

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ

Председатель СПбНЦ РАН
академик



Ж. И. Алферов

«два» 2017 г.

ОТЧЕТ

по теме

«Разработка функциональной модели, структуры и блок-схемы комплексной
схемы управления транспортными потоками большого города
по экологическим показателям»

по Государственному заданию СПбНЦ РАН № 0240-2015-0001

Этап 2016 года

Научный руководитель

Д.Т.Н. _____ О. В. Белый

Санкт-Петербург

2016

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы

д.т.н., проф.

О.В. Белый (реферат, введение, заключение)

Ответственные исполнители:

к.т.н., с.н.с., зав. сектором

Л.Д. Барина (введение, 1, заключение)

к.ф.-м.н., доцент, в.н.с.

Л.Э. Забалканская (2, 3)

РЕФЕРАТ

Отчет - 1 книга, 75 стр., 4 таб., 14 рис., библиограф.- 27 наим.

ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТ, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ

Цель научного исследования – разработать принципы создания структурной и функциональной модели управления транспортными потоками большого города по экологическим показателям.

Актуальность исследования. Население крупных городов испытывает на себе влияние множества техногенных факторов, начиная от низкого качества воздуха и других природных сред и заканчивая акустическими, вибрационными и электромагнитными полями. Следует учитывать, что это воздействие является комплексным и представляет угрозу жизни и здоровью горожан.

Учитывая тот факт, что более 90% загрязнения воздушной среды мегаполисов связано с подвижными источниками, при этом транспортные потоки вносят определяющий вклад в интенсивность вибрационных и шумовых воздействий, управление транспортными потоками играет особую, решающую роль в обеспечении экологической безопасности функционирования городской транспортной системы.

В качестве объекта исследования рассматриваются транспортные потоки крупных городов и их воздействие на городскую среду. С точки зрения управления транспортный поток рассматривается как совокупность управляемых субъектов, обладающих собственной активностью, собственными целями и т.д., что позволяет учесть такие важные аспекты как управление спросом на передвижения, управление качественным составом потока и т.д.

Решение поставленных задач осуществляется на основе методов системного анализа, теории организационных систем с применением элементов стратегического планирования, что позволяет выработать методологический подход к созданию комплексных схем, структурной и информационной модели управления транспортными потоками.

Причинно-следственный анализ интенсивности воздействия на городскую среду и параметров транспортных потоков позволил выделить и систематизировать управляющие воздействия, которые не только обеспечивают снижение негативного воздействия транспорта на окружающую среду, но также оказывают влияние на эколого-экономический и социальный аспекты жизни горожан. Анализ влияния различных

управляющих воздействий на параметры потока приводит к выводу о необходимости включить в управление информационной средой задачу формирования более устойчивых моделей транспортного поведения, поскольку они во многом определяют качественные и количественные параметры транспортных потоков.

На основе разработанного в отчёте по второму этапу работы за 2015 год принципиального подхода к построению модели управления устойчивым развитием, в данном отчёте модель управления рассматривается как функционально-целевая, построенная по принципу иерархической структуры управления.

В данном отчёте цели и задачи управления транспортными потоками мегаполиса структурированы по уровням управления. Разработаны обобщённые схемы управления, включая и урбанистический уровень, который редко принимается во внимание при решении проблем транспортного комплекса города, а также уровень создания и управления сбалансированной мультимодальной транспортной системой.

Новизна исследований состоит в том, что управление транспортными потоками по экологическим характеристикам рассматривается с точки зрения концепции устойчивого развития, что позволяет расширить спектр управляющих воздействий и задействовать более высокие уровни управления, чем управление движением сформировавшегося потока. То есть управлять не только количественным, но и качественным составом потока, а также факторами, влияющими на формирование грузо- и пассажиропотоков и их распределением по видам транспорта.

Результаты работы целесообразно использовать при построении системы управления устойчивым развитием городской транспортной системы, как важнейшей подсистемы управления городом, а также при создании информационных систем, включающих систему информации городского транспортного комплекса, и при управлении городской информационной средой.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Транспортные потоки как объект управления	
1.1 Транспортные потоки и транспортные сети.....	8
1.2 Анализ взаимодействия транспортных потоков с внешней средой.....	12
2 Управление транспортными потоками крупных городов по экологическим показателям	
2.1 Основные цели и стратегии управления транспортными потоками мегаполиса.....	16
2.2 Систематизация причинно-следственного описания негативного воздействия транспортных потоков на городскую среду	19
2.3 Анализ влияния управляющих воздействий на транспортные потоки.....	25
2.4 Особенности управления транспортными потоками крупных городов с точки зрения концепции устойчивого развития.....	36
2.5 Основные принципы создания систем управления транспортными потоками по экологическим показателям.....	39
2.6 Систематизация управляющих воздействий в соответствии с принципами устойчивого развития транспорта.....	43
2.7 Роль информационного воздействия в управлении транспортными потоками.....	46
3 Конкретизация целей задач и функций управления транспортными потоками на различных уровнях управления	
3.1 Структура управления устойчивым развитием транспортной системы мегаполисов.....	52
3.2 Урбанистический уровень управления.....	54
3.3 Обеспечение сбалансированного развития транспортного комплекса.....	58
3.4 Управление транспортными потоками на отраслевом и объектном уровнях.....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	73

ВВЕДЕНИЕ

Процесс урбанизации в настоящее время является одним из наиболее существенных факторов, определяющих путь развития человечества. Если в 2014 году в городах проживало 54% населения, то согласно прогнозам Организации Объединенных Наций, до 2030 годами доля городского населения увеличится до 66% по отношению к общей численности населения планеты. При этом уже сейчас на города приходится более двух третей потребления энергии и более 70% выбросов газов, ответственных за климатические изменения.[1]

Люди, проживающие в крупных городах, испытывают на себе влияние множества техногенных факторов, начиная от низкого качества воздуха и других природных сред и заканчивая акустическими, вибрационными и электромагнитными полями. Следует учитывать, что это воздействие является комплексным и представляет угрозу жизни и здоровью горожан.

Несмотря на то, что последние десятилетия предпринимаются активные действия по выводу промышленных предприятий из центральных районов, повышенные концентрации различных загрязнителей в воздушной среде все еще остаются, благодаря интенсивному движению автотранспорта. Причём при оценке воздействия автотранспорта на городскую среду и здоровье человека, следует учитывать и тот факт, что в отличие от стационарных источников, выбросы отработавших газов автотранспортом происходят на небольшой высоте, то есть в зоне дыхания человека. В связи с этим рассмотрение вопросов экологически устойчивого развития транспорта является одной из важнейших задач улучшения качества жизни населения мегаполисов.

Следует отметить, что в течение последних десятилетий наблюдается активный рост парка легковых автомобилей, что привело к усилению негативного воздействия, поскольку улично-дорожная сеть (УДС), особенно в городах с многовековой историей, не рассчитана на обеспечение свободного движения возросшего количества транспортных средств.

Учитывая тот факт, что более 90% загрязнения воздушной среды мегаполисов связано с подвижными источниками, управление транспортными потоками играет особую, решающую роль в обеспечении экологической безопасности функционирования транспорта. Поэтому процесс организации и управления транспортными потоками, заключается не только в оперативном управлении движением, но, главным образом, в управлении формированием потоков, направлением их движения, а также их

качественным и количественным составом с целью минимизации нагрузки на окружающую среду.

По данной работе были подготовлены следующие промежуточные отчёты:

за 2014 год, в котором определены базовые ориентиры экологически устойчивого развития транспортной системы мегаполиса, а также цели и задачи управления транспортными потоками, позволяющие транспортной системе двигаться в сторону этих ориентиров;

За 2015 год, в котором сформулированы основные принципы и перечислены основные этапы построения информационно-функциональной модели управления транспортными потоками по экологическим показателям.

В заключительном отчёте представлен методологический подход к разработке информационно-функциональной модели управления транспортными потоками большого города на основании концепции устойчивого развития.

1 ТРАНСПОРТНЫЕ ПОТОКИ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

1.1 Транспортные потоки и транспортные сети

Транспортные потоки как объект исследования впервые в России появились в 1912 году в работах профессора Г.Д. Дубелира. Он начал изучение пропускной способности магистралей и их пересечений.[2]

Важно отметить, что исследование поведения транспортных потоков невозможно вне связи с транспортными коммуникациями. Транспортные средства передвигаются по транспортной сети, создавая транспортные потоки, поэтому, прежде всего, необходимо определить понятия транспортной сети. Перемещение грузов и пассажиров называется соответственно, грузо- и пассажиропотоками. Транспортной сетью называется совокупность транспортных коммуникаций, по которым осуществляется перемещение грузо- и пассажиропотоков. Различают улично-дорожную и транспортную городскую сеть. «Улично-дорожная сеть (УДС) – объект транспортной инфраструктуры ... предназначенной для движения транспортных средств и пешеходов,... а также обеспечения транспортных и пешеходных связей территорий поселений и городских округов, как составной части их путей сообщения. Основными элементами улично-дорожной сети являются улицы, проспекты, переулки, проезды, набережные, площади, тротуары, пешеходные и велосипедные дорожки, а также искусственные и защитные дорожные сооружения, элементы обустройства.» [3] Городская транспортная сеть представляет собой совокупность улиц и транспортных проездов, а также подземные и надземные транспортные линии, которые могут быть не связаны с УДС (линии метрополитена, эстакадные участки для движения электротранспорта и т.д.) [4]

В качестве формального представления транспортной сети, как правило, используются графы. Рёбрами графа являются отрезки транспортной сети, по которым осуществляется перемещение грузов или пассажиров между вершинами. Вершинами графа считаются точки на сети, в соответствии с расположением которых вычисляются численные характеристики рёбер, такие как длина (т.е. расстояние между вершинами), время преодоления ребра и т.д. В качестве вершин могут выступать как центры транспортных районов, так и более мелкие узлы сети, в которых осуществляться переход с одного ребра на другое. Если на ребре задано направление движения, его называют дугой, если все рёбра являются дугами, то граф называется ориентированным или оргграфом.

Если в оргграфе существует маршрут, связывающий вершины а и b, то говорят, что вершина b достижима из вершины а. Оргграф называется сильным (или сильносвязным),

если любые две его вершины достижимы друг из друга. Орграф называется односторонним (или односторонне связным), если для любой пары его вершин, по меньшей мере, одна из них достижима из другой. [4]. Применяя понятия теории графов для транспортных сетей, под связностью сети будем понимать сильную связность, т.е. любые две вершины связного орграфа достижимы друг для друга. Для транспортной сети очень важным является также понятие рёберной связности. Числом рёберной связности графа называется число, равное наименьшему числу ребер, удаление которых приводит к несвязному графу. Именно число рёберной связности во многом определяет качество развития транспортных коммуникаций, так как показывает зависимость возможности осуществления сетью своих функций от временного (например, в связи с ремонтом или реконструкцией) или постоянного перекрытия движения по некоторому ребру.

Пропускная способность ребра определяется максимальным количеством груза или числа пассажиров, которое может пропустить за единицу времени данное ребро. [3]. Как правило, в качестве пропускной способности участка УДС при решении задач по управлению движением рассматривается количество единиц автотранспорта, что оправдано с точки зрения оперативного управления движением. Однако следует помнить, что транспортная система города существует для того, чтобы обеспечивать потребность в перемещении грузо- и пассажиропотоков, а не единиц автотранспорта. Поэтому при решении стратегических задач по управлению транспортной системой мегаполиса следует в качестве единицы измерения рассматривать именно характеристики грузо- и пассажиропотоков, а не число единиц автотранспорта.

Объем грузо- или пассажиропотока, проходящего через ребро в единицу времени, называется поток по ребру. Совокупность потоков по всем ребрам называется потоком по сети. [3] Пропускная способность всей сети не имеет в настоящее время точного определения. Однако её оценка наиболее адекватно производится на основании понятия максимального потока, который можно пропустить между источником и стоком (источником называется вершина, с которой начинается перемещение потока, стоком конечная точка перемещения, при этом количественные характеристики грузо- и пассажиропотока не изменяются от источника до стока).

Основным назначением транспортной сети в транспортной системе является обеспечение перемещение грузо- и пассажиропотоков, совершаемое транспортными средствами. Отсюда следует, что транспортный поток может быть определён как упорядоченное транспортной сетью движение транспортных средств. [3] Однако, следует заметить, в Российской Федерации термин «транспортный поток» не имеет чёткого

определения, а описывается такими характеристиками как интенсивность (λ) и плотность потока (ρ), а также скорость потока (v).

Средняя скорость движущихся на участке дороги автомобилей рассматривается как скорость транспортного потока. Количество транспортных средств, проходящих через поперечное сечение дороги в определенном направлении или направлениях в единицу времени называют интенсивностью движения. Причём, как правило, транспортный поток является смешанным (т.е. образуется движением транспортных средств, имеющих различные динамические характеристики) и рассматривается приведённая интенсивность движения, т.е. взвешенное среднее, где количество транспортных средств одного типа умножается на коэффициент приведения к усреднённому легковому автомобилю. Плотность транспортного потока вычисляется как количество транспортных средств на одном км дороги. Как правило, эта величина является расчётной и зависит от скорости и интенсивности движения. Однако она может быть измерена с применением различных современных средств передачи информации. Плотность потока характеризует степень синхронизации потока, т.е. степень взаимодействия транспортных средств в потоке.

Эти понятия используются в гидродинамической модели транспортных потоков, на основании которой построена фундаментальная диаграмма транспортного потока, отражающая функциональную зависимость интенсивности и скорости или плотности и скорости потока, при этом функция является гладкой. Однако дальнейшее изучение транспортных потоков показывает, что если строить фундаментальную диаграмму по показаниям датчиков, на ней в области средних значений плотностей образуется «облако», никакой кривой не аппроксимируемое. [2] Поэтому некоторые научные школы предлагают отказаться от фундаментальной диаграммы и рассматривать в качестве основных параметров такие как длина очереди (аналогично теории массового обслуживания), время проезда участка транспортной сети и т.п.. Ясно, что пользователя транспортной сети – пассажира и водителя транспортного средства, прежде всего, интересует время проезда по транспортной сети до места назначения.

Следует учесть и тот факт, что в основе применения гидродинамических и подобных им моделей лежит гипотеза о том, что нормальным состоянием транспортного потока является свободный поток, т.е. такой в котором взаимодействие транспортных средств минимально. Однако, темпы автомобилизации населения крупных городов и тот факт, что в период экономических кризисов в России произошло перераспределение грузопотоков с железнодорожного и водного на автомобильный транспорт, привело к тому, что транспортные сети, как правило, перегружены и свободный поток является скорее исключением из правил. Международный опыт управления транспортными

потоками говорит о том же. Ещё в 2000 году в заключительном документе «Устойчивая транспортная политика» Европейской конференции министров транспорта указано, что «проблемы, связанные с заторами, в некоторой степени отражают нереалистичные ожидания того, что свободные условия движения на дорогах должны являться нормой – даже оптимально спроектированная и хорошо развитая дорожная сеть будет неизбежно подвергаться заторам в пиковые периоды ее использования». [6]

Характер взаимодействия транспортных средств в транспортном потоке определяется загруженностью сети (количеством транспортных средств), скоростью движения и насыщенностью движения. Коэффициент загрузки движением равен отношению фактической интенсивности движения к пропускной способности дороги (авт/ч): $k_3 = \lambda_{\text{ф}}/\lambda_{\text{п}}$. Коэффициент скорости движения равен отношению фактической скорости движения к желаемой скорости в свободных условиях: $k_v = v_{\text{ф}}/v_{\text{ж}}$. Коэффициент насыщенности движения равен отношению фактической плотности потока к максимальной плотности на данной дороге: $k_{\text{н}} = \rho_{\text{ф}}/\rho_{\text{max}}$. Все коэффициенты являются безразмерными и изменяются от 0 до 1.

В соответствии с характером взаимодействия определяются четыре состояния транспортного потока, которые называют уровнями удобства движения (соответствует уровню обслуживания в теории массового обслуживания). Уровень удобства отражает состояние потока, условия труда водителей, комфортабельность поездки, экономичность перевозок и уровень аварийности, т.е. является одним из существенных факторов, определяющих качество предоставления транспортных услуг. Значения коэффициентов k_3 , k_v и $k_{\text{н}}$ для различных уровней удобства приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Характеристики уровней удобства

Уровень	k_3	k_v	$k_{\text{н}}$	Напряженность водителя	Удобство движения	Эффективность работы дороги
А	0 - 0,2	0,9 - 1	0 - 0,1	Низкая	Удобно	Низкая
Б	0,2-0,45	0,7- 0,9	0,1-0,3	Нормальная	Мало-удобно	Средняя
В	0,45-0,7	0,55- 0,7	0,3-0,7	Высокая	Неудобно	Наибольшая
Г	0,7 - 1	0,55- 0,4	0,7-1	Низкая	Неудовл.	Низкая

Уровень удобства А соответствует свободному потоку, в котором автомобили не взаимодействуют между собой, водитель может выдерживать желаемую скорость движения. Уровень удобства Б соответствует частично связанному потоку. В потоке

увеличивается число автомобилей, которые совершают обгоны или вынужденно движутся за медленно движущимися автомобилями. Образуются пачки автомобилей, скорость движения снижается на 10...30%, совершается много маневров и обгонов, возрастает эмоциональная напряженность водителей. Уровень удобства В соответствует связанному потоку. На 30 ...45% снижается скорость движения потока, водители испытывают неудобства из-за невозможности обгона медленно движущихся автомобилей, и из-за непрерывного контроля дистанции. Уровень удобства Г соответствует плотному или насыщенному потоку. Движение автомобилей происходит с остановками, состояние потока близко к затору, скорость потока снижается. [7] Считается, что при этом снижается эмоциональная напряженность водителя, однако это происходит только если водитель готов к ожиданию.

Кроме приведённых выше количественных характеристик для управления потоками по экологическим показателям важными являются такие характеристики как направление движения, а также состав потока. Направление потока необходимо рассматривать, поскольку основными передвижениями пассажиров в будние дни являются маятниковые поездки на место работы и обратно, осуществляемые в разное время суток в противоположном направлении. Состав потока, во многом определяет интенсивность негативного воздействия на городскую среду. Составом транспортного потока будем называть соотношение разных типов транспортных средств, отличающихся различным функциональным назначением, а также другими качественными и количественными характеристиками.

1.2 Анализ взаимодействия транспортных потоков с внешней средой

Транспорт исторически оказывал и оказывает до настоящего времени огромное влияние на все сферы жизни городов, обеспечивая оборот ресурсов, необходимых для функционирования экономики и социальной сферы, а также удовлетворяя потребности в передвижении городских жителей. Однако транспорт является также источником многих проблем, связанных с воздействием на городскую среду и здоровье населения. Особенно это характерно для крупных городов. Рассмотрим функции, выполняемые транспортными потоками в городах, ресурсы, потребляемые транспортными потоками, а также факторы негативного воздействия транспортных потоков на городскую среду и здоровье населения крупных городов.

Транспортные потоки образуются транспортными средствами, перемещающими пассажиров и грузы, т.е. удовлетворяют потребности экономической и социальной сферы

жизни города. Функционирование экономики невозможно без перемещения грузов для обеспечения деятельности предприятий, работающих на территории города и вне её необходимыми ресурсами, а также обеспечения вывоза готовой продукции. Транспортные потоки также обеспечивают предприятия трудовыми ресурсами, так как сотрудники, как правило, перемещаются от места жительства до рабочего места, используя различные транспортные средства. Выполнение транспортно-логистических операций также создаёт доход от транспортной деятельности. Рассматривая функции транспортных потоков с точки зрения социальной сферы, очевидно, что транспортные потоки реализуют потребности населения в перемещениях грузо- и пассажиропотоков, обеспечивая доступность различных городских объектов, а также доступность товаров и услуг. Кроме того, перемещение и обслуживание транспортных средств осуществляется с помощью соответствующих специалистов, т.е. требует определённого количества персонала, а значит, создаёт рабочие места.

При этом транспортная сеть, по которой перемещаются потоки, занимает значительную часть пространства города, т.е. потребляет пространственные ресурсы. Перемещающиеся транспортные средства, в свою очередь, потребляют моторное топливо и сжигают кислород, а для их обслуживания требуются как природные ресурсы (в первую очередь вода) так и энергия (электрическая, тепловая).

