к условному легковому автомобилю.

Коэффициент загрузки УДС по видам транспорта:

$$R^i = \frac{W_{\text{пр}}^i}{A^i} \quad (2.11)$$

где  $R^i$  – коэффициент загрузки УДС по  $i$  – ому виду транспорта, авт.км/пасс.

Приведенный коэффициент загрузки УДС по видам транспорта:

$$\Delta R^i = \frac{R^i}{R_{\text{об}}} \quad (2.12)$$

где  $\Delta R^i$  – приведенный к автобусу особо большой вместимости коэффициент загрузки УДС по  $i$  – м видам транспорта,  $R_{\text{об}} = 0,11$ .

## Выводы

1. Доступность транспортной инфраструктуры является ключевым звеном в цепочке реализации человеческих потребностей, т.к. без передвижений многие из них остаются не реализованы. Система ГПТ должна быть доступна для МГН и работать строго по расписанию. Если происходят большие случайные отклонения от расписания или прибывающие автобусы недоступны для МГН, то пассажирам с ограниченными возможностями приходится либо тратить много времени, чтобы учесть эти отклонения, либо опаздывать к определенному сроку в пункт назначения (на работу, на учебу и т.д.). Все это может привести к нецелесообразности использования данного вида транспорта и к переходу к другим формам транспортного обслуживания.

2. Потери происходят в результате образования очередей вследствие недоступности всей или части системы. При определении потерь использована теория массового обслуживания, в основе данной теории лежит математический аппарат теории вероятностей случайных функций. Новым здесь является использование коэффициентов доступности  $K_d$  для оценки дискретного состояния системы, которые определяются в ходе обследования. Реализация входящих требований или переход возможен лишь при  $K_d = 2$  или  $K_d = 3$ . При недоступности системы для МГН образуется очередь из нереализованных или отложенных требований, что можно рассматривать как экономические потери, их величина обратно пропорциональна значению  $K_d$ .

3. Выбор подвижного состава ГПТ для обслуживания инвалидов и других МГН должен учитывать его стоимость и специфику условий эксплуатации. На сегодняшний день известны два основных типа доступного ПС – высокопольные модели, оборудованные подъемниками, и низкопольные (полунизкопольные), оснащенные рампой. Сравнительный анализ времени, затрачиваемого на обслуживание пассажиров инвалидов-колясочников, между моделями автобусов, позволил выявить наиболее доступные и удобные, это низкопольные автобусы с откидной рампой в проеме передней двери, далее следует низкопольные автобусы с откидной рампой в проеме средней двери.

4. Снижение загрузки УДС возможно путем изменения состава транспортного потока за счет использования ГПТ разной вместимости. При этом качество маршрутной сети повышается за счет обеспечения доступности транспортных средств и снижения загрузки УДС. Основным критерием при оптимизации является коэффициент загрузки УДС различными видами транспорта. Это отношение приведенного пробега к объёму перевозок, установленному для конкретного города путем натурных обследований. Чем ниже данный коэффициент, тем эффективней работает ГПТ.

## Глава 3 Организация транспортного обслуживания инвалидов и маломобильных групп населения.

### 3.1 Транспортное обслуживание МГН

В девяти из десяти основных видов человеческой деятельности присутствует процесс передвижения, но не для всех категорий населения он доступен. Отсутствие такой опции, как доступность, не позволяет части населения пользоваться транспортной инфраструктурой и ведет к дискриминации по признаку инвалидности.

В этой связи актуальными являются вопросы выявления существующего уровня доступности системы ГПТ, определения спроса со стороны дискриминационной группы на доступность, определения необходимого уровня доступности системы ГПТ.

В настоящее время в Красноярске система общественного транспорта представлена автобусом, троллейбусом, трамваем и разделена на муниципальный коммерческий. Муниципалитету принадлежит в основном транспорт большой вместимости, в котором доля доступного подвижного состава составляет 37%. Коммерческим перевозчикам в основном принадлежат микроавтобусы, которые не соответствуют требованиям доступности (таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Характеристика общественного транспорта в городе Красноярске

Вид транспорта	Списочное кол-во, ед	Работают на линии, ед	Коэффициент выпуска, %	Доступный для инвалидов ПС, ед	Доля доступного ПС, %
Автобусы	1144	854	72	305	35
Троллейбусы	95	64	66	42	65
Трамваи	68	30	66	6	13
Всего	1307	948	70	353	37

Также в этой среде необходимо выявить доступность остановочных пунктов на сети города. В городе Красноярске сейчас около 554 остановок общественного транспорта, в таблице 3.2 показан процент доступности пассажирского транспорта и остановок общественного транспорта для МГН.

Таблица 3.2 – Доступность

Показатель	Доступность, %
<b>Доступность ПС общественного транспорта</b>	
Доступен самостоятельно	10
С посторонней помощью	62
Недоступен	28
<b>Доступность остановок общественного транспорта</b>	
Доступен самостоятельно	25
С посторонней помощью	56
Недоступен	19