Обслуживание транспортных средств и транспортных коммуникаций осуществляется персоналом транспортных предприятий, использующим материальные ресурсы, следовательно, транспортные потоки требуют как трудовых ресурсов, так и входящих финансовых потоков. Перемещение из одной точки города в другую требует времени, что позволяет говорить и о том, что транспортные потоки «потребляют» время.

Транспортные потоки являются источником различных факторов негативного воздействия на городскую среду – химические (загрязнения различных природных сред), физические (шумовые и вибрационные воздействия, ЭМП, тепловое воздействие) факторы воздействия, а также являются источниками дорожно-транспортных происшествий (ДТП), которые нередко приводят к временной или постоянной потере трудоспособности участников, а иногда и к их гибели. Всё это негативным образом сказывается на здоровье городского населения (что в свою очередь не способствует обеспечению экономики города качественными трудовыми ресурсами). Кроме того, рассматривая города, являющиеся точкой притяжения значительного потока туристов, следует отметить, что все эти факторы негативного воздействия негативным образом влияют на имидж города, как центра туризма. Таким образом, с одной стороны город недополучает доход от туристической деятельности, а с другой вынужден тратить

дополнительные ресурсы на поддержание приемлемого состояния памятников истории и архитектуры, также испытывающих негативное воздействие транспортных потоков.

Схема взаимодействия транспортных потоков с окружением приведена на рис.1.1

Подводя итог, отметим, что транспортные потоки оказывают существенное влияние на состояние городской среды, а, следовательно, и на качество жизни в мегаполисе. Поэтому, рассматривая управление транспортными потоками с экологических позиций, основной целью управления следует считать снижение негативного воздействия на окружающую природную среду и здоровье человека. Эта цель может быть достигнута при условии снижения интенсивности проявления негативного воздействия различных факторов, связанных с функционированием транспортного комплекса города, в том числе и снижения потребления природных ресурсов, необходимых для его функционирования. Управление транспортными потоками, снижающее негативное воздействие на городскую среду является не только экологическим, но и экономическим и социальным фактором обеспечения высокого качества жизни мегаполисов.

Взаимодействие транспортных потоков с окружением

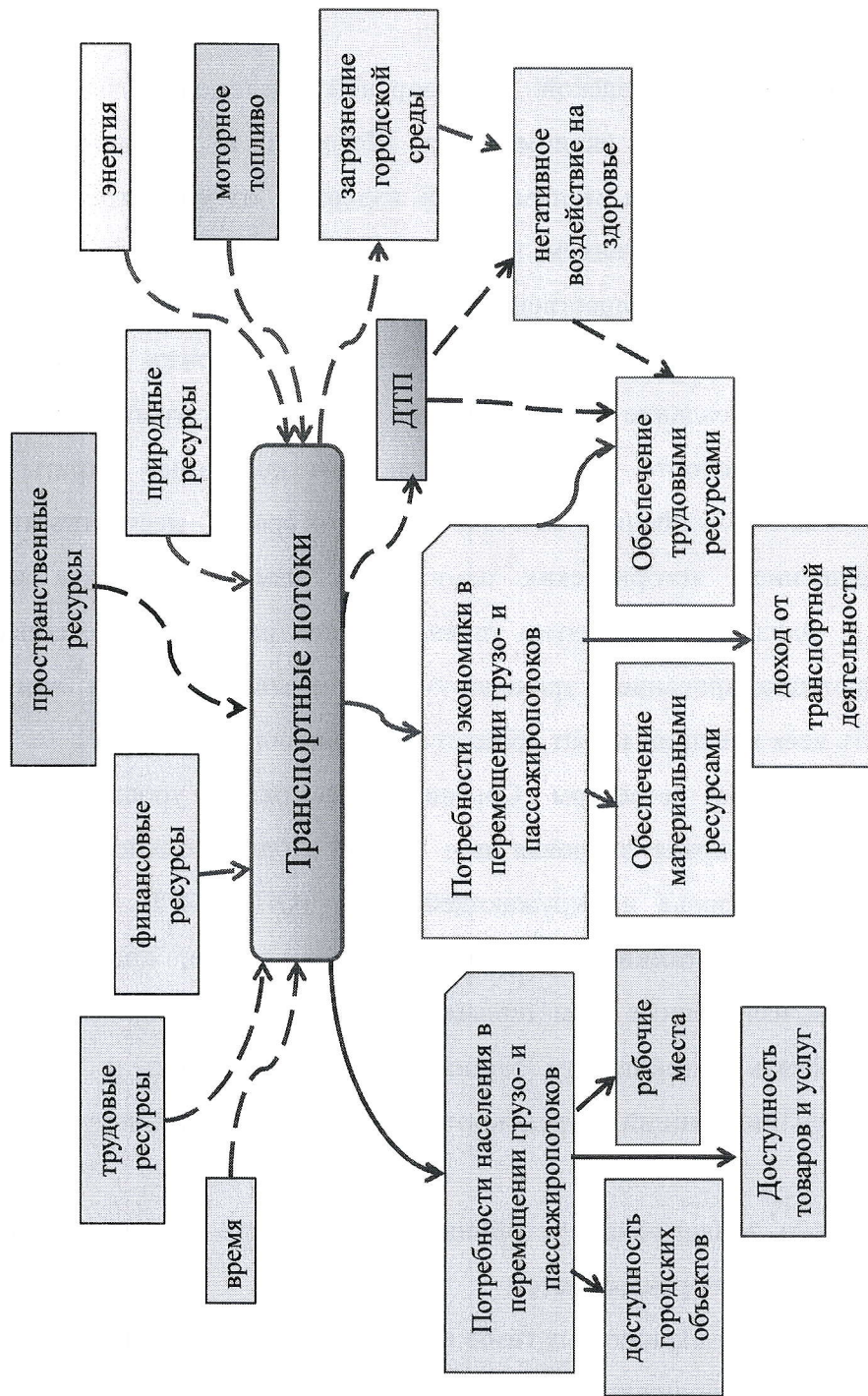


Рисунок 1

2 УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ КРУПНЫХ ГОРОДОВ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

2.1 Основные цели и стратегии управления транспортными потоками мегаполиса

Целью управления городской транспортной системой является обеспечение удовлетворения потребностей экономики и общества в передвижении грузо- и пассажиропотоков при условии минимизации издержек от её деятельности (включая издержки, связанные с загрязнением окружающей среды). К внутренним издержкам относятся затраты пассажира общественного транспорта по оплате проезда, а также как издержки владельцев транспортных средств. Внешние издержки представляют собой прямые затраты на создание и содержание инфраструктуры, необходимой для функционирования транспорта. Они также включают косвенные затраты со стороны общества, связанные с ухудшением качества городской среды, несчастными случаями, а так же разрушением исторических памятников, изменением вида исторических поселений и т.д. Однако при принятии управленческих решений, косвенные издержки, связанные с функционированием транспорта не учитываются, хотя они составляют решающую часть всех внешних затрат общества на транспорт.

В 2014 году на четвёртом Совещании высокого уровня по транспорту, окружающей среде и охране здоровья под эгидой Общеввропейской программы по транспорту, охране здоровья и окружающей среде (ОПТОСОЗ) принята Парижская декларация «Город в движении: в первую очередь люди», «развивающая четыре приоритетных цели, изложенные в Амстердамской декларации от 2009 года:

- содействовать устойчивому экономическому развитию и созданию новых рабочих мест путем инвестиций в транспорт, благоприятный для окружающей среды и здоровья
 - обеспечивать экологически устойчивую мобильность и содействовать развитию более эффективных транспортных систем
 - снижать выбросы парниковых газов и атмосферных загрязнителей транспортного происхождения, а также уровни транспортного шума
 - содействовать внедрению стратегий и реализации мер, направленных на обеспечение здорового и безопасного транспорта;»
- и утверждающая «новую пятую приоритетную цель:

- интегрировать цели в областях транспорта, охраны здоровья и окружающей среды в политику городского развития и территориально-пространственного планирования».[8]

Эти приоритетные цели сформулированы на основе концепции устойчивого развития (обеспечения сбалансированности экономической, социальной и экологической среды) и опыта управления устойчивым развитием городского транспорта за предыдущие годы.

Именно переход к управлению на основе концепции устойчивого развития позволяет учитывать не только экономический, но также экологический и социальный аспекты. С этой точки зрения, основными целями управления экологически устойчивым развитием транспорта, которые можно назвать базовыми ориентирами являются [9] :

- сохранение качества городской среды;
- сохранение ресурсного потенциала;
- обеспечение справедливого распределения положительных и отрицательных эффектов деятельности транспорта

Рассматривая управление городскими транспортными потоками как неотъемлемую часть управления устойчивым развитием городской транспортной системы, сформулируем основные цели, способствующие достижению данных базовых ориентиров.

➤ *Снижение техногенной нагрузки* является основным способом сохранения качества городской среды, которое в свою очередь ведет к снижению воздействия на урбозкосистемы и объекты культурного наследия, но, что не менее важно к снижению уровня экологически обусловленных эффектов для здоровья людей. Очевидно, что это не только напрямую сказывается на качестве жизни населения города, но и предполагает снижение внешних издержек от транспорта, а, значит, обеспечивает экологический, экономический и социальный эффекты одновременно.

➤ *Обеспечение эффективности потребления энергоресурсов* способствует экономии природных ресурсов и, соответственно, снижению нагрузки не только на городскую среду, но и на окружающую природную среду в более широком смысле. Энергетическая эффективность, определяет как экологическую безопасность, так и жизнеспособность системы, так как функционирование транспорта напрямую зависит от наличия достаточного количества энергетических ресурсов как напрямую в виде электроэнергии, так и в виде моторного топлива. Таким образом, обеспечение реализации этой цели влияет как на экологический, так и на экономический аспекты устойчивого развития.

➤ Создание равных возможностей доступа к различным городским объектам не только является важным фактором повышения качества жизни в городе, но при этом еще и создает условия для устойчивого функционирования экономики, обеспечивая, таким образом, экономический и социальный эффекты

➤ Обеспечение безопасности передвижения по городу снижает внешние издержки от транспорта, что способствует экономической эффективности функционирования транспортной системы, и кроме того, повышает качество жизни.

Очевидно, что две последние цели управления реализуют социальный и экономический аспекты устойчивого развития.

Базовые ориентиры, а также цели управления транспортными потоками с точки зрения заявленных ориентиров приведены на рис.2.1. Верхняя область соответствует экологическим аспектам устойчивого развития, правая - эколого - экономическим аспектам, а левая – эколого - социальным.

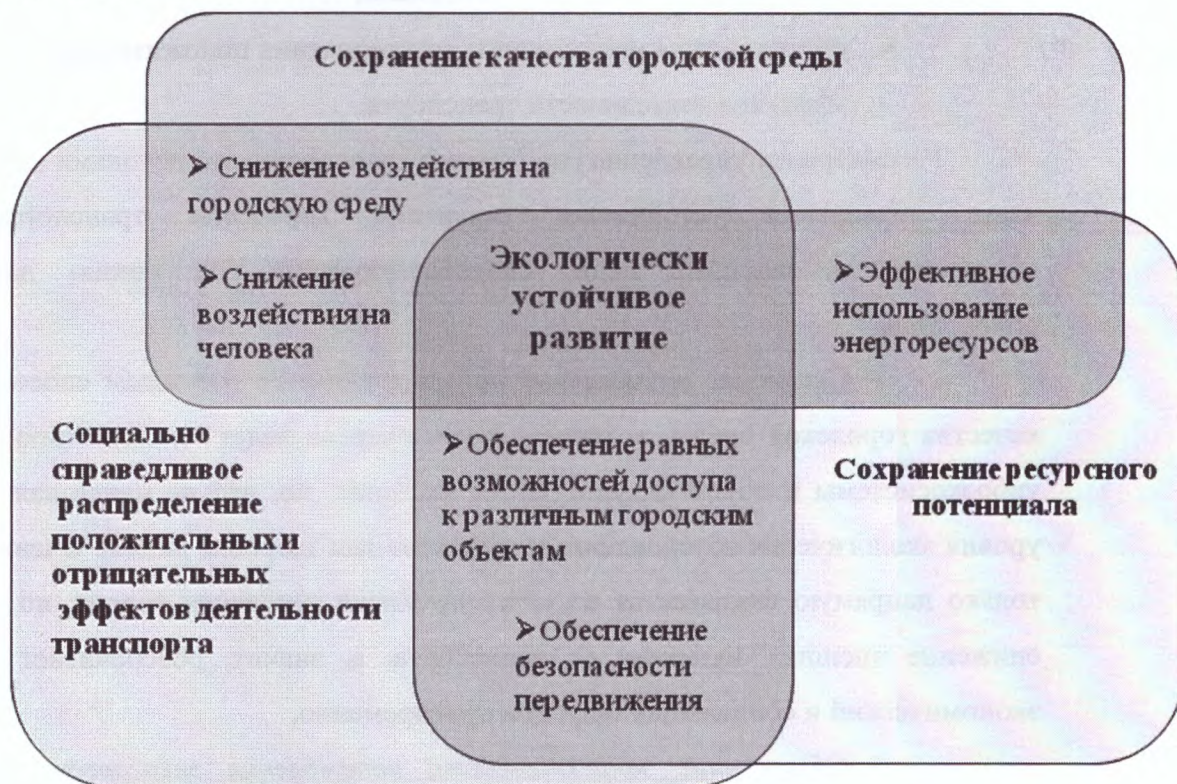


Рисунок 2.1

Снижение воздействия на человека можно рассматривать не только как снижение воздействия на здоровье человека негативных факторов, связанных с функционированием транспорта, но и как обеспечение безопасности передвижения, т.е. в более широком смысле. Таким образом, устанавливая в качестве цели управления снижение техногенной нагрузки, будем иметь в виду как снижение нагрузки на городскую среду, так и снижение нагрузки на человека в широком понимании. Следует особо подчеркнуть, что снижение

воздействия на городскую среду обеспечивает выгоды, как для экологической, так и для социальной сфер, но при этом опосредованно влияет и на экономическую сферу.

1. В основе разработки решений, позволяющих перейти к устойчивому развитию транспортной системы, лежит последовательная реализация трех основных принципов – AVOID (избегать необязательных перемещений, который может быть расширен как избегать необязательных загрязнений), SHIFT (переключать перевозки на «более устойчивые» виды транспорта) и, наконец, IMPROVE (совершенствовать транспортные технологии, транспортные средства и т.д.) (A-S-I) <http://www.unescap.org>

. Это означает, что в первую очередь должны разрабатываться и реализовываться меры, направленные на сокращение транспортных потребностей. Транспортные потребности, которые не могут быть сокращены на данном этапе развития социально-экономической системы, должны удовлетворяться за счет использования видов транспорта, наиболее эффективно использующих природные, пространственные и энергетические ресурсы и создающих наименьшую техногенную нагрузку на среду, а также за счет их оптимального сочетания. И, наконец, необходимо разработать комплекс мер, реализация которых должна быть направлена на совершенствование транспортных технологий, технологий управления транспортными процессами и операциями и собственно на совершенствование транспортных средств. [10]

Данная последовательность реализации управляющих воздействий ещё раз подтверждает тот факт, что управление транспортными потоками предполагает не только непосредственное управление движением, но и регулирование транспортных потребностей, а также подразумевает и управление состоянием и развитием транспортных коммуникаций.

Разработка схемы управления транспортными потоками, т.е. материальными потоками в городской транспортной системе по экологическим показателям требует изучения причинно-следственных связей интенсивности проявления негативного воздействия на окружающую природную среду и различных параметров потока, а также влияния различных факторов на качественный и количественный состав потока.

2.2 Систематизация причинно-следственного описания негативного воздействия транспортных потоков на городскую среду

В 2000 году на совещании министров транспорта ЕЭК ООН, по итогам которого была сформулирована «Устойчивая транспортная политика» «свободное» движение автотранспорта в городах отнесено к «нереалистичским ожиданиям». Поскольку рост

автомобилизации населения приводит к тому, что соответствующее данному уровню автомобилизации развитие УДС сталкивается с естественными пространственными ограничениями. Основные непосредственные причины и следствия «плотного движения» приведены на рисунке 2.2.

От заторов на УДС особенно страдает воздушная среда города, однако антропогенное воздействие испытывают также городские почвы, поверхностные и подземные воды, зелёные насаждения, а также памятники истории и архитектуры. Шумовое и вибрационное воздействие транспортных потоков на городскую среду также обуславливается интенсивностью, скоростью и составом транспортного потока. Существенным фактором негативного воздействия на городскую среду ввиду плотности застройки в центральных частях городов является «тепловой эффект». В районах плотной застройки совместное действие таких факторов как большое количество удерживающих высокую температуру поверхностей, например асфальт, увеличение отражающих поверхностей (стены зданий), и нагревание воздуха за счет сгорания топлива, приводит к увеличению температуры воздуха на несколько градусов Цельсия [11]. Вследствие этого над центрами городов возникают воздушные потоки, способные даже засасывать загрязненный воздух из промышленных районов, расположенных на окраине. Проектирование новых районов с учётом розы ветров может способствовать лучшему рассеянию отработавших газов в атмосфере и, тем самым, снижать концентрацию экотоксикантов в зоне дыхания человека.

На нынешнем этапе развития отличительной чертой мобильности населения в крупных городах России являются большие объёмы маятниковых передвижений, совершаемые в так называемые «часы пик», поскольку центральные части городов являются основными центрами притяжения поездок, совершаемых к месту работы и обратно. Одним из важнейших факторов, снижающих интенсивность проявления негативных воздействий транспорта на окружающую среду является уменьшение пробега автотранспортных средств. Чем меньше пробег, тем, соответственно, ниже объём потребления моторного топлива и объём выбросов экотоксикантов, причём это относится не только непосредственно к процессу движения. Во-первых, снижаются выбросы и сбросы, связанные с обслуживанием автомобилей на АЗС (автозаправочных станциях). Во-вторых, что не менее важно, снижаются темпы износа различных элементов автотранспортных средств, что также уменьшит объём выбросов непосредственно в процессе движения (вещества, поступающие в окружающую среду от стирания покрышек и т.д.), а также выбросов и сбросов СТО (станций технического обслуживания).

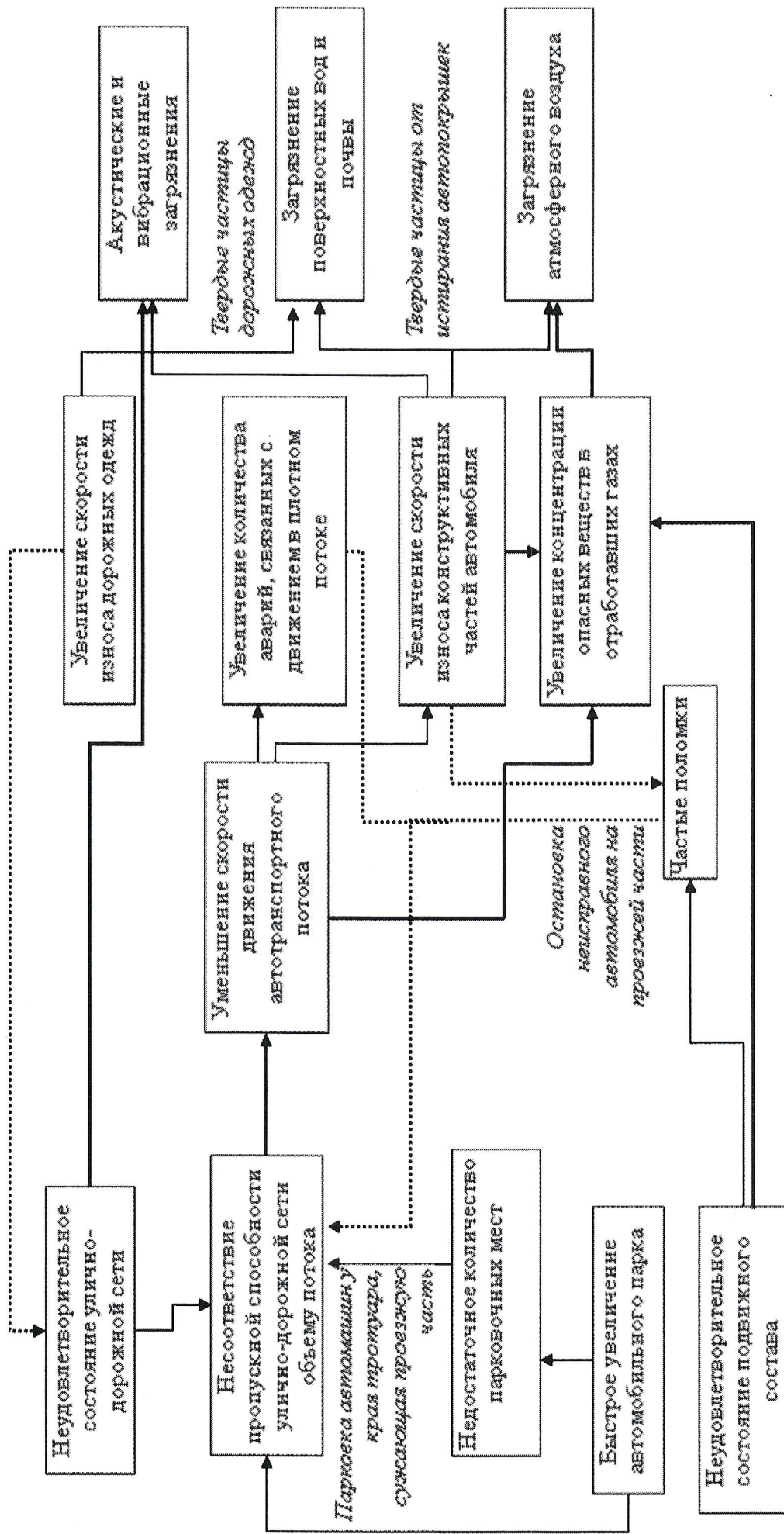


Рисунок 2.2

Кроме того, снижение пробега будет способствовать и разгрузке сети, так как одновременно на ней будет находиться меньше автомашин.