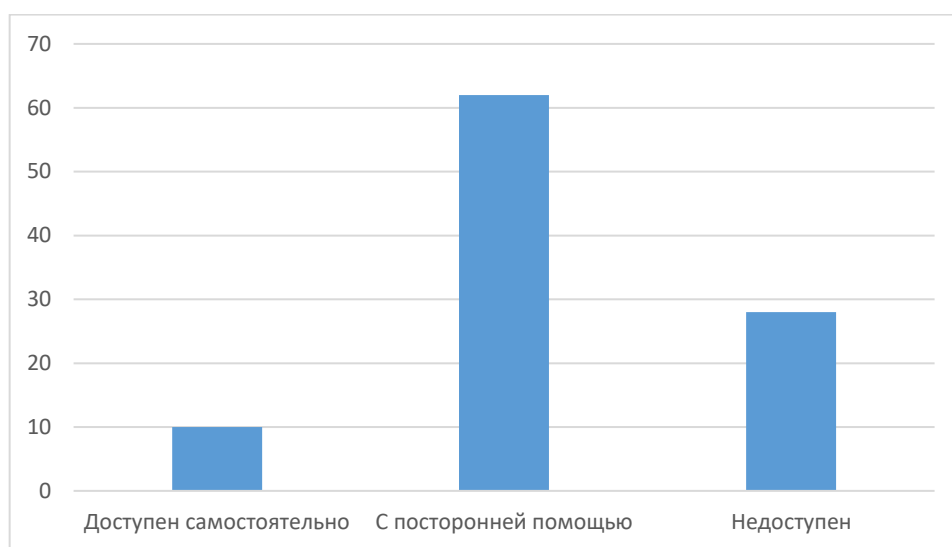


Рисунок 3.1 – Доступность ПС общественного транспорта для МГН

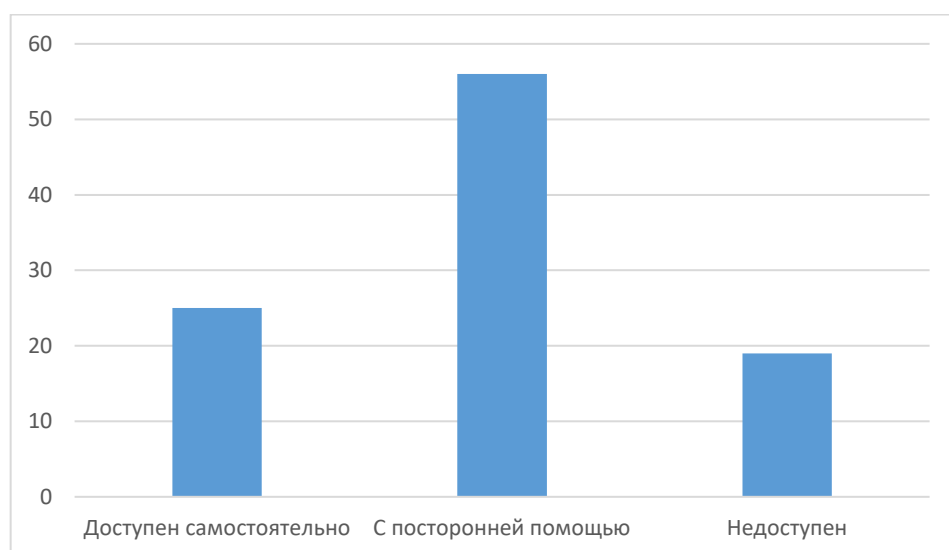


Рисунок 3.2 – Доступность остановок общественного транспорта для МГН



Система ГПТ является связующим звеном в цепочке реализации человеческих потребностей, ее социальное значение возрастает по мере увеличения доступности всех элементов системы.

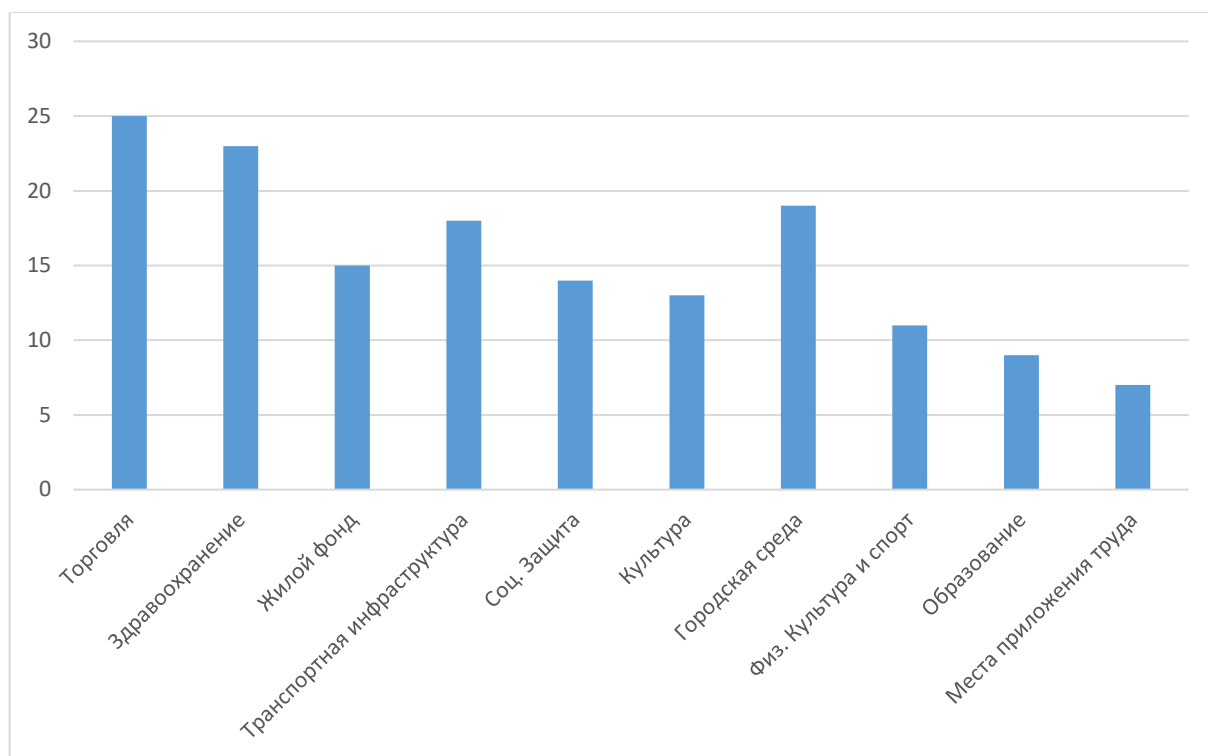


Рисунок 3.3 – Доступность приоритетных объектов

### **3.2 Определение числа транспортных средств для обслуживания инвалидов**

Для удовлетворения потребностей пассажиров весь подвижной состав должен обеспечивать безопасную и комфортную перевозку людей с ограниченными возможностями здоровья, это одно из главных условий обеспечения их мобильности, а, следовательно и активного участия социальной и экономической общественной жизни.

Но так как на сегодняшнем этапе обновления пассажирского подвижного состава наблюдается нехватка финансовых ресурсов, необходимо рассматривать вопросы снижения логистических затрат на транспортное обеспечение всех категорий населения при допустимом уровне качества пассажирского сервиса. Поэтому предложена модель оптимизации затрат на транспортное обеспечение. Модель строилась на условиях оптимальности с точек зрения пассажиров, перевозчиков и заказчика городских пассажирских перевозок.

С точки зрения заказчика перевозок оптимальна будет логистическая система обслуживания маломобильных групп населения, которая позволит предоставить им перевозки приемлемого качества, «точно в срок», с минимальными логистическими затратами на транспортное обслуживание.

С точки зрения пассажира оптимальной будет та поездка, которая выполнена в минимальное время с максимальным комфортом по приемлемой цене.