«Плотное движение», в котором постоянно меняется скоростной профиль, приводит к увеличению потребления топлива, и как следствие, увеличению концентрации вредных веществ в выбросах отработавших газов. Известно, что неравномерность скоростного профиля движения зависит не только от загруженности элементов УДС, но и организации движения и параметров работы оборудования УДС. При этом следует учесть и тот факт, что квалификация водителей автотранспортных средств и их стиль вождения не только непосредственно влияют на расход моторного топлива, но так же и на скорость движения всего потока, поскольку помогает быстрее разрешать «транспортные конфликты» (один и тот же участок УДС в условиях «плотного движения» может пропускать разное количество автомобилей в зависимости от поведения водителей).

Концентрация экотоксикантов в отработавших газах автотранспорта зависит и от вида топлива, присадок и масел и технического состояния автотранспортного средства, условий движения автомобиля и некоторых других факторов. От качества топлива зависит не только объём потребляемого топлива, поскольку оно используется более эффективно, но и концентрация экотоксикантов в отработавших газах. Качество топлива в свою очередь, во многом определяется экологическим классом ДВС автомобиля.

Следует заметить, что экологический класс, мощность двигателя, стиль вождения, а также состояние транспортных средств, передвигающихся в потоке, во многом определяется уровнем благосостояния владельцев, общий уровень культуры населения, в том числе и уровень экологической культуры также оказывают существенное влияние на качественный состав транспортных потоков.

На схеме, приведённой на рис.2.3 изображены причинно-следственные связи параметров транспортных потоков и факторов их негативного воздействия на окружающую среду. Усиливающее воздействие, то есть такое, что при увеличении соответствующего параметра возрастает интенсивность воздействия изображено стрелкой вида $\text{---} \text{---} \text{---} \rightarrow$, а стабилизирующее (или ограничивающее), при котором увеличение параметра ведёт к снижению интенсивности воздействия – стрелкой вида $\text{.....} \rightarrow$.

«Плотное движение», в котором постоянно меняется скоростной профиль, приводит к увеличению потребления топлива, и как следствие, увеличению концентрации вредных веществ в выбросах отработавших газов. Известно, что неравномерность скоростного профиля движения зависит не только от загруженности элементов УДС, но и

организации движения и параметров работы оборудования УДС. При этом следует учесть и тот факт, что квалификация водителей автотранспортных средств и их стиль вождения не только непосредственно влияют на расход моторного топлива, но так же и на скорость движения всего потока, поскольку помогает быстрее разрешать «транспортные конфликты» (один и тот же участок УДС в условиях «плотного движения» может пропускать разное количество автомобилей в зависимости от поведения водителей).

Концентрация экотоксикантов в отработавших газах автотранспорта зависит и от вида топлива, присадок и масел и технического состояния автотранспортного средства, условий движения автомобиля и некоторых других факторов. От качества топлива зависит не только объём потребляемого топлива, поскольку оно используется более эффективно, но и концентрация экотоксикантов в отработавших газах. Качество топлива в свою очередь, во многом определяется экологическим классом ДВС автомобиля.

Следует заметить, что экологический класс, мощность двигателя, стиль вождения, а также состояние транспортных средств, передвигающихся в потоке, во многом определяется уровнем благосостояния владельцев, общий уровень культуры населения, в том числе и уровень экологической культуры также оказывают существенное влияние на качественный состав транспортных потоков.

На схеме, приведённой на рис.2.3 изображены причинно-следственные связи параметров транспортных потоков и факторов их негативного воздействия на окружающую среду. Усиливающее воздействие, то есть такое, что при увеличении соответствующего параметра возрастает интенсивность воздействия изображено стрелкой вида $\text{---} \text{---} \text{---} \rightarrow$, а стабилизирующее (или ограничивающее), при котором увеличение параметра ведёт к снижению интенсивности воздействия – стрелкой вида $\text{*****} \rightarrow$.

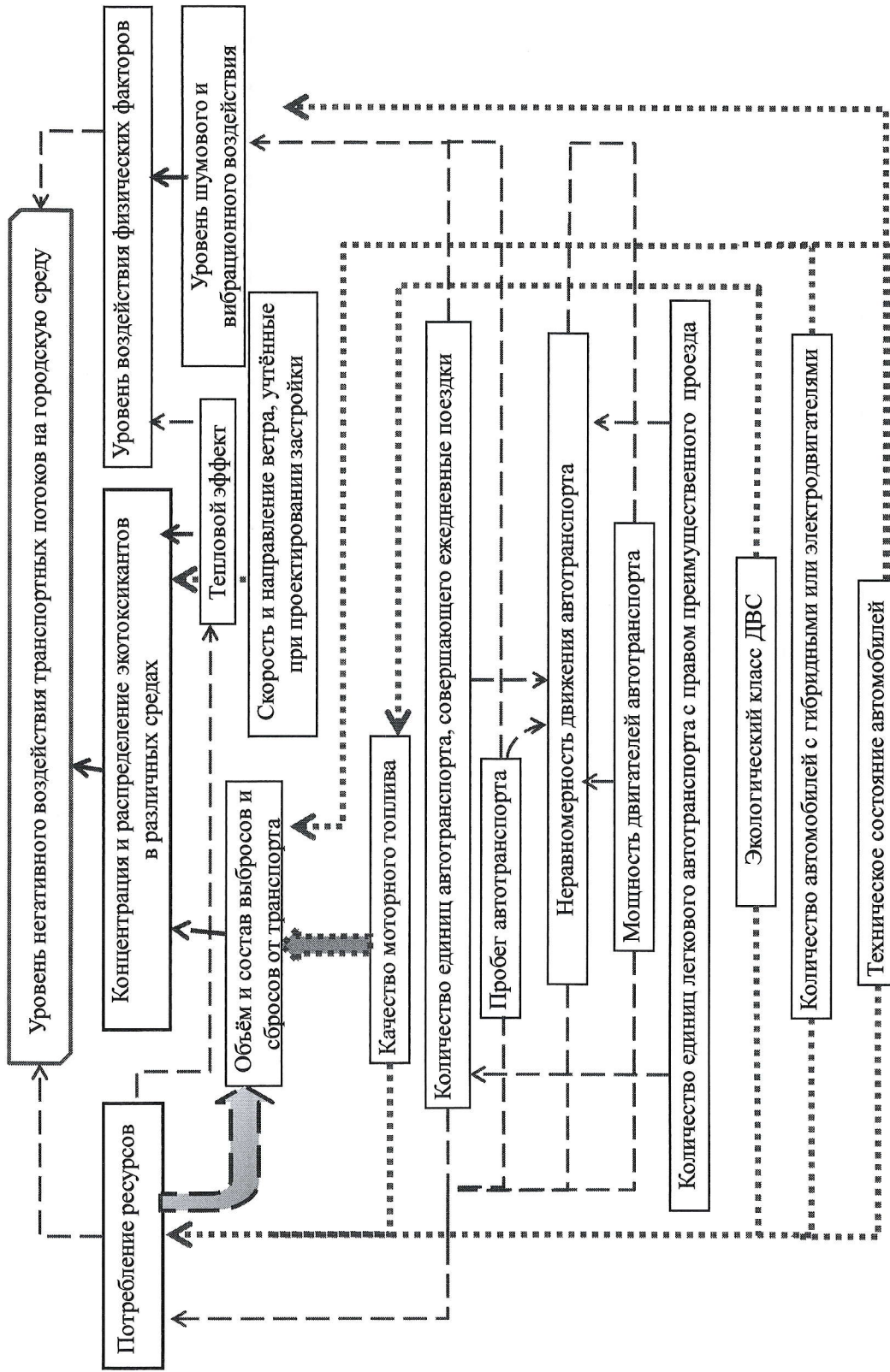


Рисунок 2.3

2.3 Анализ влияния управляющих воздействий на транспортные потоки

Дальнейший анализ будет связан с определением возможных воздействий, изменяющих параметры потока. Причём будем рассматривать различные меры по управлению транспортными потоками, придерживаясь, насколько это возможно, концепции A-S-I.

В упомянутом выше докладе «Устойчивая транспортная политика» указано, что в долгосрочной перспективе интеграция планирования транспортной деятельности и землепользования будет являться решающим фактором снижения внешних издержек от транспорта. Там же отмечено, что «неудачные попытки установить связь между планированием землепользования и транспортной политикой являлись во многих случаях причиной неэффективного управления транспортными потребностями общества (или полным отсутствием такого управления)». [6] Таким образом, одним из важнейших аспектов развития городских территорий должно являться обеспечение транспортной доступности основных полюсов притяжения. Важно также чтобы эта доступность обеспечивалась видами транспорта, минимизирующими нагрузку на окружающую среду. При этом как с экологической, так и с экономической точки зрения решающим фактором является, отсутствие у населения необходимости в большом количестве длительных поездок для получения основных сервисов, таких как здравоохранение, образование, государственные услуги и т.д.

Комплексное планирование территорий может несколько снизить пассажиропоток в центральную, историческую часть городов, где традиционно расположены большинство полюсов притяжения. В новых районах необходимо создавать новые рабочие места. Кроме того, учитывая развитие информационных технологий, появляется возможность создания удалённых рабочих мест (т.е. неважно, где находится работник, если он подключён к корпоративной компьютерной сети и может выполнять свою работу через подключение к ней).

Однако, следует отметить тот факт, что основная часть городского населения России не имеет возможности изменять место проживания в зависимости от расположения места работы. Огромное количество рабочих мест, связанных с определённым уровнем профессиональной компетенции, например, многочисленные учреждения, относящиеся к сфере науки, культуры и высшего образования, находятся в центральной части крупных городов. Поэтому для снижения пробега личных автомобилей, прежде всего, необходимо обеспечить альтернативные способы

совершения маятниковых передвижений - удобную, комфортабельную, предсказуемо функционирующую мультимодальную систему общественного транспорта.

Основной целью функционирования транспортной системы является, как уже было сказано, удовлетворение потребностей экономики и общества в перемещении грузо- и пассажиропотоков, при условии минимизации издержек от транспортной деятельности. Т.е. целью управления транспортными потоками в широком смысле является достижение системного оптимума (SO), т.е. такой точки, где совокупные затраты (включая внешние издержки) минимальны (второй принцип Уордроп). Однако стратегия выбора транспортного поведения индивидуума определяется множеством различных факторов, наиболее важным из которых является фактор наименьших затрат. В результате выбора реализующего всё множество индивидуальных предпочтений возникает точка равновесия, когда ни один из участников не может изменить свой выбор, не ухудшив общего, в том числе и своего выбора. Такая точка называется точкой равновесия индивидуальных предпочтений (IE) (первый принцип распределения транспортных потоков по Уордропу)

При этом необходимо учитывать тот факт, что при оценке затрат, как правило, не учитываются «скрытые затраты», связанные, например, с ухудшением здоровья под воздействием факторов, связанных с различными видами негативных воздействий от транспорта. Кроме того, точная оценка скрытых затрат всего общества и отдельного индивидуума невозможна, что порождает наличие нескольких различных критериев при выборе вариантов транспортного поведения, оценке транспортной деятельности и т.д. Однако понятно, что главной задачей управления транспортным поведением является сближение социального оптимума и точки равновесия индивидуальных предпочтений.

Графическая интерпретация сближения точек социального оптимума с точкой равновесия индивидуальных предпочтений под влиянием управляющих воздействий приведена в книге В.Вучика «Транспорт в городах удобных для жизни».[12] Для простоты интерпретации поведения кривых качества затрат рассматриваются затраты времени на поездку в расчёте на пассажиро-километр (однако могут рассматриваться и обобщённые затраты). На рис.2.4 можно видеть как, согласно первому принципу Уордроп, возникает точка равновесия индивидуальных предпочтений при условии выбора между общественным транспортом и личным автомобилем. «Затраты времени на поездку на автомобиле (кривая А) возрастают с интенсивностью движения, поскольку заторы приводят к потерям времени. Расходы одного пассажира на поездку в общественном транспорте (кривая Т) уменьшаются с ростом интенсивности движения, поскольку маршруты общественного транспорта предлагают более высокую частоту обслуживания; таким образом, время ожидания пассажира уменьшается, а эксплуатационные расходы

распределяются на большее количество пассажиров. Таким образом, маршруты общественного транспорта с высокой частотой движения предоставляют услуги более высокого качества и относительно экономичнее в эксплуатации, чем малодейательные маршруты.»

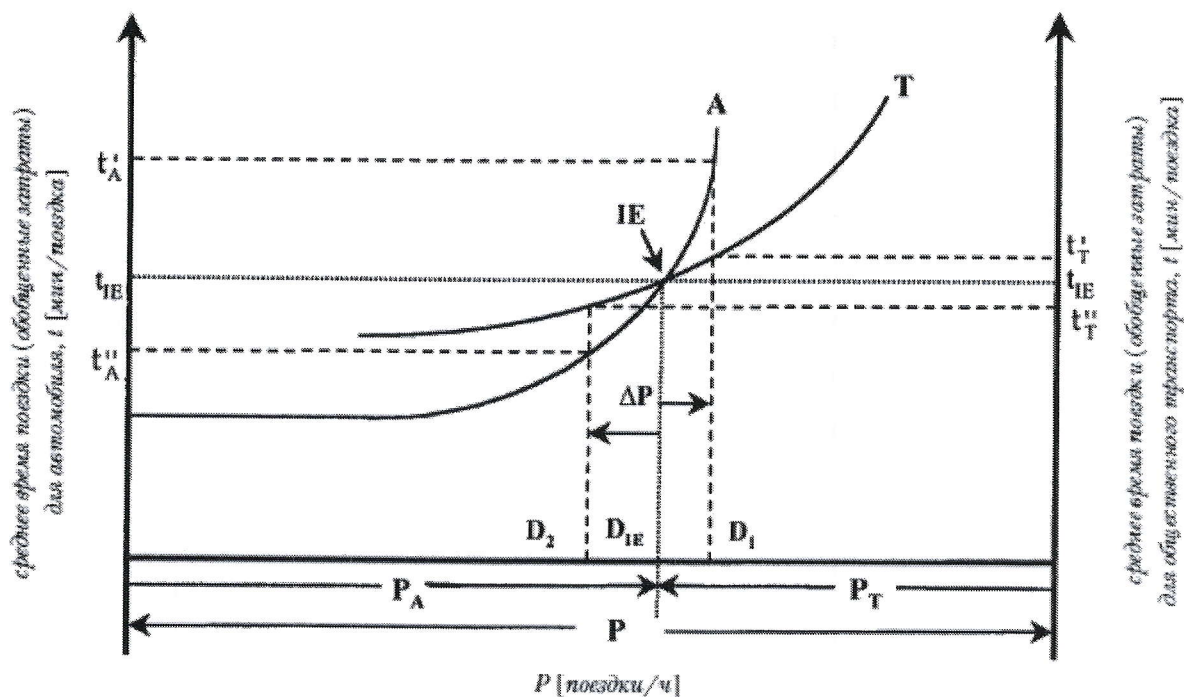


Рисунок 2.4 Распределение пассажиропотока между автомобилями и общественным транспортом

Предположим, что количество людей, совершающих поездку в одном направлении в определенный час равно P и эти люди могут выбрать автомобиль или общественный транспорт. Кривые A и T представляют соответствующие пассажиропотоки. «Точка, обозначенная на рисунке IE, представляет условие равновесия индивидуальных предпочтений. Равновесие достигается тогда, когда каждый пассажир из двух предложенных вариантов поездки выбирает тот, который обеспечивает минимум обобщенных затрат. В данной ситуации количество людей, обозначенных P_A , едет на автомобиле, в то время как число пассажиров, обозначенных P_T , воспользуются общественным транспортом. Совокупные транспортные затраты на всех пассажиров представлены областью под горизонтальной линией t_{IE} , проходящей через точку равновесия индивидуальных предпочтений IE.

Если часть пользователей общественного транспорта предпочтет автомобиль, распределение пассажиров по видам транспорта смещается из точки D_{IE} вправо к точке D_1 . При этом обобщенные затраты на пользование любым видом транспорта возрастут:

затраты на автомобильную поездку переместятся из точки t_{IE} в точку t_A , затраты на поездку общественным транспортом – из точки t_{IE} в точку t_T . Поскольку в этой ситуации обобщенные затраты на поездку общественным транспортом становятся ниже, чем на автомобильную поездку, некоторые пассажиры переседают обратно с автомобиля на общественный транспорт; этот итерационный процесс будет продолжаться, пока распределение не вернется в точку равновесия индивидуальных предпочтений IE .»

Аналогичная ситуация возникнет, «если некоторые автомобилисты переседут на общественный транспорт, другими словами, распределение пассажиров по видам транспорта сместится левее в точку D_2 . Разница в затратах времени заставит некоторых пассажиров снова предпочесть автомобиль; итерационный процесс вновь завершится возвращением в точку равновесия индивидуальных предпочтений IE .»

Рассмотрим теперь ту же ситуацию выбора при условии, что предпринимаются меры по дестимулированию пользования автомобилем и одновременно по стимулированию использования общественного транспорта (рис. 2.5).