С точки зрения оператора транспортных услуг оптимальна будет такая система транспортного обслуживания маломобильных групп населения, когда затраты на перевозку будут минимальными при допустимом уровне качества перевозок. Этого можно достичь при определении оптимального соотношения количества пассажирских транспортных средств различных видов обеспечения мобильности людей с ограниченными возможностями здоровья.

Задачу определения оптимального соотношения подвижного состава, приспособленного для выполнения перевозок различных групп населения можно решить при помощи использования логистического подхода, так как, с точки зрения логистики, услуги по перевозке пассажиров должны быть доступны и удобны всем без исключения слоям населения.

Определение необходимого числа различных городских транспортных средств, оборудованных для перевозки людей с ограниченными возможностями здоровья по состоит из следующих этапов:

#### **1. Ввод исходных данных:**

- перечень остановок транспортных средств с указанием степени их доступности для различных маломобильных групп населения;
- перечень социально-значимых объектов (зданий, сооружений и др.) с указанием степени их доступности для различных маломобильных групп населения (Приложение 1);

- перечень маршрутов, обслуживаемых транспортными средствами, оборудованными для перевозки маломобильных групп населения;

2. Расчет затрат на перевозки пассажиров, в том числе маломобильных на конкретных маршрутах и направлениях перевозки в «социальном такси», в зависимости от объема перевозок, длины маршрута, технико-эксплуатационных и экономических показателей работы подвижного состава. Определение удельной себестоимости перевозки одного пассажира в конкретных условиях при различных вариантах транспортного обслуживания маломобильных групп населения.

3. Определение потребности в перевозках по разным видам обслуживания: маршрутные транспортные средства или перевозка в «социальном такси» на основе анализа спроса, прогнозирования роста спроса маломобильных групп населения на перевозки в связи с реализацией социальной программы адаптации людей с ограниченными возможностями здоровья и расширения вовлечения их в экономику и общественную деятельность.

4. Определение объемов перевозки маломобильных групп населения.

5. Расчет минимального и максимального числа низкопольных транспортных средств и «социальных такси» исходя из производительности транспортных средств, спроса на перевозки, коэффициента пересадочности пассажиров и уровня качества пассажирского сервиса.

6. Определение соотношения обычных и низкопольных транспортных средств на маршруте.

7. Расчет соотношения перевезенных пассажиров в низкопольных транспортных средствах и в «социальном такси».

8. Определение количества автобусов особо малой вместимости, так называемых «социальных такси», исходя из их дневной производительности и неудовлетворенного низкопольным подвижным составом спроса на перевозки маломобильных групп населения.

9. Расчет логистических затрат всех перевозчиков при различных соотношениях числа различного подвижного состава.

10. Расчет затрат времени пассажиров в часах и определение затрат пассажиров, выраженных в рублях, исходя из стоимости часа по общепринятой методике.

11. Построение совместных графиков изменения логистических затрат перевозчиков и пассажиров при различных соотношениях числа низкопольных транспортных средств и «социальных такси».

12. Определение оптимального числа различных видов подвижного состава в зависимости от уровня логистических затрат перевозчиков и пассажиров и размеров финансирования программы обновления пассажирского подвижного состава.

### 3.3 Адаптация маршрутной сети

При организации доступного транспортного обслуживания людей с ограниченными возможностями, нельзя рассматривать только транспорт, необходимо уделять внимание маршрутной сети, организации ее безбарьерной среды на прилегающих к остановкам территориях, пешеходных переходах и др. объектах их тяготения.

Важным элементом системы жизнеобеспечения города является транспортная инфраструктура. До недавнего времени такому ее свойству, как доступность для инвалидов и других МГН, уделялось мало внимания, в результате во многих городах она нуждается в совершенствовании. При формировании доступной среды в первую очередь следует уделить внимание маршрутной сети. От ее состояния во многом зависит выбор форм специализированного транспортного обслуживания. Если позволяют условия, на маршрутах ГПТ могут функционировать низкопольные модели автобусов и троллейбусов. Если нет, возможна организация специализированного маршрута автобусами, оснащенными подъемниками. Более простой вариант – социальное такси и индивидуальный специализированный транспорт. В любом случае на парковках, на подходах к остановочным пунктам, при переходе дороги и в зоне тяготения объектов должны быть соблюдены нормативы доступности.

Среди замечаний, касающихся улиц, по которым проходят трассы маршрутов, можно назвать: необходимость нанесения горизонтальной и вертикальной разметок, проведение ямочного ремонта проезжей части, организация подрезки деревьев, перенесение подальше от края посадочных площадок опор освещения и рекламных щитов.

Сложной остается ситуация с подземными пешеходными переходами, которые строились без учета доступности. В настоящее время при строительстве подземных пешеходных переходов применяют не только наклонные платформы, которые не обеспечивают возможности самостоятельного передвижения инвалидов-колясочников, не работают в зимний период, а также не позволяют их использовать людям с детскими колясками, но лифты, которые облегчают использование переходов.

Маршруты, даже новые, проходят по существующей маршрутной сети. Такие маршруты должны быть доступны на всем протяжении. Площадки остановочных пунктов можно разделить на три типа а – доступны для работы подъемника и ramпы; а, б – доступны для работы подъемника; б, в – не доступны для обслуживания автобусов с ramпой и подъемником (рисунки 3.4, 3.5).



Рисунок 3.4 – Типы остановочных площадок



Рисунок 3.5 – Классификация остановочных пунктов: а – доступны для работы подъемника и рампы; а, б – доступны для работы подъемника; б, в – не доступны для обслуживания автобусов с рампой и подъемником.

Большинство остановок не пригодны для обслуживания инвалидов. Посадка-высадка пассажиров на большинстве ОП осуществляется с уровня проезжей части в заездном кармане, а не с посадочной площадки. Это обусловлено рядом причин: водители ГПТ не хотят съезжать с проезжей части, чтобы не уступать при выезде дорогу транспорту, пассажиры в свою очередь выходят на проезжую часть, мешая водителю совершить необходимый маневр. Геометрические параметры многих остановочных карманов не позволяют совершить необходимый маневр, иногда они заняты припаркованным транспортом. В то же время нет пандусов для съезда инвалидов-колясочников и МГН с посадочной площадки в заездной карман. Зачастую таким пассажирам бывает нелегко преодолевать препятствия для посадки в автобус, троллейбус, маршрутное такси.

Остановка общественного транспорта для обслуживания инвалидов и других маломобильных групп населения предназначена для ожидания и

посадки в подвижной состав общественного транспорта, в том числе с уровня остановочной площадки; отличается тем, что содержит два пандуса с поручнями для использования пассажирами с инвалидными, детскими или багажными колясками – один для передвижения по пешеходному переходу перпендикулярно проезжей части, другой для съезда на остановочную площадку продольно оси дороги в месте примыкания заездного кармана к посадочной площадке, а также тактильные направляющие, ведущие от пешеходного перехода к месту ожидания и посадки, ограждения, препятствующие выходу на проезжую часть в неположенном месте, павильон и соответствующие дорожные знаки и система информации о маршрутах общественного транспорта.

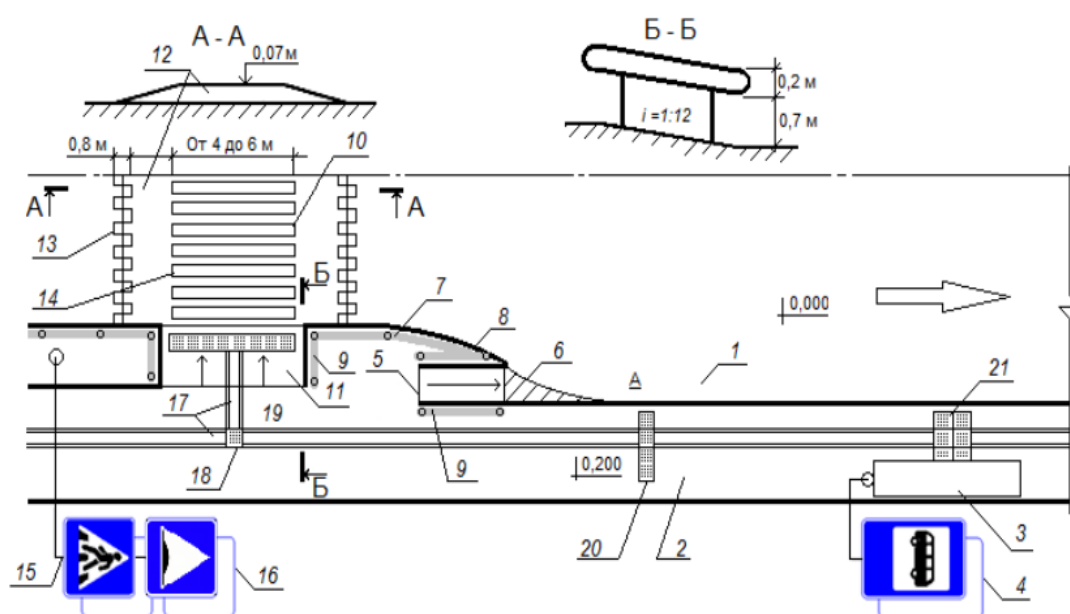


Рисунок - Схема типового решения остановочной площадки для обслуживания инвалидов

На схеме цифрами обозначены:

1. Остановочная площадка. Ширина остановочных площадок, предназначенных для остановки маршрутных транспортных средств, принимается равной ширине полосы проезжей части автомобильной дороги, а их длина – с учетом расчетной пропускной способности остановочного пункта, но не менее 20 м и не более 60 м [32].

2. Посадочная площадка. Ширина посадочной площадки принимается не менее 3 м, а длина – не менее длины остановочной площадки. В общую площадь посадочной площадки входит место посадки и высадки инвалидов, параметры которого принимаются равными 2×2 м. Посадочную площадку остановочного пункта следует выполнять приподнятой на 0,2 м над поверхностью остановочной площадки.

3. Остановочный павильон. Павильоны рекомендуется выполнять закрытого, полужакрытого или открытого типов (навес). Передний край

павильона или навеса допускается располагать на расстоянии не более 2 м от края остановочной площадки. Для людей в креслах-колясках или с детскими колясками в зоне ожидания следует предусматривать специальное место с учетом габаритов кресла-коляски, но не менее 0,9×1,2 м [33]. Информационное обеспечение остановочного пункта включает средства информации об организации транспортного обслуживания пассажиров и технические средства организации дорожного движения (дорожные знаки, дорожную разметку, пешеходные ограждения), а также наземные тактильные указатели, выполняемые согласно требованиям [34, 36, 37, 38].

4. Остановка обозначается знаком 16, который устанавливают в начале посадочной площадки. При наличии на остановочном пункте павильона допускается устанавливать знаки на павильоне над его ближайшим по ходу движения краем или на самостоятельной опоре.

5. Пандусный съезд на остановочную площадку общественного транспорта предназначен для посадки-высадки МНГ с поверхности проезжей части при невозможности транспортного средства подъехать к посадочной площадке или если посадка-высадка инвалидов предусмотрена сзади ПС. Пандус должен быть шириной 1,2 м для обеспечения возможности разойтись пешеходу и человеку в инвалидной коляске. Уклон при перепаде высот менее 0,2 м может составлять 1:12.

6. В существующем остановочном пункте обустройство пандуса осуществляется в зоне реконструкции.

7. Произвольному выходу пешеходов в неустановленном месте на проезжую часть препятствуют ограждения.

8. Проезжая часть отделена от пешеходной зоны с помощью ограждений бордюрного камня.

9. Пандусы имеют поручни в двух уровнях – на высоте 0,7 и 0,9 м.

10. Пешеходный переход. Между парными остановками может быть организован доступный переходный переход. Его конструкция может быть подземной, надземной или наземной. Наземный пешеходный переход может быть с автоматическим или ручным светофорным регулированием и дублированием звуковым устройством сигнала светофора. На светофорных объектах вызывная кнопка дублируется световыми, звуковыми и тактильными указателями согласно государственным стандартам [35, 41, 42].

11. При наличии перепада высот между поверхностями пешеходных путей, примыкающих к остановочному пункту и посадочной площадки, доступность остановочного пункта для людей в креслах-колясках, с детской коляской и некоторых других МГН обеспечивается применением одного или нескольких пандусов.

12. Нерегулируемый пешеходный переход может быть оборудован барьером принудительного снижения скорости с рельефной горизонтальной разметкой в соответствии с государственными стандартами [39]. Допускается совмещение искусственной неровности монолитной конструкции трапецевидного профиля с наземными нерегулируемыми пешеходными

переходами с обеспечением прохода пешеходов по центральной горизонтальной площадке искусственной неровности шириной не менее 4 м при условии ограничения движения пешеходов по наклонному участку возвышающегося пешеходного перехода с помощью ограждений [39].

13. При необходимости устройства возвышающегося наземного пешеходного перехода, совмещенного с искусственной неровностью, на склоны бугра наносят линии разметки 1.25 [41].