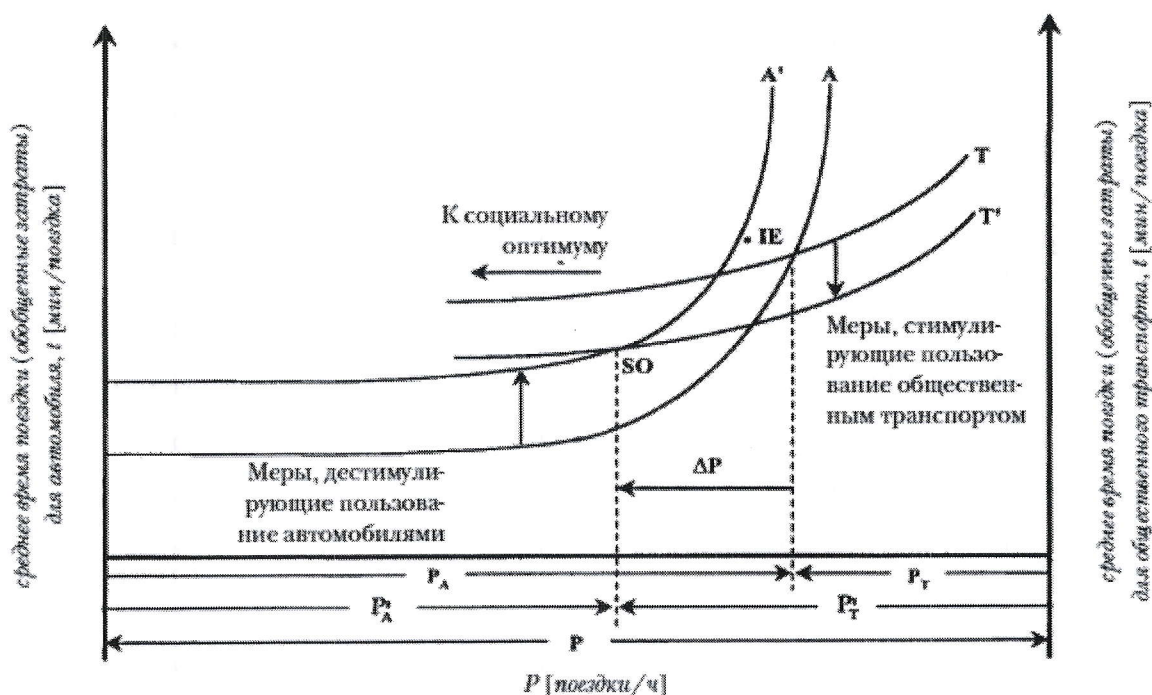


Рисунок 2.5 Меры транспортной политики, направленные на смещение точки равновесия индивидуальных предпочтений к социальному оптимуму

Предположим, что некоторые автомобилисты переседут на общественный транспорт (распределение поездок переместится к D_2), тогда затраты на оба вида транспорта снизятся (до t_A и t_T соответственно). То есть, «обе группы останутся в выигрыше. Таким образом, очевидно, что системный оптимум распределения поездок

(SO) расположен левее точки IE, т. е. он достигается, когда определенное количество автомобилистов пересаживается на общественный транспорт.» Основная проблема, таким образом, заключается в том, как обеспечить сдвиг в сторону SO и обеспечить устойчивость этого сдвига.[12] Наиболее успешные стратегии связаны с одновременным и скоординированным осуществлением комплексных мер по дестимулированию пользования автомобилем для ежедневных маятниковых поездок и развитию общественного транспорта, а также другим мерам по стимулированию его использования.

Особое внимание следует обратить на способы регулирования количества единиц легкового автотранспорта, используемого для передвижения по городу, поскольку именно личный автотранспорт наименее эффективно использует ограниченные пространственные ресурсы УДС, учитывая также сужение и без того ограниченной ширины проезда из-за припаркованных машин. Важным аспектом является также снижение количества личного автотранспорта с правом преимущественного проезда, поскольку это право напрямую нарушает принцип справедливого распределения положительных и отрицательных последствий транспортной деятельности, являющийся одним из условий устойчивости функционирования транспортной системы. Кроме того, следует обратить внимание на регулирование движения большегрузного транспорта, вплоть до запрета его использования во внутригородских перевозках. Транзитный грузовой автотранспорт также не должен попадать на внутригородскую УДС.

Дестимулирование ежедневных маятниковых поездок, совершаемых на легковом автотранспорте, может производиться как экономическими мерами (платная парковка в историческом центре, платность проезда по некоторым участкам УДС, страховка в зависимости от пробега, акцизы на топливо и т.д.), так и запретительными мерами, связанными с пространственными ограничениями (запрет движения на части УДС, ограничение числа парковочных мест и т.п.).

Ограничивая различными способами количество поездок на личном автотранспорте, для реализации потребности населения в передвижениях необходимо предложить альтернативу в виде общественного транспорта. Многочисленные исследования, проводившиеся в крупнейших городах мира, показывают, что общественный транспорт является более устойчивым средством обслуживания городских пассажиропотоков, чем личный автотранспорт, в особенности это относится к маятниковым ежедневным передвижениям. С точки зрения экологического аспекта устойчивости, по таким показателям как удельное потребление топлива и удельный выброс (на пассажиро-км) общественный транспорт является гораздо более предпочтительным. [13]. Для перевозки одного и того же количества пассажиров

общественный транспорт также потребляет существенно меньше пространственных ресурсов, чем индивидуальный автотранспорт, поскольку последний требует не только большего пространства для организации собственно передвижения, но и значительного количества парковочных мест, что неприемлемо с точки зрения использования общественного пространства. Следует обратить внимание и на то, что качественный состав автопарка автобусов можно контролировать, в отличие от индивидуального автотранспорта. При проведении конкурсов на обслуживание социальных маршрутов необходимо принимать во внимание, в том числе и качественный состав автопарка, учитывая его техническое состояние.

При выборе модели транспортного поведения важнейшим фактором является информированность населения обо всех аспектах его функционирования. У жителей города должна быть возможность с помощью бесплатных информационных сервисов построить маршруты с использованием различных способов передвижения и сравнить их по таким критериям как время, стоимость, «экологичность». Те, кто в результате в качестве средства передвижения выбирают индивидуальный автотранспорт, должны также быть информированы о состоянии движения на УДС, количестве парковочных мест и т.п., чтобы спланировать свою поездку и, возможно, использовать общественный транспорт на части маршрута.

В этой связи следует также упомянуть о том, что необходимо развивать сеть удобных перехватывающих парковок, находящихся в крупных пересадочных узлах мультимодальной транспортной системы.

В упомянутом уже документе «устойчивая транспортная политика» было отмечено, что «заторы на дорогах могут наблюдаться даже при оптимальном развитии транспортной инфраструктуры» [6]. Это не значит, что нет необходимости совершенствовать УДС. Однако необходимо помнить, что простое расширение УДС способствует «индуцированной мобильности» (рис.2.6) То есть под совершенствованием УДС следует понимать, прежде всего, повышение связности сети.

Следует отметить также, что существенную роль в изменении направления движения, скоростного профиля движения транспортных средств и состава транспортных потоков играет также управление доступом к УДС и техническое состояние её элементов, включая оборудование (режим работы светофоров, информационные табло и т.д.).



Рисунок 2.6. Механизм возникновения «индуцированной мобильности»

Необходимо также обратить внимание на развитие инфраструктуры для немоторизованного передвижения, отвечающей требованиям безопасности движения. Следует помнить, что в крупных городах большинство поездок совершается на общественном транспорте, кроме того, каждый житель города является пешеходом, но не каждый автомобилистом, следовательно, следует соблюдать последовательность приоритетов «пешеход - немоторизованные передвижения - общественный транспорт - личный автомобиль».

Качественный состав транспортных потоков с точки зрения их экологических параметров также может быть изменён путём стимулирования использования более «экологически чистых» транспортных средств, в том числе и автомобилей с гибридными и электродвигателями (развитие инфраструктуры для электромобилей, льготная парковка, льготная оплата проезда на платных участках УДС и т.д.).

Сравнительный анализ некоторых мероприятий по снижению воздействия транспортных потоков на воздушную среду города приведены в таблице 2.1[14]

Таблица 2.1 Сравнительная характеристика мероприятий, обеспечивающих гарантию соответствия ПДК уровня концентрации загрязняющих веществ на городских улицах

Меры по снижению уровня загрязнения окружающей среды	Метод воздействия	Способ обеспечения гарантии соблюдения ПДК	Преимущества	Недостатки
1	2	3	4	5
Запрет въезда на территорию для АТС низкого экологического класса	запрет	При высоком уровне требований к экологическим параметрам суммарный уровень загрязнения снижается	<ul style="list-style-type: none"> • Экономичность; • Комплексное воздействие на потребителя (побуждает либо к отказу от ежедневного пользования АТС, либо к повышению его экологического класса, качества топлива и т.д.) 	<ul style="list-style-type: none"> • При большой интенсивности потока работает только в комбинации с другими методами; • Ограничение в праве пользования автомобилем; • Ограничение загрязнений только по отработавшим газам
Плата за проезд по участкам УДС для всех участников движения	фискальный	Цена отсечения спроса на проезд обеспечивает снижение потока, следовательно снижение уровня загрязнения	<ul style="list-style-type: none"> • Универсальность; • Сокращение широкого спектра загрязнений; • Дополнительный источник средств на экологические программы 	Отсутствие дифференциации по экологическим параметрам ТС не побуждает к использованию более «экологичных» транспортных средств или более качественного топлива

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
Методы успокоения движения (удобно всем кроме автомобилистов)	отвлекающий	Загруженность для автомобилистов могут вызвать сокращение автомобильного потока, что ведёт к снижению уровня загрязнений	Сокращение по полному спектру загрязнений	<ul style="list-style-type: none"> • Работает только при наличии альтернатив; • Отсутствует дифференциация по экологическим параметрам ТС, следовательно. не побуждает к использованию более «экологичных» транспортных средств или более качественного топлива
Ограничение числа полос движения (сужение улицы)	отвлекающий	Существенное сокращение потока, что ведёт к	Сокращение по полному спектру загрязнений	<ul style="list-style-type: none"> • При отсутствии альтернатив вызывает заторы, следовательно повышение уровня загрязнений
Оплата загрязнения АТС на основе геопозиционирования (GPS, ГЛОНАСС)	фискальный	Цена отсечения спроса на проезд обеспечивает снижение потока, следовательно снижение уровня загрязнения	<ul style="list-style-type: none"> • Универсальность; • Сокращение широкого спектра загрязнений; • Дополнительный источник средств на экологические программы 	

Важнейшим направлением деятельности, снижающей негативное воздействие транспортных потоков на городскую среду является повышение уровня экологической культуры всех слоёв населения. Уровень ответственности жителей за чистоту окружающей среды может повлиять как на выбор модели транспортного поведения, так и на выбор собственного автомобиля (предпочтение автомобилей более высокого экологического класса). Следует упомянуть и такой существенный аспект как стиль вождения. Известно, что эко-вождение способствует сокращению выбросов CO_2 на 5-20%, снижению уровня шума, повышению безопасности (до 40% меньше ДТП), снижению эксплуатационных расходов за счёт снижения нагрузок на различные части автомобиля [15].

Информационное воздействие с целью формирования более устойчивых моделей поведения горожан (в том числе и модели транспортного поведения) вносит существенный вклад в повышение уровня экологической культуры населения. Все решения от градостроительных и решений по развитию транспортной инфраструктуры до непосредственного управления транспортным средством принимаются человеком. Следует помнить, что именно от этих решений зависит интенсивность проявления факторов негативного воздействия транспорта на городскую среду. Интеллектуальные системы управления также реализуют цели и задачи управления, заложенные в них создателями. Следовательно, городская информационная среда является основой повышения уровня экологической культуры.

Схема, приведённая на рис.2.6 показывает, каким образом различные виды воздействий отражаются на параметрах транспортных потоков, влияющих на качество городской среды. При этом, также как и на предыдущей схеме, усиливающее воздействие, то есть такое, что при увеличении соответствующего параметра возрастает интенсивность воздействия изображено стрелкой вида $--- \rightarrow$, а стабилизирующее (или ограничивающее), при котором увеличение параметра ведёт к снижению интенсивности воздействия – стрелкой вида $***** \blacktriangleright$.

Проведённый причинно-следственный анализ влияния различных управляющих воздействий и параметров транспортных потоков позволяет систематизировать меры, предпринимаемые для управления транспортными потоками в широком смысле согласно принципу «Avoid-Shift-Improve». Анализ причинно-следственных связей интенсивности негативных воздействий на окружающую среду и параметров транспортных потоков, а также систематизация возможных воздействий по объектам, целям и инструментам является первым шагом к построению функциональной модели управления транспортными потоками мегаполиса по экологическим показателям.

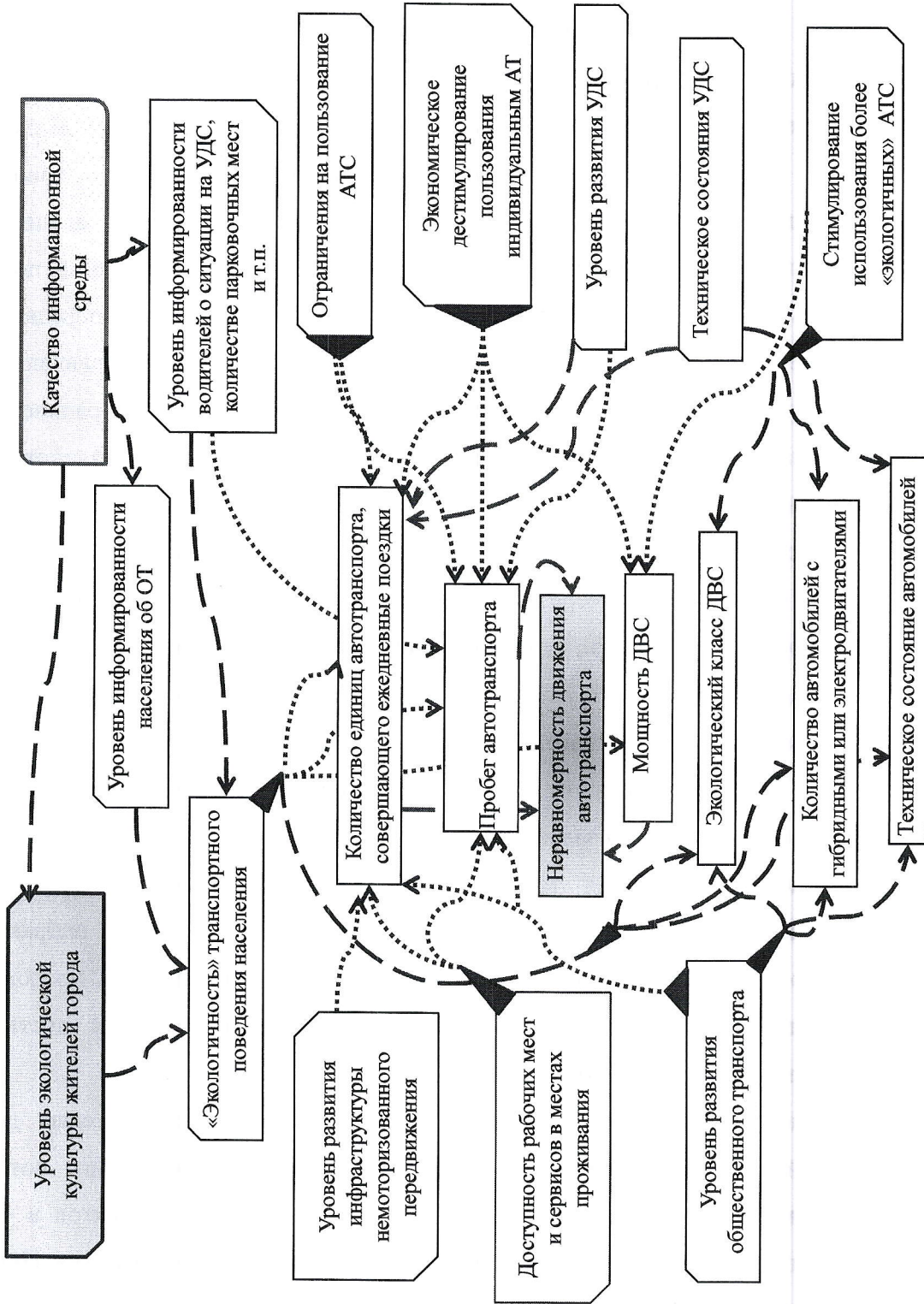


Рисунок 2.7

2.4 Особенности управления транспортными потоками крупных городов с точки зрения концепции устойчивого развития

Объектом управления является транспортный поток, который состоит из взаимодействующих в процессе движения по транспортным коммуникациям транспортных средств, управляемых людьми. Применяя различные методы воздействия на этих людей, можно управлять параметрами потока, поэтому будем говорить о совокупности управляемых субъектов, обладающих собственной активностью, собственными целями и т.д.. Такая точка зрения на управление транспортными потоками позволяет учесть такие важные аспекты как управление спросом на передвижения, управление качественным составом потока и т.д. Субъектом управления или управляющей системой является система управления городскими транспортными потоками. Данная система является иерархической, поскольку воздействие на управляемые субъекты, в основном, осуществляется через управление такими объектами как УДС, транспортная инфраструктура, системы общественного транспорта или информационная среда, а также через такие процессы как транспортное планирование и планирование городской застройки, налогообложение, страхование транспортных средств т.д., а также процесс оперативного управления движением. Таким образом, управляющие воздействия осуществляются на разных уровнях управления социально-экономической сферой городов, и, следовательно, система управления городскими транспортными потоками также должна отражать заданную иерархию управления.

Управление как функция может быть определено как целенаправленное воздействие на людей и экономические объекты, осуществляемое с целью направить их действия для получения желаемого результата. Управление как процесс, представляет собой – совокупность управленческих действий, которые обеспечивают достижение поставленных целей управления. [16]

Управление транспортными потоками по экологическим показателям должно являться важной частью общей системы управления транспортными потоками. Необходимо также помнить, что такая интеграция экологических аспектов в общую систему управления предполагает опору на концепцию устойчивого развития. При этом управление по экологическим показателями должно обеспечивать продвижение в направлении достижения базовых ориентиров, связанных с экологическими, эколого-экономическими и эколого-социальными аспектами. Таким образом, управление транспортными потоками большого города можно рассматривать как часть управления устойчивым развитием транспортной системы мегаполиса и, соответственно, базовые

ориентиры устойчивого развития не являются целью, которая может быть достигнута на некотором этапе, а задают направление совершенствования транспортной системы.

Поскольку управление по экологическим показателям представляет собой подсистему управления транспортными потоками, следует особо подчеркнуть многокритериальность оценки качества транспортной деятельности, в том числе и качества управления транспортными потоками.

Следует отметить, что цели управляющего субъекта и управляемого могут не только не совпадать, но иногда и противоречить друг другу. Так, например, основной целью транспортного предприятия является получение прибыли от транспортной деятельности, при этом ЛПР (лица, принимающие решения) могут не принимать во внимание такие аспекты как безопасность, в том числе и экологическая. Органы государственного управления заинтересованы в том, чтобы деятельность управляемых субъектов была экономически выгодной как для самих субъектов, так и для экономики города в целом, но при этом негативное воздействие этой деятельности на городскую среду было уменьшено на столько, насколько это возможно.

Таким образом, задача управляющих органов заключается в выборе таких условий деятельности субъектов управления, которые побуждали бы последних выбирать действия, приводящие к наиболее выгодным для управляющих органов результатам. Однако не только ограничения на выбор стратегии поведения могут оказаться действенным механизмом управления, но и повышение уровня экологической культуры населения как части мотивационного управления, способно изменять критерии выбора определённых моделей поведения.

С точки зрения задач управления экологически устойчивым развитием, специфика управления организационно-техническими системами, к которым, безусловно, относится городская транспортная система заключается, в том числе, в следующем [17]:

- результаты деятельности управляемых субъектов многоаспектны (имеются несколько составляющих результатов их деятельности – «экономическая», «социальная» и «экологическая»);
- деятельность управляемых субъектов подвержена воздействию множества неконтролируемых, неопределённых и случайных факторов;
- интересы различных управляющих органов могут не только не совпадать с интересами управляемых субъектов, но и противоречить друг другу;
- затраты на регулярное получение достоверной и полной информации достаточно велики;

- реакция городской среды на изменения, происходящие в деятельности управляемых субъектов, носит инерционный характер и происходит с задержкой.

К этому следует добавить также и нелинейный характер управления - результат применения нескольких управляющих воздействий одновременно не даёт сумму результатов, может наблюдаться как эффект усиления воздействия, так и эффект «гашения» одних воздействий другими. Так, например, по мнению В.Вучика [12], одновременное стимулирование использования автомобиля (в том числе и скрытое) и развитие общественного транспорта не приводят к такому успеху как стимулирование использования общественного транспорта с одновременным дестимулированием ежедневных поездок на автотранспорте.

Более того, изменения состояния окружающей среды, являющиеся результатом применения управляющих воздействий, проявляются не только с большой задержкой, но и могут быть неочевидны на первый взгляд. Следует принять во внимание, что уровень загрязнения воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы, а также уровень шумового и вибрационного воздействия во многом зависят от транспорта, но не определяются им полностью. Возможно появление других, ранее не учтённых источников и факторов негативного воздействия, возможно также связанных с транспортной деятельностью (например, появлением новых видов транспорта). Таким образом, результат управления по экологическим показателям является в высшей степени неопределённым и существенно зависит от выбора показателей, по которым определяется результат управляющих воздействий, а также методики расчёта. Поэтому для оценки эффективности управления необходимо рассматривать как показатели, связанные собственно с транспортной деятельностью, так и показателями качества природных сред в зоне воздействия. Так, например, измерения качества атмосферного воздуха или уровня шумового загрязнения необходимо производить в зоне дыхания человека вблизи наиболее «проблемных» участков УДС, находящихся в жилой застройке.