14. При необходимости устройства возвышающегося наземного пешеходного перехода, совмещенного с искусственной неровностью, наносят линии разметки зебры 1.14.1 или 1.14.2 [41].

15. Пешеходный переход с искусственной неровностью обозначается дорожными знаками 5.19.1 и 5.19.2 "Пешеходный переход" по государственному стандарту [43], которые применяют для обозначения мест, выделенных для перехода пешеходов через дорогу в соответствии с государственным стандартом [34].

16. Знак 5.20 "Искусственная неровность" применяют для обозначения границ искусственной неровности. Знак устанавливают на ближней границе искусственной неровности или разметки 1.25 относительно приближающихся транспортных средств.

17. Ориентирование инвалидов по зрению осуществляется с помощью напольной тактильной направляющей плитки или индикаторов [37].

18. В местах пересечения пешеходных и транспортных путей используются предупредительные тактильные индикаторы.

19. Тактильной предупредительной плиткой обозначен пешеходный переход.

20. Тактильной предупредительной плиткой обозначены границы посадочной площадки.

21. Тактильной предупредительной плиткой обозначена зона ожидания и посадки МГН в подвижной состав.



## Выводы по главе:

Соотношение различных транспортных средств для обслуживания маломобильных групп населения изменяется в зависимости от спроса на перевозки маломобильных групп населения. Спрос на перевозки, в свою очередь, возрастает от повышения уровня доступности городской среды и объектов транспортной инфраструктуры и качества пассажирского сервиса.

В городах, где отсутствует транспортное обслуживание инвалидов и не приспособлена маршрутная сеть необходимо организовать специализированный маршрут, на котором должен работать приспособленный ПС. Построение картограмм корреспонденций осуществляется на базе анкетирования инвалидов колясочников. Прокладывается трасса маршрута, которая обследуется, а затем адаптируется. При этом следует учитывать следующие мероприятия: выравнивается посадочная и остановочная площадка, при необходимости устанавливается пандус, обеспечивается доступность пешеходного перехода, устанавливаются необходимые знаки и система информации, приобретается и запускается в работу доступный подвижной состав. В качестве типового решения разработан проект доступного остановочного комплекса.

## Глава 4. Результаты и выводы

Важной задачей при организации транспортного обслуживания инвалидов является выявление их транспортных потребностей. При организации транспортного обслуживания МГН целесообразно выделить существующие виды городского транспорта участвующие в процессе перемещения рисунок 4.1. Большой процент перевозок приходится на автобусы, так как не каждый может позволить себе индивидуальный транспорт.

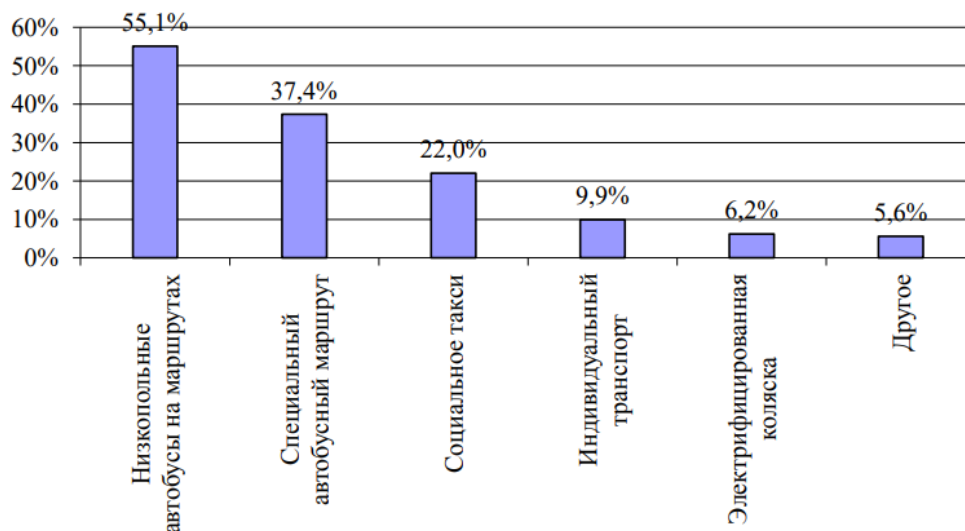


Рисунок 4.1 – Распределение перевозок МГН по видам транспорта

По видам потребностей поездки распределились следующим образом: посещение больниц – 51%, друзей и знакомых – 14%, магазинов – 10%, объектов культуры и отдыха – 10%.



Рисунок 4.2 – Распределение потребностей поездки по видам

Для расчета представленной методики был отобран маршрут движения человека из числа МГН (М4) от остановки «Студенческий городок» до остановки «ул. Перенсона». На рисунке 4.1 представлена схема возможных маршрутов передвижения, с учетом заданных условий в прямом и обратном направлении.

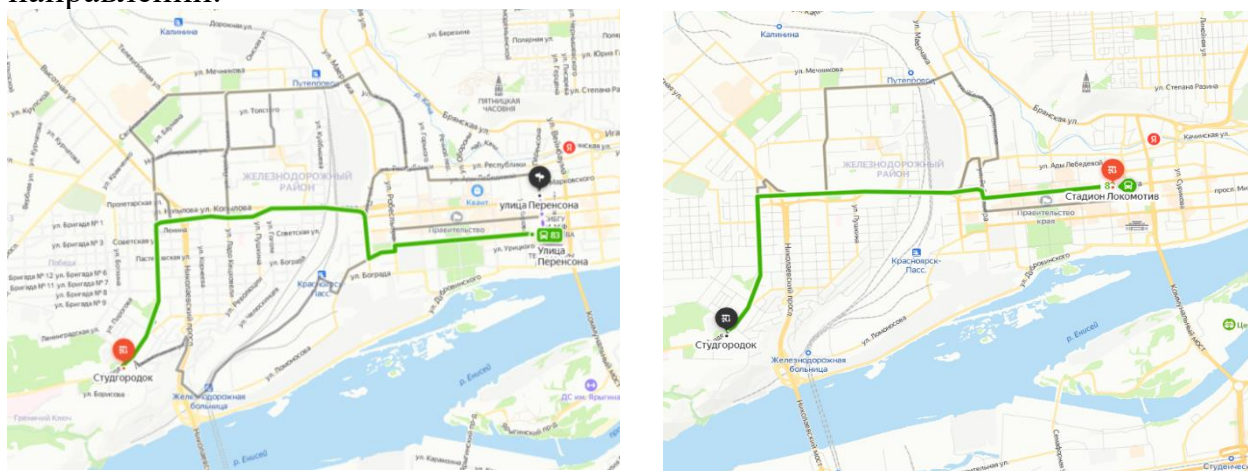


Рисунок 4.3 – Схема маршрута

С остановки «Студгородок» осуществляют движение 5 автобусных маршрутов № 2, 3, 38, 63, 83 и один троллейбусный № 5, из которых до остановки «ул. Перенсона» (без пересадки) идет только 3 маршрута № 2, 63, 83. Расстояние между начальной и конечной остановкой перевозки 7 км.