Информация, необходимая для выработки управляющих воздействий отличается не только высокой стоимостью её получения, но и разнородностью, разномасштабностью, различными возможными источниками, различной скоростью получения. Поэтому одним из важнейших аспектов создания системы управления транспортными потоками по экологическим показателям является проблема создания Интеллектуальной информационной системы, в том числе осуществляющей сбор, обработку и представление информации о транспорте и параметрах городской среды для ЛПР.

Таким образом, не смотря на то, что управление транспортными потоками как часть управления устойчивым развитием транспортной системы мегаполиса имеет общие черты, соответствующие управлению устойчивым развитием организационно-технических систем, оно имеет и свои особенности, определяемые субъектами управления.

2.5 Основные принципы создания систем управления транспортными потоками по экологическим показателям

Рассматривая принципы построения моделей управления транспортными потоками крупных городов по экологическим показателям необходимо учитывать как общие принципы построения систем управления развитием [16], так и особенности транспортного потока в транспортной системе, которая является организационно-технической.

С учётом этих особенностей, а также принципов устойчивого развития транспортных систем сформулируем основные принципы, которые должны быть взяты за основу при моделировании системы управления транспортными потоками по экологическим характеристикам:

- системность управляющих воздействий (комплекс управляющих воздействий представляет собой систему взаимосвязанных мер, учитывающий причинно-следственные связи интенсивности проявления факторов негативного воздействия и параметров транспортных потоков);
- функционально-целевой характер управления, которое должно быть направлено на достижение общих или конкретных, скоординированных с общими, целей управления, обеспечивающих движение в сторону базовых ориентиров устойчивого развития;
- приоритетность этических норм, обеспечивающих гуманистическую направленность развития, в том числе и норм экологической этики;
- иерархичность системы управляющих воздействий и, соответственно, системы управления (воздействия производятся на разных уровнях управления, однако представляют собой подсистему общей системы воздействий);
- иерархическая последовательность разработки и внедрения управляющих воздействий согласно принципам - *Избегать* необязательных перемещений, который может быть расширен как избегать необязательных загрязнений ⇒ *Переключать*

перевозки на «более устойчивые» виды транспорта ⇒ *Совершенствовать* транспортные технологии, транспортные средства и т.д. на каждом уровне управления;

- непрерывность управляющих воздействий (управление развитием предполагает непрерывную реализацию основного цикла управления, так как устойчивое развитие транспортной системы большого города является процессом, который не может завершиться достижением какой-либо конкретной цели);
- саморазвитие системы управления (система управления должна непрерывно совершенствоваться с учётом меняющихся условий внешней среды);
- открытость системы управления (т.е. управление осуществляется на основе входящих и исходящих материальных и информационных потоков, в том числе, информации об инновационных подходах к управлению);
- эффективности системы управления (одной из функций управления должен быть выбор наиболее эффективной, с точки зрения долговременной перспективы, технологии управления);
- опережающего отражения (одной из функций управления является прогнозирование изменений в социально-экономической среде и выработка способов адаптации к этим изменениям или активного воздействия на эти изменения);
- соучастия всех заинтересованных сторон в совершенствовании функционирования транспортной системы и самой системы управления устойчивым развитием;
- демократичности (обеспечение равных возможностей доступа не только к различным городским объектам, но и к различным, в том числе и информационным сервисам для всех групп населения города).

Далее рассмотрим наиболее общую схему управления развитием, учитывая рассмотренные выше особенности и цели управления. Поскольку управление потоками осуществляется как часть управления устойчивым развитием транспортной системы мегаполиса, цикл управления является незамкнутым, т.к. базовые ориентиры определяют направление совершенствования системы и, если конкретизированные цели управления достигнуты, то необходимо перейти к следующему этапу развития, согласно принципам непрерывности и саморазвития.

После того, как определены цели управления следующим шагом является оценка ситуации, в которой находится управляемый объект по сравнению с его желаемым состоянием, определяемым по выбранному набору показателей. Таким образом, следует осуществлять мониторинг параметров, необходимых для расчёта или оценки этих

показателей, а также мониторинг состояния окружающей среды, для оценки результатов управления с точки зрения основной цели – снижение негативного воздействия на городскую среду. То есть должны рассматриваться как показатели воздействия, так и показатели состояния, а также показатели управления. Далее цели управления детализируются для каждого уровня управления, т.е. определяются желаемые значения показателей. Далее следует этап планирования деятельности по улучшению ситуации, т.е. постановка задач управления и разработка комплекса управляющих воздействий. Разработка технологии применения комплекса воздействий, т.е. условий, форм, методов и средств решения поставленных задач управления является одним из важнейших этапов цикла управления. При этом надо иметь в виду, управление должно осуществляться как управление развитием и оперативное управление одновременно. Поэтому технологии реализации управляющих воздействий при стратегическом и оперативном управлении будут существенно различаться. При оперативном управлении на первый план выходят технологии процессного управления, управление развитием же можно представить как непрерывный процесс управления проектами. Далее происходит реализация комплекса мер в соответствии с разработанной технологией управления. После этого опять происходит оценки текущей ситуации и в соответствии с этой оценкой производится корректировка. Корректировка может происходить и процессе реализации управляющих воздействий при существенном изменении условий внешней среды, не позволяющему реализовывать разработанную технологию. Если конкретизированные цели не достигнуты, то корректировке подлежит выбор технологии, а именно методов и средств решения задачи управления. Если достигнуты плановые показатели, необходимо произвести сравнение с показателями внешней среды. Если качество окружающей среды не улучшилось, то необходимо скорректировать весь комплекс управляющих воздействий, в соответствии с возможно изменившимися условиями внешней среды. И, наконец, если реализация управляющих воздействий действительно привела к улучшению ситуации, необходимо вернуться к детализации целей и задач управления и задать более высокий уровень требований для дальнейшего совершенствования.

Общая схема управления приведена на рис.2.8.

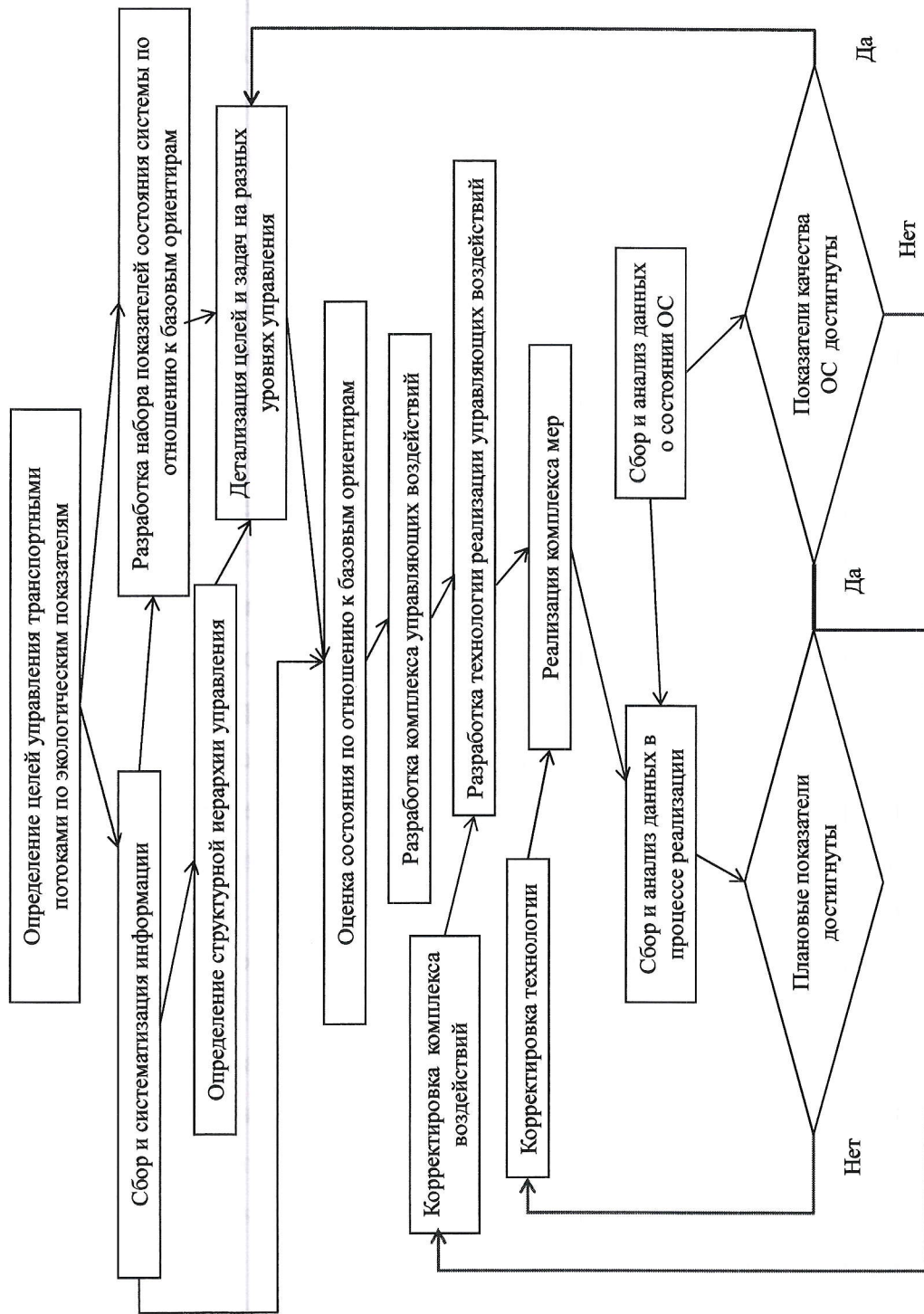


Рисунок 2.8

2.6 Систематизация управляющих воздействий в соответствии с принципами устойчивого развития транспорта

Построение функциональной модели управления транспортными потоками по экологическим показателям требует систематизации возможных управляющих воздействий по объектам, целям и инструментам реализации управляющих воздействий.

Учитывая результаты причинно-следственного анализа рассмотрим задачи и виды управляющих воздействий для управления транспортными потоками по экологическим показателям.

Очевидно, что одной из основных задач управления транспортными потоками является Обеспечение соответствия транспортного потока параметрам УДС. Поскольку никакая сколь угодно развитая УДС не справляется с последствиями темпов автомобилизации населения, то в настоящее время задача управления «прогнозировать и обеспечивать» должна быть заменена на «прогнозировать и предотвращать», то есть на первый план выходят меры по уменьшению «транспортного спроса» [18].

Инструментами реализации данной задачи управления является, в первую очередь комплексное использование и развитие территорий. При этом необходимо обеспечить соответствие планов развития транспортной системы и градостроительных планов. Технологически (где под технологией следует понимать систему условий, критериев, форм, методов и средств решения поставленной задачи) городское планирование должно поддерживать POD (people oriented development) и TOD (transit oriented development), т.е. развитие территорий, направленное на обеспечение повышения качества жизни, в том числе и планирование застройки и деловой активности в соответствии с планами развития интегрированной системы общественного транспорта. В данном случае планируемый пассажиропоток должен обслуживаться, прежде всего, общественным транспортом, следовательно, именно для общественного транспорта должны резервироваться наиболее удобные места для остановок и пересадочных узлов вблизи центров деловой активности и наоборот, такие центры должны возникать в непосредственной близости от крупных транспортных узлов мультимодальной сети общественного транспорта.

Развитие УДС, соответствующее POD, предполагает, что они должны быть, прежде всего, удобны и безопасны для пешеходов, в том числе и с точки зрения экологической безопасности. Для этого необходимо ввести меры по соблюдению чёткого функционального разделения элементов УДС в соответствии с их функциональным назначением. Причём обеспечение пространственного разделения интенсивных моторизованных и немоторизованных потоков на транспортных магистралях,

осуществляющих транзитные перевозки и межрайонные корреспонденции повысит общий уровень безопасности передвижения по городу, а также поможет оптимизировать УДС. С другой стороны, необходимо сделать передвижение по городу пешком или на немоторизованном автотранспорте более привлекательным, т.е. решить задачу оптимизации маршрутов для немоторизованного передвижения.

Снижению интенсивности транспортных потоков на внутригородских магистралях способствует одновременная реализация мер по стимулированию использования общественного транспорта и дестимулированию использования автомобиля, эти меры могут быть экономическими, техническими и технологическими, а также информационно-мотивационными. Передвижение на общественном транспорте должно предоставлять преимущества по сравнению и индивидуальным АТ, а значит, следует обеспечить соответствие качественных и количественных характеристик системы общественного транспорта параметрам пассажиропотока. Для этого необходимо развивать скоростные транспортные системы, такие как LRT (Light Rail transport) или BRT (bus rapid transport), однако, несмотря на то, что LRT требует существенно больших финансовых ресурсов для своего создания, с точки зрения экологических параметров он является значительно более предпочтительным. Необходимо постоянно совершенствовать и обновлять подвижной состав общественного транспорта. При этом очевидно, что управление качественным составом общественного транспорта является гораздо более простой задачей, чем управление качественным составом парка индивидуальных АТС. Кроме того, обеспечению повышения безопасности и предсказуемости передвижения способствует решение такой задачи как поддержание приемлемого технического состояния подвижного состава ОТ. Удобная, предсказуемо функционирующая система общественного транспорта может являться существенным фактором мотивации для выбора средства совершения поездки. Предсказуемость может быть обеспечена чётким соблюдением расписания, что невозможно в том случае, если ОТ передвигается в общем потоке. Поэтому разработка и применение ГИС, позволяющих чётко позиционировать каждое транспортное средство, будет способствовать актуализации информации о функционировании маршрутов общественного транспорта, и таким образом повышать его предсказуемость.

Экономические меры, особенно дестимулирующие использование АТ, безусловно, также являются фактором мотивирования более устойчивого транспортного поведения, но информационная среда, способствующая повышению общего уровня экологической культуры, создаёт более устойчивую мотивацию, хотя и за гораздо более длительный период времени. Однако как уже было отмечено при рассмотрении взаимодействия

управляющих воздействий на параметры потоков, повышение уровня экологической культуры и ответственности каждого за состояние окружающей среды будет способствовать изменению всех основных параметров транспортных потоков, определяющих интенсивность негативного воздействия на городскую среду. Соответственно одной из важнейших задач управления является создание информационной среды, способствующей формированию ценностей экологической устойчивости.

Что же касается непосредственной мотивации выбора способа передвижения, информационные воздействия должны дать возможность человеку принять решение об использовании различных способов передвижения в соответствии со сложившейся транспортной ситуацией. Таким образом, возникает задача обеспечения информирования всех участников движения о параметрах УДС, её загрузке и т.д., в том числе и наличию или отсутствию парковочных мест в точке назначения. При выборе мультимодального способа передвижения необходимо обеспечить информирование о функционировании системы ОТ (маршрутах, расписании, пересадочных узлах, оперативной информации о состоянии движения).

Обеспечение соответствия параметров транспортных потоков и параметров УДС требует также совершенствовать транспортную инфраструктуру города, а также поддерживать все её объекты в приемлемом техническом состоянии. Интеллектуализация оперативного управления движением будет способствовать оптимизации светофорного регулирования, а также скорости принятия решений по изменению схемы движения при выпадении участков УДС по причине ремонтов или реконструкции. Обмен информацией между интеллектуальными транспортными средствами и объектами инфраструктуры, позволяет с одной стороны более полно информировать водителя, с другой стороны даёт возможность осуществить подсказку в соответствии с этой информацией и даже принять решение об изменении параметров движения вместо водителя. Всё это, безусловно способствует повышению общего уровня безопасности транспорта, в том числе и экологической безопасности, если учитывать возможности эковождения.

В докладе Й.Хаяши «Стратегии и политики/ Технологические инструменты устойчивого землепользования и транспорта. Международное сравнение»[19] представлена систематизация мер, принимаемых в различных странах мира для повышения экологической устойчивости городских транспортных систем. Однако при этом не учитываются некоторые мотивационные и информационные механизмы управления. В таблице 2.2 приведена более подробная систематизация различных мер по управлению транспортными потоками по экологическим характеристикам.

Проведённая систематизация различных мер по управлению транспортными потоками может рассматриваться как одна из основ построения структурно-функциональной схемы управления транспортными потоками мегаполиса по экологическим характеристикам, поскольку содержит основные инструменты, соответствующие задачам по управлению потоками, решение которых способствует достижению целей управления. Далее рассмотрим иерархическую схему и детализуем функции муниципального управления, реализующие сформулированные выше цели и задачи управления, с применением комплекса мер систематизированных в таблице 2.2.

2.7 Роль информационного воздействия в управлении транспортными потоками

Информационное воздействие на всех членов общества играет важную роль в регулировании «транспортного спроса», поскольку выбор транспортной модели поведения, во многом, определяется этическими ценностями общества и общим уровнем экологической культуры жителей крупных городов.

Все решения от градостроительных и решений по развитию транспортной инфраструктуры до непосредственного управления транспортным средством принимаются человеком. Следует помнить, что именно от этих решений зависит интенсивность проявления факторов негативного воздействия транспорта на городскую среду. Интеллектуальные системы управления также реализуют цели и задачи управления, заложенные в них создателями.

Методы информационного воздействия носят неявный характер и могут применяться как в мотивационном, так и в информационном управлении. В данной работе большее внимание обратим мотивационное управление. Желаемое поведения субъектов управления обеспечивается совместным применением механизмов экономического стимулирования и информационными воздействиями, направленными на изменение мотивации.

Основополагающую роль в изменении мотивации играют этические нормы поведения, которые формируются, в том числе, и в процессе развития и обучения. Ценности устойчивого развития, такие как баланс экономического развития, социальной справедливости и экологического равновесия должны стать не лозунгом, а общепринятыми этическими ценностями. Ключевую роль при этом играет воспитание на

Таблица 2.2 Систематизация управляющих воздействий видам по направлениям деятельности

Принцип	Избегать поездок		Переходить на более устойчивые виды передвижений		Совершенствовать	
	Снижать потребность в поездках	Снижать использование ОТ и немоторизованного перемещения	Ограничивать использование АТС	Совершенствовать объекты транспортной инфраструктуры	Совершенствовать транспортные средства	
1	2	3	4	5	6	
Меры по управлению транспортными потоками	Снижать потребность в поездках	Стимулировать использование ОТ и немоторизованного перемещения	Ограничивать использование АТС	<ul style="list-style-type: none"> ● Интегрированное планирование землепользования, включая транспортное планирование ● Функциональное разделение УДС 	<ul style="list-style-type: none"> ● Нормирование негативных воздействий ● Дифференциация ограничения на въезд на участки УДС по экологическому классу АТС 	
		Последовательность приоритетов ОДД: Пешеход - велосипедист - ОТ – АТС	<ul style="list-style-type: none"> ● Регулирование въезда на различные участки УДС по видам АТ 			
Экономические	Субсидирование комплексного развития территорий	<ul style="list-style-type: none"> ● Согласование расписаний величинной пассажиропотока ● Согласование расписаний различных видов ОТ 	<ul style="list-style-type: none"> ● Акцизы на топливо ● Платный въезд на различные участки УДС ● Плата за парковку ● Страхование по пробегу 	<ul style="list-style-type: none"> ● Финансирование проектов по развитию инфраструктуры ОТ ● Финансирование проектов по повышению связности УДС 	<ul style="list-style-type: none"> ● Дифференциация оплаты въезда на участки УДС и парковки по экологическому классу АТС ● Льготное налогообложение для электромобилей 	
		<ul style="list-style-type: none"> ● Субсидирование ОТ ● Зависимость стоимости проезда от частоты использования ОТ 				

Продолжение Таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
Информационно-мотивационные	Информирование об удалённом доступе к товарам и услугам	Информационные сервисы по выбору маршрута на ОТ	Информационные сервисы о текущей дорожной ситуации и наличии парковочных мест	Информирование водителей о текущей дорожной ситуации в процессе движения	Информирование преимуществ гибридных и электромобилей
				Информирование других преимуществ ОТ по сравнению с личным АТ	Информирование об эффективности и преимуществах ОТ
Технические и технологические	<ul style="list-style-type: none"> •TOD •POD Обновление подвижного состава ОТ •поддержание исправного состояния ТС 	<ul style="list-style-type: none"> •Развитие систем скоростного движения (LRT, BRT и т.д.) •Система позиционирования транспортных средств •Наличие информационных сервисов в ОТ 	Информационные сервисы о текущей дорожной ситуации и наличии парковочных мест	Интеллектуализация управления движением	Информирование о совершенствовании систем управления АТС, в том числе подсказки водителю по эвождению
				<ul style="list-style-type: none"> •Обновление подвижного состава ОТ •поддержание исправного состояния ТС 	<ul style="list-style-type: none"> •Создание инфраструктуры скоростного транспорта •Выделение полос для движения ОТ •Развитие инфраструктуры немоторизованного передвижения •Создание удобных пересадочных узлов •Поддержание исправного состояния транспортной инфраструктуры

этой основе новых поколений. В связи с этим все образовательные программы должны быть направлены на выработку новой модели взаимоотношений человека с окружающей средой. То есть экологическое образование должно способствовать появлению нового мировоззрения, в котором человек воспринимает себя как часть биосферы земли, а не рассматривает природную среду только в качестве ресурсной базы для собственного развития [20].

Необходимо сформировать чувство ответственности каждого индивида за состояние окружающей природной среды на основе поэтапного освоения научных основ экологии. При этом соответствующие образовательные программы должны активно применять принципы психологического влияния на обучаемых (принципы «дефицита», «контраста», «взаимности», «последовательности» [21]). Получаемые знания о закономерностях существования живой природы о месте и роли человека в ней призваны формировать чувство благодарности к природе за всё, что она делает для каждого из нас (принцип «взаимности» или «благодарности»). Контраст между вызванными антропогенным воздействием негативными изменениями всех компонентов биосферы, влияющими, в том числе на состояние здоровья человека, и возможным состоянием окружающей природной среды в результате снижения этого воздействия, а также роль человека в восстановлении утраченных экосистем, поддержании необходимого для самовосстановления условий их существования формирует чувство ответственности за состояние природы. Принцип «последовательности» помогает начать активные действия по гармонизации отношения с окружающей природной средой с малых шагов, являющихся основой для дальнейшего продвижения по этому пути.

Основным результатом экологического образования должна являться активная позиция, порождающая осознанную деятельность по ограничению негативного воздействия на окружающую среду во всех сферах деятельности от профессиональной до решения бытовых вопросов, в том числе и связанных с выбором наиболее устойчивого типа транспортного поведения.

Однако следует помнить, что только образовательные программы неспособны обеспечить более «экологически дружественное» поведение. Особенностью жизни человека в настоящее время, и прежде всего это касается жителей крупных городов, является существование в условиях достаточно агрессивных информационных воздействий и активный обмен информацией. Потребность следовать новым этическим нормам должна быть не только декларирована, но и активно поддерживаема в информационной среде, которая играет особую роль в жизни современного человека. Таким образом, необходимо принимать меры по управлению информационным

пространством направленные на достижение целей экологически устойчивого развития мегаполиса и его транспортной системы в частности.

Пропаганда ценностей устойчивого развития в различных информационных источниках также должна основываться на повышении осведомлённости общества о возможности каждого жителя города влиять на состояние городской среды, при этом принципы психологического воздействия необходимо использовать настолько же активно, как они применяются в рекламе различных товаров и услуг. Так, например, «эковождение» способно стать тем небольшим шагом, с которого начнётся более осознанное транспортное поведение горожан (принцип последовательности). Для этого водители должны быть осведомлены о преимуществах, которые оно даёт - экономия моторного топлива, снижение выбросов отработавших газов, повышение безопасности, продление срока службы автомобиля (что в свою очередь также косвенно будет способствовать как сохранению ресурсного потенциала, так и снижению негативного воздействия на окружающую природную среду). Причём эта информация может быть донесена до субъектов информационного воздействия как с помощью соответствующих программ в СМИ, учебных программ на курсах обучения вождению, так и с использованием социальной рекламы, которая также должна применять принципы психологического воздействия (принцип «авторитета», принцип «контраста» и т.д.)

Следуя принципу «последовательности действий», следующим шагом к выбору более устойчивого транспортного поведения можно считать отказ от автомобиля для преодоления небольших расстояний в пользу пешего передвижения или использования немоторизованных транспортных средств. Этому также должны способствовать рекламные компании, по принципу «дефицита» обращающие внимание на снижающее качество атмосферного воздуха в городах под воздействием автотранспорта, а, следовательно, его возрастающую ценность, а также по принципу «контраста» показывающие возможности организации более «дружественного» для человека городского пространства при снижении интенсивности транспортных потоков. Необходимо также организовывать различные общественные акции, способствующие выбору более устойчивого транспортного поведения, приводящие к измеряемым улучшениям городской среды и доводить эти конкретные факты до сведения широкой общественности. Например, закрывая на один день движения автотранспорта на какой-либо улице или даже в некоторой части города для проведения праздничных мероприятий можно сравнить уровни шума и уровень загрязнения воздуха при наличии транспортных потоков и их отсутствии. Очевидно, что для большинства мероприятий шумовое воздействие будет существенно ниже, а качество воздуха в зоне дыхания человека

существенно выше.

И, наконец, необходимо не только развивать систему общественного транспорта, делать её более удобной и комфортной для пассажиров, но и активно рекламировать её преимущества для общества в целом и для каждого человека (снижение потребления ресурсов, в том числе пространственных, удельных выбросов, повышение безопасности передвижения и т.д.) При этом рекламные ролики могут не только призывать к использованию общественного транспорта, но и в игровой форме описывать ситуации, когда коллективные действия являются более эффективными, косвенно используя принцип «социального доказательства».

Следует также обратить внимание на то, что в коммерческой рекламе недопустимо устанавливать приоритет менее экологически устойчивых способов передвижения относительно более экологически устойчивого (например, приоритет личного автотранспорта в сравнении с общественным транспортом).

Очевидно, что информационная среда играет огромную роль в жизни современного человека и, значит, методы информационного воздействия, способствующие формированию новых стереотипов поведения, соответствующих целям устойчивого развития, способны внести свой вклад в переход городской мобильности к устойчивым, в том числе и экологически устойчивым формам. Основной задачей информационного воздействия является повышение экологической культуры общества, что особенно важно, учитывая тот факт, что все решения, начиная с управления непосредственно транспортным средством до решений по управлению развитием транспортной системы, принимаются людьми и во многом зависят как от их знаний, так и этических установок.

[22]

3 КОНКРЕТИЗАЦИЯ ЦЕЛЕЙ, ЗАДАЧ И ФУНКЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ УПРАВЛЕНИЯ

3.1 Структура управления устойчивым развитием транспортной системы мегаполисов

В работе В. Вучика «Транспорт в городах удобных для жизни» [12] выделены следующие уровни транспортного планирования:

- урбанистический уровень, включающий в себя весь комплекс взаимоотношений города и транспорта (I);
- уровень комплексного развития сбалансированной транспортной системы (II);
- отраслевой, соответствующий планированию развития отдельных видов транспорта (III);
- объектный, предполагающий совершенствование конкретных транспортных объектов (IV)

Можно сказать, выделенные уровни планирования соответствуют иерархии управления городской транспортной системой. На урбанистическом уровне управления, прежде всего, разрабатывается и применяется комплекс мер, соответствующий реализации стратегии AVOID (избегать необязательных перемещений). Поскольку следующие уровни управления данную задачу не решают. Кроме того, на этом уровне закладываются основы дальнейшей реализации стратегий SHIFT (переключения на более устойчивые виды транспорта) и IMPROVE(совершенствование). На уровне комплексного планирования транспортной системы основной является стратегия SHIFT, но также следует обратить внимание на стратегию IMPROVE, имея в виду совершенствование систем управления развитием и функционированием транспортной системы в целом. Основной стратегией на уровне управления отдельными видами транспорта является как совершенствование управления, так и совершенствование подвижного состава, транспортных коммуникаций и информационных сервисов.

Функция планирования деятельности должна быть поддержана функциями сбора и анализа информации. Необходимо определить критерии оценки качества управления и разработать методологию реализации запланированных мер по управлению транспортными потоками. Осуществление разработанного комплекса мер также должно быть поддержано системой сбора и анализа информации, необходимой для оценки качества управления. На основании анализа данных принимается решение по корректировке управляющих воздействий.

Ясно, что обеспечение сбора и анализа информации о состоянии окружающей среды является, прежде всего, функцией урбанистического уровня управления, хотя объектный мониторинг может быть осуществлён на отраслевом или даже объектном уровне. Функция планирования развития и функционирования городской транспортной системы является наиболее значимой на урбанистическом уровне, поскольку именно там определяются общие, стратегические цели управления. На их основе в дальнейшем определяются и конкретизируются цели управления на втором, третьем и четвёртом уровне управления. На этом же уровне необходимо разработать не только технологию реализации управляющих воздействий, но и систему контроля соответствия управляющих воздействий, осуществляемых на следующих уровнях управления общим целям управления. Разрабатываемая система показателей качества урбанистического управления должна отражать именно взаимоотношения города и транспорта. Важнейшими показателями должны являться показатели качества транспортного обслуживания включая доступность крупнейших центров притяжения грузо и пассажиропотоков, причём доступность является более важным показателем, чем мобильность для задач, решаемых на урбанистическом уровне. Необходимо отслеживать также показатели воздействия транспортной системы на городскую среду и показатели состояния окружающей природной среды. На следующих уровнях особое внимание следует сосредоточить на состоянии окружающей среды в зоне влияния объектов транспортной инфраструктуры.

Уровень комплексного развития транспортной системы предполагает, прежде всего, обеспечение взаимодействия различных видов транспорта для достижения системного оптимума. Следовательно, необходимо разработать критерии качества взаимодействия, а также методологию сбора и анализа информации, необходимой для получения показателей соответствия данным критериям. Например, согласно различным исследованиям, загрузка парковок вблизи основных полюсов притяжения пассажиропотоков является одним из наиболее значимых показателей сбалансированности транспортной системы, поскольку отражает перераспределение пассажиропотоков на более эффективные средства передвижения, чем личный автотранспорт [12]

Рассматривая расширение УДС с точки зрения увеличения техногенного воздействия на ОС в тех случаях, когда такое расширение создаёт угрозу превышения допустимого воздействия, в качестве альтернативы расширению следует рассматривать перераспределение пространственных ресурсов в пользу видов транспорта, использующих эти ресурсы более эффективно. Для этого также необходимо производить

моделирование различных способов перераспределения пассажиропотока, а также разрабатывать способы стимулирования такого перераспределения. Следует учитывать, что способы стимулирования различны на разных уровнях управления.

Отраслевой уровень управления предполагает анализ данных о пассажиропотоках отдельных видов транспорта, однако информация о пассажиропотоках без разделения по видам транспорта также должна учитываться, для того, чтобы развитие отдельных видов транспорта не создавало межвидовую конкуренцию, а напротив, способствовало обеспечению взаимодействия различных видов транспорта.

Таким образом, для обеспечения устойчивого развития транспортной системы, в которой управление транспортными потоками осуществляется с целью обеспечения системного оптимума, а значит, в том числе, и с учётом экологических показателей, цели и задачи управления транспортными потоками должны быть согласованы по всем уровням управления. Рассмотрим более подробно, цели и задачи управления транспортными потоками, решаемые в различных сферах управления на всех его иерархических уровнях.

3.2 Урбанистический уровень управления

Именно на урбанистическом уровне управления определяются базовые ориентиры устойчивого развития транспорта в соответствии с базовыми ориентирами развития всего мегаполиса. Транспортная система является обеспечивающей, а значит от того, в каком направлении будет развиваться город, во многом зависит и то, какие именно грузо- и пассажиропотоки будет перемещать городская транспортная система, и следовательно, какая транспортная система нужна для их обслуживания. При этом следует учитывать не только и не столько экономический аспект, сколько гуманитарный, поскольку основной целью деятельности по управлению развитием должно служить повышение качества жизни.

Парижская декларация 2015 года «Город в движении: в первую очередь - люди» принимает в качестве основной концепции взаимоотношения города и транспорта – «Благоприятные для окружающей среды и человека мобильность и транспорт для системы устойчивого жизнеобеспечения для всех» [2]. Соответствующие приоритетные цели были сформулированы в первой главе. Там же рассмотрены задачи управления, которые необходимо решать для достижения этих целей и, соответственно продвижения в сторону базовых ориентиров устойчивого развития.

Прежде всего, следует отметить, что на этом уровне управления решаются задачи по управлению транспортным спросом. Снижению потребности в передвижениях будет способствовать организация удалённых рабочих мест, не предполагающих поездку на работу. Функцией муниципального управления в этом случае будет стимулирование работодателей к созданию таких рабочих мест, что не относится напрямую к сфере управления транспортными потоками и предполагает управляющие воздействия на самых верхних уровнях муниципального управления. Кроме того, на самых высоких уровнях управления принимаются решения по налогам на транспортные средства, топливным акцизам и другим мерам по дестимулированию использования личного автотранспорта для ежедневных маятниковых передвижений.

Задачи, связанные с землепользованием и развитием транспортной системы решаются совместно различными органами муниципального управления. При этом цели управления – сбалансированное распределение пространственных ресурсов для деловой активности, жилья и объектов транспортной инфраструктуры и оптимизация распределения грузо- и пассажиропотоков по видам транспорта с целью достижения SO, могут быть достигнуты только во взаимодействии соответствующих органов управления. Обеспечение смешанного землепользования будет способствовать снижению потребности в передвижении (AVOID). Резервирование земель для создания объектов транспортной инфраструктуры (в том числе и инфраструктуры для немоторизованного передвижения) позволит в дальнейшем решать вопросы организации взаимодействия различных видов транспорта (II уровень планирования) для создания сбалансированной городской транспортной системы. Применение технологии TOD позволит обеспечить обслуживание крупных центров притяжения пассажиропотоков общественным транспортом (OT), при этом наиболее удобные площади должны быть отданы именно для инфраструктуры OT, что будет способствовать переключению пассажиропотоков на более экологически устойчивые виды транспорта (SHIFT).

Планирование транспортного обслуживания и развития транспортных коммуникаций относится к компетенции органов управления городским транспортом, однако эти вопросы также тесно связаны с землепользованием, поскольку плотность и комплексность застройки определяют будущие пассажиропотоки. Функциональное разделение УДС определяет доступность различных её элементов для различных способов передвижения, что во многом зависит от той модели взаимоотношения города и транспортной системы, которая определяется стратегией городского развития. Такие решения должны также определяться на уровне взаимодействия всех заинтересованных лиц, поскольку дальнейшее планирование транспортного обслуживания возможно только

на данной основе. Парковочная политика также определяется на самом высоком уровне управления. Создание парковок требует не только резервирования земель для будущего строительства, но и принятия политических решений по ограничению парковочного пространства в центральной, исторической части города (не более чем определённое число парковочных мест) и, наоборот, организации необходимого парковочного пространства в районах новой жилой застройки (не менее чем определённое количество мест).

Планирование транспортного обслуживания невозможно без сбора и систематизации информации о существующих грузо- и пассажиропотоках, характеристиках существующей УДС, а также моделирования будущих пассажиропотоков и транспортных коммуникаций (ТрК) для их обслуживания. Кроме того, для обеспечения экологической устойчивости транспортной системы необходимо производить мониторинг состояния различных природных сред, а также экологический мониторинг, для того, чтобы принимаемые решения по расширению УДС, порождающие увеличение интенсивности движения не противоречили экологически допустимым уровням воздействия на городскую среду. То есть при планировании увеличения техногенной нагрузки необходимо убедиться в том, что оно допустимо. Организация сбора и обработки данной информации также является функцией городского управления.

Ещё одна важная задача, решаемая на уровне взаимодействия органов, отвечающих за планирование землепользования и развития транспортной системы (ТС) – это обеспечение стыковки городской ТС с междугородними транспортными коммуникациями. В данном случае уровень управления может быть и ещё более высоким, т.е. привлекаются как управляющие органы соседних субъектов РФ, так и уровень управления развитием ТС всей страны. Особенно значительную роль играет обеспечение взаимодействия междугородней и внутригородской транспортных систем для исторических поселений, крупнейших туристически привлекательных регионов, а также для городских агломераций, территориально расположенных в различных субъектах федерации (Москва и Московская область, Санкт-Петербург и Ленинградская область). Следует учитывать, что жители соседних субъектов могут ежедневно совершать поездки с деловыми целям в крупные города.

На самом высоком уровне управления решаются также задачи повышения экологической культуры населения. Управление информационной средой должно способствовать формированию активной позиции по охране окружающей среды (ОС) и ответственности каждого за её состояние. Схема на рис.3.1 содержит цели и задачи управления транспортными потоками на урбанистическом уровне управления.

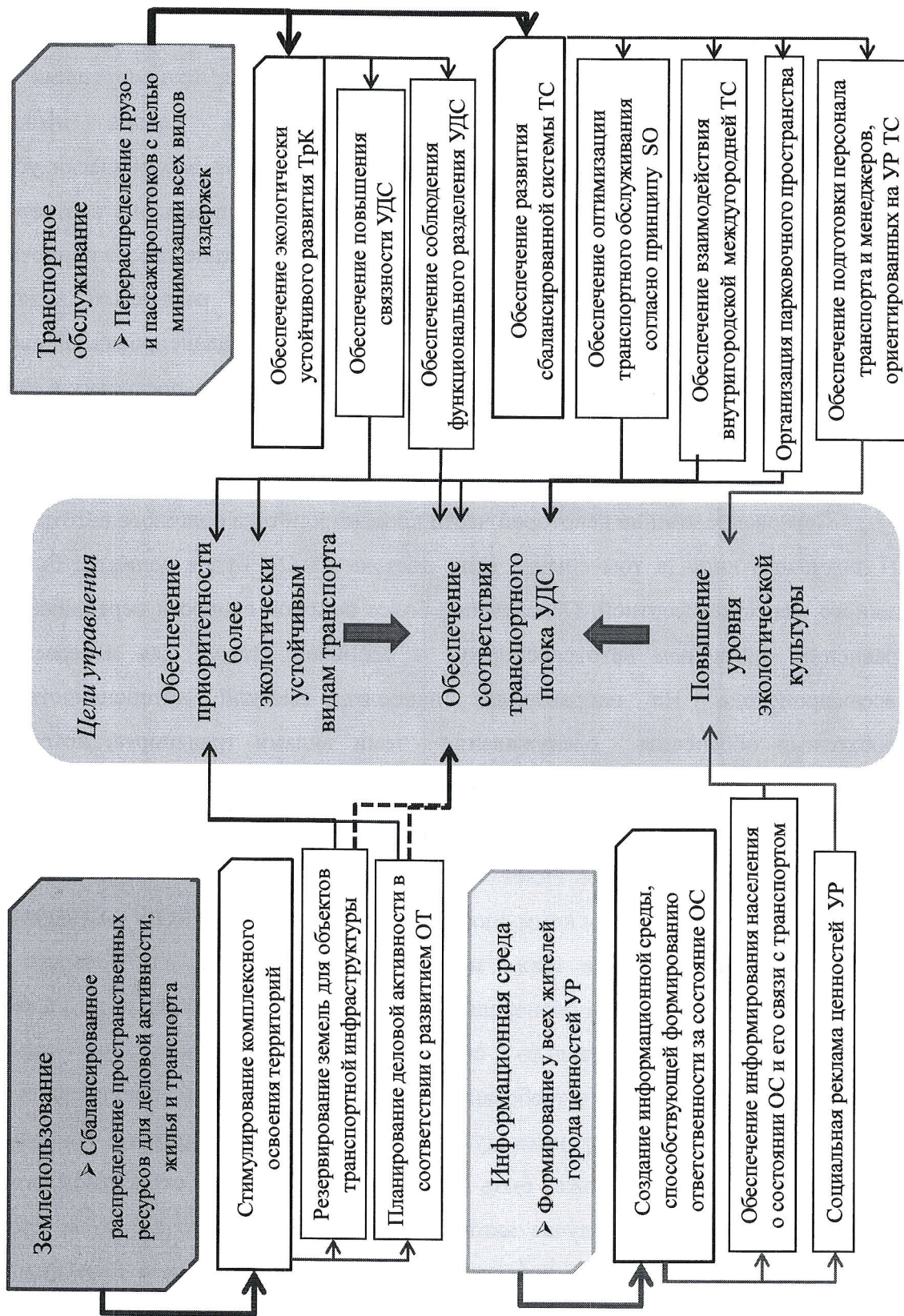


Рисунок 3.1

3.3 Обеспечение сбалансированного развития транспортного комплекса

На данном уровне управления решаются задачи обеспечения взаимодействия различных видов транспорта. С точки зрения управления транспортными потоками необходимо обеспечить соответствие транспортного потока транспортным коммуникациям с учётом обеспечения приоритетности более экологически устойчивых средств передвижения. Таким образом, применяются практики, соответствующие стратегическому принципу переключения SHIFT. На этом этапе пассажиропоток уже не уменьшается, однако может быть перераспределён по различным видам ОТ, в соответствии с их провозной способностью. Для создания сбалансированной системы ОТ необходимо обеспечить единство управления всеми его видами, поскольку в этом случае такие задачи как координация маршрутов, унификация оплаты проезда, согласование расписаний и т.д. решаются быстрее и проще.