Важным критерием при выборе маршрута является его доступность, которая определяется количеством доступных транспортных средств  $k_{ТС}$  МГН, таблица 4.1.

Таблица 4.1 – Доступность маршрутов движения

№ маршрута	Количество доступных ТС	Общее количество ТС	$k_{ТС}$ МГН
Автобус			
2	16	18	0,8
3	5	17	0,3
38	2	11	0,2
63	10	15	0,7
83	4	7	0,6
5Т	10	13	0,8

Таблица 4.2 - Техническое состояние автобусов, используемых на данном маршруте

Класс вместимости ПС	Марка	Количество ПС автобусов	Вместимость, мест
Большой	МАЗ 203, 103, 107	112	100
	ЛиАЗ 5292, 5293, 4292	152	118
	НефАЗ	56	59
Малый	ПАЗ-320412	98	55

Расчет возможных маршрутов перевозки и их параметров:

Время передвижения пассажира из числа инвалидов и других МГН, мин:

$$T_{\text{МГН}} = t_{\text{под}} + t_{\text{ож}} + t_{\text{по}} + t_{\text{пер}} \quad (4.1)$$

Время подхода к остановочному пункту  $t_{\text{под}}$

$$t_{\text{под}} = 10 \text{ мин}$$

$t_{\text{ож}}$  в среднем 5-10 минут

Расчет времени поездки программа осуществляет посредством нахождения оптимального маршрута, с учетом заданных параметров пользователю – представителю МГН будет предложены несколько вариантов маршрута такие как: наиболее короткий маршрут, автобус 63 и 83 -14 минут; наиболее длинный маршрут – автобус 2, 30 минут.

В это время не входит время, затрачиваемое на посадку и высадку пассажира с ограниченными возможностями, таблица 4.3.

Таблица 4.3 – Хронометраж посадки-высадки пассажира с ограниченными возможностями

Процесс	Результат, с
Посадка в автобус	
Выход водителя из кабины, подготовка подъемника	10
Опускание аппарели на землю	23
Установка кресла на подъемник	7
Подъем кресла, заезд в автобус	16
Сборка подъемника, закрытие двери и начало движения	32
Посадка одного пассажира	89
Посадка двух пассажиров	135

Окончание таблицы 4.3

Посадка трех пассажиров	182
Посадка четырех пассажиров	228
Время, затрачиваемое на посадку каждого следующего пассажира	46
Высадка из автобуса	
Выход водителя из кабины, подготовка подъемника	10
Опускание аппарели к полу салона	24
Установка кресла на подъемник, опускание на землю	33
Сборка подъемника, закрытие двери и начало движения	32
Возврат пустого подъемника до уровня пола салона	14
Высадка одного пассажира	100
Высадка двух пассажиров	148
Высадка трех пассажиров	196
Высадка четырех пассажиров	244
Время, затрачиваемое на высадку каждого следующего пассажира	48
Высадка одного и посадка другого	123

Таким образом время передвижения пассажира с ограниченными возможностями, с учетом наиболее короткого маршрута, будет:

$$T_{\text{МГН}} = 32 \text{ мин}$$

На следующем этапе модуль управления перевозками МГН выполняет анализ соответствия коэффициента доступности разработанных возможных маршрутов перевозки МНГ требуемым значениям.

Доступность остановочных пунктов на выбранном пути следования измеряется по шкале  $K_d = [1 | 3]$  и зависит от уровня мобильности пассажира.

Таблица 4.4 – Коэффициент доступность остановки «Студгородок»

Показатель	Площадь перед ООТ	Оснащенность ООТ	Средства информации	
	Пути движения	Павильон	Визуальные	Тактильные
Кд элементов	2	2	3	3
Кд групповая средняя	2	2	3	
Кд объекта	2 (доступно при оказании ситуационной помощи)			

Таблица 4.5 – Коэффициент доступность остановки «Перенсона»

Показатель	Площадь перед ООТ	Оснащенность ООТ	Средства информации	
	Пути движения	Павильон	Визуальные	Тактильные
Кд элементов	2	2	2	1
Кд групповая средняя	2	2	2,5	
Кд объекта	2 (доступно при оказании ситуационной помощи)			

Подвижной состав транспортных средств также имеет соответствующую маркировку:

ПС Кд =1 – доступно для всех, кроме людей с инвалидностью и других МГН (М1);

ПС Кд =2 – доступно для людей без инвалидности и для людей с инвалидностью при оказании ситуационной помощи (М1, М2, М3);

ПС Кд =3 – доступно для всех, в т.ч. для инвалидов и других МГН (М1, М2, М3, М4).

Таким образом, по данному маршруту, пользователю, запланировавшему поездку от остановки «Студгородок» до «ул. Перенсона», посредством приложения на мобильное устройство будут представлены данные по маршруту т.к. доступность остановочных пунктов, время ожидания ТС, время перевозки, а так же транспортные средства доступные для перевозки гражданина уровня мобильности М4 (инвалиды, передвигающиеся на креслах-колясках, приводимых в движение вручную или посредством электродвигателя).

В свою очередь водителю приходит оповещение о том что его транспортное средство будет использоваться человеком с ограниченными возможностями, так же пассажир может оставить комментарий о качестве оказанных услуг.

В основу создания приложения предлагается соединить несколько сервисов по предоставлению информации о местоположении транспорта таких как Яндекс.Транспорт и информацию с сайта Красноярскгортранс на котором указаны ТС на маршрутной сети предназначенные для людей с ограниченными возможностями.