Перераспределение некоторой части пассажиропотока с личного автотранспорта на ОТ возможно лишь в том случае, если поездка на ОТ будет дешевле, быстрее и не намного менее комфортной. Обеспечение более высокой скорости передвижения ОТ по сравнению с личным автотранспортом – основной стимул для перераспределения пассажиропотока. На направлениях наиболее высокой интенсивности потоков необходимо обеспечить обслуживание теми видами транспорта, которые имеют выделенные транспортные коммуникации. Как отмечено в работе В.Вучика «Транспорт в городах удобных для жизни» [12], приоритетность проезда является основным общесистемным различием видов ОТ. Транспорт, передвигающийся по полностью обособленным транспортным коммуникациям, имеет категорию ROW –A (Right-of-Way) – это метро и электрички, а также новые виды транспорта, для которых создаётся собственная инфраструктура (монорельсовый транспорт, фуникулёр и т.д.) Скорость его движения определяется только его собственными техническими параметрами, учитывающими в том числе и требования безопасности. ROW –B предполагает частично выделенную инфраструктуру, имеющую пересечения с транспортными коммуникациями общего пользования. Это может быть скоростной трамвай или скоростной автобус (Bus Rapid Transit). Однако в случае автобусов, это должны быть автобусы повышенной вместимости, с минимальным интервалом между прибытиями, или пакетным режимом (сразу несколько). Необходимо помнить, что данные виды транспорта призваны обслуживать наиболее интенсивные пассажиропотоки, следовательно, их провозная способность должна существенно отличаться от провозной способности обычных

автобусных линий, которые служат для подвозки пассажиров к магистральным, скоростным видам транспорта и передвигаются в общем потоке (ROW-C). Однако с точки зрения экологических аспектов электротранспорт является более предпочтительным, чем автотранспорт, даже на выделенной инфраструктуре. Такие аспекты как экономическая эффективность и комфортность различных видов ОТ согласно Вучику приведены на рис.3.2[12]

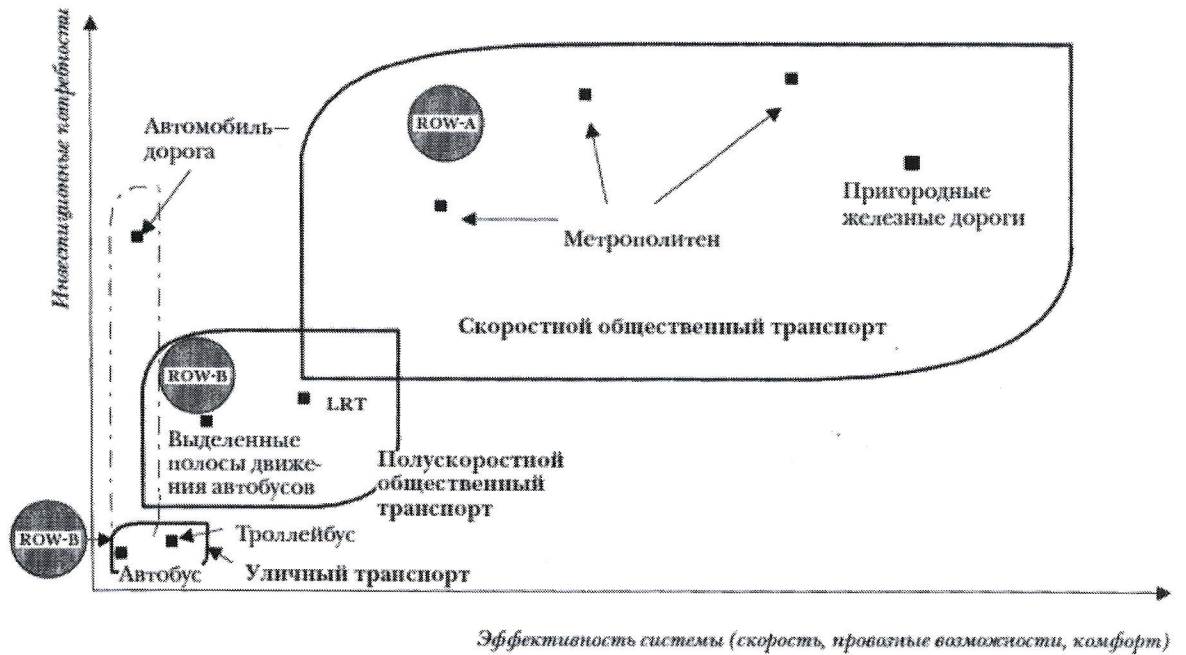


Рисунок 3.2

Что касается организации взаимодействия различных видов транспорта, особое внимание следует уделить организации их стыковки, то есть пересадке с одного вида транспорта на другой, она должна быть удобной и комфортной, а также экономически оправданной. Транспортная система может быть сбалансированной, если пассажир оплачивает поездку из одной точки в другую, а не пользование каждым видом транспорта отдельно. Следовательно, на стоимость поездки должна влиять, прежде всего, её дальность, а не количество пересадок. Именно так можно стимулировать сокращение длины поездки, при условии, что транспортные коммуникации и маршрутная сеть ОТ обеспечивают поездки по кратчайшему маршруту, а пересадки с одного вида транспорта на другой организованы быстро и удобно. В связи с этим возникают задачи организации и управления функционированием пересадочных узлов, в том числе и создания крупных транспортно-пересадочных узлов ТПУ, на которых происходит стыковка многих маршрутов и видов ОТ. Пересадочные узлы в периферийных районах города должны быть обеспечены перехватывающими парковками для организации пересадок с личного

автотранспорта на ОТ. Однако расположение этих парковок должно быть максимально близко к остановкам магистральных видов ОТ, поскольку отсутствие комфортности пересадки дестимулирует мультимодальные поездки.

Следует также пространственно разделять остановки и стоянки различных видов ОТ, поскольку недопустима ситуация, когда транспортное средство не может подъехать к остановке, поскольку она занята другим транспортным средством, ожидающим полной загрузки. Такая ситуация снижает эффективность, комфортность и доступность ОТ, что противоречит целям управления.

Важное значение имеет экономическая и физическая доступность мультимодальной системы для всех жителей города, что обеспечивает социальный аспект устойчивости транспортной системы. В связи с этим возникает также задача организация создания и функционирования пешеходной инфраструктуры, позволяющей осуществлять комфортный доступ к остановкам ОТ прежде всего, а также организация создания, и стыковки велосипедных маршрутов с маршрутами ОТ.

Решение задачи планирования и организация движения по УДС в соответствии с заданной классификацией улиц предполагает выделение пространства для пеших передвижений, коммуникаций для ОТ, а также дорожного пространства общего пользования с целью обеспечения соответствия транспортного потока параметрам УДС, а также обеспечения приоритетности наиболее устойчивых видов транспорта и их взаимодействия.

Для соблюдения функциональной иерархии улиц и дорог необходимо создать систему стандартов, обеспечивающих управление доступом на различные категории дорог. Это будет способствовать такому распределению потоков, при котором движение на большие расстояния обслуживается дорогами высших категорий, а местная сеть лишь обеспечивает обслуживание прилегающих территорий.[23,24] Создание системы стандартов не является функцией муниципального управления, а относится к функциям более высоких уровней управления, однако контроль за соблюдением этих стандартов возлагается в том числе и на органы муниципального управления (организация тендеров на строительство и обслуживание городской транспортной инфраструктуры).

Анализ европейских классификаций и основных норм проектирования проводился “Комитетом по городским территориям” Мировой дорожной ассоциации (PIARC). На основе проведённого специалистами профильного “Комитета по городским территориям” PIARC анализа современных классификаций во многих странах мира, а также требований POD (People Oriented Design) к функциям городских улиц отнесли [23, 24] *функции*

транзита – пропуск потоков между разными районами города (внутригородской транзит) и внешних транзитных потоков;

функции обеспечения доступности – транспортное обслуживание городских районов (движение в районы и из них);

функции формирования городской среды – формирование городского ландшафта, условия размещения застройки, ориентация;

социальные функции – проживание, работа, совершение покупок, отдых, передвижение пешком и т.д.;

экологические функции – городской микроклимат, воздушная циркуляция и качество воздуха, состояние фауны и флоры, рекреация;


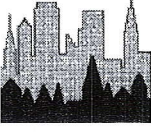
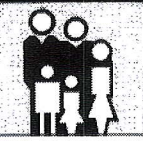
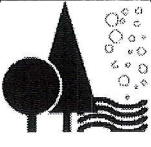
экономические функции – влияние на экономическую ситуацию в городе.

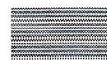
Функции городских улиц и дорог, в соответствии с классификацией PEARC приведены в таблице на рисунке 3.3. Особенное внимание, по мнению многих специалистов, заслуживают главные магистральные улицы (major arterials), сочетающие значительные транспортные и пешеходные потоки, концентрацию офисов и деловых учреждений, разнообразные по назначению объекты массового тяготения.

В этой связи профильным комитетом по городским территориям PIARC был дополнительно предложен особый вид улиц – городские бульвары, то есть магистральные улицы, обслуживающие большие транспортные потоки (до 100 000 авт./сут.), но имеющие незначительную разрешенную скорость движения для обеспечения баланса интересов пешеходов и автомобилистов.

Создание парковочных зон на местах, определяемых на урбанистическом уровне управления, а также управление тарифами на парковку является необходимым условием обеспечения взаимодействия различных видов транспорта. Загруженность различного вида парковок является одним из индикаторов перераспределения пассажиропотока, поскольку если парковочное пространство в центре перегружено, то это означает, что перераспределение пассажиропотока с личного на общественный транспорт не происходит и, следовательно, необходимо разработать новый комплекс мер, ограничивающих количество единиц автотранспорта, въезжающего в центральную историческую часть города. Опыт различных мегаполисов подсказывает, что необходима организация различных парковочных зон с гибкими тарифами, изменяемыми согласно суточным ритмам и дням недели. Разработка гибкой системы парковочных тарифов, призванных дестимулировать ежедневные маятниковые передвижения на личном автотранспорте, является одним из способов регулирования транспортных потоков в центре. Однако для того, чтобы сообщество автомобилистов восприняло необходимость

платных парковок, необходимо, чтобы получаемый доход направлялся на совершенствование системы ОТ.

Функции		Категория дороги					
		I	II	III	IV	V	VI
	Транзит						
	Доступ						
	Эстетические						
	Размещение застройки						
	Ориентация						
	Условия проживания						
	Условия работы						
	Передвижения пешком						
	Рекреация						
	Флора / Фауна						
	Микроклимат						



Средний уровень требований



Высокий уровень требований

Рисунок 3.3

Предоставление бесплатных парковочных мест представляет собой скрытое поощрение использования личного автотранспорта, поэтому в качестве меры по дестимулированию применяется монетизация льгот на парковку. То есть парковочные места платные, однако персоналу выплачивают определённую сумму, которая не покрывает ежедневную оплату парковки, однако достаточна для проезда на ОТ. Эта же мера стимулирует коллективное пользование автомобилем. Таким образом, органы муниципального управления в качестве одного из инструментов реализации парковочной политики, могут разработать систему поощрений монетизации парковочных льготы. Загруженность же перехватывающих парковок предполагает в качестве основной меры

их расширение по возможности или организацию новых перехватывающих парковок, в более удалённых от центра местах стыковки маршрутов различных видов ОТ.

Схема на рис.3.4 содержит цели и задачи управления транспортными потоками при создании сбалансированной мультимодальной транспортной системы

Решение задач по планированию транспортного обслуживания и обеспечению взаимодействия различных видов транспорта требует создания единой информационно-аналитической системы транспортного комплекса города. На первом уровне управления должны быть определены параметры информационной системы, которые обеспечивают её взаимодействие с другими информационными системами. В идеале она должна стать подсистемой единой интеллектуальной системы управления мегаполисом. На втором уровне управления необходимо создать информационную систему, которая с одной стороны, обеспечит поддержку принятия решений по управлению транспортной системой на различных уровнях управления, а с другой стороны, обеспечит население города информационными сервисами, мотивирующими к изменению транспортного поведения в пользу более устойчивых паттернов. Вся собираемая информация должна служить основой не только для принятия управленческих решений как по стратегическому, так и по оперативному управлению, но для анализа качества управления транспортным комплексом. Поэтому необходимо разработать критерии оценки качества управления и показатели соответствия этим критериям, а также методику сбора и анализа необходимой информации. В наиболее общем виде, можно сказать, что в информационной системе должен быть обеспечен сбор и анализ следующих данных:

- данные, необходимые для построения матрицы корреспонденций;
- данные, характеризующие все параметры системы транспортных коммуникаций;
- схемы движения по УДС;
- данные о параметрах парковочного пространства города и его загруженности;
- маршруты и расписание движения ОТ, а также данные о его загруженности с учётом суточных и сезонных ритмов;
- данные о состоянии городской среды вблизи транспортных объектов;
- данные о потреблении энергоносителей.

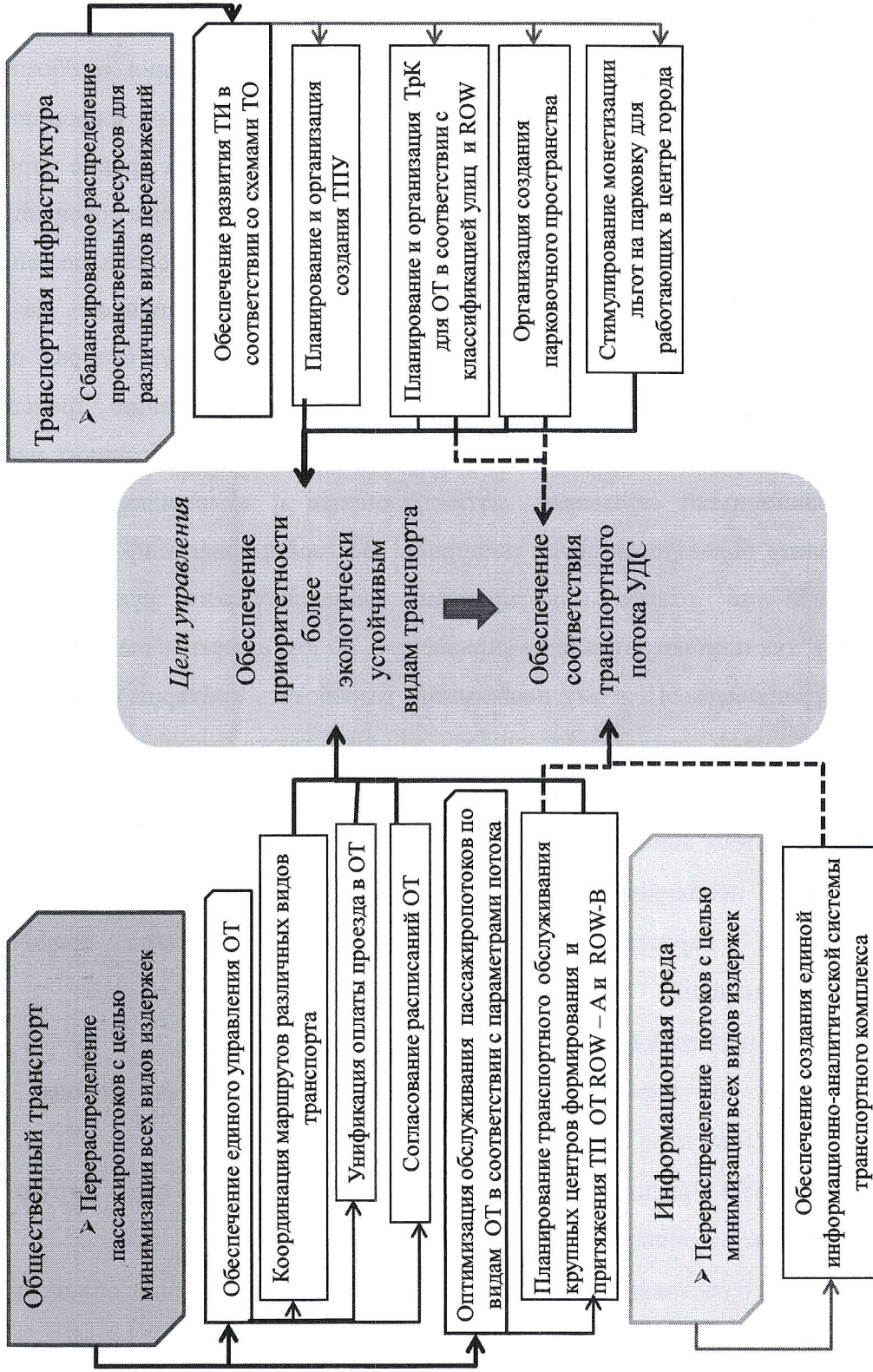


Рисунок 3.4

Состояние городской среды оценивается по данным метеорологического и экологического мониторинга, система которого относится к более высоким уровням городского и муниципального управления. Однако при решении вопросов, связанных со снижением воздействия транспортных потоков на окружающую природную среду, необходимо иметь данные с пунктов наблюдения расположенных в непосредственной близости к объектам транспортной инфраструктуры в зоне дыхания человека. Следовательно, размещение пунктов сбора информации о состоянии городской среды должно быть согласовано при организации системы мониторинга экологической обстановки также на более высоких уровнях управления в том числе с задачами, решаемыми на уровне управления транспортной системой. Потребление энергоносителей и распределение потребления энергии по её источникам определяет эколого-экономические аспекты функционирования транспортного комплекса города, в том числе и объём выбросов от транспорта. Поэтому удельное потребление энергии с учётом распределения по видам энергоносителей является одним из важнейших показателей экологической устойчивости городской транспортной системы.

3.4 Управление транспортными потоками на отраслевом и объектом уровнях

Решаемые на этих уровнях задачи соответствуют стратегии SHIFT, т.е. совершенствование работы различных видов общественного транспорта, включая совершенствование транспортных средств, совершенствование транспортной инфраструктуры в целом и её отдельных элементов, а также совершенствование процесса оперативного управления движением, в том числе и с использованием информационно-аналитических систем.

С точки зрения управления развитием и функционированием транспортных коммуникаций основной задачей является обеспечение соответствия параметров транспортного потока параметрам УДС, а не обеспечение максимальной пропускной способности, поскольку имеются пространственные ограничения на количественное увеличение параметров УДС. Кроме того, как уже было сказано выше, простое расширение УДС ведёт к эффекту индуцированной мобильности, что в свою очередь только увеличивает нагрузку на городскую среду. Следовательно, развитие транспортных коммуникаций должно быть направлено на повышение связности сети, а значит уменьшение пробега автотранспорта, а также обеспечивать контроль доступа на УДС в соответствии с классификацией улиц.