## Вывод по главе 4

На основе унифицированного языка моделирования UML разработана система управления перевозками маломобильных групп населения (СУПМГН) в форме клиент-серверного приложения, состоящая из двух модулей – управления пассажиропотоком МНГ и базы данных, и формирования оптимальных маршрутов для МНГ и базы данных СУПМНГ. Пользователь – представитель МНГ на первом этапе осуществляет планирование посещения объектов тяготения, на основании которого формирует маршрут передвижения по объектам тяготения. На основании сформированного маршрута передвижения по объектам тяготения он с применением модуля формирования оптимальных маршрутов для МНГ СУПМНГ создает запрос на формирование оптимального маршрута, который поступает в модуль управления перевозками МНГ. В зависимости от уровня мобильности подбирается маршрут и транспортное средство. С помощью обратной связи подтверждается факт выполнения поступившего требования и оценивается его качество на основе разработанных дополнительных показателей качества доступности пассажирских перевозок.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая ведущую роль автомобильного транспорта в обслуживании пассажиров, наличие технологических барьеров в подвижном составе и объектах транспортной инфраструктуры ГПТ приводит к дискриминации значительного количества пассажиров из числа инвалидов и других МГН (до 28%). В связи с этим ведено в научный оборот определение "доступный городской пассажирский транспорт" (ДГПТ), при котором подвижной состав, маршруты, остановки общественного транспорта, система информации и управления доступны для обслуживания пассажиров, в том числе инвалидов и других МГН, что исключает дискриминацию по признаку инвалидности. Разработана концепция организации перевозок в зависимости от степени мобильности пассажиров и доступности звеньев логистической системы ГПТ.

Методология организации транспортного обслуживания инвалидов включает: определение потребности в специализированном транспортном обслуживании, выбор форм транспортного обслуживания инвалидов и других МГН, построение корреспонденций для организации доступных пешеходных и транспортных маршрутов, адаптацию и оценку доступности подвижного состава и загрузки УДС, поэтапное обеспечение доступности в логистической системе перемещения и оценку эффективности принимаемых решений.

Для определения уровня доступности предложено использовать методику, включающую трехбалльную систему коэффициентов доступности, которая позволяет получать значения доступности элементов, функциональных зон, объектов и услуг. Так же были рассмотрены: типы остановочных площадок и классификация остановочных пунктов, на основе которых построена схема типового решения остановочной площадки для обслуживания инвалидов.

На основе унифицированного языка моделирования UML разработана система управления перевозками маломобильных групп населения (СУПМГН) в форме клиент-серверного приложения, состоящая из двух модулей – управления пассажиропотоком МНГ и базы данных, и формирования оптимальных маршрутов для МНГ и базы данных СУПМНГ. Пользователь – представитель МНГ на первом этапе осуществляет планирование посещения объектов тяготения, на основании которого формирует маршрут передвижения по объектам тяготения. На основании сформированного маршрута передвижения по объектам тяготения он с применением модуля формирования оптимальных маршрутов для МНГ СУПМНГ создает запрос на формирование оптимального маршрута, который поступает в модуль управления перевозками МНГ. В зависимости от уровня мобильности подбирается маршрут и транспортное средство. С помощью обратной связи подтверждается факт выполнения поступившего требования и оценивается его качество на основе разработанных дополнительных показателей качества доступности пассажирских перевозок.



## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ГП – государственная программа;
- ГПТ – городской пассажирский транспорт;
- МГН – маломобильные группы населения;
- ООН – Организация объединенных наций;
- ООТ – остановка общественного транспорта;
- ПС – подвижной состав;
- СНиП – строительные нормы и правила;
- СП – свод правил;
- ФЗ – Федеральный закон;
- ФЦП – федеральная целевая программа;
- УДС – улично-дорожная сеть;
- ТС – транспортное средство;
- ТОИ – транспортное обслуживание инвалидов;
- ТОП – транспорт общего пользования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТР 52766–2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования – Введ. 23.11.2007. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 47 с
2. ГОСТР 50597-93 Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – Введ. 01.07.1994. – Москва: Стандартинформ, 1994. – 111 с.
3. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89 – Введ. 20.05.2011. – Москва: ОАО ЦПП, 2011. – 54 с.
4. СНиП II-К.3-62 Улицы, дороги и площади населенных мест. Нормы проектирования– Введ. 01.07.1963. – Москва : Госстрой СССР, 1963. – 57 с.
5. ОСТ 218.1.002–2003 «Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования. – Введ. 23.05.2003 – Москва: ОАО ЦПП, 2003. – 71 с.
6. Неустроева, Е. А. Логистический подход к работе городского пассажирского транспорта / Е. А. Неустроева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 49 (235). — С. 377-381.
7. Загорский И.О., Володькин П.П., Рыжова А.С.. Транспортная инфраструктура// Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. - 228 с.
8. Автомобилизация Красноярска [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.trk7.ru/news/120171.html>
9. «Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года» утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. N 1734-р.
10. Спирин, И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками : учебник / И.В. Спирин. – М.: Академия, 2011. – 398 с.
11. Логистика : общественный пассажирский транспорт : учебник / под общ. ред. Л. Б. Миротина. – М. : Экзамен, 2006. – 224 с
12. Овечников, Е.В. Городской транспорт : учебник для вузов / Е.В. Овечников, М.С. Фишельсон. – М. : Высш. школа, 1976. – 352 с.
13. Сафронов, Э.А. Особенности транспортного обслуживания инвалидов в крупных городах / К.Э. Сафронов, Э.А. Сафронов // Социально-

- экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния : материалы XII Международной науч.-практ. конф. – Екатеринбург : АМБ, 2006. – С.121–125.
- 14.Сафронов, Э.А. Транспортные системы городов и регионов : учеб. пособ. для вузов с грифом Министерства образования РФ. – 2-е изд., доп. / Э.А. Сафронов. – М. : АСВ, 2007. – 288 с.
- 15.Сафронов, К.Э. Повышение эффективности капвложений в формирование доступной транспортной инфраструктуры / К.Э. Сафронов // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния : материалы XVI Международной науч. -практ. конф. – Екатеринбург : УрГЭУ, 2010. – С. 303–306.
- 16.Сафронов, К.Э. Повышение индивидуальной мобильности населения / К.Э. Сафронов // Технология, организация и управление автомобильными перевозками : сборник научных трудов №2. – Омск : СибАДИ, 2009. – С. 76–80.
- 17.Сафронов, Э.А. Инновационные подходы к совершенствованию муниципальных транспортных систем /Э.А. Сафронов, К.Э. Сафронов // Грузовик. – 2012. – №3. – С.8– 14.
- 18.Сильянов, В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студ. вузов / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2008. – 352 с.
- 19.Фишельсон, М.С. Городские пути сообщения / М.С. Фишельсон. – М. : Высш. школа. – 1980. – 296 с.
- 20.Сафронов, К.Э. Логистический подход к транспортному обслуживанию инвалидов и других маломобильных групп населения в городах / С.М. Мочалин, К.Э. Сафронов // Актуальные вопросы научных исследований XXI века [Электронный ресурс] : монография / Ю.И. Авадэни [и др.] ; под ред. В.Ю. Кирничного, В.В. Бирюкова [и др.]. – Омск : СибАДИ, 2015. – 1 электрон. опт. диск (DVD-R). – Загл. с этикетки диска. – С. 428–473.
- 21.О транспортной безопасности : федер. закон № 16-ФЗ. – Принят Гос. Думой 9 фев. 2007 г. [Электронный ресурс]. – Собрание законодательства РФ. – 2007. – № 7. – Ст. 837. – Режим доступа : <http://www.szrf.ru>
- 22.Показатели развития транспортной инфраструктуры, импорта и экспорта транспортных услуг сопоставимых по площади странах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ac.gov.ru/files/attachment/3783.pdf>
- 23.СП 59.13330.2012 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. – Утвержден приказом Минрегион

- России от 27 декабря 2011 г. № 605 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М. : Библиотека ГОСТов – Главная., 2015. – Режим доступа : <http://vsegost.com>
24. О социальной защите инвалидов в Российской Федерации : федеральный закон от № 181-ФЗ от 24 ноября 1995 года / Консультант-плюс. – Режим доступа : <http://consplus.ru>
25. Швецов, В. И. Математическое моделирование транспортных потоков [Электронный ресурс] / В. И. Швецов // Автоматика и Телемеханика. – 2003. – № 11. – Режим доступа : <http://www.isa.ru/transnet/TrafficReview.pdf>
26. Минатуллаев, Ш.М. Основные принципы повышения эффективности городских перевозок пассажиров и методика конкурсного отбора перевозчиков для ускорения их реализации / Ш. М. Минатуллаев, З. К. Омарова, И. М. Рябов // Интернет-журнал "Науковедение", том 8. – 2016. – №5. – С. 1–9. Режим доступа : <http://naukovedenie.ru/PDF/25EVN516.pdf>
27. Автобус для перевозки инвалидов [Электронный ресурс]– Режим доступа : <https://avtouslugi.org/spetsavtomobili/avtobus-dlya-perevozki-invalidov.html>
28. ГОСТ Р 51090-2017 "Средства общественного пассажирского транспорта. Общие технические требования доступности и безопасности для инвалидов".
29. Сафронов, К.Э. Доступность как фактор инновационного развития городов РФ / К.Э. Сафронов // Исследования и инновационные разработки РААСН : сб. ст. к общ. собр. РААСН в 2 т. Т. 1 / РААСН, Иван. гос. архит. -строит. ун-т ; под ред. А. П. Кудрявцева [и др.]. – М. ; Иваново, 2010. – С. 89–93.
30. Кулябов, Д.С. Введение в формальные методы описания бизнес-процессов : учеб. пособие / Д.С. Кулябов, А.В. Королькова. – М. : РУДН, 2008. – 173 с.
31. Сафронов, Э.А. Модернизация маршрутных сетей больших городов / Э.А. Сафронов, К.Э. Сафронов // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния : материалы XXI Международной науч. -практ. конф. – Екатеринбург : АНМБ, 2015. – С. 189–194.
32. Методические рекомендации по проектированию мероприятий по обеспечению доступа инвалидов к объектам дорожного хозяйства. ОДМ 218.2.007–2011 Отраслевой дорожный методический документ издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 5 июня 2013 г. № 758-р. – 66 с

- 33.ГОСТ Р 50602–93 Кресла-коляски. Максимальные габаритные размеры. Дата введения в действие 01.01.1995. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М. : Библиотека ГОСТов. – Главная. – Режим доступа : <http://vsegost.com>
- 34.ГОСТ Р 52289 – 2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2004 г. № 120-ст [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М. : Библиотека ГОСТов. – Главная. – Режим доступа : <http://vsegost.com>
- 35.ГОСТ Р 51671–2000. Средства связи и информации технические общего пользования, доступные для инвалидов. Классификация. Требования доступности и безопасности. – Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 21 ноября 2000 г. № 308-ст [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М. : Библиотека ГОСТов. – Главная. – Режим доступа : <http://vsegost.com>
- 36.ГОСТ Р 52766–2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования. – Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 октября 2007 г. № 270-ст [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М. : Библиотека ГОСТов – Главная. – Режим доступа : <http://vsegost.com>
- 37.ГОСТ Р 52875–2007. Указатели тактильные наземные для инвалидов по зрению. Технические требования. – Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2007 г. № 553-ст [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М. : Библиотека ГОСТов – Главная. – Режим доступа : <http://vsegost.com>
- 38.ОСТ 218.1.002–2003 Стандарт отрасли. Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования [Электронный ресурс] / – Электрон. дан. – М. : Библиотека ГОСТов. – Главная. – Режим доступа : <http://vsegost.com>
39. ГОСТ Р 52605–2006. Технические средства организации дорожного движения. Искусственные неровности. Общие технические требования. Правила применения. – Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 декабря 2006 г. № 295-ст [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М. : Библиотека ГОСТов. – Главная. – Режим доступа : <http://vsegost.com>

40. ГОСТ Р 51256–2011 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования. – Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 1175-ст [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М. : Библиотека ГОСТов – Главная. – Режим доступа : <http://vsegost.com>
41. ГОСТ Р 50918–96 Устройства отображения информации по системе шрифта Брайля. Общие технические условия. – Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 20 июня 1996 г. № 420 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М. : Библиотека ГОСТов – Главная. – Режим доступа : <http://vsegost.com>
42. ГОСТ Р 52290–2004 Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования. – Утвержден Приказом Федерального агентства РФ от 15 декабря 2004 года № 121-ст [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М. : Библиотека ГОСТов. – Главная. – Режим доступа : <http://vsegost.com>

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Политехнический институт  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

*Е. С. Воеводин*  
«18» 06 2022 г

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Совершенствование инфраструктуры маршрутов городского пассажирского транспорта»

23.04.01 – «Технология транспортных процессов»

23.04.01.01 – «Организация перевозок и управление на транспорте»

Научный руководитель *Фомин* Канд. техн. наук, доцент Е.В. Фомин

Выпускник

*Шалимова* А.А. Шалимова

Рецензент

Директор ООО «Авто-мобил» *М.Г. Омьшев* М.Г. Омьшев

Красноярск 2022