Следует отметить, что современные градостроительные проекты POD всё чаще используют городские бульвары как наиболее значимый элемент УДС, особенно в центральных исторических частях городов, являющихся центрами притяжения туристических потоков. Возможность безопасного пешего передвижения по городу является одним из важнейших факторов получения прибыли от туристической индустрии. Профильный комитет по городским территориям PIARC под городским бульваром подразумевает магистральные улицы, обслуживающие большие транспортные потоки, но имеющие незначительную разрешенную скорость движения для обеспечения баланса интересов пешеходов и автомобилистов. Такой элемент УДС допускает совмещение транспортных, социальных, экологических, культурных и других функций.[23] Концепция бульвара, предъявляемые к бульварам технические, градостроительные и архитектурные требования задают определенные принципы проектирования этого класса улиц, такие как:

- разделение разных видов движения (прежде всего транзитного и местного) в пространстве, для чего может применяться устройство параллельных основной проезжей части (основной поток) и местных проездов (местное движение, паркование, обслуживание застройки); пересечений только в одном уровне (т.е. регулируемых или кольцевых);
- пешеходные тротуары бульваров, обслуживающие разнообразные объекты массового тяготения, должны соответствовать большим объемам пешеходного движения.
- дизайн и архитектурные решения должны подчеркивать приоритет ландшафта улицы над ее транспортными функциями, что будет влиять на поведение водителей и способствовать снижению скорости движения.

В связи с этим необходимо соблюдать определенные пропорции между элементами бульвара. Например, желательно, чтобы ширина центральной проезжей части не превышала трети ширины бульвара, а дополнительные проезжие части проектировались бы как часть ландшафта улицы, что достигается зелеными посадками и дизайном благоустройства. Особое внимание должно уделяться благоустройству и дизайну тротуаров (материал и рисунок покрытий, освещение и т.д.), подчеркивающих приоритетность пешеходного движения и статус улицы. Кроме того, могут применяться другие меры traffic calming (успокоения движения), в том числе, и снижение пропускной способности относительно единиц автотранспорта и даже полный запрет движения личного автотранспорта. Однако, следует подчеркнуть, что меры по успокоению движения должны сопровождаться повышением качества обслуживания пассажиров общественным транспортом.

Состояние транспортных коммуникаций и пешеходных дорожек также является фактором, влияющим на распределение пассажиропотоков по видам транспорта, а также на состояние безопасности движения и другие важные аспекты устойчивого развития. Обеспечение надлежащего состояния УДС и пешеходных коммуникаций зачастую находится в ведении разных управляющих органов, следовательно, необходима координация их работы.

Следует отметить, что районы плотной застройки наиболее эффективно обслуживаются именно общественным транспортом, в связи с этим на городских улицах необходимо обеспечить удобный доступ к его остановочным пунктам. При этом размещение остановочных пунктов также, прежде всего, должно обеспечивать удобный доступ к различным видам общественного транспорта. Маршрутная сеть общественного транспорта должна обеспечивать возможность доступа всем жителям города к необходимым сервисам и городским объектам. При этом расписание должно быть составлено так, чтобы пассажиры имели возможность подъехать к месту работы во время, при этом также возможна диверсификация времени начала рабочего дня для различных организаций, расположенных в крупных центрах притяжения пассажиропотоков, для обеспечения большей равномерности потока по времени. Следовательно, городские власти должны стимулировать работодателей к изменению времени начала и конца рабочего времени и координировать эти изменения. Кроме того, маршруты общественного транспорта должны обслуживаться в соответствии с параметрами пассажиропотока, включая выбор транспортных средств необходимой вместимости и уровня комфорта.

Схема на рис.3.5 содержит цели и задачи управления транспортными потоками на уровне управления отдельными подсистемами и объектами транспортной инфраструктуры.

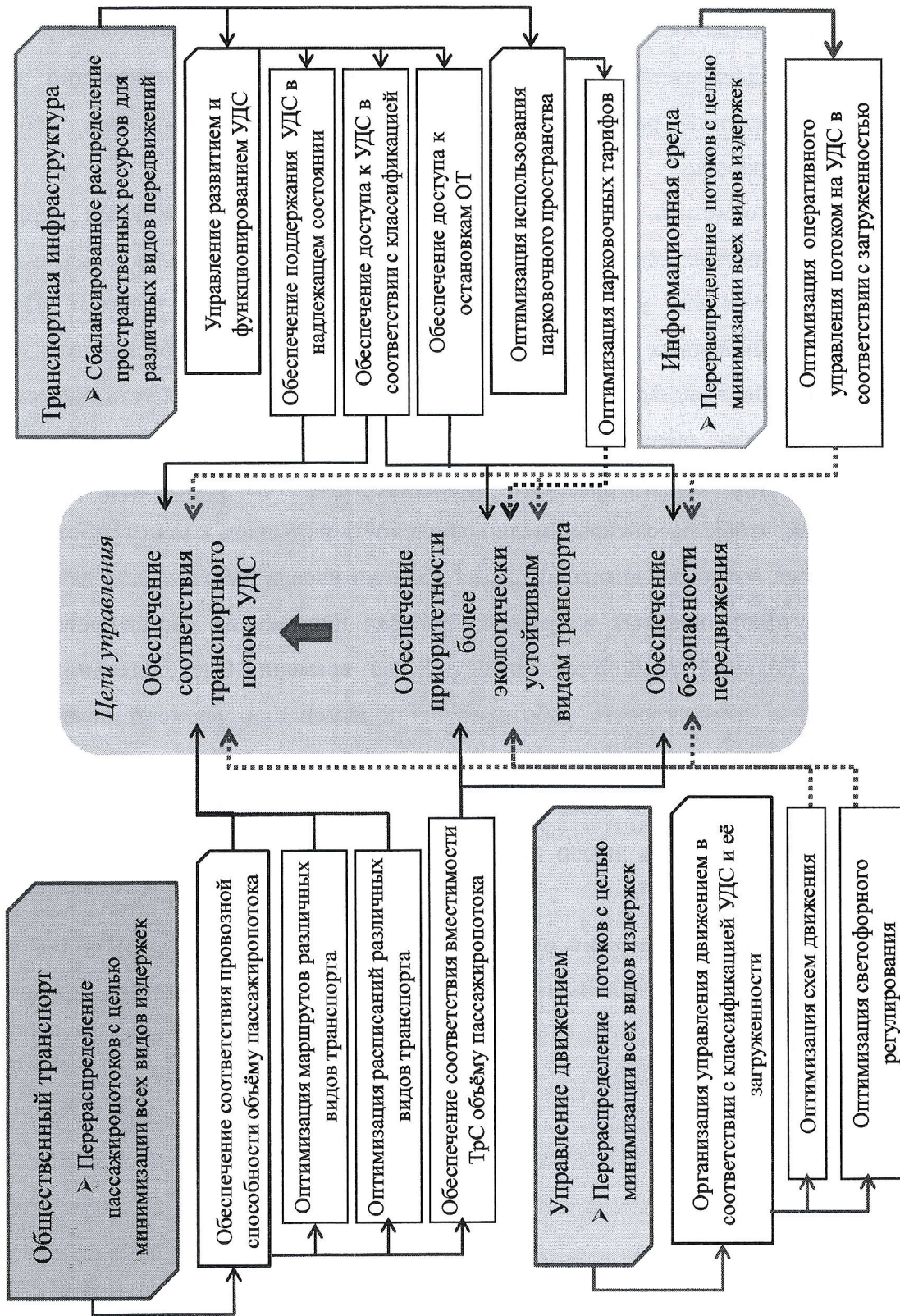


Рисунок 3.5

Необходимо иметь в виду, что изменение модели транспортного поведения, т.е. отказ от ежедневных поездок на личном автотранспорте возможен только при наличии альтернативы, предоставляющей не только прямую экономическую выгоду, но и выигрывает по времени при наличии определённого уровня комфортности. Кроме того, в отличие от парка индивидуального автотранспорта, качественный состав транспортных средств общественного транспорта являются более регулируемы. При организации конкурсов на обслуживание различных маршрутов, в качестве приоритетных могут рассматриваться не только комфортность и соответствующая вместимость подвижного состава, но и экологические параметры, как и при обновлении подвижного состава государственного автопарка, а также транспортных средств горэлектротранспорта. При этом при выборе транспортных единиц следует обращать особое внимание на их энергоэкономичность, а также шумовые и вибрационные характеристики.

Отметим и тот факт, что шумовое и вибрационное воздействие транспортного потока зависит не только от его качественного состава, но и от состояния транспортных коммуникаций. Надлежащее эксплуатационное состояние элементов УДС способствует также поддержанию её максимальной пропускной способности. Снижение количества аварий и поломок автотранспортных средств является одним из значимых факторов, препятствующих образованию заторов, особенно для загруженной транспортной сети. Таким образом, решение задачи поддержания транспортных коммуникаций в надлежащем техническом состоянии способствует обеспечению соответствия параметров потоков и УДС, а также непосредственно влияет на степень интенсивности негативного воздействия потоков на городскую среду.

Качественный состав потока, а значит и его воздействие на окружающую среду, регулируется мерами по стимулированию использования более экологически устойчивых видов личного автотранспорта, таких как гибридные автомобили (в меньшей степени в силу неравномерности скоростного режима на городских автомагистралях) или электромобили. Поскольку стоимость данных транспортных средств, как правило, выше, чем соответствующих им по мощности, необходимо реализовывать комплекс мер по уменьшению стоимости поездки. Это может быть как снижение стоимости парковки, так и разрешение проезда по тем участкам УДС, на которых запрещено движение обычного автотранспорта. Одной из важнейших задач является также создание инфраструктуры для электромобилей (возможность зарядки). Кроме того, могут быть использованы информационные способы воздействия, формирующие тот уровень экологической культуры, который определяется чувством ответственности каждого жителя города за состояние городской среды.

Особое внимание следует обратить на разработку схем движения по городской УДС. На стадии разработки комплексных схем организации движения необходимо предпринимать меры минимизации количества конфликтных точек транспортных потоков, как путём мер по пространственному разделению, так и мер по организации движения. В таблице 3.1 [24] приведены некоторые способы разрешения транспортных конфликтов на городских магистралях и ожидаемый эффект.

Таблица 3.1

Вид мероприятий	Ожидаемый эффект
Ввод сквозной TWLTL полосы (Two-Way-Left-Turn-Line)	вероятность ДТП снижается на 35% задержка Тр средств снижается на 30% пропускная способность повышается на 30%
Ввод закрытой разделительной полосы	вероятность ДТП снижается более чем на 55% задержки транспортных средств – более чем на 30% пропускная способность повышается более чем на 30%
Замена TWLTL полосы на разделительный барьер	вероятность ДТП на 4-х полосных магистралях снижается на 15-57% , на 6-и полосных – 25-50%
Организация выделенной левоповоротной полосы	вероятность ДТП на 4-х полосных магистралях снижается на 25-50%, на нерегулируемых пересечениях – до 70% пропускная способность увеличивается на 25%
Организация выделенной правоповоротной полосы	вероятность ДТП снижается на 25-50% исключается влияние правоповоротного потока на процесс распада группы автомобилей
Организация запрета парковки вдоль улицы	вероятность ДТП снижается на 20-40% интенсивность транспортного потока возрастает на 30%
Проектирование координированного регулирования с ограниченным доступом	Время движения по магистрали снижается на 42% Величина транспортных издержек снижается на 59% Значительная экономия топлива

Адаптивное светофорное регулирование также вносит значительный вклад в оперативное управление загрузкой УДС. При загрузке сети 30-70% требования к количеству светофоров и их координации имеют особенно важное значение для противодействия образованию заторов. При этом координация светофоров должна также

учитывать интересы пешеходов. Недопустима ситуация, когда зелёный цикл светофора для пешеходов настолько короткий, что перейти улицу можно только быстрым шагом. Необходимо обеспечить безопасность всем группам населения, в том числе детям, пожилым людям и т.п.

Задачи разработки оптимальных схем движения решаются с использованием методов макро, микро и мезо моделирования потоков, основанных на данных о параметрах потока, поэтому для калибровки моделей необходимо иметь данные мониторинга транспортных потоков. Организация сбора и анализа информации также является функцией управления транспортными потоками. Оперативное управление транспортными потоками должно осуществляться на основании динамических данных о загруженности сети. В связи с этим снова необходимо упомянуть создание и совершенствование информационно-аналитической системы транспортного комплекса, включающей, в том числе, алгоритмы и модели адаптивного управления транспортными потоками, как одну из важнейших задач управления.

Низкое качество информационных процессов приводит к дестабилизации системной организации управляющих структур к выработке и принятию неэффективных и опасных решений. Решение этой проблемы связано с разработкой и воплощением новой методологии управления направленным развитием сложных систем, основанной на использовании информационных технологий. [25,26,27]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решение задач управления транспортными потоками на основе концепции устойчивого развития позволяет обеспечить значительный положительный эффект по трем направлениям: улучшить состояние городской среды, повысить социальную и экономическую эффективность деятельности транспорта. Рациональная организация транспортных потоков возможна только при комплексном подходе к данной проблеме, что позволяет создать комфортную среду обитания в городе в целом и в отдельных районах в частности.

Рассматривая транспортный поток как совокупность управляемых субъектов, обладающих собственной активностью, собственными целями и т.д., в систему управления включается управление их мотивацией. Это позволяет учитывать такие важные аспекты как управление спросом на передвижения, управление качественным составом потока и т.д. Таким образом, управление транспортными потоками рассматривается в более широком смысле, чем разработка схем управления движением и оперативное управление, включая в себя градостроительные аспекты формирования потоков, а также перераспределение пассажиропотоков в пользу более устойчивых видов транспорта.

Анализ управляемых на различных уровнях управления параметров транспортных потоков позволил сформулировать основные принципы построения модели управления.

Причинно-следственный анализ интенсивности воздействия на городскую среду и параметров транспортных потоков позволил выделить и систематизировать управляющие воздействия, которые не только обеспечивают снижение негативного воздействия транспорта на окружающую среду, но также оказывают влияние на эколого-экономический и социальный аспекты жизни горожан.

На основе исследований, результаты которых изложены в отчёте по второму этапу работы за 2015 год, разработан принципиальный подход к построению модели управления устойчивым развитием. В данном отчёте модель управления рассматривается как функционально-целевая, построенная по принципу иерархической структуры управления. Цели и задачи управления транспортными потоками мегаполиса структурированы по уровням управления. Разработаны обобщённые схемы управления, включая и урбанистический уровень, который редко принимается во внимание при решении проблем транспортного комплекса города, а также уровень создания и управления сбалансированной мультимодальной транспортной системой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. World Urbanization Prospects The 2014 Revision [Электронный ресурс]// esa.un.org/unpd/wup United Nations Department of Economic and Social Affairs, URL: <http://esa.un.org/unpd/wup/FinalReport/WUP2014-Report.pdf> UN (дата обращения 17.12.2015)
2. Семенов В.В., Смена парадигмы в теории транспортных потоков, [Электронный ресурс] //URL: http://www.keldysh.ru/papers/2006/prep46/prep2006_46.html (дата обращения 19.02.2016)
3. Проект Федерального закона О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации // www.mintrans.ru - официальный сайт Министерства транспорта РФ, URL: www.mintrans.ru/upload/iblock/4ca/fz_grad_kodex.doc (дата обращения 7.09.2016)
4. Горев, А. Э. Основы теории транспортных систем. – СПб.: Изд. СПбГАСУ, 2010. – 214 с.
5. Дискретная математика [Электронный ресурс] // URL: <http://vuz.exponenta.ru/PDF/L13.html> (дата обращения 3.10.2016)
6. Устойчивая транспортная политика, CM(2000)1/FINAL, Неофициальный перевод с английского [Электронный ресурс]// URL: [www/internationaltransportforum.org/Intorg/acquis/CM200001Fru.pdf](http://www.internationaltransportforum.org/Intorg/acquis/CM200001Fru.pdf) (дата обращения 5.04.2016)
7. Теория и моделирование транспортных потоков и систем: конспект лекций по дисциплине «Теория и моделирование транспортных потоков и систем»/ сост. П.Н. Малюгин. Рукопись, электронный вариант // URL: <http://bek.sibadi.org/fulltext/epd552.pdf/> (дата обращения 5.09.2016)
8. Парижская декларация «Город в движении: в первую очередь люди»// официальный сайт The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), URL : https://www.unece.org/fileadmin/DAM/thepep/Publications/2015/Paris_Declaration_in_Russian_final.pdf (дата обращения 27.04.2016)
9. Баринаева Л.Д., Забалканская Л.Э. Комплексный подход к управлению экологически устойчивым развитием городской транспортной системы // Транспорт: наука, техника, управление: Сб. ВИНТИ РАН-Москва, 2013.- №10- с. 24-27
10. Sustainable urban transport: Avoid-Shift-Improved (A-S-I) [Электронный ресурс] // URL: www.transport2020.org/file/asi-factsheet-eng.pdf (дата обращения 25.11.2014)

11. Ethan H. Decker, Scott Elliott, and Felisa A. Smith, Megacities and the Environment // The Scientific World JOURNAL, vol. 2, 2002, pp. 374-386
12. В.Р.Вучик, Транспорт в городах удобных для жизни.- М: Изд. Территория будущего, 2011.- 576 с.
13. Ticket to the future. 3 Stops to Sustainable Mobility [Электронный ресурс] // URL: http://www.railway-mobility.org/docs/uitpticket_en.pdf (дата обращения 18.12.2014)
14. А. Морозов, Законодательное и экономическое стимулирование внедрения экологически чистых видов транспорта// Устойчивое развитие городского транспорта: вызовы и возможности: сборник материалов Международного семинара – М. : НТБ «Энергия» - 2013.- С.131-139
15. Р.Крутак, Эковождение, австрийские учебные программы по эковождению и проект ЕС ECOWILL// Устойчивое развитие городского транспорта: вызовы и возможности: сборник материалов Международного семинара– М.: НТБ «Энергия» - 2013.- С. 121-125
16. Новиков Д.А. Методология управления. – М.: Изд. Либро-ком, 2011. – 128 с.
17. В.Н. Бурков, Д.А. Новиков, А.В. Щепкин, Модели и механизмы управления эколого-экономическими системами [Электронный ресурс] // Теория управления организационными системами. Институт управления им. В.А.Трапезникова РАН, URL: <http://www.mtas.ru/uploads/ekes.pdf> (дата обращения 15.09.2015)
18. Ф.Гудвин, Решение проблемы пробок [Электронный ресурс] // URL: <http://www.polit.ru/article/2009/03/24/probki/> (дата обращения 3.12.2014)
19. Й.Хаяши, Стратегии и политики/ Технологические инструменты устойчивого землепользования и транспорта. Международное сравнение// Устойчивое развитие городского транспорта: вызовы и возможности: сборник материалов Международного семинара– М. : НТБ «Энергия» - 2013.- С.231-260
20. Новая парадигма развития России (Комплексное исследование проблем устойчивого развития), под. Ред. В.А.Коптюга, В.М.Матросова, В.К.Левашова. М.: издательство «Академия», Иркутск: РИЦГП «Облинформпечать». 200 г., 460 с.
21. 5. Р.Чалдини, Психология влияния // Электронная версия книги. –URL: <http://www.oculus.ru/stat.php?id=106&gl=11> (дата обращения 14.07.2016)
22. Барина Л.Д., Забалканская Л.Э., Роль информационных воздействий в управлении транспортными потоками мегаполисов// Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук,-М. Институт стратегических исследований.- 2016.-№7 (90) Ч.1.- С.138-141

23. Михайлов, А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов/ Михайлов А.Ю., Головных И.М. – Новосибирск: Наука, 2004. – 267 с.

24. Лагерев Р.Ю. Современные принципы управления транспортными потоками на городских магистралях // URL: http://transport.istu.edu/downloads/cong_net_2.pdf (дата обращения 25.10.2016)

25. Белый, О.В. Архитектура и методология транспортных систем: монография /Белый О.В., Кокаев О.Г., Попов С.А - СПб: Изд.Элмор, 2002.-256 с.

26. Белый, О.В./Транспортные сети России (системный анализ, управление, перспективы)/ Белый О.В., Попов С.А.,Р.Э.Францев - СПб, Изд. СПГУВК, 1999 - 147 с.

27. Белый, О.В. Проблемы формирования и организации транспортных потоков/ СПб: Изд.Элмор, 2010.-120 с.

